



Journal Website

Article history:
Received 27 April 2026
Revised 14 September 2026
Accepted 23 September 2026
Initial Publication 23 September 2026
Final Publication 21 April 2027

Dynamic Management and Business Analysis

Volume 6, Issue 1, pp 1-27



E-ISSN: 3041-8933

Explaining the BIM-Based Life Cycle Value Management Framework for Building Assets: A Grounded Theory Approach

Seyed Ershad. Mahmoudabadi^{1*}, Mehdey. Fazilati²

¹ PhD Student, Department of Civil Engineering - Construction Management, Na.C., Islamic Azad University, Najafabad, Iran

² Department of Civil Engineering, NA.C., Islamic Azad University, Najafabad, Iran

* Corresponding author email address: ershadmahmoudabadi@gmail.com

Article Info	ABSTRACT
Article type: <i>Original Research</i> How to cite this article: Mahmoudabadi, S. E. & Fazilati, M. (2027). Explaining the BIM-Based Life Cycle Value Management Framework for Building Assets: A Grounded Theory Approach. <i>Dynamic Management and Business Analysis</i>, 6(1), 1-27. https://doi.org/10.61838/dmbaj.453  © 2027 the author(s). Published by Knowledge Management Scientific Association. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) License.	Objective: This study aimed to develop an integrated framework for BIM-based life cycle value management of building assets and address the theoretical gap concerning the integration of technical, process-oriented, organizational, and managerial dimensions across the asset life cycle. Methodology: This qualitative study employed the systematic grounded theory approach of Strauss and Corbin. The study population consisted of experts with executive and research experience in building asset management, Building Information Modeling (BIM), and life cycle value management. Seventeen participants were selected through purposive and snowball sampling until theoretical saturation was achieved. Data were collected through in-depth semi-structured interviews and analyzed through open, axial, and selective coding using MAXQDA 2020. Trustworthiness was assessed through re-coding, expert feedback, and inter-coder agreement, with an agreement coefficient of 88%. Findings: Data analysis yielded 31 main categories and 128 final concepts organized within an integrated paradigmatic model. The framework comprised four causal-condition categories, four contextual-condition categories, six intervening-condition categories, one core phenomenon with six dimensions, seven strategic categories, and eight consequence categories. The core phenomenon encompassed integrated asset information management, economic and environmental performance optimization, strategic maintenance planning, life cycle value and risk transparency, data-driven infrastructure and smartization, and stakeholder integration and information governance. The principal strategies included information governance and standardization, human-capital empowerment, technical and data integration, circular economy and sustainability, life cycle process optimization, stakeholder participation, and technological innovation. The resulting consequences included economic efficiency, environmental sustainability, operational productivity, improved stakeholder coordination, enhanced decision quality and risk management, digital innovation, increased stakeholder value, and greater information transparency. Conclusion: BIM-based life cycle value management should be regarded as an integrated managerial ecosystem rather than merely a technological solution. Its successful implementation requires national information standards, contractual reform, human-capital development, data governance, and integration with emerging technologies such as digital twins and artificial intelligence. The proposed framework provides a systematic basis for value-oriented decision-making and long-term economic and environmental sustainability of building assets. Keywords: Asset Value Management; Building Information Modeling (BIM); Life Cycle; Grounded Theory; Sustainability; Life Cycle Cost (LCC).

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

The construction industry has undergone a substantial conceptual transformation in recent decades, shifting from a project-centered perspective toward a life-cycle and asset-centered understanding of buildings. Under the traditional approach, project success has predominantly been assessed in terms of construction cost, completion time, and the quality of the delivered physical product. However, buildings are long-term assets whose economic, operational, environmental, and functional value continues to evolve well beyond the completion of construction. A considerable share of asset-related costs and value creation occurs during operation, maintenance, renovation, adaptation, and end-of-life stages. Consequently, effective building asset management requires a framework capable of integrating information and decision-making across the entire life cycle rather than concentrating exclusively on design and construction. Building Information Modeling (BIM) provides an important technological foundation for such an approach because it can integrate geometric information with scheduling, cost, technical specifications, operational records, and asset-related data within a shared information environment (Di Biccari et al., 2018; Xu et al., 2014).

The significance of BIM extends beyond three-dimensional modeling. Its principal life-cycle value arises from its capacity to preserve, structure, exchange, and reuse information across different stages and among multiple stakeholders. Earlier studies have demonstrated that BIM can improve coordination, reduce information loss, support cost management, and facilitate more efficient decision-making (Aslam & Ahmad Tarmizi, 2018; Bryde et al., 2013). Life-cycle-oriented BIM frameworks further emphasize that information generated during design and construction should remain accessible and operationally meaningful during facility management and maintenance. In this respect, BIM can function as an organizational memory for building assets, connecting early design decisions with long-term performance and enabling owners and managers to evaluate their consequences over time (Dalla Valle et al., 2020).

An important dimension of life-cycle value management concerns the integration of economic and environmental assessments. Decisions made during early design can substantially affect energy consumption, maintenance requirements, operating costs, and environmental performance throughout the useful life of a building. BIM-supported optimization has therefore increasingly been combined with life-cycle cost and energy analyses. Research has demonstrated that BIM-based multidisciplinary models can assist decision-makers in balancing life-cycle energy and cost objectives and comparing alternative design solutions on the basis of their long-term implications (Sandberg et al., 2019). Similarly, systematic BIM-supported analysis of building-envelope components has shown the feasibility of integrating energy assessment with total life-cycle cost evaluation (Pucko et al., 2020). These developments indicate that BIM can move beyond descriptive representation and become an analytical infrastructure for value-oriented decision-making.

Sustainability and circular economy principles have further broadened the concept of building asset value. Contemporary asset management must take account not only of financial performance but also of resource efficiency, carbon emissions, material recovery, waste reduction, adaptability, and end-of-life value. The integration of BIM with life-cycle assessment provides a mechanism for evaluating environmental performance through structured building information, although challenges related to data

structure, interoperability, and information consistency remain (Dalla Mora et al., 2020). Furthermore, circular construction requires design-support systems capable of incorporating information on disassembly, reuse, recycling, and material recovery (Cambier, 2020). BIM may also support the end-of-life phase by maintaining information required for demolition, recovery, and reuse decisions, thereby facilitating the transition from linear to circular asset life cycles (Charef et al., 2019). These directions are consistent with broader developments in circular economy research within the construction sector (Osobajo, 2020).

Nevertheless, BIM-based life-cycle value management cannot be explained solely through technological capabilities. Digital transformation in construction requires coordinated change in organizational structures, work processes, business models, skills, governance mechanisms, and stakeholder relationships (Samuelson & Stehn, 2023). Systemic transformation of the construction industry similarly depends on simultaneous changes across technical, procedural, organizational, and institutional dimensions (Peltokorpi et al., 2021). Barriers such as insufficient knowledge, lack of management support, resource limitations, fragmented processes, resistance to change, and weak value-management capabilities may prevent organizations from realizing the expected benefits of digital technologies (Othman, 2020). Organizational maturity is therefore critical, particularly where BIM is integrated with value management and advanced data analytics (Demirdöğen, 2021).

Value creation is also inherently collaborative. Different stakeholders—including owners, developers, designers, contractors, facility managers, regulators, and users—may define value differently according to their own objectives and interests. A value-based construction approach therefore requires a common understanding of value and effective coordination among project actors (Emmitt et al., 2005). Recent studies of digital transformation similarly conceptualize value as a co-created outcome emerging from multi-agent interaction rather than the product of an isolated organization (Wang et al., 2023). Stakeholder collaboration and alignment of incentives are particularly important for successful diffusion of innovative construction approaches (Wu, 2024), while ecosystem thinking emphasizes that sustainable construction performance depends on relationships extending beyond organizational boundaries (Viholainen, 2021). Emerging Construction 5.0 perspectives further suggest that future asset-management systems will increasingly combine BIM with artificial intelligence, intelligent analytics, human-centered technologies, and interconnected digital environments (Nanduri & Delhi, 2025).

Despite these developments, the literature remains fragmented. Existing studies separately address information management, life-cycle cost, energy analysis, sustainability, circular economy, digital transformation, organizational maturity, and stakeholder collaboration, but an integrated theoretical explanation of how causal, contextual, and intervening factors interact with managerial strategies to generate life-cycle value remains insufficiently developed. Accordingly, the present study aimed to explain an integrated framework for BIM-based life-cycle value management of building assets using a grounded theory approach.

Methods and Materials

This study employed a qualitative research design based on the systematic grounded theory approach of Strauss and Corbin. The research population consisted of experts and specialists with executive or research experience in building asset management, Building Information Modeling, and life-cycle value management. Participants were recruited using purposive and snowball sampling, and

sampling continued until theoretical saturation was achieved. A total of 17 experts participated in the study.

Data were collected through in-depth semi-structured interviews. The interview guide was developed on the basis of the major conceptual domains of building asset management, BIM, life-cycle value management, sustainability, circular economy, stakeholder coordination, and emerging digital technologies. Questions addressed organizational drivers, technical and managerial challenges, the dimensions of BIM-based value management, contextual infrastructure, internal and external barriers, implementation strategies, expected outcomes, performance indicators, future technological trends, and mechanisms for stakeholder coordination.

Interview data were analyzed through open, axial, and selective coding using MAXQDA 2020. Initial codes were extracted from participants' statements, overlapping and repetitive codes were consolidated, and the resulting concepts were organized into higher-order categories. The relationships among categories were then structured according to the grounded theory paradigm, comprising causal conditions, contextual conditions, intervening conditions, the core phenomenon, strategies, and consequences. Trustworthiness was evaluated through re-coding by two experienced university professors, consultation with experts and faculty members, and assessment of inter-coder agreement. The inter-coder agreement coefficient was 88%. Ethical principles, including informed participation, confidentiality, transparency regarding the research process, and protection of participants' rights, were observed throughout the study.

Findings

Analysis of the interviews resulted in the extraction of 31 main categories and 128 final concepts. These categories were organized into an integrated paradigmatic model explaining the development and implementation of BIM-based life-cycle value management of building assets.

The causal conditions comprised four major categories: structural and process-related challenges in traditional asset management, economic and productivity imperatives, environmental and sustainability requirements, and technological and data limitations. These conditions represented the fundamental pressures and deficiencies that created the need for a more integrated life-cycle value-management approach.

The contextual conditions included four categories: characteristics of the construction industry and building assets, institutional and legal infrastructure and standards, organizational culture and human capital, and economic and market conditions. These factors constituted the environment within which BIM-based value management could either develop effectively or remain constrained.

Six categories were identified as intervening conditions: legal and contractual challenges, international restrictions and sanctions, instability in policymaking and managerial interventions, market dynamics and changing stakeholder behavior, organizational resistance to change, and technological and innovation limitations. These factors could strengthen, weaken, or redirect the influence of the causal conditions on implementation.

The core phenomenon was identified as “BIM-based life-cycle value management of building assets.” It consisted of six dimensions: integrated BIM-based asset information management; economic and environmental performance assessment and optimization; strategic maintenance and repair planning;

life-cycle value and risk transparency; development of data-driven and smart infrastructure; and stakeholder integration and information governance.

Seven strategic categories were identified: information governance and standardization; institutional and human-capital empowerment; technical integration and data-centric management; circular economy and sustainability; optimization of life-cycle processes; stakeholder participation and inter-organizational coordination; and technological innovation and digitalization. These strategies represented coordinated actions through which organizations could address identified barriers and operationalize the core phenomenon.

Finally, eight major consequence categories emerged: economic transformation and cost efficiency; environmental sustainability and carbon reduction; increased operational efficiency and productivity; improved stakeholder integration and coordination; enhanced decision quality and risk management; development of innovation and digitalization; increased stakeholder value and satisfaction; and improved transparency and information governance. Expert-derived outcomes included an estimated 15–25% reduction in total life-cycle costs, a 20–30% increase in return on investment over a ten-year horizon, reductions of up to 40% in emergency maintenance costs, a 20–35% reduction in building energy consumption, carbon-emission reductions of up to 30%, and a reduction of up to 50% in unplanned failures through data-driven predictive maintenance. Improved information integration was also associated with an estimated 40% reduction in the time and costs of transferring information between project stages.

Discussion and Conclusion

The findings demonstrate that BIM-based life-cycle value management should be understood as a managerial ecosystem rather than as a stand-alone technological intervention. The core contribution of the resulting model is the integration of technical, organizational, economic, environmental, institutional, and human dimensions within a single explanatory framework. The results indicate that the value of BIM emerges when building information remains continuous from design through operation, maintenance, renovation, and end-of-life and is systematically transformed into evidence for decision-making.

A particularly important finding is the transition from project-centered thinking to asset-centered management. The proposed framework suggests that building value is not finalized at project handover. Instead, it continues to be created, maintained, diminished, or recovered throughout the life cycle. BIM therefore becomes valuable when it functions as a persistent information environment connecting early design decisions to subsequent economic, operational, and environmental performance. This interpretation transforms BIM from a design representation tool into an organizational memory and strategic asset-management infrastructure.

The results also show that technology alone is insufficient. Standardization, data governance, contractual clarity, organizational readiness, skilled human resources, and senior-management commitment are necessary for life-cycle information to remain reliable and usable. In particular, unclear data ownership, fragmented responsibilities, weak interoperability, and organizational resistance can substantially reduce the benefits of BIM. Consequently, successful implementation requires institutional and organizational reform alongside technological deployment.

The seven strategic categories demonstrate that implementation should proceed as a coordinated program rather than through isolated interventions. National or organizational information standards, workforce development, interoperable technical infrastructure, life-cycle process redesign, circular

economy principles, stakeholder participation, and emerging digital technologies must reinforce one another. Linking BIM with maintenance systems, sensors, digital twins, and artificial intelligence can further shift asset management from reactive and descriptive approaches toward predictive and eventually prescriptive decision-making.

The consequences identified in the study suggest substantial potential value in economic, environmental, operational, and governance terms. Nevertheless, the numerical performance improvements reported in this qualitative study should be interpreted as expert-derived expectations and experiences rather than universally established effect sizes. Their empirical verification across different building types, ownership structures, and organizational settings remains necessary.

Overall, the grounded theory model explains BIM-based life-cycle value management as a dynamic chain in which causal pressures generate the need for change, contextual and intervening conditions shape implementation, coordinated strategies operationalize the core phenomenon, and economic, environmental, operational, informational, and stakeholder-related outcomes emerge. Successful implementation therefore depends not merely on acquiring BIM software but on creating an integrated ecosystem of standards, data governance, human-capital development, contractual and institutional reform, stakeholder collaboration, and data-centric organizational culture.

تبیین چارچوب مدیریت ارزش دارایی‌های ساختمانی مبتنی بر BIM در چرخه عمر: رویکرد نظریه داده‌بنیاد

سید ارشاد محمودآبادی^{۱*}، مهدی فضیلتی^۲

۱. دانشجوی دکتری، گروه مهندسی عمران - مدیریت ساخت، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران

۲. گروه مهندسی عمران، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران

*ایمیل نویسنده مسئول: ershadmahmoudabadi@gmail.com

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله

پژوهشی/اصیل

نحوه استناد به این مقاله:

محمودآبادی، سید ارشاد، و فضیلتی، مهدی. (۱۴۰۶). تبیین چارچوب مدیریت ارزش دارایی‌های ساختمانی مبتنی بر BIM در چرخه عمر: رویکرد نظریه داده‌بنیاد. مدیریت پویا و تحلیل کسب و کار، ۶(۱)، ۲۷-۱.



