

Identifying and prioritizing governance factors which effect on the successful implementation of Building Information Modeling technology

Reza Falsafi^{1*}, Fatemeh Salehinejad²

1 Project management and construction Department, Faculty of Architecture and Urbanism, University of Art, Tehran, Iran.

2 Project management and construction Department, Faculty of Architecture and Urbanism, University of Art Tehran, Iran.

*. Corresponding Author: r.falsafi@art.ac.ir

Received: 8 April 2023

Revised: 20 July 2023

Accepted: 4 September 2023

Abstract

The revelation of the benefits of building information modeling has led many construction companies to implement this technology, but due to the new nature of this technology, its institutionalization in Iran's construction industry companies requires adaptation of processes and organizational structures. Since institutional factors, various internal stimuli and various external pressures have a significant effect on increasing the convergence between organization managers to make decisions and support the effective implementation of BIM in companies, strengthening the positive factors and weakening the negative factors can facilitate the process of acceptance and successful implementation of BIM.

This research was conducted with the aim of identifying and prioritizing effective factors in the successful implementation of BIM technology in construction companies. In this study, first through a thorough review of the research background, the governance factors affecting the successful implementation of BIM at the organization, industry, and national level were identified, and then these factors were classified with a simultaneous hybrid approach and through the simultaneous use of semi-structured interviews and a closed questionnaire. Based on the results of the collected data analysis and Friedman's test, the governing factors affecting the successful implementation of BIM in construction companies were classified in order of importance in eight categories and three general areas.

Keywords: Building Information Modeling (BIM), Effective governance factors, Successful BIM implementation

Citation: Falsafi, R., Salehinejad, F., (2023), Identifying and prioritizing governance factors which effect on the successful implementation of Building Information Modeling technology, *Journal of Technology Development Management*, 11(2), 93-132, <https://doi.org/10.22104/JTDM.2024.6227.3161>

شناسایی و اولویت‌بندی عوامل حاکمیتی مؤثر بر پیاده‌سازی

موفق فناوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان

رضا فلسفی^{۱*}، فاطمه صالحی نژاد^۲

۱. مدیریت پروژه و ساخت، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر، تهران، ایران

۲. مدیریت پروژه ساخت، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر، تهران، ایران

* نویسنده مسئول: r.falsafi@art.ac.ir

پذیرش: ۱۵ شهریور ۱۴۰۲

بازنگری: ۲۹ تیر ۱۴۰۲

دریافت: ۱۹ فروردین ۱۴۰۲

چکیده

آشکار شدن مزایای مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM)، بسیاری از شرکت‌های ساختمانی را به سمت پیاده‌سازی این فناوری سوق داده است، اما به دلیل ماهیت نوین این فناوری، نهادینه سازی آن در شرکت‌های فعال در صنعت ساخت کشور مستلزم متناسب‌سازی استراتژی‌ها، فرایندها و ساختارهای سازمانی می‌باشند. از آنجا که عوامل نهادی، محرک‌های متنوع داخلی و فشارهای مختلف بیرونی، تأثیر بسزایی بر افزایش همگرایی بین مدیران سازمان برای تصمیم‌گیری و حمایت از اجرای مؤثر BIM در شرکت‌ها دارند، تقویت عوامل مثبت و تضعیف عوامل منفی می‌تواند فرآیند پذیرش و اجرای موفق BIM را تسهیل نماید. از این رو، این پژوهش کاربردی با هدف بررسی، شناسایی و اولویت بندی عوامل مؤثر در پیاده‌سازی موفق فناوری BIM در شرکت‌های ساختمانی صورت گرفت. در این مطالعه، ابتدا از طریق مرور موشکافانه پیشینه پژوهش به شناسایی عوامل حاکمیتی مؤثر بر پیاده‌سازی موفق BIM در سطح سازمان، صنعت و ملی پرداخته شد و سپس این عوامل با رویکرد ترکیبی همزمان و از طریق بکارگیری همزمان مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته و پرسشنامه بسته و با استفاده از آزمون فریدمن اولویت‌بندی شدند. بر اساس نتایج حاصل از تحلیل داده‌های گردآوری شده، عوامل حاکمیتی مؤثر بر پیاده‌سازی موفق BIM در شرکت‌های ساختمانی به ترتیب اهمیت در دسته‌های: قانونی-قراردادی، سیاست‌گذاری، توجیه‌پذیری اقتصادی، سازمانی، فراسازمانی، حمایت‌گری، فنی، پرسنلی-فردی اولویت‌بندی شدند.

کلمات کلیدی: مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM)، عوامل مؤثر حاکمیتی، پیاده‌سازی موفق

(BIM)

مقدمه

صنعت ساخت در مقایسه با سایر صنایع با سرعت پایین‌تری به استقبال نوآوری رفته است. با این حال در پی انقلاب دیجیتال، صنعت ساخت نیز با تغییر الگوی استفاده از فناوری‌های نوین با هدف ارتقاء بهره‌وری، کارایی، کیفیت و کاهش هزینه‌های چرخه عمر تسهیلات مواجه است (ازنوکولی^۱، ۲۰۱۶). در سال‌های اخیر فناوری BIM به جهت منافع گسترده‌ای که برای طرفین درگیر در یک پروژه ساختمانی فراهم می‌آورد، به طور گسترده مورد توجه شرکت‌های ساختمانی قرار گرفته است و به همین سبب صنعت ساخت را دچار تحول نموده است (میرزایی، ۲۰۲۱). از سویی دیگر پذیرش BIM در کشورهای درحال توسعه از جمله ایران نیز به سطوح ابتدایی محدود بوده و تحت تأثیر عواملی از جمله موضوعات مرتبط با سیاستگذاری و تدوین نقشه راه در سازمان و میزان آمادگی صنعت ساخت برای پذیرش این فناوری و تناسب رویه‌های قانونی با رویکرد BIM قرار دارد (روحانی و بنی‌هاشمی، ۲۰۲۲). این موضوعات سبب شده است تا در کنار لزوم تبیین مزایای BIM برای ذینفعان مختلف، تسلط بر جنبه‌های فنی و تکنیکال این فناوری، تمرکز بر الزامات و فرهنگ حاکم بر بستر پیاده‌سازی جهت حرکت در مسیر بهبود پذیرش و پیاده‌سازی BIM مورد توجه قرار گیرد (پاتل^۲ و همکاران، ۲۰۲۱). همچنین از آنجا که استقرار فرآیند BIM نیازمند تحولات گسترده در کلیه ارکان سازمان می‌باشد، جلوگیری از وقوع چالش‌ها و حرکت به سمت توسعه پایدار و تحقق پیاده‌سازی موفق BIM مستلزم عبور از سطح پروژه و توجه به سلسله مراتب پیاده‌سازی در سطح سازمان، صنعت و سطوح بالاتر می‌باشد (مقیم، ۲۰۲۲).

مرور ادبیات موضوع نشان می‌دهد اتخاذ استراتژی‌های پیاده‌سازی متناسب با ساختار و فرهنگ سازمانی و همچنین مطابقت آن با ماهیت BIM و همچنین اتخاذ BIM متناسب با مدل کسب و کار سازمان و همین‌طور ایجاد کمیته راهبری BIM جهت راهنمایی در راستای توسعه BIM و ایجاد برنامه‌های توسعه‌گرا و نقشه راه BIM از سویی دیگر، از جمله عوامل مؤثر بر تصمیم‌گیری‌های مرتبط با اجرای موفق BIM مورد تأکید قرار گرفته است (هی^۳ و همکاران، ۲۰۱۷).

مطابق با بررسی‌های صورت گرفته پیرامون ماهیت عوامل اثرگذار بر فرآیند پیاده‌سازی BIM در شرکت‌های ساختمانی، می‌توان نتیجه گرفت دستیابی به پیاده‌سازی موفق BIM نیازمند ایجاد تعادل

1 . Ezeokoli

2 . Patel

3 . He

میان سه بعد فناوری، سازمان و فرآیند و همچنین درک بستر در مرحله پیاده‌سازی می‌باشد (فتوحی، ۲۰۱۵). از سویی دیگر مطالعات صورت گرفته پیرامون عوامل حاکمیتی مؤثر بر پیاده‌سازی BIM در شرکت‌ها حاکی از فقدان وجود خط مشی رسمی و مشخصی جهت مدیریت و راهبری BIM در سازمان‌ها می‌باشد.

به طور کلی بررسی تحلیلی یافته‌های موجود نشان می‌دهد عوامل مؤثر بر فرآیند پذیرش و پیاده‌سازی BIM در شرکت‌های ساختمانی تنها به حوزه‌های فنی، مالی، قانونی، فردی و فرهنگی (طاهری‌پور و همکاران، ۲۰۲۲) محدود نبوده و توجه به سطوح تصمیم‌گیری (روحانی و بنی‌هاشمی، ۲۰۲۲) و مقوله پیچیده و سلسله‌مراتبی حکمرانی از یک سو و توجه به مولفه‌های حاکمیتی اثرگذار از جمله: بازیگران و تیم‌ها، مدیریت داده‌ها و فناوری اطلاعات، فرآیندها و قراردادهای (الرشیدی، ۲۰۱۷) از سویی دیگر در فرآیند پیاده‌سازی BIM حائز اهمیت می‌باشد (الرشیدی، ۲۰۱۷؛ انترهیتزنیبرگر، ۲۰۲۱). همچنین فقدان ساختارهای حاکمیتی درخور متناسب با رویکرد و ماهیت BIM در شرکت‌ها، به کارگیری ظرفیت‌های بی‌نظیر حکمرانی که به موجب آن‌ها بهبود اداره امور و همچنین بهبود فرآیند تصمیم‌گیری، اجرا، نظارت و ارزیابی را تحت تأثیر قرار داده و در نهایت دستیابی به منافع حاصل از پیاده‌سازی BIM را دچار محدودیت نموده و موجب بروز چالش‌های متعددی در فرآیند پیاده‌سازی BIM می‌گردد (رضگوی و همکاران، ۲۰۱۳)، در همین راستا پژوهش حاضر در تلاش است تا ضمن شناسایی عوامل حاکمیتی مؤثر در فرآیند پیاده‌سازی BIM به اولویت‌بندی عوامل مؤثر حاکمیتی بپردازد و از طریق شناسایی عوامل زمینه‌ای جهت بهبود تصمیمات و سازوکارهای حاکمیتی در سطوح مختلف در سطح سازمان و فراتر از سازمان (به جهت چندجانبه بودن مقوله پیاده‌سازی BIM و لزوم مشارکت سطوح مختلف جهت فراهم سازی زیرساخت‌های لازم) بپردازد تا از این طریق و با تبیین نقشه راهی مناسب و تشریح گام‌های مورد نیاز جهت شکل‌گیری رویکرد و استراتژی حاکمیتی متناسب با ماهیت BIM و همچنین تبیین جایگاه عوامل شناسایی شده در سلسله‌مراتب حاکمیتی در سطوح مختلف (سازمان، صنعت و ملی)، و در نهایت با تغییر رویه‌های سازمانی نامطلوب موجود به رویه‌های سازمانی مناسب بتواند محرک‌ها و عوامل حیاتی و زمینه‌ساز در دستیابی به پیاده‌سازی موفق BIM را تقویت نموده و مسیر پیاده‌سازی این فناوری در شرکت‌های ساختمانی را هموار سازد.