© ۱۴۰۶ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده(گان) است. انتشار این مقاله به صورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY 4.0) صورت گرفته است.

هدف: پژوهش حاضر با هدف تبیین و توسعه چارچوبی یکپارچه برای مدیریت ارزش دارایی‌های ساختمانی مبتنی بر مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در سراسر چرخه عمر و پاسخ‌گویی به خلأ نظری موجود در تلفیق ابعاد فنی، فرایندی، سازمانی و مدیریتی انجام شد. **روش‌شناسی:** این پژوهش با رویکرد کیفی و بر اساس روش نظام‌مند نظریه داده‌بنیاد اشتراوس و کوربین انجام شد. جامعه پژوهش شامل متخصصان و خبرگان دارای سابقه اجرایی و پژوهشی در حوزه مدیریت دارایی‌های ساختمانی، BIM و مدیریت ارزش چرخه عمر بود. ۱۷ مشارکت‌کننده با استفاده از نمونه‌گیری هدفمند و گلوله‌برفی تا دستیابی به اشباع نظری انتخاب شدند. داده‌ها از طریق مصاحبه‌های عمیق نیمه‌ساختاریافته گردآوری و طی سه مرحله کدگذاری باز، محوری و انتخابی با نرم‌افزار MAXQDA ۲۰۲۰ تحلیل شدند. اعتبار یافته‌ها از طریق بازکدگذاری، اخذ بازخورد خبرگان و محاسبه توافق بین کدگذاران بررسی شد که ضریب توافق ۸۸ درصد به دست آمد. **یافته‌ها:** تحلیل داده‌ها به استخراج ۳۱ مقوله اصلی و ۱۲۸ مفهوم نهایی منجر شد. مدل پارادایمی حاصل، چهار مقوله شرایط علی، چهار مقوله شرایط زمینه‌ای، شش مقوله شرایط مداخله‌گر، یک پدیده محوری با شش بُعد، هفت راهبرد و هشت مقوله پیامدی را دربر گرفت. پدیده محوری شامل مدیریت یکپارچه اطلاعات دارایی، بهینه‌سازی عملکرد اقتصادی و زیست‌محیطی، برنامه‌ریزی راهبردی نگهداری، شفاف‌سازی ارزش و ریسک، توسعه زیرساخت‌های داده‌محور و یکپارچه‌سازی ذی‌نفعان بود. راهبردهای اصلی نیز حاکمیت و استانداردسازی اطلاعات، توانمندسازی سرمایه انسانی، یکپارچه‌سازی فنی، اقتصاد چرخشی، بهینه‌سازی فرایندهای چرخه عمر، مشارکت ذی‌نفعان و نوآوری دیجیتال را شامل شدند. پیامدها در حوزه‌های بهره‌وری اقتصادی، پایداری زیست‌محیطی، کارایی عملیاتی، هماهنگی ذی‌نفعان، کیفیت تصمیم‌گیری، مدیریت ریسک، نوآوری و شفافیت اطلاعاتی آشکار شدند. **نتیجه‌گیری:** مدیریت ارزش چرخه عمر مبتنی بر BIM صرفاً یک راهکار فناورانه نیست، بلکه اکوسیستمی مدیریتی و سازمانی است که موفقیت آن به استقرار استانداردهای یکپارچه، اصلاح ساختارهای قراردادی، توسعه سرمایه انسانی، حاکمیت داده و پیوند BIM با فناوری‌هایی مانند دوقلوی دیجیتال و هوش مصنوعی وابسته است. این چارچوب می‌تواند مبنایی برای تصمیم‌گیری ارزش‌محور و ارتقای پایداری اقتصادی و زیست‌محیطی دارایی‌های ساختمانی فراهم کند.

کلیدواژه‌گان: مدیریت ارزش دارایی، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM)، چرخه عمر، نظریه داده‌بنیاد، پایداری، هزینه چرخه عمر (LCC).

مقدمه

صنعت ساخت‌وساز در دهه‌های اخیر با تحولی بنیادین در شیوه درک، طراحی، اجرا و بهره‌برداری از ساختمان‌ها مواجه شده است. در الگوی سنتی، ساختمان عمدتاً به‌عنوان یک «پروژه» در نظر گرفته می‌شد که موفقیت آن بر اساس شاخص‌هایی مانند زمان، هزینه و کیفیت در مرحله طراحی و ساخت ارزیابی می‌گردید؛ با این حال، گسترش رویکرد چرخه عمر سبب شده است که ساختمان بیش از آنکه یک محصول نهایی تلقی شود، به‌مثابه یک دارایی بلندمدت با جریان مستمر هزینه، منفعت، ریسک و ارزش مورد توجه قرار گیرد. این تغییر نگرش اهمیت مدیریت اطلاعات و تصمیم‌گیری یکپارچه را از مرحله مفهوم‌سازی و طراحی تا ساخت، بهره‌برداری، نگهداری، نوسازی و پایان عمر افزایش داده است. در چنین بستری، ارزش واقعی دارایی ساختمانی تنها به هزینه اولیه یا کیفیت فیزیکی آن محدود نمی‌شود، بلکه مجموعه‌ای از مؤلفه‌های اقتصادی، عملکردی، اطلاعاتی، زیست‌محیطی و مدیریتی را دربر می‌گیرد که در سراسر چرخه عمر شکل می‌گیرند. از این رو، مدیریت ارزش دارایی‌های ساختمانی مستلزم گذار از تصمیم‌گیری‌های مقطعی و پروژه‌محور به نظامی مبتنی بر داده، هماهنگی بین ذی‌نفعان و توجه هم‌زمان به عملکرد بلندمدت دارایی است (Di Biccari et al., 2018; Xu et al., 2014).

مدل‌سازی اطلاعات ساختمان یا BIM یکی از مهم‌ترین بسترهای فناوری‌های است که می‌تواند این گذار را تسهیل کند. BIM در مراحل اولیه توسعه خود عمدتاً به‌عنوان ابزاری برای مدل‌سازی سه‌بعدی و هماهنگی طراحی شناخته می‌شد، اما به تدریج به محیطی جامع برای مدیریت اطلاعات هندسی و غیرهندسی پروژه تبدیل شده است. قابلیت BIM برای پیوند دادن اطلاعات مربوط به اجزای ساختمان با زمان، هزینه، مشخصات فنی، تعمیر و نگهداری و عملکرد بهره‌برداری، امکان ایجاد یک پایگاه اطلاعاتی مشترک در طول چرخه عمر دارایی را فراهم می‌سازد. چنین قابلیت‌هایی می‌تواند از اتلاف داده‌ها در انتقال بین مراحل جلوگیری کند، قابلیت بازیابی و استفاده مجدد از اطلاعات را افزایش دهد و تصمیم‌گیری مدیریتی را بر پایه داده‌های منسجم و قابل رهگیری استوار سازد. چارچوب‌های مبتنی بر BIM برای مدیریت اطلاعات چرخه عمر نشان داده‌اند که یکپارچه‌سازی اطلاعات پروژه می‌تواند فاصله میان مرحله ساخت و مرحله بهره‌برداری را کاهش داده و زمینه را برای مدیریت مؤثرتر دارایی فراهم کند (Aslam & Ahmad Tarmizi, 2018; Xu et al., 2014).

یکی از دلایل اصلی توجه به BIM در مدیریت ارزش، ظرفیت آن برای ایجاد منافع فراتر از مرحله طراحی است. بررسی پروژه‌های مبتنی بر BIM نشان داده است که مزایای این فناوری تنها شامل بهبود هماهنگی طراحی یا کاهش خطاهای اجرایی نیست، بلکه می‌تواند با کنترل بهتر هزینه، صرفه‌جویی زمانی، ارتقای کیفیت اطلاعات و پشتیبانی از تصمیم‌گیری در مراحل مختلف پروژه همراه شود. این مزایا زمانی اهمیت بیشتری پیدا می‌کنند که مدیریت ساختمان از منظر کل چرخه عمر بررسی شود، زیرا بخش مهمی از هزینه‌ها و ارزش‌آفرینی دارایی پس از تحویل و در دوره بهره‌برداری و نگهداری رخ می‌دهد. بنابراین، اگر اطلاعات تولیدشده در مراحل طراحی و ساخت به‌صورت ساختاریافته به مراحل بهره‌برداری منتقل شود، BIM می‌تواند به زیرساختی برای مدیریت ارزش بلندمدت تبدیل شود (Bryde et al., 2013; Di Biccari et al., 2018).

در این میان، مفهوم مدیریت چرخه عمر اطلاعات از جایگاهی اساسی برخوردار است. ساختمان در طول عمر خود حجم زیادی از اطلاعات فنی، مالی، عملکردی و عملیاتی تولید می‌کند و یکی از چالش‌های مدیریت سنتی، پراکندگی این داده‌ها میان نرم‌افزارها، سازمان‌ها و ذی‌نفعان مختلف است. رویکردهای مدیریت چرخه عمر ساختمان تلاش می‌کنند اطلاعات طراحی‌شده، ساخته‌شده و بهره‌برداری‌شده را در بستری پیوسته و قابل استفاده مجدد سازمان‌دهی کنند. جمع‌آوری داده‌های چرخه عمر به‌صورت BIM محور، به‌ویژه هنگامی ارزشمند است که اطلاعات موردنیاز تصمیم‌گیرندگان از ابتدا با ساختار مشخص تعریف شده و در طول چرخه عمر تکمیل و به‌روزرسانی شود. در نتیجه،

BIM می‌تواند از یک مدل هندسی به نوعی «حافظه اطلاعاتی دارایی» تبدیل شود که تاریخچه تصمیمات، هزینه‌ها، تعمیرات، عملکرد و تغییرات را حفظ می‌کند (Dalla Valle et al., 2020; Di Biccari et al., 2018).

یکی دیگر از ابعاد اصلی مدیریت ارزش دارایی، ارزیابی هم‌زمان هزینه و عملکرد در طول چرخه عمر است. تصمیمات طراحی معمولاً آثار بلندمدتی بر مصرف انرژی، هزینه نگهداری، دوام اجزا و کیفیت بهره‌برداری دارند، اما در الگوهای سنتی این پیامدها همیشه هنگام تصمیم‌گیری اولیه قابل مشاهده نیستند. تلفیق BIM با روش‌های تحلیل هزینه و انرژی این امکان را فراهم می‌کند که گزینه‌های مختلف طراحی پیش از اجرا از نظر پیامدهای بلندمدت مقایسه شوند. پژوهش‌های انجام‌شده درباره بهینه‌سازی چندرشته‌ای مبتنی بر BIM نشان داده‌اند که ترکیب داده‌های مدل با شاخص‌های انرژی و هزینه می‌تواند به ایجاد تعادل میان اهداف متعارض کمک کند و تصمیم‌گیری را از سطح صرفاً فنی به سطح ارزش چرخه عمر ارتقا دهد (Sandberg et al., 2019). همچنین، توسعه روش‌های نظام‌مند برای تحلیل هم‌زمان انرژی و هزینه اجزای پوسته ساختمان نشان داده است که BIM قابلیت ایجاد ارتباط میان مدل‌سازی اطلاعاتی و تحلیل‌های اقتصادی و عملکردی را دارد (Pucko et al., 2020).

در کنار هزینه و انرژی، پایداری زیست‌محیطی و اقتصاد چرخشی نیز به یکی از مؤلفه‌های اصلی ارزش دارایی‌های ساختمانی تبدیل شده‌اند. افزایش مصرف منابع، تولید پسماند ساختمانی و آثار زیست‌محیطی صنعت ساخت موجب شده است که ارزش دارایی دیگر صرفاً با شاخص‌های اقتصادی سنجیده نشود. ادغام BIM با ارزیابی چرخه عمر می‌تواند اطلاعات مصالح، انرژی و پیامدهای زیست‌محیطی را در مراحل مختلف در دسترس قرار دهد و امکان بررسی گزینه‌های طراحی از منظر پایداری را فراهم آورد. با این حال، مطالعات مروری نشان می‌دهند که یکپارچه‌سازی BIM و ارزیابی چرخه عمر همچنان با چالش‌هایی در زمینه ساختار داده، سطح جزئیات، قابلیت تبادل و استانداردسازی مواجه است (Dalla Mora et al., 2020). از سوی دیگر، توسعه ابزارهای پشتیبان طراحی برای ساختمان‌های چرخشی نیازمند آن است که اطلاعات مربوط به قابلیت بازیافت، جداسازی، استفاده مجدد و پایان عمر اجزا به‌صورت نظام‌مند در مدل‌های اطلاعاتی وارد شود (Cambier, 2020). اهمیت این موضوع در مرحله پایان عمر دارایی حتی بیشتر آشکار می‌شود. بسیاری از چارچوب‌های BIM بر طراحی، ساخت و بهره‌برداری تمرکز دارند، در حالی که تصمیمات مربوط به تخریب، بازیابی مصالح، تغییر کاربری و بازاستفاده نیز بخشی از ارزش چرخه عمر محسوب می‌شوند. ارائه چارچوب نظری برای یکپارچه‌سازی مرحله پایان عمر نشان داده است که BIM می‌تواند از طریق نگهداری اطلاعات دقیق درباره مصالح و اجزا، تصمیم‌گیری درباره تخریب، بازیافت و استفاده مجدد را پشتیبانی کند و زمینه گذار از چرخه عمر خطی به الگوهای چرخشی را فراهم آورد (Charef et al., 2019). این نگاه موجب می‌شود ارزش ساختمان نه فقط در عملکرد فعلی آن، بلکه در ظرفیت حفظ، بازیابی و انتقال ارزش در طول زمان نیز ارزیابی شود.

با وجود ظرفیت‌های فنی BIM، تحقق مدیریت ارزش چرخه عمر را نمی‌توان صرفاً یک مسئله فناورانه دانست. تجربه صنعت ساخت نشان داده است که فناوری در صورتی می‌تواند منجر به ارزش‌آفرینی شود که با تغییرات هم‌زمان در فرایندها، ساختار سازمانی، مهارت‌های انسانی و شیوه‌های همکاری همراه باشد. تحول دیجیتال در ساخت‌وساز نیازمند بازنگری در مدل‌های کسب‌وکار، شیوه‌های تصمیم‌گیری، تعاملات بین‌سازمانی و نحوه تولید و استفاده از اطلاعات است. مطالعات مربوط به تحول دیجیتال نشان می‌دهند که استقرار ابزارهای دیجیتال بدون تغییر در فرایندها و سازمان، اغلب به نتایج محدود و جزیره‌ای منجر می‌شود و نمی‌تواند به تحول واقعی در صنعت منتهی شود (Samuelson & Stehn, 2023). در همین راستا، چارچوب‌های تحول سیستمی صنعت ساخت تأکید دارند که تغییر باید به‌صورت هم‌زمان در ابعاد فناوری، فرایند، سازمان، فرهنگ و زنجیره ارزش رخ دهد (Peltokorpi et al., 2021).