مبانی نظری و پیشینه تحقیق

BIM یک پیشرفت تکنولوژیکی و تغییر پارادایم در سراسر چرخه عمر صنعت ساختمان محسوب می‌شود که موجب ایجاد تحول در پاسخ‌دهی مناسب به چالش‌های مرتبط با فرآیند، دیدگاه‌ها، موضوعات حقوقی و بازگشت سرمایه شده است (کاستین^۱ و همکاران، ۲۰۱۸). از طرفی، پیاده‌سازی این فناوری جدید به جهت درگیر شدن با ابعاد مختلف فنی، فرهنگی، سیاسی، اجتماعی، اقتصادی بستر پیاده‌سازی و همچنین ابعاد فردی، مشارکتی و تعاملی ذینفعان درگیر با چالش‌های بسیاری مواجه است (گربوف^۲ و همکاران، ۲۰۱۸). در همین راستا، توجه به موضوعات سازمانی و قانونی همان چیزی است که حوزه‌های مدیریتی BIM برای عملکرد بهتر در پروژه به آن نیاز دارند (میرزایی، ۲۰۲۱). اگرچه چارچوب‌ها، مدل‌ها و سازوکارهای بسیاری در زمینه همکاری مشترک ارائه شده است، اما این راه‌حل‌ها اغلب بدون توجه به جنبه‌های نهادی، فرآیندی، قانونی و اجتماعی سازمان‌ها و عمدتاً متمرکز بر ابعاد فنی بوده است، بنابراین، به جهت رفع این محدودیت‌ها و کمک به حل مشکلات در حوزه پیاده‌سازی BIM، متخصصان در این حوزه، بر اهمیت توسعه راه‌حل‌های حکمرانی که می‌تواند همکاری تیمی را تسهیل و روند تصمیم‌گیری در طول یک پروژه ساخت و ساز را بهبود بخشد، به عنوان مقوله‌ای راه‌گشا و کلیدی تأکید دارند (الرشیدی، ۲۰۱۷). در واقع از آنجا که ساختارهای رسمی قادر به جبران فقدان اعتماد و فرهنگ مشارکتی نخواهند بود، می‌بایست زمینه را برای ایجاد یک فرهنگ مشارکتی تقویت نمود. بنابراین به طور کلی توصیه شده است مدیران، با ایجاد مکانیسمی کل‌نگر در جهت تقویت رفتار مشارکتی، محدود کردن رفتارهای فرصت‌طلبانه و تصمیم‌گیری در رابطه با چگونگی ترکیب و ایجاد همسویی میان سرمایه‌گذاری در حکمرانی، فرهنگ و اعتماد اقدام نمایند تا در نهایت عملکردهای مشارکتی مطلوب مورد نیاز سازمان حاصل گردد (گالوین^۳ و همکاران، ۲۰۲۱).

از باب مفهوم، حکمرانی BIM در ادبیات به صورت زیر تعریف شده است (الرشیدی، ۲۰۱۷):

فرآیند ایجاد یک سیاست مدیریت اطلاعات با در نظر گرفتن حقوق و مسئولیت ذینفعان در قبال داده‌ها و اطلاعات در سراسر چرخه عمر و زنجیره تأمین پروژه که بر پایه یک مدل اطلاعات ساختمان استوار است. بنابراین ارتباط حکمرانی و BIM یا به عبارت دقیق‌تر، نقش حکمرانی در

1 . Costin

2 . Gerbov

3 . Galvin

تسهیل پیاده‌سازی BIM در ادبیات، در کمک به مدیریت خرابی و نقص فنی داده‌ها و جلوگیری از وقوع آن‌ها از طریق استفاده از حکمرانی داده مناسب که موجب از بین رفتن تغییرات ناخواسته در طول چرخه عمر پروژه خواهد شد، معنا می‌گردد. مطابق با نتایج حاصل از پژوهش‌های پیشین می‌توان اذعان داشت، حکمرانی BIM به گونه‌ای در حال تکامل است که کنترل بر اجزای فرآیندهای پروژه‌های ساختمانی را نیز تسهیل خواهد نمود (مهرج، ۲۰۲۰).

فارق از حکمرانی BIM و مفاهیم بررسی شده در پیشینه پژوهش، به دلیل تمرکز شرکت‌ها بر تحقق منافع کوتاه مدت و تمرکز بر حضور گذرا و موقتی مدیران و سهامداران با هدف ایجاد سود کوتاه مدت، نیاز به ساختارهای رسمی جهت تمرکز بر ایجاد شرکت‌های بزرگ با اهداف بلند مدت و تلاش در مسیر تحقق ارزش پایدار شکل گرفت (پنده و انصاری، ۲۰۱۴). از این رو حکمرانی با هدف توازن منافع ذینفعان و جلب رضایت آن‌ها از طریق آشکارسازی، افشاء به موقع و دقیق موضوعات حیاتی مرتبط با وضعیت مالی، عملکرد و حکمرانی شرکت و همچنین پاسخگویی و شفافیت در پیاده‌سازی استراتژی جهت ارتقاء عملکرد سازمانی علاوه بر پیاده‌سازی مؤثر سیاست‌ها و هماهنگی با تغییرات پدیدار گشت. حکمرانی شرکتی شش حوزه کلیدی حقوق سهامداران، رفتار عادلانه با سهامداران، نقش ذینفعان در حکمرانی شرکتی، افشاء و شفافیت، و مسئولیت‌های هیئت مدیره را در بر می‌گیرد و شامل شفافیت نقش‌ها و اختیارات، اصول اخلاق حرفه‌ای، پاسخگویی، شفافیت، مسئولیت اجتماعی و تنوعی از اصول دیگر می‌باشد (سازمان همکاری اقتصادی و توسعه، ۲۰۰۴). بر مبنای مرور ادبیات صورت گرفته، اعتماد، مشارکت، کارایی، شفافیت، اثربخشی و پاسخگویی به عنوان کلیدی‌ترین اصول و معیارها جهت دستیابی به حکمرانی خوب در سازمان‌های پروژه‌محور شناسایی (آیینی و همکاران، ۲۰۲۲) و مبنای پژوهش حاضر در نظر گرفته شده است.

در واقع حکمرانی نظامی از ارزش‌ها، مسئولیت‌ها، فرآیندها و خط‌مشی‌ها جهت تفویض اختیارات به گروه‌ها برای تصمیم‌گیری، تعیین قوانین راهبری، پروتکل‌های انجام کار و در نهایت تأمین سازوکار مناسب برای پاسخگویی مفهوم می‌گردد (ترنر، ۲۰۲۰)، از این رو ضمن توجه به شرایط نامطوب پیاده‌سازی BIM در ایران و نرخ پایین پذیرش و همچنین سطح بلوغ پایین BIM در شرکت‌های

-
- 1 . Mehraj
 - 2 . Pande and Ansari
 - 3 . OECD
 - 4 . Turner

ساختمانی در کشور (موسوی و آهنگر، ۲۰۲۰) و همچنین توجه به نتایج پژوهش‌هایی از جمله اسکندری (۲۰۱۸) و فتوحی (۲۰۱۵)، لیائو و تئو^۱ (۲۰۱۷) و چگو و هسیه^۲ (۲۰۱۹) ... تعریف، مفهوم‌سازی و سپس پیاده‌سازی نوآوری‌های از جمله فرآیند جدید و پویای BIM در شرکت‌ها نیازمند پشتیبانی و فرهنگ‌سازی، ایجاد شناخت و درک کافی نسبت به ابعاد مختلف فناوری، مهندسی مجدد، تعریف راهبرد، نقشه راه و گردش کار لازم، تغییر فرآیند و رویه‌های موجود در سطوح مختلف پیاده‌سازی و از همه مهم‌تر حمایت مدیریت ارشد و تطبیق ساختارهای درون و برون سازمان با ماهیت BIM می‌باشد (اسکندری، ۲۰۱۸)، لزوم توجه به سطوح سلسله مراتبی درگیر جهت تصمیم‌گیری در شرکت‌های ساختمانی (خیری زاده، ۲۰۰۳)، ساختارها و سازوکارهای حاکمیتی درگیر در سطوح مختلف فرایند پیاده‌سازی BIM از سطح کلان تا سطح شرکت‌ها جهت دستیابی به پیاده‌سازی موفق BIM در شرکت‌ها ضروری تلقی می‌گردد و همانطور که نتایج پژوهش میرزایی (۲۰۲۱) نیز به درستی نشان می‌دهد تلاش در جهت شناسایی عوامل تأثیر گذار بر تصمیم‌گیری‌ها، اتخاذ خطی‌مشی مناسب و تطبیق ساختارها و سازوکارهای سازمانی موجود با BIM و اتخاذ گام‌هایی مؤثر جهت دستیابی به پیاده‌سازی موفق BIM از جانب سطوح حاکمیتی درگیر در فرایند پیاده‌سازی BIM در سازمان‌ها نیز اهمیت می‌یابد. در همین راستا، علی‌رغم لزوم توجه به عوامل حاکمیتی مؤثر بر پیاده‌سازی BIM که پیش‌تر بدان اشاره شد، مطالعه قابل توجهی که به طور جدی بر شناسایی مؤلفه‌های حاکمیتی در بهبود پیاده‌سازی BIM متمرکز باشند یافت نشد. اما در همین راستا، مطالعات متعددی که بر شناسایی عوامل مؤثر بر پیاده‌سازی موفق BIM متمرکز بوده است، شناسایی و بررسی گردید.

عوامل کلیدی موفقیت^۳ اولین بار توسط دانیل در اوایل دهه ۱۹۶۰ مورد بحث قرار گرفت و به عنوان آن دسته از ویژگی‌ها، شرایط یا متغیرهایی تعریف شده است که در صورتی که به درستی حفظ، نگهداری یا مدیریت شوند، می‌توانند تأثیر قابل توجهی بر موفقیت شرکت‌های در حال رقابت در یک صنعت خاص داشته باشند.

نتایج پژوهش‌ها در کشورهایی که نسبتاً از سطح بلوغ و پیاده‌سازی مطلوب‌تر این فناوری برخوردار می‌باشند نشان می‌دهد تمرکز بر افزایش استفاده از BIM از طریق تعیین یک هدف پیاده‌سازی مناسب، تهیه و تدوین استانداردهای فنی و دستورالعمل‌های مشترک، الزام به اجرای BIM در پروژه‌ها

1 . Liao & Teo

2 . Chegu & Hsieh

3 . Critical Success Factors

از جانب دولت، کشورهایی از جمله فنلاند، نروژ و دانمارک را به محرک و تنظیم‌کننده‌هایی برای اجرای BIM مبدل ساخته است (جیانگ و همکاران، ۲۰۲۲). همچنین نشان دادن مستمر مزایای BIM، ارائه پشتیبانی فنی و اتخاذ برنامه‌های آموزشی، تعیین کارگروه‌هایی خاص توسط دولت و تعیین اهداف و نظارت بر فرآیند کل‌نگر، ایجاد و توسعه یک شبکه همکاری و تخصیص بودجه از جانب دولت به پروژه‌ها و شرکت‌های واجد شرایط، گسترش استفاده از BIM در پروژه‌ها و در نهایت تدوین نقشه راهی مناسب و اتخاذ رهبری و استراتژی پیاده‌سازی از جانب دولت مورد تأکید پژوهش‌های پیشین بوده که در نتیجه توسعه قابلیت‌های BIM را آسان‌تر نموده و به عنوان کلید دستیابی به مزایای کامل BIM و پذیرش گسترده این فناوری و به عبارتی به عنوان عوامل کلیدی مؤثر بر موفقیت پیاده‌سازی BIM مطرح می‌باشد (جیانگ و همکاران، ۲۰۲۲). از این رو با توجه به ماهیت عوامل مؤثر شناسایی شده در کشورهایی که از سطح بلوغ BIM مناسبی برخوردارند، می‌توان بر لزوم توجه به ساز و کارها و سلسله مراتب حاکمیتی در گیر در فرایند پیاده‌سازی و اهمیت تقویت عوامل حاکمیتی مؤثر بر بهبود پیاده‌سازی BIM صحنه گذاری نمود.

در همین راستا، موتای ضمن انجام نظرسنجی مابین کاربران BIM در ایالات متحده آمریکا و همچنین اوو در نتیجه انجام مصاحبه و گردآوری پرسشنامه پیرامون پیاده‌سازی BIM در شرکت‌های معماری سنگاپور، حمایت و پشتیبانی مدیریت ارشد، آموزش کارکنان و پشتیبانی فنی فناوری اطلاعات و پذیرش و درک کارفرما از BIM را به عنوان مهم‌ترین عوامل مؤثر در پیاده‌سازی موفق BIM مطرح نموده است (چان^۱ و همکاران، ۲۰۱۹، به نقل از اوو، ۲۰۱۴؛ چان و همکاران، ۲۰۱۹، به نقل از موتای، ۲۰۰۹).

آمودا یوسف (۲۰۱۸) نیز در نتیجه پژوهش خود پیرامون عوامل کلیدی موفقیت در پیاده‌سازی BIM، پنج عامل پلت فرم‌های استاندارد برای یکپارچه‌سازی و ارتباطات، هزینه توسعه، آموزش و پرورش نیرو، استانداردسازی (محصول و فرآیند) و درک روشن از نیاز کاربران را به ترتیب اهمیت از جمله عوامل حیاتی اثرگذار بر فرایند پیاده‌سازی شناسایی نموده است. همچنین آمودا یوسف در نتیجه تجزیه و تحلیل عاملی ۲۸ عامل کلیدی موفقیت و گروه‌بندی آن‌ها در پنج مؤلفه به ترتیب اهمیت، مواردی از جمله تعهد و دانش ذینفعان صنعت در مورد BIM، ظرفیت‌سازی برای پذیرش فناوری، پشتیبانی سازمانی، هم‌افزایی مشترک بین حرفه‌ای در صنعت و جهت‌گیری فرهنگی از جمله عوامل

کلیدی موفقیت برای اصلاح روند موجود و دستیابی به اجرای موفقیت‌آمیز BIM در صنعت ساخت نیجریه شناسایی گردیدند (آمودا یوسف، ۲۰۱۸).

ایوانز و همکاران نیز، موضوعاتی پیرامون افراد، داده‌ها و عناصر ذاتی فناوری را از جمله عوامل مؤثر بر پذیرش BIM شناسایی نمودند. توسعه چارچوب‌های قانونی برای BIM، تقویت اجرای ساخت و ساز ناب و یکپارچه سازی تحویل پروژه، تخصیص هزینه مناسب به BIM، پشتیبانی مدیریتی سازمانی برتر و همچنین اطمینان از ارتباط مؤثر بین شرکت‌کنندگان پروژه و موارد دیگری از جمله این عوامل شناسایی گردیدند (ایوانز^۱ و همکاران، ۲۰۲۱).

چان و همکاران (۲۰۱۹) نیز ضمن بررسی عوامل مؤثر در پیاده‌سازی BIM در هنگ کنگ، تاثیرگذارترین عامل موفقیت در پذیرش و پیاده‌سازی BIM در صنعت ساخت را به ساختار سازمانی مناسب برای پشتیبانی از سیستم BIM در داخل شرکت و کمک مالی دولت برای راه‌اندازی سیستم BIM مرتبط دانسته‌اند (چان و همکاران، ۲۰۱۹).

الرشیدی و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی با هدف بررسی عوامل حاکمیتی از منظر فنی به توسعه چارچوب حاکمیتی جهت شناسایی عوامل اثربخشی که همکاری موفق در فرایند پیاده‌سازی BIM را محقق می‌کنند پرداختند و الزاماتی از دیدگاه حاکمیتی از جمله توسعه پروتکل‌های مناسب با فناوری، تفویض مسئولیت مابین دیسپلین‌ها (ماتریس مسئولیت)، به اشتراک‌گذاری یک مدل مشترک با قابلیت ذخیره مرکزی جهت بهبود ارتباطات مابین دیسپلین‌ها را جهت غلبه بر محدودیت‌های پذیرش و پیاده‌سازی BIM شناسایی نمودند و در مجموع مؤلفه‌های حاکمیتی اثرگذار بر فرایند پذیرش BIM را در سه عامل بازیگران و تیم، مدیریت داده و فرآیندها و قراردادهای خلاصه نمودند.

سینو^۲ و همکاران (۲۰۲۰) نیز در بررسی یک نمونه موردی در مالزی عوامل غیر فنی مانند مدیریت، رهبری و هماهنگی را در مقایسه با عوامل فنی مانند نرم افزار و سخت افزار دارای اهمیت بیشتری دانسته‌اند. همچنین در نتیجه تجزیه و تحلیل و رتبه‌بندی عوامل مؤثر در پیاده‌سازی BIM نشان می‌دهد که ایجاد یک فرهنگ شرکتی که در آن کارکنان و گردش کار موجود امکان تطبیق با فناوری جدید را داشته باشند می‌بایست نسبت به به کارگیری نرم‌افزار یا سخت‌افزار جدید در اولویت قرار گیرد،

1 . Evans

2 . Sinoh

چراکه معرفی فناوری جدید نیازمند چارچوبی مناسب برای پشتیبانی از آن است. همچنین اهمیت ایجاد شبکه‌های ارتباطی مؤثر بین اعضای تیم یک شرکت در صنعت سخت و ساز را برای اجرای موفق BIM در سطح شرکت به عنوان عاملی مؤثر مطرح گردید. از سوی دیگر نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که مابین ایجاد شبکه‌های ارتباطی بین شرکت‌های مختلف درگیر در یک پروژه ساختمانی با تقویت انتشار BIM در سطح صنعت ارتباط معناداری وجود دارد (سینو و همکاران، ۲۰۲۰).

نتایج پژوهش‌ها نشانگر این موضوع است که اهداف مرتبط با عوامل موفقیت شناسایی شده باید محقق شوند، چرا که در غیر این صورت سازمان با عواقب منفی جدی در اهداف خود شکست خواهد خورد (الاشموری^۱ و همکاران، ۲۰۲۲). از این رو در این پژوهش ضمن بررسی موشکافانه ادبیات موضوع عوامل مؤثر بر بهبود پیاده‌سازی BIM استخراج و در شش دسته‌بندی کلی در (جدول ۱) ارائه شده است.