یکی از عناصر کلیدی در این تحول، توجه به ارزش به‌عنوان محور مشترک میان ذی‌نفعان است. مفهوم ارزش در پروژه‌های ساختمانی برای مالکان، طراحان، پیمانکاران، مدیران بهره‌برداری و کاربران نهایی یکسان نیست و هر گروه بر اساس اهداف و منافع خود آن را تفسیر می‌کند. فقدان تعریف مشترک از ارزش می‌تواند موجب تعارض، دوباره‌کاری و کاهش هماهنگی شود. رویکردهای مبتنی بر ارزش در ساخت‌وساز از سال‌ها قبل بر ضرورت ایجاد زبان مشترک، شفاف‌سازی اهداف و مشارکت ذی‌نفعان تأکید کرده‌اند (Emmitt et al., 2005). در این زمینه می‌تواند بستری مشترک برای نمایش، تبادل و تحلیل اطلاعات فراهم کند، اما تنها زمانی به خلق ارزش منجر می‌شود که فرایندهای همکاری و مسئولیت‌پذیری نیز با آن همسو شوند.

مسئله همکاری ذی‌نفعان در چارچوب تحول دیجیتال و ارزش‌آفرینی اهمیت بیشتری یافته است. مدل‌های هم‌آفرینی ارزش نشان داده‌اند که ارزش نهایی در صنعت ساخت نتیجه کنش یک بازیگر واحد نیست، بلکه از تعامل میان دولت، توسعه‌دهندگان، پیمانکاران، ارائه‌دهندگان خدمات، بهره‌برداران و کاربران شکل می‌گیرد. در محیط دیجیتال، تبادل اطلاعات و مشارکت فعال ذی‌نفعان می‌تواند به ارتقای کیفیت تصمیم‌گیری و توسعه خدمات جدید منجر شود (Wang et al., 2023). همچنین، تحلیل همکاری ذی‌نفعان در توسعه روش‌های صنعتی و پیش‌ساخته نشان داده است که هماهنگی میان بازیگران مختلف و تنظیم انگیزه‌های آنان از عوامل تعیین‌کننده در تحقق هم‌آفرینی ارزش است (Wu, 2024). بنابراین، مدیریت ارزش مبتنی بر BIM باید علاوه بر زیرساخت فنی، سازوکارهای همکاری و حاکمیت بین‌سازمانی را نیز دربر گیرد.

بااین‌حال، استقرار چنین رویکردی با موانع متعددی روبه‌رو است. پژوهش‌های مربوط به اجرای مدیریت ارزش در صنعت ساختمان نشان داده‌اند که کمبود آگاهی، ضعف آموزش، نبود حمایت مدیریتی، محدودیت زمان و منابع، مقاومت سازمانی و عدم یکپارچگی فرایندها می‌توانند اثربخشی مدیریت ارزش را کاهش دهند (Othman, 2020). همچنین، حرکت به سوی مدل‌های کسب‌وکار پایدار و اکوسیستمی مستلزم توجه به روابط میان سازمان‌ها، شبکه‌های تأمین و منافع ذی‌نفعان است و صرفاً از طریق بهبود عملکرد یک شرکت قابل تحقق نیست (Viholainen, 2021). در نتیجه، چارچوب مدیریت ارزش دارایی باید هم موانع درون‌سازمانی و هم عوامل نهادی و بین‌سازمانی را مورد توجه قرار دهد.

در سال‌های اخیر، پیوند میان رویکرد ناب، BIM و تحلیل داده نیز به‌عنوان مسیر دیگری برای افزایش ارزش مطرح شده است. رویکرد ناب بر حذف فعالیت‌های فاقد ارزش افزوده، کاهش اتلاف و بهبود جریان کار تمرکز دارد و BIM می‌تواند با ایجاد شفافیت اطلاعاتی و هماهنگی بهتر، تحقق این اصول را تسهیل کند. چارچوب‌های بلوغ مبتنی بر تلفیق ارزش، BIM و تحلیل کلان‌داده نشان داده‌اند که دستیابی به مزایای کامل تحول دیجیتال مستلزم سطح مناسبی از بلوغ سازمانی، قابلیت‌های تحلیلی و یکپارچگی فرایندها است (Demirdöğen, 2021). چنین رویکردی، مدیریت ارزش را از یک فعالیت محدود در مرحله طراحی به نظامی پویا برای پایش، تحلیل و بهبود مستمر عملکرد دارایی تبدیل می‌کند.

از سوی دیگر، مدیریت ارزش چرخه عمر با اهداف اقتصاد چرخشی و توسعه پایدار ارتباط مستقیم دارد. مرور مطالعات اقتصاد چرخشی در صنعت ساخت نشان داده است که کاهش مصرف منابع، افزایش استفاده مجدد، بازیافت مصالح و طراحی برای انعطاف‌پذیری، از محورهای اصلی گذار به ساخت‌وساز پایدار هستند (Osobajo, 2020). به دلیل قابلیت ذخیره اطلاعات دقیق مصالح و اجزا می‌تواند زیرساخت اطلاعاتی لازم برای این تحول را فراهم سازد؛ اما برای تحقق آن، ساختار اطلاعات و تصمیم‌گیری باید از ابتدا بر مبنای چرخه عمر و نه صرفاً مرحله ساخت طراحی شود. این ضرورت بار دیگر نشان می‌دهد که مدیریت ارزش دارایی باید اقتصادی، زیست‌محیطی و اطلاعاتی را در یک چارچوب واحد تلفیق کند.

تحولات فناورانه جدید نیز افق مدیریت ارزش دارایی‌ها را گسترده‌تر کرده‌اند. حرکت صنعت به سمت نسل‌های جدید ساخت‌وساز دیجیتال، استفاده از هوش مصنوعی، سامانه‌های هوشمند، تحلیل پیشرفته داده و فناوری‌های انسان‌محور را تقویت کرده است. چارچوب‌های مطرح‌شده برای Construction 5.0 نشان می‌دهند که آینده صنعت ساخت بر تلفیق دیجیتالی‌شدن، هوشمندی، تعامل انسان و فناوری و تصمیم‌گیری داده‌محور استوار خواهد بود (Nanduri & Delhi, 2025). در چنین محیطی، BIM می‌تواند به هسته اطلاعاتی برای اتصال فناوری‌های مختلف تبدیل شود و از سطح یک مدل ایستا به بخشی از اکوسیستم هوشمند مدیریت دارایی ارتقا یابد. این تحول امکان پایش عملکرد، پیش‌بینی خرابی، تحلیل ریسک و بهینه‌سازی مستمر ارزش را فراهم می‌کند.

با وجود حجم رو به افزایش پژوهش‌ها، ادبیات موجود همچنان پراکنده است. برخی مطالعات بر مدیریت اطلاعات چرخه عمر تمرکز دارند (Dalla Valle et al., 2020; Xu et al., 2014)، برخی به هزینه و انرژی می‌پردازند (Pucko et al., 2020; Sandberg et al., 2019)، بخشی بر پایداری و اقتصاد چرخشی متمرکز است (Cambier, 2020; Dalla Mora et al., 2020; Osobajo, 2020) و گروهی دیگر به تحول سازمانی، همکاری ذی‌نفعان و خلق ارزش توجه دارند (Peltokorpi et al., 2021; Samuelson & Stehn, 2023; Wang et al., 2023; Wu, 2024). این تنوع نشان‌دهنده غنای ادبیات است، اما در عین حال بیانگر فقدان چارچوبی یکپارچه است که روابط میان محرک‌ها، بسترها، موانع، پدیده محوری، راهبردهای اجرایی و پیامدهای مدیریت ارزش دارایی‌های ساختمانی مبتنی بر BIM را به‌صورت منسجم توضیح دهد.

این شکاف به‌ویژه در محیط‌هایی که با محدودیت‌های نهادی، قراردادی، فرهنگی، فناورانه و منابع انسانی مواجه‌اند، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. چارچوب‌های فنی توسعه‌یافته در یک محیط ممکن است بدون توجه به ساختارهای سازمانی و نهادی در محیطی دیگر قابل تعمیم نباشند. از این‌رو، تبیین مدیریت ارزش BIM محور نیازمند رویکردی است که بتواند علاوه بر مؤلفه‌های از پیش شناخته‌شده، عوامل زمینه‌ای و مداخله‌گر را نیز از تجربه متخصصان استخراج کند. نظریه داده‌بنیاد از این جهت مناسب است که امکان شناسایی روابط میان شرایط علی، شرایط زمینه‌ای، عوامل مداخله‌گر، راهبردها و پیامدها را فراهم می‌سازد و می‌تواند از سطح فهرست کردن عوامل فراتر رفته و به ساخت یک مدل تبیینی منجر شود.

بر این اساس، هدف پژوهش حاضر تبیین چارچوب مدیریت ارزش دارایی‌های ساختمانی مبتنی بر BIM در چرخه عمر با استفاده از رویکرد نظریه داده‌بنیاد است.

روش پژوهش

پژوهش حاضر با هدف تبیین چارچوب مدیریت ارزش دارایی‌های ساختمانی مبتنی بر BIM در چرخه عمر، از رویکرد کیفی و راهبرد نظریه داده‌بنیاد (Grounded Theory) به‌روش نظام‌مند (Strauss & Corbin, 1998) بهره می‌گیرد. انتخاب این روش‌شناسی به‌دلیل ماهیت اکتشافی، نظریه‌ساز و زمینه‌مند موضوع است که در آن، دانش موجود عمدتاً بر جنبه‌های فنی متمرکز بوده و ابعاد سازمانی، فرآیندی و انسانی مدیریت ارزش، کمتر در قالب یک چارچوب نظری جامع تبیین شده است. جامعه آماری شامل متخصصان و خبرگان دارای سابقه اجرایی و پژوهشی در حوزه مدیریت دارایی‌های ساختمانی، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و مدیریت ارزش در چرخه عمر است که از میان آنها ۱۷ نفر با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند و گلوله‌برفی، تا رسیدن به اشباع نظری انتخاب گردید. ابزار اصلی گردآوری داده‌ها، مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته و عمیق است که با بهره‌گیری از راهنمای مصاحبه طراحی‌شده بر اساس مرور نظام‌مند ادبیات، اجرا می‌گردد. تحلیل داده‌ها در سه مرحله کدگذاری باز، محوری و انتخابی توسط نرم افزار مکس کیودا نسخه ۲۰۲۰ انجام شده و طی آن، مفاهیم، مقوله‌ها و روابط میان



آن‌ها استخراج و در قالب مدل پارادایمی (شامل شرایط علی، پدیده محوری، راهبردها، عوامل زمینه‌ای و مداخله‌گر و پیامدها) سازماندهی می‌شوند. در این مطالعه، ملاحظات اخلاقی شامل: ارائه کامل و شفاف اطلاعات به شرکت‌کنندگان، رازداری و حفظ حقوق شرکت‌کنندگان، و...، تماماً رعایت گردیده است. برای اعتباریابی یافته‌های پژوهش، سه معیار «باور پذیری» (در خواست کد گذاری مجدد از ۲ استاد با سابقه دانشگاهی جهت اطلاع از صحت کد گذاریها)، «اطمینان پذیری» (مشورت با اساتید و خبرگان در این زمینه و اخذ بازخورد) و «تأیید پذیری» (محاسبه ضریب توافق بین دو کدگذار به میزان ۸۸٪) نیز مورد ارزیابی قرار گرفت و اعتبار کدگذاری‌ها و نتایج حاصله تأیید گردید.

در این مطالعه، سؤالات مصاحبه نیمه‌ساختاریافته با مرور نظام‌مند پیشینه علمی و مستندات مرتبط در حوزه‌های مدیریت دارایی‌های ساختمانی، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM)، مدیریت ارزش در چرخه عمر و اقتصاد چرخشی تدوین شده و تمامی ابعاد اصلی این حوزه را پوشش می‌دهد و زمینه را برای استخراج مؤلفه‌های نوظهور در فرایند کدگذاری باز، محوری و انتخابی فراهم می‌کند. ساختار سؤالات به‌گونه‌ای تنظیم شده است که ضمن حفظ چارچوب علمی و نظری برگرفته از مدل پارادایمی نظریه داده‌بنیاد، امکان گفت‌وگوی عمیق، انعطاف‌پذیر و اکتشافی با خبرگان را فراهم آورد. سؤالات نهایی مصاحبه پس از تأیید نظر دو تن از اساتید آشنا با روش‌شناسی کیفی و حوزهٔ موضوعی، به‌عنوان جدول (۱) نهایی گردید.

جدول ۱

سؤالات مصاحبه تحقیق

ردیف	محور اصلی	سؤال مصاحبه
۱	ضرورت‌ها و انگیزه‌های سازمانی	بر اساس تجربه شما، چه عوامل و انگیزه‌هایی، سازمان‌ها را به سمت مدیریت ارزش دارایی‌های ساختمانی مبتنی بر BIM در چرخه عمر سوق می‌دهد؟
۲	چالش‌های موجود در مسیر مدیریت ارزش	در مسیر مدیریت ارزش دارایی‌های ساختمانی، مهمترین موانع و چالش‌هایی که سازمان‌ها با آنها مواجه هستند، کدامند؟ این چالش‌ها را در سطوح فنی، فرآیندی، سازمانی و محیطی تبیین کنید.
۳	مفهوم و ابعاد مدیریت ارزش مبتنی بر BIM	از دیدگاه شما، «مدیریت ارزش دارایی‌های ساختمانی مبتنی بر BIM در چرخه عمر» شامل چه مؤلفه‌ها و ابعادی می‌شود؟ نقش BIM در این میان چیست و چه شاخص‌هایی ارزش را در چرخه عمر تعریف می‌کنند؟
۴	بسترها و زیرساخت‌های موجود	چه بسترها، زیرساخت‌ها، استانداردها و زمینه‌های قانونی و فرهنگی، پیاده‌سازی مدیریت ارزش مبتنی بر BIM را در سازمان شما و صنعت ساخت‌وساز تسهیل یا محدود می‌کنند؟
۵	موانع و تسهیل‌کننده‌های بیرونی و درونی	چه عواملی در سطح بیرونی (اقتصاد، بازار، فناوری، سیاست‌های کلان) و درونی (ساختار سازمانی، فرهنگ، منابع انسانی و مالی) بر موفقیت یا شکست این رویکرد تأثیر می‌گذارند؟ این عوامل چگونه مسیر اجرا را تغییر می‌دهند؟
۶	رویه‌ها، سیاست‌ها و اقدامات اجرایی	برای پیاده‌سازی موفق مدیریت ارزش مبتنی بر BIM در چرخه عمر، چه اقدامات عملی، رویه‌های اجرایی و سیاست‌های مدیریتی در سطوح فنی، فرآیندی، سازمانی و راهبردی پیشنهاد می‌دهید؟ اولویت‌ها و توالی اجرایی آنها چگونه است؟
۷	نتایج و دستاوردهای ملموس	اجرای موفق این رویکرد چه نتایج و دستاوردهای ملموسی در ابعاد اقتصادی (کاهش هزینه‌ها، افزایش ارزش افزوده)، عملکردی (بهبود بهره‌وری، افزایش عمر مفید دارایی)، زیست‌محیطی (کاهش مصرف انرژی و انتشار کربن) و راهبردی (تصمیم‌گیری مبتنی بر داده، شفافیت اطلاعاتی) به همراه داشته یا خواهد داشت؟
۸	شاخص‌های موفقیت	برای ارزیابی اثربخشی مدیریت ارزش مبتنی بر BIM، چه شاخص‌های کلیدی عملکردی (KPIs) در ابعاد فنی، اقتصادی، زیست‌محیطی و مدیریتی پیشنهاد می‌دهید؟ وضعیت مطلوب هر شاخص را چگونه تعریف می‌کنید؟
۹	چشم‌انداز، روندها و موانع آتی	با توجه به روندهای نوظهور فناورانه (همچون دوقلوی دیجیتال، هوش مصنوعی، اینترنت اشیا و اقتصاد چرخشی)، چشم‌انداز مدیریت ارزش مبتنی بر BIM را در دهه آینده چگونه می‌بینید؟ چه موانع نهادی، فرهنگی و فناورانه برای تحقق این چشم‌انداز وجود دارد؟
۱۰	هماهنگی بین‌سازمانی و نقش‌آفرینی ذی‌نفعان	چه سازوکارهایی برای هماهنگی میان مالکان، طراحان، پیمانکاران، مدیران تسهیلات، نهادهای نظارتی، بخش خصوصی و دانشگاه‌ها در مدیریت ارزش دارایی‌های ساختمانی ضروری است؟ نقش و مسئولیت هر یک از این ذی‌نفعان در چرخه عمر چیست و چگونه می‌توان تعامل مؤثر بین آنها را برقرار کرد؟