جدول ۱: طبقه‌بندی عوامل حاکمیتی مؤثر در پیاده‌سازی موفق BIM در شرکت‌های ساختمانی

منبع	عوامل مؤثر بر پیاده‌سازی	حوزه
(چان ^۱ و همکاران، ۲۰۱۸) (برونت ^۲ ، ۲۰۲۱) (برونت، ۲۰۲۱) (کسکین ^۳ و همکاران، ۲۰۱۹) (اولاوومی و چان، ۲۰۱۹) (تسای ^۴ و همکاران، ۲۰۱۴) (ایوانز و همکاران، ۲۰۲۱) (فانگ و همکاران، ۲۰۲۰) (چان و همکاران، ۲۰۱۹) (چگو بدرینات و هیسه، ۲۰۱۹) (مورلون ^۵ و همکاران، ۲۰۱۴؛ سانگ ^۶ و همکاران، ۲۰۲۲) (بوحمود و لودی ^۷ ، ۲۰۲۲) (کسکین و همکاران، ۲۰۱۹) (آمودا یوسف، ۲۰۱۸؛ گانیو ^۸ و همکاران، ۲۰۲۱) [۱۲ و ۲۴] (آمودا یوسف، ۲۰۱۸)	<ul style="list-style-type: none"> - لحاظ قابلیت‌های نظارتی BIM در استراتژی‌های مدیریت پروژه سازمان - بهبود درک سازمان نسبت به حکمرانی مگاپروژه‌های دولتی - اتخاذ یک سیاست سازمانی که به دنبال بهبود عملکرد پروژه باشد - تعیین خط‌مشی مشخص برای توسعه BIM - ارتقاء همکاری و هماهنگی مؤثر بین ارکان پروژه‌ها - تهیه مدل کسب و کار ویژه BIM و تطبیق استراتژی‌های سازمانی، رهبری و قابلیت‌ها و منابع با ملزومات آن - حمایت از تحقق تعالی مدیریت سازمانی - لحاظ BIM به عنوان یک مزیت رقابتی در اهداف سازمان - متناسب‌سازی ساختار سازمان با الزامات اجرای BIM - توجه به داده‌های کنترل و نظارت سیستم‌ها، داده‌های تاسیسات، الزامات مدیریت فضای اطلاعات در مرحله تحویل پروژه - سازگار نمودن پروژه‌ها با استراتژی سازمان در حوزه BIM و بازتعریف مسئولیت‌ها - تعیین مشوق‌ها، دستورالعمل‌ها و استانداردهای مشترک جهت تسریع در گسترش پذیرش BIM - تقویت توانمندسازهای محیط کار مشترک از قبیل: توسعه محیط کار حمایتی، افزایش تعهد، بهبود مدیریت دانش، طرح‌های پاداش‌دهی و سیاست‌های نوآوری و ابزارهای BIM - توجه به امنیت شغلی کارمندان در گذار از حالت سنتی به اتخاذ رویکرد جدید در پیاده‌سازی BIM - ایجاد فرهنگ سازمانی حامی سیستم BIM و رهبری مؤثر ظرفیت‌سازی برای پذیرش فناوری از طریق هم‌افزایی حرفه‌ای در صنعت و فرهنگ‌سازی 	سازمانی
(ایوانز و همکاران، ۲۰۲۱) (لیائو وو تشو، ۲۰۱۷)	<ul style="list-style-type: none"> - نهادینه‌سازی حمایت از تصمیم‌گیری افراد - تغییر ساختار بین شرکتی، فرهنگ شرکتی بر اساس نقش افراد و عوامل مؤثر بر آنها 	فردی

منبع	عوامل مؤثر بر پیاده‌سازی	حوزه
<p>(تای و همکاران، ۲۰۲۱) (پاتل و همکاران، ۲۰۲۱) (دائو^۹ و همکاران، ۲۰۲۱) (ایوانز و همکاران، ۲۰۲۱) (دائو و همکاران، ۲۰۲۱) (حسن و رشید، ۲۰۱۹)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - تبیین مشخصات نحوه نمایش و استانداردهای ایجاد ارتباطات اطلاعاتی - متناسب‌سازی استانداردهای BIM با قوانین و مقررات منطقه‌ای - تنظیم بندهایی در قرارداد در مورد مدیریت اطلاعات، بیمهٔ یکپارچه پروژه، قابلیت اطمینان داده‌ها، نقش‌ها و مسئولیت‌های طرفین، مالکیت داده‌ها و خروجی‌های BIM، روش‌های به اشتراک‌گذاری اطلاعات و مشخص کردن محتوای مدل BIM از طریق CDE با استناد به پروتکل‌ها و استانداردهای BIM - تدوین استانداردها، کدها، قوانین و مقررات ویژهٔ BIM در راستای ساخت و ساز ناب - تسهیم درست ریسک و مسئولیت بین ارکان پروژه‌های ساختمانی بکارگیرنده BIM در قالب قرارداد - حمایت دولتی از قوانینی که پذیرش BIM را برای شرکت‌ها تسهیل می‌کند 	قراردادی-قانونی
<p>(آمودا یوسف، ۲۰۱۸) (عثمان^{۱۰} و همکاران، ۲۰۲۱) (پاتل و همکاران، ۲۰۲۱) (فانگ و همکاران، ۲۰۲۰) (پاتل^{۱۱} و همکاران، ۲۰۲۱)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - به کارگیری یک رویکرد تکاملی از طریق اجرای گام به گام فناوری - حرکت از ساختار سنتی به ساختار نوین، چابک و پویا - بهره‌گیری از نرم‌افزارهای به روز و تقویت‌کننده قابلیت‌های همکاری - اتخاذ یک مدل پذیرش BIM، که ترکیبی از مدل بلوغ BIM و مدل پذیرندگان BIM باشد - تقویت پروتکل‌های امنیتی و توجه به حریم خصوصی داده‌ها 	فنی
<p>(کائو^{۱۲} و همکاران، ۲۰۱۷) (آمودا یوسف، ۲۰۱۸) (چان و همکاران، ۲۰۱۹) (جیانگ و همکاران، ۲۰۲۲؛ اولاومی و چان، ۲۰۱۹؛ ما و همکاران، ۲۰۱۹)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - تعریف مشوق‌های اقتصادی برای بکارگیری BIM در پروژه‌ها - تدوین یک سند کسب و کار BIM و بررسی بازگشت سرمایه ناشی از آن قبل از پیاده‌سازی آن در سازمان - تأمین منابع مالی مناسب برای نرم‌افزار BIM، مجوزها و ارتقاء منظم آن - متقاعدسازی دولت برای افزایش تحقیقات در صنعت و دانشگاه و اتخاذ رویکرد اجرای BIM در پروژه‌های دولتی 	اقتصادی

منبع	عوامل مؤثر بر پیاده‌سازی	حوزه
(عواد ^{۱۳} و همکاران، ۲۰۲۲) (حسن و رشید، ۲۰۱۹) (چان و همکاران، ۲۰۱۹؛ فانگ و همکاران، ۲۰۲۰) (لیائو و تنو، ۲۰۱۷؛ آمودا یوسف، ۲۰۱۸؛ مورلون و همکاران، ۲۰۱۴) (ایوانزو و همکاران، ۲۰۲۱) (سانیل ^{۱۴} و همکاران، ۲۰۱۷) (آمودا یوسف، ۲۰۱۸؛ چان و همکاران، ۲۰۱۹؛ اولاوومی و چان، ۲۰۱۹؛ گانیو و همکاران، ۲۰۲۱؛ ما و همکاران، ۲۰۱۹) (عواد و همکاران، ۲۰۲۲) (لیائو و تنو، ۲۰۱۷؛ چان و همکاران، ۲۰۱۹؛ فانگ و همکاران، ۲۰۲۰؛ بوحمود ولودی، ۲۰۲۲)	<ul style="list-style-type: none"> - توسعه یک استراتژی پیاده‌سازی دقیق‌تر و مناسب برای سازمان‌های کوچک و متوسط - آموزش فناوری BIM در دانشگاه‌ها - تقویت نیروی محرکه‌های موجود در سطوح دولت، اکوسیستم، شرکت، تیم، فرآیند، و ابزار و نرم افزار BIM و ارتباط هر یک از سطوح با یکدیگر جهت مدیریت مقاومت در برابر تغییر و توسعه BIM در یک سازمان - ترویج ساخت‌وساز ناب و اهمیت یکپارچه‌سازی در تحویل موفق پروژه - ایجاد شفافیت در الزامات و اقدامات برای دستیابی به پروژه‌های پایدار - استانداردسازی اجرای فرآیند BIM - لحاظ بودجه ویژه دولتی برای راه‌اندازی، توسعه، آموزش و استانداردسازی BIM در شرکت‌های ساختمانی - اجرای سیاست‌های مناسب برای انتقال دانش بین شرکت‌های بزرگ، کوچک و متوسط - در نظر گرفتن مشوق‌های مالی و سیاسی دولتی در حمایت از اجرای BIM 	فراسازمانی

- 1 . Chan
- 2 . Brunet
- 3 . Keskin
- 4 . Tsai
- 5 . Morlhon
- 6 . Song
- 7 . Bouhmod & Loudyi
- 8 . Ganiyu
- 9 . Dao
- 10 . Othman
- 11 . Patel
- 12 . Cao
- 13 . Awwad
- 14 . Sunil

در مجموع همانطور که ملاحظه شد، BIM مفهومی متشکل از موضوعات عملکردی، فنی، قانونی و نهادی در سراسر چرخه عمر یک پروژه است، بنابراین پیاده‌سازی چنین فرآیند چندوجهی در سازمان مستلزم وجود ارتباطات شفاف و همکاری مؤثر مابین اعضای تیم پروژه (خوش فطرت^۱ و همکاران، ۲۰۲۰)، شکل‌گیری جریان‌های کاری ساختارمند و مبتنی بر همکاری و مشارکت (زین‌آبادی، ۲۰۲۰) و تغییر از یک فرهنگ سازمانی متمرکز به یک فرهنگ سازمانی غیرمتمرکز و مکانیسمی انعطاف‌پذیر، ریسک‌پذیر و در نهایت شکل‌گیری فرهنگ ارتباط باز در بستر پیاده‌سازی (شهرالدین^۲ و همکاران، ۲۰۲۲؛ مقیمی، ۲۰۲۲) است که تحقق آن‌ها تنها از طریق اتخاذ ساز و کارهای مناسب در حکمرانی سازمان امکان‌پذیر خواهد بود. بنابراین سیاست‌گذاری درست و تلاش در جهت تقویت عوامل حاکمیتی و به دنبال آن عوامل مدیریتی مؤثر بر پیاده‌سازی موفق BIM در سلسله مراتب مختلف سازمان ضروری است (الرشیدی و همکاران^۳، ۲۰۱۷). در همین راستا، اکثر قریب به اتفاق مطالعات انجام شده نشان می‌دهند که پیاده‌سازی BIM به عنوان یک فناوری جدید در سازمان‌ها تحت تأثیر عوامل متعدد نشأت گرفته از سطوح مختلف حاکمیتی قراردارند و تقویت این عوامل مطابق با نتایج حاصل از پژوهش‌های صورت گرفته مشابه پژوهش حسینی و خسروی آهنگر (۲۰۲۰)، زین‌آبادی (۲۰۲۰)، میرزائی (۲۰۲۱) و روحانی و بنی‌هاشمی (۲۰۲۲)، در گرو توجه و مشارکت کلیه سطوح تصمیم‌ساز و تصمیم‌گیرنده (ازتوکولی و همکاران، ۲۰۱۶، حسینی و خسروی آهنگر، ۲۰۲۰) جهت رفع کمبودهای حمایتی در حوزه‌های قانونی، فرهنگی و سیاستگذاری و تغییر در رویه‌های موجود و ایجاد محیطی حمایتی از طریق اتخاذ سیاست‌های کل‌نگر، توسعه‌گرا و بلندمدت از سطح ملی تا سطح سازمان می‌باشد. بنابراین آنچه از مطالعات بررسی شده به وضوح مفهوم می‌شود، اهمیت بالقوه عوامل حاکمیتی و لزوم شناسایی و توجه به هر یک از آن‌ها در سطوح حاکمیتی مناسب و برنامه‌ریزی برای تحقق و یا تقویت آن‌ها است تا بدین وسیله بتوان از بروز موانع و چالش‌های احتمالی در مسیر پیاده‌سازی BIM جلوگیری و به بلوغ بالایی از پیاده‌سازی و در نهایت تحقق حداکثری منافع حاصل از به کارگیری این فناوری در سازمان‌ها دست یافت. بر این اساس و با توجه به مطالعات محدود صورت گرفته پیرامون شناسایی و اولویت‌بندی عوامل حاکمیتی مؤثر بر بهبود پیاده‌سازی BIM در شرکت‌های ساختمانی از یک سو و عدم پذیرش مناسب این فناوری در شرکت‌ها و همچنین عدم دستیابی به سطوح بلوغ

1 . Khoshfetrat

2 . Shahrudin

3 . Alreshidi

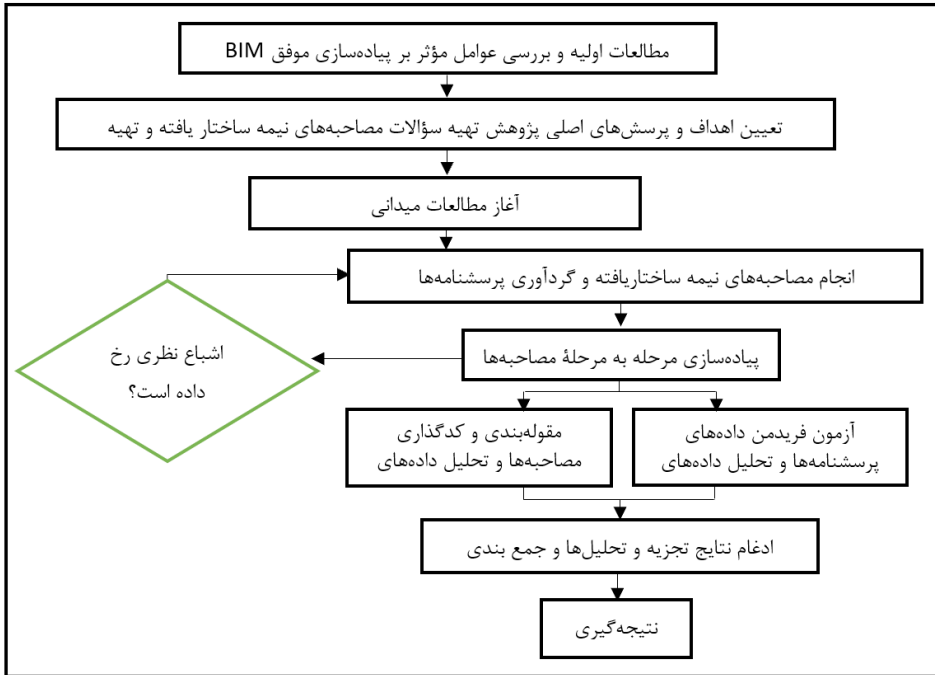
مناسب در پیاده‌سازی BIM در شرکت‌های ساختمانی که BIM را به ساختار خود اضافه نموده‌اند، پژوهش حاضر بر آن است تا ضمن شناسایی و اولویت‌بندی عوامل حاکمیتی مؤثر و تحلیل آن‌ها در سطوح حکمرانی سازمان، صنعت و ملی، با ایجاد دیدگاهی روشن نسبت به عوامل اثرگذار بر هر یک از سطوح تصمیم‌گیری، فرآیند پیاده‌سازی BIM در شرکت‌های ساختمانی را تسهیل و بهبود بخشد.

روش پژوهش

پژوهش حاضر در دسته پژوهش‌های کاربردی قرار دارد چرا که شناسایی و اولویت‌بندی عوامل حاکمیتی مؤثر در راستای بهبود اقدامات حاکمیتی و در نهایت اتخاذ تصمیمات درست در جهت دستیابی به پیاده‌سازی موفق BIM در شرکت‌های ساختمانی را مورد توجه قرار داده است. در این پژوهش مطابق (شکل ۱) ابتدا ادبیات مرتبط با عوامل مؤثر بر پیاده‌سازی BIM و همچنین عوامل حاکمیتی اثرگذار بر بهبود پیاده‌سازی BIM در سازمان‌های فعال در صنعت ساخت مورد بررسی قرار گرفت. از آنجا که ادبیات موضوع پیرامون عوامل حاکمیتی مؤثر بر پیاده‌سازی BIM از اجماع کافی برخوردار نبود، با یک رویکرد اکتشافی و با استفاده از روش تحلیل محتوای کیفی به شناسایی عوامل حاکمیتی مؤثر بر بهبود پیاده‌سازی BIM در شرکت‌های ساختمانی پرداخته شد.

با توجه به اینکه پیشینه نظری پیرامون عوامل حاکمیتی مؤثر بر پیاده‌سازی BIM به گونه‌ای بود که مجموعه گسترده‌ای از عوامل مطرح شده اما عوامل حاکمیتی از عوامل غیرحاکمیتی تفکیک نشده بود، ابتدا این تفکیک با تحلیل داده‌های کتابخانه‌ای و دسته‌بندی آن‌ها انجام شد و عوامل حاکمیتی موجود استخراج گردید (جدول ۱). با توجه به اینکه عوامل استخراج شده از پژوهش‌های گوناگون انجام شده در کشورهای مختلف به دست آمده بود و الزاماً برای بستر کشور ایران قابل وثوق نبود، تأیید آن‌ها نیازمند تحلیل داده‌های کیفی و کمی بود و بدین منظور رویکرد آمیخته انتخاب شد. همچنین با توجه به اینکه تعداد متخصصان ایرانی که هم مسلط بر موضوع پیچیده حکمرانی و هم متبحر در پیاده‌سازی BIM باشند بسیار محدود بود و امکان اجرای فاز جداگانه کمی با تعداد بالا وجود نداشت، روش آمیخته در هم تنیده انتخاب شد تا بتوان به طور مستقیم نتایج داده‌های کمی را با نتایج داده‌های کیفی مقایسه نمود (کرسول و کلارک، ۲۰۰۷). طرح‌های به هم تنیده در واقع از نوع طرح‌های تک فازی است که محققان از روش‌های کمی و کیفی به طور همزمان و به نسبت وزنی

یکسان در فرآیند پژوهشی استفاده می کنند تا گردآوری و تحلیل داده ها در تفسیری کلی تر صورت گرفته و یافته ها همگرا تر شوند (مبیینی دهکردی، ۱۳۹۰، ۲۲۶).



شکل ۱: فرآیند انجام پژوهش

بنابراین در پژوهش حاضر، استفاده از مصاحبه های نیمه ساختار یافته و پرسشنامه های بسته به عنوان ابزارهایی جهت سنجش و اولویت بندی پژوهش مدنظر قرار گرفته شد. بدین منظور، پروتکل مصاحبه ای شامل سه بخش کلیدی با هدف بررسی اطلاعات جمعیت شناختی افراد، وضعیت فعلی پیاده سازی BIM در شرکت ها و شناسایی مهم ترین عوامل مؤثر حاکمیتی زمینه ساز پیاده سازی موفق BIM در شرکت ها طراحی و تدوین گردید. برای انتخاب مشارکت کنندگان پژوهش از نمونه گیری هدفمند با روش گلوله برفی با تأکید بر انتخاب ۱۴ نفر از مدیران، متخصصان و صاحب نظران با دانش و تجربه و سابقه کافی در حوزه پیاده سازی BIM مطابق (جدول ۲) استفاده گردید.

جدول ۲: اطلاعات جمعیت شناختی مشارکت‌کنندگان در پژوهش

درصد فراوانی	فراوانی	اطلاعات مشارکت‌کنندگان	
۲۸%	۴	کارشناسی	میزان تحصیلات
۳۶%	۵	کارشناسی ارشد	
۳۶%	۵	دکتری	
۲۹%	۴	معماری	رشته تحصیلی
۳۶%	۵	مدیریت پروژه و ساخت	
۲۱%	۳	مهندسی و مدیریت ساخت	
۱۴%	۲	عمران	
۱۴%	۲	کمتر از ۵ سال	سابقه فعالیت در حوزه مرتبط
۲۹%	۴	۵-۱۰ سال	
۲۸%	۴	۱۰-۱۵ سال	
۲۹%	۴	بالای ۱۵ سال	
۱۴%	۲	کارفرما	حوزه فعالیت سازمان
۱۴%	۲	پیمانکار	
۶۵%	۹	مشاور	
۷%	۱	سایر	

مصاحبه‌ها تا زمان رخ دادن اشباع نظری ادامه پیدا می‌کرد و به طور میانگین ۶۵ دقیقه به طول می‌انجامید. تحلیل محتوای کیفی بر مبنای روش هفت مرحله‌ای کولایزی ۴ صورت گرفت. همچنین، با توجه به استراتژی پژوهش (آمیخته همزمان) از روش کمی برای بررسی و تأیید یا رد عوامل حاکمیتی مؤثر شناسایی شده در ادبیات موضوع توسط خبرگان بهره‌گیری شد؛ یعنی پس از هر مصاحبه، پرسشنامه‌ای در سه بخش شامل توضیح هدف مد نظر پژوهش، سؤالاتی پیرامون گردآوری اطلاعات جمعیت شناختی مشارکت‌کنندگان و عوامل مؤثر حاکمیتی زمینه‌ساز پیاده‌سازی موفق

BIM مستخرج از ادبیات موضوع (جدول ۱) با طیف لیکرت پنج‌تایی به منظور سنجش میزان اهمیت و اولویت‌بندی آن‌ها تدوین شد. نتایج حاصل از این بخش به‌وسیله آمار استنباطی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و بر اساس آزمون فریدمن، عوامل مؤثر مذکور اولویت‌بندی و بر اساس تحلیل پارتو، ۲۰٪ نخست، به عنوان با اهمیت‌ترین عوامل حاکمیتی مؤثر و ۴۰٪ بعدی به عنوان عوامل مؤثر با اولویت کمتر در نظر گرفته شدند. در نهایت نتایج تحلیل داده‌های کیفی در راستای تأیید یا رد داده‌های کمی و استخراج سایر عوامل مؤثر احتمالی مورد استفاده قرار گرفت.