یافته‌ها

در ابتدای کدگذاری، تلاش گردید تا مقوله‌ها از طریق کدگذاری باز مشخص شود و سپس طی کدگذاری محوری، مقوله‌ها به یکدیگر مرتبط شوند. در پایان این مرحله از کدگذاریها مجموعاً تعداد ۳۱ مقوله اصلی و ۱۲۸ مفهوم نهایی شناسایی و استخراج گردید که نتایج آن طی جداول ۲ الی ۷ ارایه شده است. بعد از این مرحله، ارتباط آن‌ها با یکدیگر یکپارچه گردید.

در فرایند تحلیل داده‌های حاصل از مصاحبه‌های عمیق با ۱۷ نفر از خبرگان و متخصصان حوزه مدیریت دارایی‌های ساختمانی، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) و مدیریت ارزش در چرخه عمر، مرحله کدگذاری باز با استخراج کدهای اولیه از اظهارات مصاحبه‌شوندگان آغاز گردید. پس از جمع، پالایش و حذف کدهای تکراری و هم‌پوشان، مفاهیم نهایی در قالب مقوله‌های اصلی سازماندهی شدند. شرایط علی در این مطالعه، بیانگر عواملی هستند که به‌عنوان ضرورت‌ها، محرک‌ها و چالش‌های بنیادین، بستر و زمینه را برای شکل‌گیری و توجه به پدیده اصلی تحقیق یعنی «مدیریت ارزش دارایی‌های ساختمانی مبتنی بر BIM در چرخه عمر» فراهم می‌آورند و از نظر زمانی مقدم بر آن قرار دارند. یافته‌ها نشان داد که این عوامل در چهار مقوله اصلی (شامل: ۱. چالش‌های ساختاری و فرآیندی در مدیریت سنتی دارایی، ۲. ضرورت‌های اقتصادی و بهره‌وری، ۳. الزامات زیست‌محیطی و پایداری، و ۴. محدودیت‌های فناورانه و داده‌ای) قابل دسته‌بندی هستند که در مجموع از ۱۸ مفهوم (کد نهایی) تشکیل شده‌اند. جدول (۲) بیانگر ساختار علی پژوهش و نحوه اثرگذاری این عوامل بر شکل‌گیری نیاز به رویکردی نوین در مدیریت ارزش دارایی‌های ساختمانی است.

جدول ۲

مفاهیم و مقوله‌های شناسایی‌شده مرتبط با شرایط علی

عنصر پارادایمی	مقوله اصلی	مفاهیم نهایی (زیرمقوله‌ها)
شرایط علی	چالش‌های ساختاری و فرآیندی در مدیریت سنتی دارایی	افزایش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات در دارایی‌های فرسوده اتلاف اطلاعات و داده‌های ارزشمند بین مراحل مختلف چرخه عمر ضعف در یکپارچگی و هماهنگی میان ذی‌نفعان (مالکان، طراحان، پیمانکاران، مدیران تسهیلات) نبود رویکرد سیستماتیک برای تصمیم‌گیری مبتنی بر داده در مراحل بهره‌برداری و نگهداری
	نیاز به شفافیت اقتصادی و بهره‌وری	ناتوانی در پیش‌بینی و مدیریت ریسک‌های چرخه عمر دارایی فشارهای رقابتی برای کاهش هزینه‌های کل چرخه عمر (LCC)
	الزامات زیست‌محیطی و پایداری	نیاز به شفافیت اقتصادی و توجه‌پذیری سرمایه‌گذاری‌های بزرگ ساختمانی الزام به افزایش بازدهی سرمایه‌گذاری (ROI) و ارزش افزوده دارایی‌ها در بلندمدت افزایش هزینه‌های انرژی و نیاز به بهینه‌سازی مصرف در ساختمان‌ها
	محدودیت‌های فناورانه و داده‌ای	الزامات قانونی و نظارتی در حوزه مصرف انرژی و کاهش انتشار کربن فشارهای اجتماعی و ذی‌نفعان برای طراحی و بهره‌برداری پایدار از ساختمان‌ها نیاز به مدیریت چرخه عمر مصالح و توجه به اقتصاد چرخشی در صنعت ساخت ضرورت کاهش ضایعات ساختمانی و مدیریت بهینه پسماندهای ساخت و ساز
		محدودیت‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری در پیاده‌سازی کامل BIM در تمام مراحل چرخه عمر فقدان استانداردهای یکپارچه و پروتکل‌های تبادل اطلاعات بین‌سیستمی کمبود داده‌های تاریخی و معیارهای عملکردی برای ارزیابی ارزش در چرخه عمر نبود بسترهای داده‌محور برای پایش عملکرد دارایی در طول زمان چالش‌های مربوط به دقت، صحت و به‌روزرسانی داده‌های مدل‌های BIM در مراحل بهره‌برداری



شرایط زمینه‌ای در این پژوهش به مجموعه عوامل و ویژگی‌های ساختاری، محیطی، نهادی و فرهنگی اشاره دارند که به‌صورت بستر و زمینه، بر نحوه ظهور، شدت و جهت‌گیری تأثیر عوامل علی (ضرورت‌ها و چالش‌های شناسایی‌شده) در مسیر پیاده‌سازی مدیریت ارزش دارایی‌های ساختمانی مبتنی بر BIM در چرخه عمر اثرگذارند. این شرایط ماهیتی اقتضایی و موقعیتی داشته و اغلب به‌صورت غیرمستقیم، اما پایدار، بر مسیر تحول مدیریت ارزش دارایی‌ها تأثیر گذاشته و آن را جهت‌دهی می‌کنند. نتایج تحلیل داده‌های حاصل از مصاحبه با خبرگان، منجر به شناسایی ۴ مقوله اصلی و ۱۷ مفهوم نهایی گردید که در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول ۳

مفاهیم و مقوله‌های شناسایی‌شده مرتبط با شرایط زمینه‌ای

عناصر پارادایمی	مقوله اصلی	مفاهیم نهایی (زیرمقوله‌ها)
شرایط زمینه‌ای	ویژگی‌های صنعت	طولانی بودن چرخه عمر دارایی‌های ساختمانی و تأثیر تصمیمات اولیه بر عملکرد بلندمدت
	ساخت‌وساز و ماهیت	ماهیت پروژه‌محور و موقتی بودن تیم‌های اجرایی در صنعت ساخت
	دارایی‌های ساختمانی	تنوع و گستردگی ذی‌نفعان با منافع، دانش و انتظارات متفاوت
		قدمت بالای بسیاری از دارایی‌های ساختمانی و کمبود داده‌های طراحی و ساخت
بستر نهادی، حقوقی و استانداردها		وجود یا فقدان استانداردهای ملی و بین‌المللی (مانند ISO ۵۵۰۰، IFC، COBie برای مدیریت اطلاعات)
		قوانین و مقررات مرتبط با مدیریت دارایی‌های دولتی و عمومی
		ساختار قراردادهای مدل‌های مشارکت عمومی-خصوصی در پروژه‌های ساختمانی
		الزامات بیمه‌ای و تضامین مالی مرتبط با عملکرد و نگهداری دارایی
فرهنگ سازمانی و سرمایه انسانی		چارچوب‌های نظارتی و ممیزی بر عملکرد دارایی‌های ساختمانی
		سطح بلوغ سازمانی و آمادگی برای پذیرش تغییر و تحول دیجیتال
		تجربه و دانش قبلی سازمان در استفاده از BIM و سیستم‌های اطلاعاتی
		فرهنگ مشارکت‌جویی و اشتراک‌گذاری دانش بین واحدهای سازمانی
شرایط اقتصادی و بازار		سطح مهارت، تخصص و توانمندی نیروی انسانی در حوزه مدیریت ارزش و BIM
		تعهد و حمایت مدیریت ارشد از پروژه‌های تحول‌آفرین و فناورانه
		وضعیت نوسانات اقتصادی، تورم و هزینه‌های ساخت و نگهداری
		دسترسی به سرمایه و منابع مالی برای پیاده‌سازی سیستم‌های پیشرفته مدیریت دارایی
		فشارهای رقابتی بازار و نیاز به تمایز از طریق مدیریت ارزش و عملکرد برتر دارایی‌ها

شرایط مداخله‌گر در این پژوهش به مجموعه عواملی اشاره دارند که به‌صورت غیرمستقیم، اما تأثیرگذار، روند اثرگذاری مدیریت ارزش دارایی‌های ساختمانی مبتنی بر BIM در چرخه عمر را تسریع، تضعیف یا جهت‌دهی می‌کنند. این شرایط برخلاف شرایط علی (که ریشه‌ای و محرک هستند) و زمینه‌ای (که بستر محیطی و ساختاری دارند)، نقش تنظیم‌کننده و میانجی‌گرانه در پویایی کنش‌ها و راهبردهای مدیریتی ایفا می‌کنند. نتایج تحلیل مصاحبه‌های خبرگان نشان‌دهنده ۶ مقوله اصلی و ۲۴ مفهوم نهایی است که در جدول (۴) ارائه شده است. این مقوله‌ها شامل: چالش‌های حقوقی و قراردادی، محدودیت‌های بین‌المللی و تحریم‌ها، ناپایداری سیاست‌گذاری‌ها و مداخلات مدیریتی، پویایی بازار و تغییر رفتار ذی‌نفعان، فرهنگ سازمانی و مقاومت در برابر تغییر و محدودیت‌های فناورانه و نوآوری می‌باشند.

جدول ۴

چالش‌ها و مفاهیم شناسایی شده مرتبط با شرایط مداخله‌گر

عناصر پارادایمی	مقوله اصلی	مفاهیم نهایی (زیرمقوله‌ها)
شرایط مداخله‌گر	چالش‌های حقوقی و قراردادی	ابهام در مالکیت داده‌های مدل‌های BIM در طول چرخه عمر
		نبود شفافیت در مسئولیت‌های قانونی مرتبط با کیفیت و صحت داده‌ها
		تعدد نهادهای نظارتی و تضاد در الزامات قانونی مدیریت دارایی
		ضعف در ساختار قراردادهای مشارکت عمومی-خصوصی برای مدیریت یکپارچه دارایی
محدودیت‌های بین‌المللی و تحریم‌ها	محدودیت‌های بین‌المللی و تحریم‌ها	دشواری در دسترسی به نرم‌افزارها و سخت‌افزارهای پیشرفته BIM
		محدودیت در دریافت پشتیبانی فنی و به‌روزرسانی‌های نرم‌افزاری
		افزایش هزینه‌های پیاده‌سازی به دلیل وابستگی به فناوری‌های خارجی
		تأخیر در انتقال دانش فنی و تجارب جهانی به صنعت داخلی
ناپایداری سیاست‌گذاری‌ها و مداخلات مدیریتی	ناپایداری سیاست‌گذاری‌ها و مداخلات مدیریتی	تغییرات مکرر قوانین و مقررات ساختمانی و مدیریت دارایی
		نبود ثبات در سیاست‌های حمایتی از پیاده‌سازی BIM در پروژه‌های عمرانی
		تصمیمات کوتاه‌مدت مدیریتی بدون توجه به افق بلندمدت چرخه عمر دارایی
		ناهماهنگی بین دستگاه‌های سیاست‌گذار در حوزه ساختمان، عمران و فناوری اطلاعات
پویایی بازار و تغییر رفتار ذی‌نفعان	پویایی بازار و تغییر رفتار ذی‌نفعان	تغییر نگرش و اولویت‌های سرمایه‌گذاری مالکان و توسعه‌دهندگان
		افزایش تقاضا برای ساختمان‌های هوشمند و پایدار با عملکرد بالا
		رشد اهمیت معیارهای زیست‌محیطی و اجتماعی در تصمیمات سرمایه‌گذاری
		نوسانات اقتصادی و تأثیر آن بر بودجه‌های نگهداری و مدیریت دارایی
فرهنگ سازمانی و مقاومت در برابر تغییر	فرهنگ سازمانی و مقاومت در برابر تغییر	مقاومت سازمانی در برابر تغییر فرآیندهای سنتی مدیریت دارایی
		سطح پایین پذیرش فناوری‌های نوین در میان مدیران ارشد
		ضعف در ارتباط و تعامل بین واحدهای فنی، مالی و مدیریتی سازمان
		ترس از شکست و ریسک‌های مرتبط با سرمایه‌گذاری در سیستم‌های پیشرفته BIM
محدودیت‌های فناورانه و نوآوری	محدودیت‌های فناورانه و نوآوری	نبود قابلیت هم‌افزایی (Interoperability) بین نرم‌افزارهای مختلف BIM
		هزینه‌های بالای پیاده‌سازی و نگهداری زیرساخت‌های دیجیتال
		کمبود نیروی متخصص و ماهر در حوزه تلفیق BIM و مدیریت ارزش
		کندی در بومی‌سازی فناوری‌های نوین مانند دوقلوی دیجیتال و هوش مصنوعی در صنعت ساخت

پدیده محوری در این پژوهش «مدیریت ارزش دارایی‌های ساختمانی مبتنی بر BIM در چرخه عمر» است که در تقاطع شرایط علی (ضرورت‌ها و چالش‌های بنیادین)، زمینه‌ای (بسترها، زیرساخت‌ها و ویژگی‌های ساختاری) و مداخله‌گر (عوامل میانجی و تعدیل‌کننده) شکل می‌گیرد. این پدیده با شناسایی یک مقوله اصلی و ۶ مفهوم نهایی از مصاحبه با خبرگان، نشان می‌دهد که چگونه مدیریت ارزش مبتنی بر BIM می‌تواند به‌طور همزمان به مدیریت یکپارچه اطلاعات دارایی، ارزیابی و بهینه‌سازی عملکرد اقتصادی و زیست‌محیطی، برنامه‌ریزی راهبردی نگهداری و تعمیرات، شفاف‌سازی ارزش و ریسک در چرخه عمر، توسعه زیرساخت‌های داده‌محور و هوشمندسازی و یکپارچه‌سازی ذی‌نفعان و حاکمیت اطلاعاتی بپردازد. هر کد نهایی در این جدول، پاسخی مستقیم به چالش‌های شناسایی شده در جداول علی، زمینه‌ای و مداخله‌گر است و نقش BIM را از یک ابزار فنی به یک سازوکار پشتیبان ارزش در چرخه عمر دارایی‌های ساختمانی تبدیل می‌کند.