از آنجا که اعتبارسنجی پژوهش‌های آمیخته باید متضمن هر دو نوع اعتبارهای کمی و کیفی باشد (محمدپور و همکاران، ۱۳۸۸). برای سنجش پایایی و سازگاری درونی پرسشنامه از شاخص آلفای کرونباخ استفاده شد (عمر^۱، ۲۰۲۲) که میزان آن در تمامی موارد بزرگتر از ۰/۵ به دست آمد (۰/۹۶۹) و نشان از پایایی درونی مناسب پرسشنامه بود. همچنین به منظور اعتبارسنجی یافته‌ها و برازش روایی و دقت یافته‌های کیفی پژوهش نیز هم از روش بررسی همکار^۵ که در آن تیم پژوهش به همراه دو محقق مستقل، یافته‌های پژوهش را مورد بررسی و تأیید قرار دادند و هم از روش تطبیق به وسیله اعضا استفاده شد که در چندین مرحله بازبینی فرایند تحلیل، گزاره‌ها و تم‌بندی مقولات بدست آمده به وسیله تعدادی از مصاحبه‌شوندگان بررسی و به صورت مرحله‌ای به اخذ و اعمال نظرات آن‌ها پرداخته شد.

یافته‌ها

در راستای شناسایی و اولویت‌بندی عوامل حاکمیتی مؤثر بر پیاده‌سازی موفق BIM در شرکت‌های ساختمانی ایران، طی دو گام همزمان به گردآوری داده‌های کمی و کیفی حاصل از مصاحبه‌ها و پرسشنامه‌ها و سپس تجزیه و تحلیل آن‌ها پرداخته شد. پیش از آغاز مصاحبه‌ها، ابتدا عوامل شناسایی شده و دسته‌بندی اولیه ۶ تایی مستخرج از مرور ادبیات موضوع یعنی: عوامل اقتصادی، سازمانی (آمودا یوسف، ۲۰۱۸)، فراسازمانی (اسکندری، ۲۰۱۸)، فردی (مهرج، ۲۰۲۰)، فنی (الرشیدی و همکاران، ۲۰۱۷)، قانونی-قراردادی (ایوانز و همکاران، ۲۰۲۱) در قالب دو فرایند رفت و برگشتی برای تأیید در اختیار پانل خبره (۶ نفر خبره‌تر از میان ۱۴ مشارکت‌کننده پژوهش) قرار گرفت. در نتیجه آن‌ها ضمن تأیید دسته‌بندی‌های انجام شده، ۴۲ عامل مؤثر حاکمیتی شناسایی شده در (جدول ۱) را به ۳۷ عامل

تقلیل و دو دسته حمایت‌گری و سیاست‌گذاری را به دسته‌های مذکور اضافه نمودند و عوامل مجدداً در ۸ دسته عوامل حاکمیتی مطابق با نظر خبرگان دسته‌بندی گردید و به عنوان مبنای گردآوری داده‌های کمی و کیفی در نظر گرفته شد.

الف) نتایج تحلیل داده‌های کمی

همانطور که در روش شناسایی پژوهش تشریح شد، پس از اتمام هر یک از مصاحبه‌ها، با هدف اعتبارسنجی عوامل مؤثر حاکمیتی مستخرج از ادبیات موضوع (جدول ۱) و شناسایی میزان اهمیت هر یک از عوامل مؤثر شناسایی شده با توجه به بستر ایران، پرسشنامه‌ای با طیف لیکرت تنظیم و متغیرهای مورد مطالعه در آن گنجانده شد و پرسشنامه مذکور در اختیار مشارکت‌کنندگان پژوهش قرار داده شد. به این ترتیب مطابق نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل پرسشنامه‌ها، ۳۷ عامل از ۷۱ عامل حاکمیتی شناسایی شده مستخرج از ادبیات موضوع و با استفاده از آزمون فریدمن اولویت‌بندی و بر اساس تحلیل پارتو، ۲۰٪ نخست به همراه ۴۰٪ میانی (برای ارائه طیف گسترده‌تری از عوامل مؤثر) در هر دسته‌بندی به عنوان مهم‌ترین عوامل آن دسته در نظر گرفته شدند. با توجه به نتایج تحلیل مربوطه، حوزه‌های قانونی-قراردادی، سیاست‌گذاری، توجیه‌پذیری اقتصادی، سازمانی، حمایت‌گری، فراسازمانی، فنی و فردی-پرسنلی طبق (جدول ۳) به ترتیب به عنوان مهم‌ترین و حائز اهمیت‌ترین حوزه‌های عوامل حاکمیتی مؤثر بر پیاده‌سازی موفق BIM در شرکت‌های ساختمانی رتبه‌بندی شدند.

جدول ۳: نتایج حاصل از آزمون فریدمن برای رتبه‌بندی عوامل مؤثر حاکمیتی مستخرج از ادبیات موضوع

اولویت بالا  اولویت پایین

رتبه‌بندی	میانگین رتبه‌ای حوزه عوامل مؤثر	رتبه‌بندی حوزه‌ها
۱	۵/۷۳	قانونی-قراردادی
۲	۴/۸۸	سیاست‌گذاری
۳	۴/۷۷	توجیه‌پذیری اقتصادی
۴	۴/۵۴	سازمانی
۵	۴/۴۶	حمایت‌گری
۶	۴/۴۶	فراسازمانی
۷	۴/۱۹	فنی
۸	۲/۹۶	فردی-پرسنلی

ب) نتایج تحلیل داده‌های کیفی

در این بخش نیز همزمان با انجام گام کمی و پیش از تحویل پرسشنامه به هر مشارکت‌کننده، به انجام مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با آن‌ها پرداخته شد. با توجه به در دست داشتن دسته‌بندی تأیید شده توسط پانل خبرگان، پرسش‌ها از مصاحبه‌شوندگان به گونه‌ای مطرح شد تا مهم‌ترین عوامل موردنظرشان را در هر یک از ۸ دسته موردنظر به طور جداگانه بیان نمایند. نتایج تحلیل داده‌های کیفی و مفهوم‌سازی و مقوله‌بندی بر مبنای روش کولایزی (بیان شده در روش شناسی پژوهش) نشان داد که علاوه بر تأیید ۳۷ عامل مهم شناسایی شده در بخش کمی، ۳۴ عامل مؤثر حاکمیتی جدید و در مجموع ۷۱ عامل مؤثر حاکمیتی در ۸ حوزه مذکور در بستر ایران وجود دارند که پیاده‌سازی BIM در ایران را بهبود می‌بخشند. در نهایت این ۸ حوزه حاکمیتی نیز مطابق مقوله‌بندی انتخابی در قالب سه دسته عوامل پیشران، تخصصی و ساختاری دسته‌بندی و به شرح زیر توصیف می‌شوند:

دسته اول) عوامل پیشران:

عوامل سیاست‌گذاری: اتخاذ فرایندها، رویکردها و رخدادهای نوین جهت دستیابی به موفقیت نیازمند پیشران‌هایی جهت تقویت زیرساخت‌ها و پیشنیازهای موجود می‌باشند. مطابق نظر خبرگان عمده عوامل حاکمیتی مطرح شده در دسته عوامل پیشران قرار می‌گیرند. مصاحبه‌شوندگان معتقدند با توجه به عدم آشنایی درست جامعه صنعت ساخت کشور با این فناوری و مزایای قابل توجهی که منجر به کسب منفعت هرچه بیشتر از اجرای پروژه‌ها می‌گردد، شرکت‌ها می‌توانند با لحاظ BIM به عنوان یک مزیت رقابتی در اهداف سازمان و استانداردسازی اجرای فرآیند BIM متناسب با ساختار سازمان خود از طریق تعیین راهبرد، استراتژی و نقشه راه مشخص جهت به کارگیری BIM در سازمان، به کسب منفعت هرچه بیشتر در فضای رقابتی حاکم در صنعت دست یابند. بر اساس تجارب مصاحبه‌شوندگان این گونه استنباط می‌گردد که در شرایطی که تعداد قابل توجهی از شرکت‌ها پیاده‌سازی این فناوری را در اولویت خود قرار ندهاند پیاده‌سازی BIM در شرکت‌ها و متناسب‌سازی ساختار سازمان و مدل کسب و کار مناسب به عنوان مزیت رقابتی جهت بهبود جایگاه و کسب منافع قابل توجه برای آنها محسوب می‌گردد. در همین راستا برخی مصاحبه‌شوندگان اظهار داشتند: «... سازمان ماهیتش براساس کسب و کار چیده می‌شود، اون مدل کسب و کار شرکت هست که تعیین می‌کنه، ساختار چی باشه، نه اینکه BIM تعیین کنه... سازمان باید مدل کسب و کارش رو براساس این

روند جدید به روز کنه...» و «... من پیشنهاد پیاده‌سازی پایلوت پروژه هست...»