مفاهیم و مقوله‌های شناسایی‌شده مرتبط با پدیده محوری

عنصر پارادایمی	مقوله اصلی	مفاهیم نهایی (زیرمقوله‌ها)
پدیده محوری	مدیریت ارزش دارایی‌های ساختمانی مبتنی بر BIM در چرخه عمر	۱- مدیریت یکپارچه اطلاعات دارایی مبتنی بر BIM، شامل: ایجاد مخزن اطلاعاتی یکپارچه و قابل‌بازایی از طراحی تا پایان عمر؛ ارتباط پویای داده‌های هندسی، زمانی، هزینه‌ای و عملکردی در قالب یک مدل واحد؛ قابلیت اشتراک‌گذاری اطلاعات بین کلیه ذی‌نفعان در تمام مراحل چرخه عمر؛ ثبت و ذخیره‌سازی داده‌های بهره‌برداری، نگهداری و تعمیرات برای استفاده‌های آتی
		۲- ارزیابی و بهینه‌سازی عملکرد اقتصادی و زیست‌محیطی، نظیر: تحلیل هزینه‌های کل چرخه عمر (LCC) و ارزیابی گزینه‌های بهینه اقتصادی، ارزیابی اثرات زیست‌محیطی (LCA) و بهینه‌سازی مصرف انرژی در چرخه عمر؛ مقایسه گزینه‌های طراحی و اجرا بر اساس معیارهای ارزش در چرخه عمر؛ پشتیبانی از تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر شاخص‌های عملکردی، مالی و پایداری
		۳- برنامه‌ریزی راهبردی نگهداری و تعمیرات، نظیر: تدوین برنامه‌های نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه مبتنی بر داده‌های عملکردی؛ پیش‌بینی خرابی‌ها و مدیریت ریسک‌های عملکردی دارایی؛ بهینه‌سازی تخصیص منابع نگهداری بر اساس اولویت‌های ارزش‌آفرینی؛ افزایش عمر مفید دارایی از طریق مدیریت هوشمندانه تعمیرات و نوسازی
		۴- شفاف‌سازی ارزش و ریسک در چرخه عمر، شامل: ارائه شاخص‌های کمی و کیفی برای سنجش ارزش دارایی در طول زمان، شناسایی و مدیریت ریسک‌های مرتبط با عملکرد، هزینه و پایداری دارایی؛ پشتیبانی از تصمیمات سرمایه‌گذاری و اختیارگزینی بر اساس ارزش‌آفرینی بلندمدت؛ شفاف‌سازی هزینه‌های پنهان و منافع نامشهود در چرخه عمر دارایی
		۵- توسعه زیرساخت‌های داده‌محور و هوشمندسازی، نظیر: ایجاد زیرساخت داده‌محور برای پایش لحظه‌ای عملکرد دارایی؛ بهره‌گیری از فناوری‌های نوین (دوقلوی دیجیتال، هوش مصنوعی، اینترنت اشیا) در مدیریت دارایی؛ یکپارچه‌سازی سیستم‌های اطلاعاتی مختلف با بستر BIM؛ ایجاد کتابخانه‌های اشیاء اطلاعاتی غنی برای استفاده در پروژه‌های آتی
		۶- یکپارچه‌سازی ذی‌نفعان و حاکمیت اطلاعاتی، شامل: تعریف نقش‌ها و مسئولیت‌های شفاف برای کلیه ذی‌نفعان در چرخه عمر؛ تدوین پروتکل‌های تبادل اطلاعات و استانداردهای داده‌ای بین‌بخشی، ایجاد سازوکارهای هماهنگی بین مالکان، طراحان، پیمانکاران و مدیران تسهیلات؛ استقرار نظام حاکمیت اطلاعاتی مبتنی بر استانداردهای ملی و بین‌المللی (ISO ۵۵۰۰, IFC, COBie)

راهنمها و اقدامات در این پژوهش به مجموعه‌ای از سیاست‌ها، برنامه‌ها، رویه‌های اجرایی و راهکارهای عملیاتی اشاره دارند که برای مقابله با چالش‌های شناسایی‌شده (شرایط علی)، بهره‌گیری از بسترهای موجود (شرایط زمینه‌ای)، تعدیل عوامل مداخله‌گر و در نهایت تحقق پدیده محوری (مدیریت ارزش دارایی‌های ساختمانی مبتنی بر BIM در چرخه عمر) طراحی شده‌اند. این راهنمها با توجه به تجربیات موفق جهانی در حوزه مدیریت دارایی مبتنی بر BIM همچون استانداردهای ISO ۵۵۰۰، راهنماهای اجرایی BIM در کشورهای پیشرو، و

چارچوب‌های ارزیابی چرخه عمر با تطبیق با شرایط خاص صنعت ساخت ایران (نظیر محدودیت‌های فناوریانه، ساختارهای نهادی موجود، و الزامات بومی‌سازی) از مصاحبه‌ها استخراج و معرفی گردیده‌اند. جدول (۶)، شامل ۷ مقوله اصلی و ۲۸ مفهوم نهایی است که هر کدام مستقیماً به راهبردهای مناسب برای پیاده‌سازی مدیریت ارزش مبتنی بر BIM و رفع موانع شناسایی شده می‌پردازند. این راهبردها با تمرکز بر مقوله‌های اصلی، چارچوبی عملیاتی برای تحقق مدیریت ارزش دارایی‌های ساختمانی مبتنی بر BIM فراهم می‌کنند.

جدول ۶

مقوله‌ها و مفاهیم شناسایی شده مرتبط با راهبردها و اقدامات

عناصر پارادایمی	مقوله اصلی	مفاهیم نهایی (زیرمقوله‌ها)
راهبردها و اقدامات	حاکمیت اطلاعات و استانداردسازی	تدوین و الزام‌آوری استفاده از استانداردهای ملی BIM (همسان با IFC و COBie در پروژه‌های عمرانی)
		ایجاد نظام نامه‌های اجرایی برای مدیریت اطلاعات دارایی در چرخه عمر
		طراحی و استقرار پروتکل‌های تبادل داده بین نرم‌افزارهای مختلف BIM
		تدوین دستورالعمل‌های الزام‌آور برای حداقل اطلاعات موردنیاز در هر مرحله از چرخه عمر
یکپارچه‌سازی فنی و داده‌محوری	توانمندسازی نهادی و سرمایه انسانی	ایجاد مراکز تخصصی آموزش BIM و مدیریت ارزش در دانشگاه‌ها و مراکز علمی
		برگزاری دوره‌های آموزشی و گواهینامه‌های حرفه‌ای برای مدیران و کارشناسان صنعت ساخت
		تشکیل کارگروه‌های تخصصی مشترک بین دانشگاه، صنعت و دولت برای توسعه دانش مدیریت ارزش
		توانمندسازی مدیران ارشد در حوزه مزایا و کاربردهای راهبردی BIM و مدیریت ارزش
اقتصاد چرخشی و پایداری	یکپارچه‌سازی فنی و داده‌محوری	ایجاد پایگاه داده مرکزی برای ذخیره و اشتراک‌گذاری اطلاعات پروژه‌های اجرا شده
		توسعه سامانه‌های یکپارچه مدیریت دارایی متصل به بستر BIM
		طراحی و پیاده‌سازی داشبوردهای مدیریتی برای پایش شاخص‌های کلیدی عملکرد دارایی
		استقرار سیستم‌های پایش لحظه‌ای عملکرد دارایی با استفاده از سنسورها و اینترنت اشیا
بهینه‌سازی فرآیندهای چرخه عمر	اقتصاد چرخشی و پایداری	تدوین چارچوب ارزیابی اثرات زیست‌محیطی مبتنی بر BIM در کل چرخه عمر
		طراحی مدل‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی و کاهش انتشار کربن با استفاده از داده‌های BIM
		ایجاد زیرساخت‌های بازیابی و مدیریت پسماند ساختمانی مبتنی بر اطلاعات دقیق مصالح
		ترویج رویکرد اقتصاد چرخشی در طراحی و بهره‌برداری با بهره‌گیری از قابلیت‌های BIM
مشارکت ذی‌نفعان و هماهنگی بین‌سازمانی	بهینه‌سازی فرآیندهای چرخه عمر	طراحی و استقرار نظام‌نامه مدیریت یکپارچه نگهداری و تعمیرات (CMMS) متصل به BIM
		تدوین رویه‌های استاندارد برای جمع‌آوری، تحلیل و به‌کارگیری داده‌های بهره‌برداری در تصمیمات آتی
		ایجاد سازوکارهای پیش‌بینی خرابی و مدیریت ریسک مبتنی بر داده‌های عملکردی
		یکپارچه‌سازی فرآیندهای مدیریت تغییر، نوسازی و پایان عمر با بستر اطلاعاتی BIM
نوآوری فناوریانه و دیجیتال‌سازی	مشارکت ذی‌نفعان و هماهنگی بین‌سازمانی	ایجاد شوراهای هماهنگی بین‌بخشی با حضور مالکان، طراحان، پیمانکاران و مدیران تسهیلات
		تدوین مدل‌های مشارکتی و قراردادهای مبتنی بر عملکرد و ارزش مانند IPD
		طراحی سامانه‌های تعاملی برای ارتباط و تبادل نظر مستمر ذی‌نفعان در طول چرخه عمر
		ایجاد بسترهای شفافیت اطلاعاتی و گزارش‌دهی منظم به کلیه ذی‌نفعان
نوآوری فناوریانه و دیجیتال‌سازی	نوآوری فناوریانه و دیجیتال‌سازی	سرمایه‌گذاری در پژوهش‌های کاربردی برای بومی‌سازی فناوری‌های نوین در حوزه BIM و مدیریت ارزش
		توسعه و پیاده‌سازی دوقلوی دیجیتال (Digital Twin) برای دارایی‌های کلیدی ساختمانی
		بهره‌گیری از هوش مصنوعی و یادگیری ماشین برای تحلیل داده‌های عملکردی و پیش‌بینی رفتار دارایی
		ایجاد کتابخانه‌های اشیاء BIM غنی از اطلاعات چرخه عمر، هزینه و پایداری برای استفاده در پروژه‌های آتی

تحلیل مصاحبه‌ها، بیانگر پیامدهای بسیار مثبتی است که ناشی از اجرای راهبردهای پیشنهادی در حوزه مدیریت ارزش دارایی‌های ساختمانی مبتنی بر BIM در چرخه عمر حاصل می‌شوند. بر همین اساس، پیامدهایی همچون: تحول اقتصادی و بهره‌وری هزینه‌ها، پایداری



زیست‌محیطی و کاهش اثرات کربنی، افزایش کارایی و بهره‌وری عملیاتی، بهبود یکپارچگی و هماهنگی ذی‌نفعان، ارتقای کیفیت تصمیم‌گیری و مدیریت ریسک، توسعه نوآوری و دیجیتالی‌سازی، افزایش ارزش و رضایت ذی‌نفعان و شفافیت و حاکمیت اطلاعاتی وجود دارند که در صورت اجرای موفق راهبردهای استخراجی، می‌توانند نشان‌دهنده اثربخشی راهبردها در سطوح مختلف سازمانی، فرآیندی و فنی صنعت ساخت‌وساز ایران باشند. نتایج پایانی نشان‌دهنده ۸ مقوله اصلی و ۳۵ مفهوم نهایی مرتبط می‌باشد که در جدول (۷) ارائه شده است.

جدول ۷

مقوله‌ها و مفاهیم شناسایی شده مرتبط با پیامدها

عصر پارادایمی	مقوله اصلی	مفاهیم نهایی (زیرمقوله‌ها)
پیامدها	تحول اقتصادی و بهره‌وری هزینه‌ها	کاهش ۱۵ تا ۲۵ درصدی هزینه‌های کل چرخه عمر (LCC) از طریق بهینه‌سازی طراحی و نگهداری پیشگیرانه
		افزایش بازده سرمایه‌گذاری (ROI) دارایی‌های ساختمانی به میزان ۲۰ تا ۳۰ درصد در بازه ۱۰ ساله
	پایداری زیست‌محیطی و کاهش اثرات کربنی	کاهش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات اضطراری تا ۴۰ درصد از طریق برنامه‌ریزی مبتنی بر داده
		ایجاد ارزش افزوده برای دارایی‌ها از طریق افزایش عمر مفید و بهبود عملکرد خدماتی
	افزایش کارایی و بهره‌وری عملیاتی	کاهش ۲۰ تا ۳۵ درصدی مصرف انرژی ساختمان‌ها از طریق طراحی بهینه و پایش مستمر عملکرد
		کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای (CO ₂) تا ۳۰ درصد در چرخه عمر دارایی
	بهبود یکپارچگی و هماهنگی ذی‌نفعان	بهینه‌سازی مدیریت پسماند ساختمانی و افزایش نرخ بازیافت مصالح تا ۵۰ درصد
		تحقق اهداف اقتصاد چرخشی از طریق طراحی مبتنی بر اطلاعات دقیق مصالح و پایان عمر
	ارتقای کیفیت تصمیم‌گیری و مدیریت ریسک	افزایش بهره‌وری عملیاتی و کاهش زمان‌های توقف (Downtime) تجهیزات تا ۳۵ درصد
		افزایش طول عمر مفید دارایی‌ها به میزان ۱۵ تا ۲۵ سال از طریق نگهداری پیشگیرانه هوشمند
	بهبود یکپارچگی و هماهنگی ذی‌نفعان	بهبود عملکرد خدماتی و افزایش قابلیت اطمینان (Reliability) تجهیزات و سیستم‌ها
		کاهش ۵۰ درصدی خرابی‌های پیش‌بینی‌نشده از طریق پایش لحظه‌ای و پیش‌بینی هوشمند
	ارتقای کیفیت تصمیم‌گیری و مدیریت ریسک	افزایش هماهنگی و کاهش تعارضات بین ذی‌نفعان از طریق دسترسی یکپارچه به اطلاعات
		کاهش ۴۰ درصدی زمان و هزینه‌های مربوط به انتقال اطلاعات بین مراحل مختلف پروژه
	توسعه نوآوری و دیجیتالی‌سازی	افزایش مشارکت و تعامل مؤثر بین مالکان، طراحان، پیمانکاران و مدیران تسهیلات
		ایجاد زبان مشترک اطلاعاتی و کاهش سوءتفاهم‌های ناشی از داده‌های پراکنده و ناقص
	افزایش ارزش رضایت ذی‌نفعان	بهبود کیفیت و سرعت تصمیم‌گیری در مراحل کلیدی چرخه عمر (طراحی، ساخت، بهره‌برداری)
		کاهش ریسک‌های عملکردی، مالی و زیست‌محیطی از طریق پیش‌بینی و شبیه‌سازی سناریوها
	شفافیت و حاکمیت اطلاعاتی	افزایش دقت پیش‌بینی‌های مالی و بودجه‌بندی نگهداری و تعمیرات اساسی
		پشتیبانی از تصمیمات سرمایه‌گذاری مبتنی بر داده‌های دقیق عملکرد و ارزش چرخه عمر

اکنون قبل از تدوین مدل پارادایمی تحقیق، به منظور تبیین شفاف فرایند استنتاج مفاهیم و مقوله‌ها در چارچوب نظریه داده‌بنیاد، نمونه‌ای از روند کدگذاری بر اساس الگوی پارادایمی استراوس و کوربین (۱۹۹۸) در جدول زیر ارائه شده است. این جدول نشان می‌دهد چگونه واحدهای معنایی استخراج‌شده از مصاحبه‌ها، ابتدا به کدهای باز، سپس به مفاهیم و مقوله‌های فرعی و در نهایت به مقوله‌های نهایی مرتبط با عناصر پارادایمی پژوهش (شرایط علی، زمینه‌ای، مداخله‌گر، پدیده محوری، راهبردها و پیامدها) سازمان‌دهی شده‌اند.