همچنین به مطابق نظر مصاحبه‌شوندگان به جهت دستیابی به پیاده‌سازی موفق در مراحل ابتدایی می‌باست به پیاده‌سازی BIM در سازمان به عنوان یک پروژه نگاه کرد و برای آن برنامه ریزی نمود و در جهت تبیین منافع ملموس حاصل از به کارگیری BIM جهت متقاعد ساختن شرکت‌ها برای استفاده از این تکنولوژی گام برداشت. همچنین از آنجا که پیاده‌سازی BIM در کشور در مراحل ابتدایی قرار دارد در تأیید و همسو با نتایج حاصل از پژوهش‌هایی از جمله برون‌ت (۲۰۲۱) پیشنهاد می‌شود به سمت مشارکت کشور در پروژه‌های جهانی با هدف انتقال دانش و تکنولوژی پیش برویم. در همین راستا برخی مصاحبه‌شوندگان اشاره داشتند: «...مسئله این هست که بعد از اینکه دستورالعمل‌ها رو نوشتن، فاز عملیاتی سازیش رو در دو-سه تا پروژه‌ی پایلوت، نیومدن ابلاغ کنن به کل کشور، ...، نه چندتا پروژه پایلوت دارن پیاده می‌کنن که موانع و مشکلاتشم در بیاد، مزایایی هم اگر داره دیده بشه، بعدش اونموقع با سند و مدرک برن سراغ بقیه پروژه‌ها و بعد اونا رو دعوت بکنن که بیان سراغ یه همچین موضوعی...» و همچنین «ما می‌تونستیم شرکت‌های بزرگمون رو حداقل شرایطی رو براشون بوجود بیاریم که این‌ها، یه مدت زمانی، یک سال، دو سال، سه سال زیر نظر شرکت‌هایی که تو این حوزه توانمند هستند، خارج از کشور کار کردند و اینها، پروژه‌های مشترک تعریف می‌کنند، حالا شاید یک هزینه سنگینی بشه ولی سرعت یادگیری و جا افتادن BIM تو سازمان‌ها خیلی میره بالاتر».

عوامل حمایت‌گری: تجارب مصاحبه‌شوندگان نشان می‌دهد که به جهت شرایط ناپایدار اقتصادی و فقدان زیرساخت‌های فنی، اقتصادی و قانونی و... در کشور، اتخاذ ساختاری نظام‌مند جهت نظارت و بهبود فرایند پیاده‌سازی راهکارهای حکمرانی و تدوین نقشه‌راهی درست و مدیریت استراتژیک و هدفمند تصمیم‌گیری‌ها و حرکت گام به گام در مسیر پیاده‌سازی BIM در ذیل تخصیص بودجه مشخص جهت حمایت مالی-فنی-سیاستی و آموزش و توسعه BIM از جانب دولت نقش به‌سزایی در دستیابی به پیاده‌سازی موفق این فناوری در شرکت‌ها عهده‌دار می‌باشند. در همین راستا مصاحبه‌شوندگان اشاره داشتند: «چون BIM بیشترین جایی که اثر داره تو پروژه‌های زیرساخت بزرگه، حاکمیت باید بخواد که پروژه‌های ملی، در زمان منطقی و با هزینه معقول ساخته بشه، مهم‌ترین چیز به نظرم رویکرد حاکمیت، استفاده از ابزارهای جدید و حمایت ازش هست...، می‌تونه قانونش بوجود بیاد، قانونش الزام بشه، شرکتیایی که تو این زمینه هستن تو فضای دانش بنیان، درواقع معافیت‌های مالیاتی به این شرکت‌ها داده بشه، توی مناقصات کمک کنند که اینا انتخاب بشن، خیلی کارا میشه کرد، میشه

شرکت‌های مشاور رو سوق داد به این سمت که BIM بیس بشن، یعنی صلاحیت اضافی دیده بشه براش...»، برای مثال «...سازمان برنامه بودجه با دادن پروژه‌هایی مشروط به پروژه‌هایی که تحت BIM هستند ببران به سمتی که BIM در پروژه‌های بزرگ کشور دیده بشه...»

عوامل فراسازمانی: طیف وسیعی از مصاحبه‌شوندگان به فقدان وجود یک مرجع ذیصلاح فنی-قانونی در حوزه BIM و لزوم وجود آن جهت جلوگیری از سردرگمی و تعارضات احتمالی تأکید نمودند. در ادامه علت عدم عبور از سطوح بلوغ اولیه را ریشه در فقدان نیروهای آموزش دیده و کارآمد فنی جهت پیاده‌سازی این فن‌آوری مورد تأکید گسترده قرار گرفت. از این رو علاوه بر سرمایه‌گذاری شرکت‌ها جهت آموزش نیروهای کارآمد، لحاظ بودجه دولتی جهت توسعه و آموزش BIM در سطح کلان نیز مؤثر شناسایی گردید. در همین راستا مصاحبه‌شوندگان اشاراتی داشتند: «...متأسفانه در این بخش خیلی ضعیفیم و در کشور اینطور میشه گفت که هیچ‌گونه آموزشی در حوزه استاندارد متأسفانه نداریم...» به همین جهت «...یکی بحث اینه که ما بتونیم نیروی متخصص پرورش بدیم، شرکت بتونه نیروهاشو مهارت‌ورز کنه، نیرو پرورش بده...».

در میان اشتراک تجارب مصاحبه‌شوندگان و همسو با نتایج پژوهش‌های سانگ و همکاران (۲۰۲۲) و فوکو (۱۹۹۱)، تقویت نیرو محرکه‌ها در سطوح مختلف دولت، صنعت و شرکت‌ها و توسعه استراتژی پیاده‌سازی دقیق و مناسب با ابعاد سازمان و همچنین ایجاد شفافیت در الزامات و اقدامات و همسویی ارکان مختلف پروژه برای کار در بستر BIM در کنار یکدیگر و جلوگیری از قیمت‌دهی‌های متفاوت جهت ارائه خدمات BIM که به عنوان یک عامل بازدارنده به خصوص برای کارفرمایان جهت کار تحت BIM محسوب می‌گردد به تهیه و تدوین فهرست‌بهای ارائه خدمات مهندسی تحت BIM اشاره گردید. «...همه ارکان همه فرآیند را باید پیگیری کنند چه طراحی و چه ساخت...»، «...اگر قیمت‌گذاریه مثل خدمات مهندسی سالانه اعلام بشه، دیگه این اختلاف قیمت‌های ۷۰-۸۰ هزار تومنی توی بازار، خوب خیلی کمتر میشه، و این در واقع کار پریدن‌ها خیلی کمتر میشه...»

دسته دوم) عوامل تخصصی:

عوامل قانونی-قراردادی: مطابق با تجارب مصاحبه‌شوندگان و همسو با نتایج پژوهش‌هایی از جمله: فتوحی (۲۰۱۵)، چگو و هیسه (۲۰۱۹) و میرزایی (۲۰۲۱)، متناسب‌سازی بسترهای قانونی و قراردادی و برنامه‌ریزی درست در حوزه تسهیم ریسک و تنظیم قراردادها جهت پیاده‌سازی موفق

BIM یک عامل حیاتی تلقی می‌گردد. در همین راستا مصاحبه‌شوندگان اشاراتی داشتند: «... قرارداد باید به فرمی باشد که بین دفتر BIM و پیمانکار و مشاور یک ارتباط خطی باشد...»، «وقتی شما BIM رو به عنوان یک ابزار فنی تأمین یکپارچگی داری ولی رفتی یک روش قراردادی غیر یکپارچه بستی، این تناقض داره. ما در واقع دستورالعملی رو که تو سازمان مدیریت تدوین کردیم برای پیاده‌سازی BIM در پروژه‌های ۳ عاملی، این به جورایی به تناقض درونی داره، اگر می‌خواهیم از BIM استفاده کنیم و یک دغدغه یکپارچگی داریم، پس روش‌های قراردادی‌مونم باید بره سمت روش‌های یکپارچه، مثلاً دو عاملی... در دو عاملی در واقع ما به طراح سازنده داریم که خودشون یکپارچگی دارن به جزیره جدا از هم نیستن، حالا که از نظر قراردادی و حقوقی یکپارچگی دارن، حالا BIM هم کمک‌شون میکنه که یکپارچگی فنی هم داشته باشند»، همچنین در راستای متناسب سازی بندهای قراردادی نیز مصاحبه‌شوندگان اشاراتی داشتند «...یکی از موارد مهمی که در قرارداد BIM باید مشخص بکنید اسکوپ کار باید به چه شکل باشد تبادل اطلاعات باید به چه شکل باشد وظایف هرکسی به چه شکل باشد مسئولیت‌ها به چه شکل باشد. نحوه تحویل دیجیتالی اطلاعات به چه شکل باشد اینا پروسه قرارداد...». همچنین لازمه به کارگیری استانداردهای اجرایی و کاربردی مختص BIM در شرکت‌های ساختمانی، وجود استانداردهای واحد در این رابطه در کشور است که مستلزم برنامه‌ریزی جهت ارائه استانداردی واحد از جانب دولت می‌باشد. از سویی دیگر با توجه به تأکید مصاحبه‌شوندگان بر نبود نظارت فنی کافی در بخش خصوصی، می‌بایست بازنگری‌های مرحله‌ای در سطوح حاکمیتی مختلف جهت اتخاذ تصمیمات کنترلی، نظارتی درخور در سلسله مراتب حاکمیتی درگیر در فرآیند پیاده‌سازی BIM مورد توجه قرار گیرد. «... الان در حال حاضر ما استانداردی رو نداریم در حد ملی که بتونیم باهاش منطبق بشیم، بگیم که خوب این چارت سازمانی باید توسط این استاندارد تغییر بکنه...» پس «...هم تکمیل استاندارد بیاد انجام بشه و هم روش اجراشون بیاد ابلاغ بشه...»