جدول ۸

نمونه فرایند کدگذاری سه مرحله‌ای بر اساس الگوی پارادایمی تحقیق

عنصر پارادایمی	مقوله اصلی	مفهوم نهایی (محوری)	(زیرمقوله)	کد باز (مرتبه اول)	گزیده‌ای از مصاحبه‌ها (واحد معنایی)
شرایط علی	چالش‌های ساختاری و فرآیندی در مدیریت سنتی دارایی	افزایش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات فرسوده	افزایش سالانه هزینه نگهداری فرسوده	متأسفانه در بسیاری از ساختمان‌های قدیمی، هزینه‌های نگهداری و تعمیرات هر سال بین ۱۵ تا ۲۰ درصد افزایش می‌یابد، در حالی که هیچ برنامه‌ریزی مدونی برای مدیریت این هزینه‌ها وجود ندارد.	
شرایط علی	ضرورت‌های اقتصادی و بهره‌وری	کاهش ۱۵ تا ۲۵ درصدی هزینه‌های چرخه عمر (LCC)	فشار رقابتی برای کاهش هزینه‌های چرخه عمر	در بازار رقابتی امروز، شرکت‌هایی که نتوانند هزینه‌های کل چرخه عمر ساختمان‌های خود را کاهش دهند، به‌سرعت جایگاه خود را به رقبای واگذار می‌کنند. مشتریان به‌دنبال بهینه‌سازی هزینه‌ها در بلندمدت هستند.	
شرایط زمینه‌ای	ویژگی‌های صنعت ساخت‌وساز و ماهیت دارایی‌های ساختمانی	طولانی بودن چرخه عمر دارایی‌های ساختمانی و تأثیر تصمیمات اولیه بر عملکرد بلندمدت	تأثیر طولانی‌مدت تصمیمات اولیه طراحی بر عملکرد ساختمان	یک ساختمان حداقل ۵۰ سال عمر مفید دارد، اما تصمیمات طراحی که در ماه‌های اولیه گرفته می‌شود، تأثیر مستقیمی بر مصرف انرژی و هزینه‌های نگهداری تا ۵۰ سال آینده دارد؛ این یعنی یک اشتباه کوچک در طراحی، هزینه‌های سنگینی در بلندمدت ایجاد می‌کند.	
شرایط زمینه‌ای	بستر نهادی، حقوقی و استانداردها	وجود یا فقدان استانداردهای ملی و بین‌المللی (مانند ISO ۵۵۰۰۰، IFC، COBie برای مدیریت اطلاعات دارایی)	الزام‌آور نبودن استانداردهای اطلاعات در پروژه‌ها	در بسیاری از پروژه‌ها، استانداردهای IFC و COBie به‌عنوان الزام اجرایی مطرح نیستند؛ در نتیجه اطلاعات بین نرم‌افزارهای مختلف به‌درستی تبادل نمی‌شود و داده‌ها در میانه راه گم می‌شوند.	
شرایط مداخله‌گر	چالش‌های حقوقی و قراردادی	ابهام در مالکیت داده‌های مدل‌های BIM در طول چرخه عمر	ابهام در مالکیت و مسئولیت داده‌های BIM در قراردادهای	در بسیاری از قراردادهای پروژه‌های عمرانی، مشخص نیست که داده‌های مدل BIM متعلق به چه کسی است و چه کسی مسئولیت صحت و به‌روزرسانی آن را در مراحل مختلف بر عهده دارد؛ این ابهام، همکاری و اشتراک‌گذاری اطلاعات را با مشکل مواجه کرده است.	
شرایط مداخله‌گر	محدودیت‌های بین‌المللی و تحریم‌ها	دشواری در دسترسی به نرم‌افزارها و سخت‌افزارهای پیشرفته BIM	دشواری دسترسی به نرم‌افزارهای به‌روز BIM به‌دلیل تحریم‌ها	به‌دلیل محدودیت‌های بین‌المللی، دسترسی به نسخه‌های به‌روز نرم‌افزارهای BIM و همچنین سخت‌افزارهای قدرتمند برای پردازش مدل‌های حجیم، بسیار دشوار و هزینه‌بر شده است؛ این موضوع به‌شدت روند دیجیتال‌سازی را کند کرده است.	



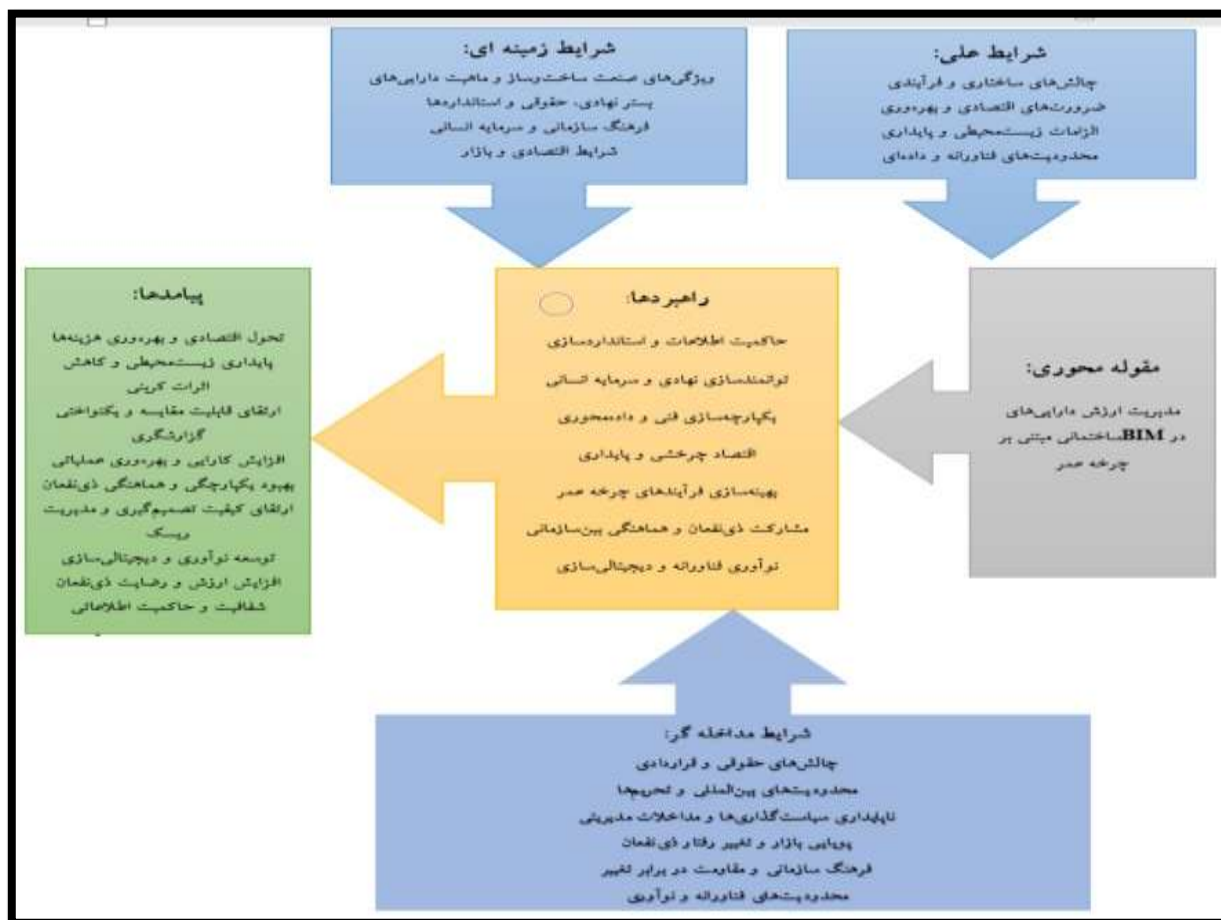
پدیده محوری: مدیریت ارزش دارایی‌های ساختمانی مبتنی بر BIM در چرخه عمر	مدیریت اطلاعات مبتنی بر BIM	یکپارچه دارایی	ایجاد مخزن اطلاعاتی یکپارچه و قابل‌بازيایی از طراحی تا پایان عمر	ایجاد حافظه سازمانی برای اطلاعات ساختمان در کل چرخه عمر	ما نیاز به یک مخزن اطلاعاتی یکپارچه داریم که تمام داده‌های مربوط به یک ساختمان را از مرحله ایده تا تخریب، در خود ذخیره کند تا در هر زمان قابل‌بازيایی و استفاده مجدد باشد؛ این یعنی تبدیل BIM به یک حافظه سازمانی برای دارایی‌های ساختمانی.
پدیده محوری	ارزایی و بهینه‌سازی عملکرد اقتصادی و زیست‌محیطی	تحلیل هزینه‌های کل چرخه عمر (LCC) و ارزیابی گزینه‌های بهینه اقتصادی	استخراج خودکار هزینه‌های چرخه عمر از مدل BIM برای مقایسه گزینه‌ها	اگر بتوانیم هزینه‌های کل چرخه عمر (LCC) را به‌طور خودکار و دقیق از مدل BIM استخراج کنیم، آنگاه می‌توانیم گزینه‌های طراحی مختلف را از نظر اقتصادی با هم مقایسه کرده و بهترین گزینه را از منظر ارزش بلندمدت انتخاب کنیم.	
راهنماها و اقدامات	حاکمیت اطلاعات و استانداردسازی	تدوین و الزام‌آوری استفاده از استانداردهای ملی BIM (همسان با IFC و COBie) در پروژه‌های عمرانی	تدوین استاندارد ملی برای حداقل اطلاعات موردنیاز در چرخه عمر	به‌نظر من اولین قدم برای پیاده‌سازی موفق BIM در مدیریت دارایی، تدوین یک استاندارد ملی برای حداقل اطلاعات موردنیاز در هر مرحله از چرخه عمر است؛ این استاندارد باید برای کلیه پروژه‌های عمرانی بزرگ الزام‌آور شود.	
راهنماها و اقدامات	توانمندسازی نهادی و سرمایه انسانی	ایجاد مراکز تخصصی آموزش BIM و مدیریت ارزش در دانشگاه‌ها و مراکز علمی	ایجاد مراکز تخصصی آموزش BIM و گواهینامه‌های حرفه‌ای برای ارتقای مهارت نیروی انسانی	یکی از مهمترین راهنماها، ایجاد مراکز تخصصی آموزش BIM در دانشگاه‌ها و برگزاری دوره‌های گواهینامه حرفه‌ای برای مهندسان و مدیران صنعت ساخت است؛ بدون نیروی انسانی ماهر، هیچ فناوری به‌تنهایی نمی‌تواند موفق باشد.	
پیامدها	تحول اقتصادی و بهره‌وری هزینه‌ها	کاهش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات اضطراری تا ۴۰ درصد از طریق برنامه‌ریزی مبتنی بر داده	کاهش ۴۰ درصدی هزینه‌های تعمیرات اضطراری با نگهداری پیشگیرانه مبتنی بر BIM	با پیاده‌سازی سیستم‌های نگهداری پیشگیرانه مبتنی بر داده‌های BIM، توانستیم هزینه‌های تعمیرات اضطراری را تا ۴۰ درصد کاهش دهیم و طول عمر مفید تأسیسات را به‌طور محسوسی افزایش دهیم؛ این یعنی صرفه‌جویی چند ده میلیاردی در هر سال.	
پیامدها	پایداری زیست‌محیطی و کاهش اثرات کربنی	کاهش ۲۰ تا ۳۵ درصدی مصرف انرژی ساختمان‌ها از طریق طراحی بهینه و پایش مستمر عملکرد	کاهش ۲۸ درصدی مصرف انرژی ساختمان با استفاده از شبیه‌سازی‌های انرژی مبتنی بر BIM	مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به‌همراه شبیه‌سازی‌های انرژی، توانست مصرف انرژی ساختمان را در یک پروژه نمونه تا ۲۸ درصد کاهش دهد؛ این یعنی هم کاهش هزینه‌های جاری و هم کاهش چشمگیر انتشار کربن.	

اکنون با مشخص شدن تمامی ۳۱ مقوله اصلی و تشریح ۱۲۸ مؤلفه نهایی متشکله در پایان مرحله کدگذاری ها در جداول جداگانه،

«الگواره پارادایمی» پژوهش حاصل می‌گردد که می‌توانیم در شکل (۲) آنرا نشان دهیم.

شکل ۱

مدل پارادایمی مدیریت ارزش دارایی‌های ساختمانی مبتنی بر BIM در چرخه عمر با رویکرد داده‌بنیاد



مدل پارادایمی مستخرج از یافته‌ها، روابط سیستمی میان عناصر شش‌گانه را در فرایند شکل‌گیری و تحقق «مدیریت ارزش دارایی‌های ساختمانی مبتنی بر BIM در چرخه عمر» را به‌صورت یک زنجیره تبیینی منسجم نشان می‌دهد. بر اساس این مدل، شرایط علی که شامل مولفه‌هایی چون: چالش‌های ساختاری و فرآیندی، ضرورت‌های اقتصادی و بهره‌وری، الزامات پایداری و محدودیت‌های فناوریانه است به‌عنوان محرک‌های بنیادین، زمینه‌ساز ظهور پدیده محوری «مدیریت ارزش دارایی‌های ساختمانی مبتنی بر BIM در چرخه عمر» هستند. این پدیده در بستر شرایط زمینه‌ای (نظیر: ویژگی‌های صنعت ساخت، بستر نهادی و استانداردها، فرهنگ سازمانی و شرایط بازار) معنا یافته و هم‌زمان تحت تأثیر شرایط مداخله‌گر (نظیر وجود چالش‌های حقوقی، تحریم‌ها، ناپایداری سیاست‌گذاری، مقاومت سازمانی و محدودیت‌های نوآوری) تعدیل می‌شود. برآیند این سازوکارها، به کنش‌های راهبردی در قالب راهبردهای کلیدی (همچون: حاکمیت اطلاعات، توانمندسازی نهادی، یکپارچه‌سازی فنی، اقتصاد چرخشی، بهینه‌سازی فرآیندها، مشارکت ذی‌نفعان و نوآوری دیجیتال) منتهی گردیده و نهایتاً اجرای این راهبردها، پیامدهایی چون تحول اقتصادی، پایداری زیست‌محیطی، افزایش بهره‌وری عملیاتی، بهبود یکپارچگی و تصمیم‌گیری، توسعه نوآوری، افزایش ارزش و رضایت ذی‌نفعان و شفافیت اطلاعاتی را به‌دنبال دارد. به‌این‌ترتیب، مدل پارادایمی با ۳۱ مقوله اصلی و ۱۲۸ مفهوم نهایی، روابط زنجیره‌وار «علل-زمینه/مداخله-پدیده محوری-راهبردها-پیامدها» را به‌صورت یک چارچوب تبیینی منسجم صورت‌بندی می‌کند و



نشان می‌دهد که مدیریت ارزش مبتنی بر BIM، یک سازوکار راهبردی همه‌جانبه برای خلق و ارتقای ارزش دارایی‌های ساختمانی در سراسر چرخه عمر است که تحقق آن مستلزم توجه هم‌زمان به ابعاد فنی، فرآیندی، سازمانی و محیطی می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که «مدیریت ارزش دارایی‌های ساختمانی مبتنی بر BIM در چرخه عمر» پدیده‌ای چندبعدی و نظام‌مند است که نمی‌توان آن را به استقرار یک نرم‌افزار یا دیجیتالی کردن بخشی از فرایند طراحی و ساخت تقلیل داد. تحلیل داده‌های حاصل از مصاحبه با خبرگان به شناسایی ۳۱ مقوله اصلی و ۱۲۸ مفهوم نهایی انجامید که در قالب شرایط علی، شرایط زمینه‌ای، شرایط مداخله‌گر، پدیده محوری، راهبردها و پیامدها سازمان‌دهی شدند. مدل حاصل نشان داد که چالش‌های ساختاری و فرایندی مدیریت سنتی دارایی، ضرورت‌های اقتصادی و بهره‌وری، الزامات پایداری و محدودیت‌های فناوریانه، محرک حرکت به سوی مدیریت ارزش مبتنی بر BIM هستند و تأثیر این عوامل نیز تحت شرایط نهادی، فرهنگی، اقتصادی، قراردادی و فناوریانه تعدیل می‌شود. در نهایت، اجرای مجموعه‌ای هماهنگ از راهبردهای اطلاعاتی، سازمانی، فنی، زیست‌محیطی و مشارکتی می‌تواند پیامدهایی در زمینه بهره‌وری اقتصادی، پایداری، کارایی عملیاتی، کیفیت تصمیم‌گیری، نوآوری و رضایت ذی‌نفعان ایجاد کند. این نتیجه با دیدگاه Xu و همکاران همسو است که BIM را بستری برای مدیریت اطلاعات در سراسر چرخه عمر پروژه می‌دانند و نشان می‌دهند ارزش آن زمانی افزایش می‌یابد که اطلاعات مراحل مختلف به‌صورت پیوسته و قابل بازیابی به یکدیگر متصل شوند (Xu et al., 2014). همچنین، نتایج Bryde و همکاران درباره مزایای BIM در کنترل هزینه، هماهنگی و بهبود عملکرد پروژه، مؤید این برداشت است که ارزش BIM فراتر از مدل‌سازی هندسی بوده و در قابلیت آن برای پشتیبانی از تصمیم‌گیری و مدیریت اطلاعات نهفته است (Bryde et al., 2013).

یکی از یافته‌های اساسی پژوهش، ضرورت گذار از نگرش پروژه‌محور به نگرش دارایی‌محور و چرخه‌عمری بود. در رویکرد سنتی، تمرکز عمدتاً بر طراحی، ساخت و تحویل فیزیکی پروژه قرار دارد، در حالی که یافته‌های حاضر نشان داد ارزش واقعی یک ساختمان طی بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری، نوسازی و حتی پایان عمر آن استمرار می‌یابد. از این‌رو، تصمیمات اولیه طراحی باید بر اساس پیامدهای بلندمدت آنها بر هزینه، مصرف انرژی، قابلیت نگهداری، عملکرد و ارزش دارایی اتخاذ شوند. این یافته با چارچوب مدیریت اطلاعات چرخه عمر Xu و همکاران همخوان است که بر تداوم اطلاعات از مرحله طراحی تا بهره‌برداری تأکید دارد (Xu et al., 2014). همچنین، Di Biccari و همکاران نشان داده‌اند که اتصال اطلاعات طراحی، ساخت و نگهداری در یک ساختار منسجم، یکی از پایه‌های مدیریت چرخه عمر ساختمان است (Di Biccari et al., 2018). یافته حاضر از این مطالعات فراتر می‌رود و نشان می‌دهد که چنین تداومی نه صرفاً یک ضرورت اطلاعاتی، بلکه پیش‌شرط تحقق مدیریت ارزش است.

در همین ارتباط، یکی از ابعاد اصلی پدیده محوری در پژوهش حاضر، «مدیریت یکپارچه اطلاعات دارایی مبتنی بر BIM» بود. خبرگان بر ایجاد مخزن اطلاعاتی یکپارچه و قابل بازیابی از طراحی تا پایان عمر، ارتباط داده‌های هندسی، زمانی، هزینه‌ای و عملکردی و ثبت اطلاعات بهره‌برداری و نگهداری تأکید داشتند. به این ترتیب، BIM می‌تواند به نوعی «حافظه سازمانی» برای دارایی تبدیل شود و مانع از گسست دانش میان مراحل مختلف گردد. این یافته با مطالعه Aslam و Tarmizi همسو است که بر نقش مدل هوشمند سوابق BIM در مدیریت مؤثر دارایی‌های ساخته‌شده تأکید کرده‌اند (Aslam & Ahmad Tarmizi, 2018). همچنین، Dalla Valle و همکاران نشان داده‌اند که گردآوری BIM محور داده‌های چرخه عمر می‌تواند اطلاعات موردنیاز متخصصان را در مراحل مختلف سازمان‌دهی و قابل استفاده

کند (Dalla Valle et al., 2020). بنابراین، یافته‌های پژوهش حاضر تأیید می‌کند که ارزش مدیریتی BIM به میزان غنای مدل سه‌بعدی وابسته نیست، بلکه به کیفیت، استانداردبودن، پیوستگی و قابلیت استفاده مجدد از داده‌هایی بستگی دارد که در طول عمر دارایی تولید می‌شوند. یافته دیگر پژوهش به ارزیابی و بهینه‌سازی عملکرد اقتصادی و زیست‌محیطی به‌عنوان یکی از ابعاد اصلی مدیریت ارزش مربوط بود. تحلیل هزینه کل چرخه عمر، ارزیابی گزینه‌های اقتصادی، سنجش اثرات زیست‌محیطی، بهینه‌سازی مصرف انرژی و مقایسه گزینه‌های طراحی بر مبنای ارزش بلندمدت از مؤلفه‌های این بعد بودند. این نتیجه با مطالعه Sandberg و همکاران سازگار است که نشان دادند یک مدل اصلی مبتنی بر BIM می‌تواند برای بهینه‌سازی هم‌زمان انرژی و هزینه چرخه عمر و ایجاد تعادل میان اهداف طراحی به کار گرفته شود (Sandberg et al., 2019). همچنین، Pucko و همکاران با تلفیق BIM با تحلیل انرژی و هزینه اجزای پوسته ساختمان نشان دادند که می‌توان پیامدهای اقتصادی و انرژی گزینه‌های طراحی را به‌صورت نظام‌مند ارزیابی کرد (Pucko et al., 2020). این همسویی بیانگر آن است که مدیریت ارزش مبتنی بر BIM زمانی اثربخش است که داده‌های مدل از سطح توصیف ساختمان فراتر رفته و به ورودی تحلیل‌های تصمیم‌یار اقتصادی و عملکردی تبدیل شوند.

پایداری و اقتصاد چرخشی نیز در یافته‌های حاضر جایگاه برجسته‌ای داشتند. نتایج نشان داد که مدیریت ارزش دارایی باید کاهش مصرف انرژی، کاهش انتشار کربن، مدیریت پسماند، بازیافت مصالح و توجه به پایان عمر اجزا را در کنار شاخص‌های اقتصادی لحاظ کند. این یافته با مطالعه Dalla Mora و همکاران درباره یکپارچه‌سازی BIM و ارزیابی چرخه عمر سازگار است که بر اهمیت پارامترهای اطلاعاتی برای سنجش پیامدهای زیست‌محیطی ساختمان تأکید دارد (Dalla Mora et al., 2020). همچنین، Cambier نشان داد که تحقق ساختمان‌های چرخشی نیازمند ابزارهای طراحی است که تصمیم‌گیری درباره استفاده مجدد، بازیافت و قابلیت انطباق را پشتیبانی کنند (Cambier, 2020). مرور نظام‌مند Osobajo نیز نشان می‌دهد که اقتصاد چرخشی در صنعت ساخت مستلزم کاهش اتلاف منابع و انتقال از منطق خطی «استخراج، ساخت و دفع» به حفظ ارزش منابع در چرخه‌های طولانی‌تر است (Osobajo, 2020). افزون بر این، Charef و همکاران با تمرکز بر مرحله پایان عمر دارایی نشان داده‌اند که BIM می‌تواند اطلاعات موردنیاز برای تصمیمات مرتبط با تخریب، بازیافت و بازاستفاده را فراهم کند (Charef et al., 2019). بنابراین، یافته حاضر مؤید آن است که چرخه عمر واقعی دارایی باید تا مرحله پایان عمر و بازیابی ارزش مصالح امتداد یابد.

از دیگر نتایج مهم پژوهش، شناسایی شرایط زمینه‌ای و مداخله‌گری بود که می‌توانند موفقیت یا شکست مدیریت ارزش BIM محور را تعیین کنند. فرهنگ سازمانی، بلوغ دیجیتال، مهارت کارکنان، حمایت مدیریت ارشد، ساختارهای حقوقی، استانداردها، شرایط اقتصادی، ابهام مالکیت داده، مقاومت در برابر تغییر و محدودیت‌های فناورانه از مهم‌ترین عوامل شناسایی شده بودند. این نتیجه نشان می‌دهد که موفقیت BIM تابع تعامل فناوری با سازمان و محیط نهادی است. Samuelson و Stehn نیز در مرور تحول دیجیتال صنعت ساخت تأکید کرده‌اند که تحول واقعی صرفاً حاصل پذیرش ابزارهای دیجیتال نیست، بلکه مستلزم تغییر در فرایندها، سازمان، مدل‌های کاری و شیوه‌های خلق ارزش است (Samuelson & Stehn, 2023). به همین ترتیب، Peltokorpi و همکاران تحول صنعت ساخت را فرایندی سیستمی می‌دانند که نیازمند تغییر هماهنگ در سطوح مختلف است (Peltokorpi et al., 2021). بنابراین، مقاومت سازمانی یا ضعف حاکمیت داده ممکن است حتی در صورت برخورداری از فناوری مناسب، مانع تحقق منافع مورد انتظار شود.

نتایج همچنین نشان داد که کمبود مهارت، ضعف آموزش و نبود آمادگی سازمانی از موانع مهم اجرای این رویکرد هستند. این نتیجه با مطالعه Othman درباره موانع اجرای مدیریت ارزش در پروژه‌های ساختمانی همسو است که فقدان دانش، محدودیت منابع، مقاومت نسبت به تغییر و ضعف حمایت مدیریتی را از موانع اجرای مؤثر مدیریت ارزش معرفی می‌کند (Othman, 2020). در همین راستا، Demirdöğen

در چارچوب بلوغ تلفیقی ارزش، BIM و تحلیل کلان‌داده نشان داده است که سازمان‌ها برای بهره‌برداری واقعی از فناوری‌های دیجیتال باید از بلوغ کافی در زمینه فرایندها، داده‌ها، مهارت‌ها و قابلیت‌های تحلیلی برخوردار باشند (Demirdöğen, 2021). از این رو، تأکید پژوهش حاضر بر توانمندسازی نهادی و سرمایه انسانی را می‌توان پاسخی به یکی از شکاف‌های رایج در اجرای BIM دانست؛ یعنی فاصله میان خرید فناوری و ایجاد قابلیت سازمانی برای بهره‌برداری از آن.

راهبرد «حاکمیت اطلاعات و استانداردسازی» نیز یکی از مهم‌ترین یافته‌های پژوهش بود. نبود استانداردهای یکپارچه و پروتکل‌های تبادل داده می‌تواند موجب جزیره‌ای شدن اطلاعات، اتلاف داده در انتقال بین مراحل و کاهش قابلیت استفاده از BIM در بهره‌برداری شود. یافته‌های Di Biccari و همکاران درباره مدیریت چرخه عمر ساختمان نشان می‌دهد که ساختارمند شدن اطلاعات و امکان تبادل آنها پیش‌شرط پیوند مراحل مختلف چرخه عمر است (Dalla Valle et al., 2018). همکاران نیز تأکید دارند که مدیریت مؤثر داده‌های چرخه عمر نیازمند تعریف روشن نوع، زمان و ساختار اطلاعات مورد نیاز است (Dalla Valle et al., 2020). بنابراین، پیشنهاد استخراج‌شده از یافته‌های حاضر مبنی بر تدوین استانداردهای ملی همسو با IFC و COBie را می‌توان راهکاری برای تبدیل BIM از یک ابزار منفرد پروژه‌ای به زیرساختی سازمانی و بین‌سازمانی برای مدیریت دارایی دانست.

مشارکت ذی‌نفعان و هماهنگی بین‌سازمانی نیز به‌عنوان راهبردی مستقل در مدل شناسایی شد. یافته‌ها نشان داد که دسترسی مشترک به اطلاعات، تعریف روشن نقش‌ها و مسئولیت‌ها، قراردادهای مبتنی بر عملکرد و سازوکارهای مشارکت می‌توانند تعارضات را کاهش داده و کیفیت تصمیم‌گیری را افزایش دهند. این نتیجه با مبانی رویکرد ارزش‌محور در ساخت‌وساز همخوانی دارد. Emmitt و همکاران نشان داده‌اند که اجرای رویکرد مبتنی بر ارزش نیازمند درک مشترک از ارزش و همکاری مؤثر میان بازیگران پروژه است (Emmitt et al., 2005). Wang و همکاران نیز نشان داده‌اند که تحول دیجیتال خدمت‌محور در صنعت ساخت از طریق تعامل چندعاملی و هم‌آفرینی ارزش تحقق می‌یابد (Wang et al., 2023). یافته‌های Wu نیز بر وابستگی خلق ارزش به همکاری و همسوسازی منافع ذی‌نفعان تأکید دارد (Wu, 2024). از این منظر، BIM می‌تواند «زبان مشترک اطلاعاتی» ایجاد کند، اما خلق ارزش تنها زمانی رخ می‌دهد که بازیگران نیز انگیزه و سازوکار لازم برای اشتراک‌گذاری اطلاعات و مشارکت در تصمیم‌گیری داشته باشند.

این نتیجه با رویکرد اکوسیستمی به صنعت ساخت نیز قابل تبیین است. Viholainen نشان می‌دهد که تحقق مدل‌های کسب‌وکار پایدار در ساخت‌وساز مستلزم عبور از مرزهای سازمانی و توجه به تعامل بازیگران یک اکوسیستم است (Viholainen, 2021). بنابراین، مدیریت ارزش BIM محور را نمی‌توان در سطح یک شرکت یا یک پروژه منفرد محدود کرد؛ بلکه مالکان، توسعه‌دهندگان، طراحان، پیمانکاران، مدیران تسهیلات، نهادهای تنظیم‌گر و کاربران باید بخشی از یک شبکه اطلاعاتی و ارزش‌آفرینی تلقی شوند. این موضوع به‌ویژه در دارایی‌هایی با عمر چند دهه اهمیت دارد، زیرا بازیگران مرحله طراحی و ساخت لزوماً همان بازیگران مرحله بهره‌برداری نیستند و BIM می‌تواند سازوکاری برای انتقال دانش و حفظ حافظه دارایی میان نسل‌های مختلف ذی‌نفعان باشد.

راهبرد نوآوری فناورانه و دیجیتالی‌سازی نیز نشان داد که BIM باید به‌عنوان هسته‌ای برای اتصال فناوری‌های نوظهور در نظر گرفته شود. استفاده از دوقلوی دیجیتال، هوش مصنوعی، اینترنت اشیا و تحلیل داده می‌تواند مدیریت دارایی را از سطح ثبت و گزارش اطلاعات به پیش‌بینی و سپس تصمیم‌گیری تجویزی ارتقا دهد. این جهت‌گیری با مباحث جدید Construction 5.0 همخوانی دارد که بر ادغام فناوری‌های هوشمند، داده، عامل انسانی و سیستم‌های پیشرفته تصمیم‌گیری تأکید می‌کند (Nanduri & Delhi, 2025). در نتیجه، چارچوب حاصل از پژوهش حاضر را می‌توان بستری برای گذار تدریجی از BIM ایستا به اکوسیستم هوشمند مدیریت دارایی دانست؛ اکوسیستمی که

در آن داده‌های چرخه عمر به‌طور مستمر برای پیش‌بینی خرابی، بهینه‌سازی تعمیرات، تحلیل ریسک و ارتقای عملکرد مورد استفاده قرار می‌گیرند.

پیامدهای استخراج‌شده از داده‌ها نیز اهمیت اقتصادی و عملیاتی چارچوب را برجسته ساختند. در یافته‌های پژوهش، کاهش ۱۵ تا ۲۵ درصدی هزینه کل چرخه عمر، افزایش ۲۰ تا ۳۰ درصدی بازده سرمایه‌گذاری، کاهش هزینه تعمیرات اضطراری، کاهش ۲۰ تا ۳۵ درصدی مصرف انرژی و کاهش خرابی‌های پیش‌بینی‌نشده از جمله پیامدهای مطرح‌شده توسط خبرگان بودند؛ همچنین بهبود هماهنگی ذی‌نفعان، افزایش کیفیت تصمیم‌گیری و شفافیت اطلاعاتی از پیامدهای مدیریتی مدل محسوب شدند. این الگو با نتایج Bryde و همکاران درباره منافع زمانی و هزینه‌ای (BIM) (Bryde et al., 2013)، با یافته‌های Sandberg و همکاران درباره بهینه‌سازی هزینه و انرژی چرخه عمر (Sandberg et al., 2019) و با نتایج Pucko و همکاران در زمینه ظرفیت BIM برای تحلیل هم‌زمان عملکرد انرژی و هزینه (Pucko et al., 2020) همسو است. البته مقادیر کمی حاصل در پژوهش حاضر بر مبنای تجربه و ارزیابی خبرگان استخراج شده‌اند و باید در پژوهش‌های کمی و پروژه‌های واقعی به‌طور مستقل آزمون شوند.

در مجموع، یافته‌های مطالعه نشان می‌دهند که مدیریت ارزش‌داری‌های ساختمانی مبتنی بر BIM یک سازوکار پویا برای پیوند دادن داده، فناوری، فرایند، انسان و ارزش در سراسر چرخه عمر است. تمایز اصلی چارچوب حاضر با بسیاری از مطالعات پیشین در آن است که ابعاد فنی BIM را در کنار شرایط سازمانی، نهادی، حقوقی، اقتصادی و انسانی قرار می‌دهد. ادبیات پیشین هر یک بخش‌هایی از این تصویر را بررسی کرده است؛ مدیریت اطلاعات چرخه عمر (Dalla Valle et al., 2020; Xu et al., 2014)، منافع پروژه‌ای (Bryde et al., 2013)، مدیریت چرخه عمر اطلاعات (Di Biccari et al., 2018)، ارزیابی انرژی و هزینه (Pucko et al., 2020; Sandberg et al., 2019)، اقتصاد چرخشی و پایان عمر (Cambier, 2020; Charef et al., 2019; Osobajo, 2020)، بلوغ و تحول سیستمی (Demirdöğen, 2021; Peltokorpi et al., 2021) و هم‌آفرینی ارزش (Wang et al., 2023; Wu, 2024). چارچوب پژوهش حاضر این عناصر را در یک منطق پارادایمی واحد قرار می‌دهد و نشان می‌دهد که دستیابی به پیامدهای اقتصادی و زیست‌محیطی مطلوب، حاصل تعامل زنجیره‌ای میان محرک‌ها، زمینه‌ها، موانع و راهبردهای اجرایی است. بر همین اساس، مدیریت ارزش BIM محور را باید نه یک پروژه فناوری اطلاعات، بلکه برنامه‌ای تحول‌آفرین برای بازطراحی نظام مدیریت‌داری در سراسر چرخه عمر تلقی کرد.

پژوهش حاضر با محدودیت‌هایی همراه بود که باید در تفسیر یافته‌ها مورد توجه قرار گیرد. نخست، ماهیت کیفی پژوهش و استفاده از نظریه داده‌بنیاد سبب می‌شود یافته‌ها بیش از آنکه قابلیت تعمیم آماری داشته باشند، از قابلیت تعمیم تحلیلی و نظری برخوردار باشند. دوم، داده‌ها بر اساس مصاحبه با ۱۷ نفر از خبرگان و متخصصان گردآوری شده‌اند و ممکن است تجربه حرفه‌ای، جایگاه سازمانی و نوع پروژه‌های مشارکت‌کنندگان بر نحوه ادراک آنان از موانع، راهبردها و پیامدهای BIM اثر گذاشته باشد. سوم، بخشی از پیامدهای کمی نظیر میزان کاهش هزینه چرخه عمر، مصرف انرژی، خرابی‌ها یا افزایش بازده سرمایه‌گذاری بر مبنای تجارب و ارزیابی‌های خبرگان استخراج شده است و نباید بدون آزمون تجربی در پروژه‌های متعدد به کل صنعت تعمیم داده شود. همچنین، تفاوت سطح بلوغ دیجیتال سازمان‌ها، نوع مالکیت پروژه، مقیاس‌داری، شرایط اقتصادی و محدودیت‌های زیرساختی می‌تواند بر قابلیت اجرای عناصر مدل اثرگذار باشد. در نهایت، سرعت بالای تحول فناوری‌های مرتبط با BIM، دوقلوی دیجیتال و هوش مصنوعی ممکن است موجب شود برخی ابعاد فنی مدل در آینده نیازمند بازنگری و روزآمدسازی باشند.

پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده چارچوب استخراج‌شده با روش‌های کمی و در نمونه‌های بزرگ‌تر از سازمان‌های فعال در صنعت ساخت آزمون و اعتبارسنجی شود و روابط میان شرایط علی، زمینه‌ای، مداخله‌گر، راهبردها و پیامدها با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری



بررسی گردد. همچنین، انجام مطالعات طولی در پروژه‌های واقعی می‌تواند مشخص کند که اجرای راهبردهای پیشنهادی در دوره‌های مختلف چرخه عمر تا چه اندازه به کاهش واقعی هزینه، مصرف انرژی، زمان توقف تجهیزات و ریسک‌های عملیاتی منجر می‌شود. مقایسه پروژه‌های دولتی و خصوصی، ساختمان‌های جدید و موجود، پروژه‌های کوچک و کلان و سازمان‌های دارای سطوح متفاوت بلوغ BIM نیز می‌تواند شرایط مرزی مدل را روشن‌تر سازد. بررسی مستقل اثربخشی تلفیق BIM با دوقلوی دیجیتال، اینترنت اشیا و هوش مصنوعی و توسعه شاخص‌های استاندارد برای سنجش «ارزش چرخه عمر» از دیگر مسیرهای ضروری پژوهشی است. انجام مطالعات تطبیقی میان کشورها و محیط‌های نهادی متفاوت نیز می‌تواند مشخص سازد کدام مؤلفه‌های چارچوب ماهیت عمومی و کدام مؤلفه‌ها وابسته به زمینه هستند.

در سطح اجرایی، پیشنهاد می‌شود سازمان‌های مالک و توسعه‌دهنده BIM را از ابتدای پروژه نه صرفاً به‌عنوان ابزار طراحی، بلکه به‌عنوان زیرساخت مدیریت اطلاعات دارایی در سراسر چرخه عمر تعریف کنند. تدوین الزامات اطلاعاتی روشن، تعیین مسئولیت مالکیت و به‌روزرسانی داده‌ها، استفاده از استانداردهای مشترک تبادل اطلاعات و ایجاد محیط داده مشترک باید از مراحل اولیه قرارداد پیش‌بینی شود. هم‌زمان، سرمایه‌گذاری در آموزش مدیران، مهندسان و کارکنان بهره‌برداری، ایجاد تیم‌های میان‌رشته‌ای و تقویت همکاری میان طراحان، پیمانکاران و مدیران تسهیلات ضروری است. سازمان‌ها می‌توانند ابتدا اجرای چارچوب را در چند دارایی منتخب آغاز کرده و شاخص‌هایی مانند هزینه چرخه عمر، مصرف انرژی، تعداد خرابی‌های اضطراری، زمان انتقال اطلاعات، قابلیت اطمینان تجهیزات و رضایت ذی‌نفعان را پیش و پس از اجرا اندازه‌گیری کنند. همچنین، اتصال تدریجی BIM به سامانه‌های نگهداری و تعمیرات، حسگرهای اینترنت اشیا، دوقلوی دیجیتال و ابزارهای تحلیل هوشمند می‌تواند زمینه‌گذار از نگهداری واکنشی به نگهداری پیشگیرانه و پیش‌بینانه را فراهم سازد و مدیریت دارایی را به فرایندی مستمر، داده‌محور و ارزش‌آفرین تبدیل کند.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچ‌گونه تضاد منافی وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

موازن اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازن و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

شفافیت داده‌ها

داده‌ها و مآخذ پژوهش حاضر در صورت درخواست از نویسنده مسئول و ضمن رعایت اصول کپی رایت ارسال خواهد شد.

حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

References

- Aslam, H., & Ahmad Tarmizi, H. (2018). Intelligent BIM Record Model for Effective Asset Management of Constructed Facility.
- Bryde, D., Broquetas, M., & Volm, J. M. (2013). The Project Benefits of Building Information Modelling (BIM). *International Journal of Project Management*, 31(7), 971-980. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.12.001>
- Cambier, C. (2020). Research and Development Directions for Design Support Tools for Circular Building. *Buildings*, 10, 142. <https://doi.org/10.3390/buildings10080142>
- Charef, R., Alaka, H., & Ganjian, E. (2019). A BIM-Based Theoretical Framework for the Integration of the Asset End-of-Life Phase.
- Dalla Mora, T., Bolzonello, E., Cavalliere, C., & Peron, F. (2020). Key Parameters Featuring BIM-LCA Integration in Buildings: A Practical Review of the Current Trends. *Sustainability*, 12(17), 7182.
- Dalla Valle, A., Campioli, A., & Lavagna, M. (2020). Life Cycle BIM-Oriented Data Collection: A Framework for Supporting Practitioners. In: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33570-0_5
- Demirdöğen, G. (2021). Lean Based Maturity Framework Integrating Value, BIM and Big Data Analytics: Evidence from AEC Industry. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su131810029>
- Di Biccari, C., Mangialardi, G., Lazoi, M., & Corallo, A. (2018). Configuration Views from PLM to Building Lifecycle Management. Cham.
- Emmitt, S., Christoffersen, A. K., & Sander, D. (2005). Implementing a Value Based Approach to Construction. (pp. 19-28).
- Nanduri, S., & Delhi, V. S. K. (2025). Foundations for Construction 5.0: A Review-Based Taxonomy for Construction Worker Action Understanding. *Journal of Information Technology in Construction*, 30, 924-962. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2025.038>
- Osobajo, O. (2020). A Systematic Review of Circular Economy Research in the Construction Industry. *Smart and Sustainable Built Environment*. <https://doi.org/10.1108/SASBE-04-2020-0034>
- Othman, I. (2020). Barriers of Value Management Implementation for Building Projects in Egyptian Construction Industry. *Ain Shams Engineering Journal*. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.08.004>
- Peltokorpi, A., Seppänen, O., Lehtovaara, J., Pikas, E., & Alhava, O. (2021). Developing a Framework for Systemic Transformation of the Construction Industry.
- Pucko, Z., Maučec, D., & Šuman, N. (2020). Energy and Cost Analysis of Building Envelope Components Using BIM: A Systematic Approach. *Energies*, 13(10), 2643. <https://doi.org/10.3390/en13102643>
- Samuelson, O., & Stehn, L. (2023). Digital Transformation in Construction - A Review. *Journal of Information Technology in Construction*, 28, 385-404. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2023.020>
- Sandberg, M., Mukkavaara, J., Shadram, F., & Olofsson, T. (2019). Multidisciplinary Optimization of Life-Cycle Energy and Cost Using a BIM-Based Master Model. *Sustainability*, 11(1), 286. <https://doi.org/10.3390/su11010286>
- Viholainen, N. (2021). Bringing Ecosystem Thinking to Sustainability-Driven Wooden Construction Business. *Journal of Cleaner Production*, 292, 126029. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126029>
- Wang, S., Su, H., & Hou, Q. (2023). Evolutionary Game Study on Multi-Agent Value Co-Creation of Service-Oriented Digital Transformation in the Construction Industry. *PLoS One*, 18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0285697>
- Wu, H. (2024). Synergizing Stakeholder Collaboration for Value Co-Creation in China's Prefabricated Decoration Diffusion: A Tripartite Evolutionary Game Perspective. *Heliyon*, 10. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34775>
- Xu, X., Ma, L., & Ding, L. (2014). A Framework for BIM-Enabled Life-Cycle Information Management of Construction Project. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 11(8), 126.