عوامل توجیه‌پذیری اقتصادی: در تجارب مصاحبه‌شوندگان به طیف مختلفی از موضوعات

اقتصادی چه از منظر حمایتی و نظارتی از سوی دولت و چه از منظر مورد توجه قراردادن مقوله مالی و مطالعه چگونگی تخصیص بودجه در سازمان جهت پیاده‌سازی این فناوری اشاره گردید: «... یک موضوع قابل توجه بحث ارزیابی درست ریسک پیاده‌سازی که اون باز به آگاهی بر میگردد. یکیش بحث ارزیابی فنی اقتصادی، یعنی اینکه از نظر فنی اقتصادی، فاکتور هایی که در درواقع آنالیز این ریسک میاد رو می‌بینیم، باید درست قابل تحلیل و اندازه‌گیری باشه، طرف متوجه سود و زیان واقعی کار

بشه...»، «باید از ابتدا در بحث پیاده‌سازی دیده بشه که ما به ازای بار مالی و زمانی که ریسک ایجاد میکنه از اون طرف چه ادونتیج‌هایی میتونیم گین کنیم...»، «...این شرکتی که داره میاد تو مناقصه یحتمل تا حالا BIM نداشته، من ازش BIM میخوام یه ماه وقت اضافه تو مهندسی بهش بدم. تأثیر مالی زمانی داره که باید دیده بشه...»، «یک چالش دیگه عدم تأمین مالی پروژه‌ها هست، این که ما نتونیم بحث BIM رو درست تأمین مالی کنیم...»، «...در بخش دولتی عدم ثبات مدیریت، عدم تأمین مالی، بروکراسی‌های پیچیده یعنی دوباره باید بری توجیهشون کنی، بروکراسی‌های بشدت پیچیده در انجام فرایند اداری یکی از مشکلات ماست...».

عوامل فنی: اغلب مصاحبه‌شوندگان به لزوم حرکت از ساختار سنتی و به ساختار نوین و پویا و فرآهم‌سازی زیرساخت‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزاری مناسب جهت تقویت کار در بستر تعامل و محیط داده مشترک (CDE) به عنوان یک عامل مؤثر اشاره داشتند: «...وقتی تحت BIM میشه، و این اطلاعات به سازمان‌های بزرگ واگذار میشه، شما وقتی که مسئول ساخت یک شهر جدید میشی، مدلسازی یه شهر جدید میشین، یک شهرک سلامت میشید، یک مجموعه‌ی چند هزار واحدی میشین، دیگه به لحاظ پدافند غیر عامل و حالا امنیت اطلاعات ساکنین اون قسمت یا هر چیز دیگه‌ای که شما فکر بکنین، حتی در مدیریت بحران، این اطلاعات یه اطلاعات مهم و رسمیه و بهتره برای اینکه یک مرزی منیتی که قطعاً وجود داره، یک سازو کار امنیتی برای حفظ این اطلاعات وجود داشته باشه حتماً تدوین بشه...»، «...بخش سخت‌افزاری شما بسته به بزرگی پروژه‌تون، نیاز دارید که از درواقع سیستم‌هایی استفاده بکنید که توان یاری شمارو داشته باشن...»، «...فرهنگ استفاده از BEP بیشتر بشه، من BEP رو مهم‌ترین چیزی میدونم...»، «...یکی از الزامات و عوامل قابل توجه حرکت به سمت همین فضای ابری یا کامن دیتا اینواپرومنته CDE. اون CDE هنوز نسخه‌های تجاری خوبی ازش وجود نداره...»

دسته سوم) عوامل ساختاری:

عوامل سازمانی: مطابق با نظر مصاحبه‌شوندگان اتخاذ رویکرد اصلاح ساختاری و اصلاح گام به گام فرآیندها در هر یک از سطوح تصمیم‌گیری، و ایجاد فرهنگ سازمانی حامی BIM در شرکت‌ها از جمله کلیدی‌ترین عوامل اثرگذار بر پیاده‌سازی این فناوری قابل توجه است چرا که در صورت اتخاذ رویه‌ها و سازوکارهای سازمانی مناسب امکان پیاده‌سازی موفق BIM تا حد زیادی قابل تحقق خواهد

بود. در همین راستا مصاحبه‌شوندگان اشاراتی داشتند: «...خیلی از شرکت‌هایی که سمت BIM نمیرن به خاطر اینکه اصولاً مدیرانش دارای تفکرهای نوگرا نیستند، یا متوجه مزیت‌ها نیستند، یا به نفر پیدا نشده که بره درست به این تفهیم کنه که اقا این ابزار مناسبه...»، «...وقتی سازمان فهمید به یک همچین چیزی نیاز داره، باید راهبرد پیاده‌سازی این رو توی سکتورهای مختلف سازمان، آنالیز کنه و بر اساس اون یک پنج خط میژن بنویسه... بعد براش برنامه اجرایی نوشته میشه که طبق اون برنامه اجرایی، گام به گام این موارد پیاده شه... بعد از پیاده‌سازی پلان برنامه‌ریزی شده و پیاده‌سازی تو سازمان باید حتماً پایش هم بشه...»

یکی از مهم‌ترین عواملی که توسط مصاحبه‌شوندگان مطرح گردید ارتقا درک سازمان نسبت به بهکارگیری این فناوری و ظرفیت‌سازی برای پذیرش این فناوری از طرق مختلف از جمله هم‌افزایی حرفه‌ای و فرهنگ‌سازی می‌باشد. «چالش اول اینکه فرهنگ سازمانیه وجود نداشته باشه... چون دانشش رو نداره، آگاهیشو نداره نتونه درست ارزیابی ریسک انجام بده، پیوسته با این به عنوان یک تهاجم برخورد میکنه، ترس از تغییر داره، یا ریسک تغییر رو نمیتونه بپذیره... ما توی قراردادهاشون (پیمانکارامون)، این رو الزام کردیم، یعنی مجبورشون در واقع کردیم بیان تحت BIM کارکنند...»

عوامل پرسنلی-فردی: مطابق با نظر مصاحبه‌شوندگان، توجه به افراد و حرکت به سمت تحول‌گرایی و تقویت روحیه مسئولیت‌پذیر در سازمان به جهت مشارکت محور بودن ماهیت BIM و تغییر ساختار بین شرکتی بر مبنای نقش افراد نیز از جمله عوامل حیاتی است که در اتخاذ ساز و کار حاکمیتی مناسب در سازمان حائز اهمیت شناسایی شده است. «... نظر افراد خیلی مهمه، عملکرد افراد خیلی مهمه، تفکرشون حتی بعد از اجرا خیلی مهمه...»، «وقتی افراد می‌بینند اثرگذار نیستند انگیزه کم میشه برای افراد که برن تو حوزه BIM فعالیت کنند...»، «... با عدم مشارکت افراد مختلف در یک تیم، باعث میشه که همون نتیجه حذقلی هم با یک ضرر اضافه تر همراه باشه...»

پ) مقایسه و تجمیع نتایج تحلیل داده‌های کمی و کیفی

همانطور که پیش‌تر تشریح گردید با توجه به نتایج حاصل از تحلیل داده‌های کمی و اولویت‌بندی حاصل از آن، داده‌های کیفی در تأیید اولویت‌بندی حاصل از گام کمی قرار گرفته و علاوه بر تأیید آن‌ها توسط مشارکت‌کنندگان، عوامل حاکمیتی مؤثر جدید نیز از طریق تحلیل محتوای کیفی و مقوله‌بندی شناسایی گردید. سپس به منظور تأیید نهایی ۴۴ عامل شناسایی شده از تحلیل محتوای مصاحبه‌ها

و تحلیل آمار استنباطی، از طریق یک فرآیند رفت و برگشتی با پانل خبره عوامل حاکمیتی بررسی، اصلاح و تأیید گردید. در مجموع نتایج حاصل از تجمیع تجزیه و تحلیل داده‌ها حاکی از آن است که ۷۱ مورد از مهم‌ترین عوامل حاکمیتی مؤثر مطابق با تحلیل پارتو و آنچه در گام کمی بدان پرداخته شد شناسایی و اولویت‌بندی و به ترتیب اولویت در ۸ حوزه (جدول ۴) و سه دسته عوامل پیشران، تخصصی و ساختاری ماهیت یافته و با اولویت‌های مختلف بر پیاده‌سازی موفق BIM در شرکت‌های ساختمانی اثرگذار می‌باشند و زمینه‌ساز پیاده‌سازی موفق این فناوری در شرکت‌ها به شمار می‌روند.

جدول ۴: اولویت‌بندی عوامل حاکمیتی مؤثر بر پیاده‌سازی موفق BIM در شرکت‌های ساختمانی

اولویت بالا  اولویت پایین

سطوح حاکمیتی	عوامل مؤثر	دسته فرعی	دسته اصلی
سازمان	لحاظ BIM به عنوان یک مزیت رقابتی در اهداف سازمان	سیاست‌گذاری (۴/۸۸)	عوامل پیشران
سازمان	متناسب‌سازی ساختار سازمان با الزامات اجرای BIM		
سازمان	تعیین راهبرد، استراتژی و نقشه راه مشخص جهت به کارگیری BIM در سازمان		
سازمان	تعریف پیاده‌سازی BIM در سازمان به عنوان یک پروژه		
سازمان	تهیه مدل کسب و کار ویژه BIM و تطبیق استراتژی‌های سازمانی، رهبری و قابلیت‌ها و منابع با ملزومات آن		
سازمان	به روز کردن مدل کسب و کار و اتخاذ BIM متناسب با مدل کسب و کار سازمان		
سازمان	اعتمادسازی نسبت به BIM از طریق ترویج منافع ملموس حاصل از به کارگیری BIM در سازمان		
سازمان	متقاعدسازی مدیریت ارشد از طریق تبیین منافع روشن حاصل از پیاده‌سازی BIM		
سازمان	اتخاذ یک سیاست سازمانی که به دنبال بهبود عملکرد پروژه باشد		

سطوح حاکمیتی	عوامل مؤثر	دسته فرعی	دسته اصلی
سازمان	سازگار نمودن پروژه‌ها با استراتژی سازمان در حوزه BIM و بازتعریف مسئولیت‌ها	سیاست‌گذاری (۴/۸۸)	عوامل پیش‌ران
سازمان	لحاظ قابلیت‌های نظارتی BIM در استراتژی‌های مدیریت پروژه سازمان		
ملی	مشارکت کشور در پروژه‌های جهانی با هدف انتقال دانش و تکنولوژی		
سازمان	لحاظ BIM بیس شدن پروژه‌ها در سند چشم‌انداز		
ملی	حمایت دولتی از قوانینی که پذیرش BIM را برای شرکت‌ها تسهیل می‌کند	حمایت‌گری (۴/۴۶)	
صنعت	تعریف مشوق‌های اقتصادی برای به‌کارگیری BIM در پروژه‌ها		
ملی	تخصیص بودجه از جانب سازمان برنامه و بودجه به پروژه‌های دولتی مشروط بر اجرای تحت BIM		
سازمان	اتخاذ سیاست‌های تشویقی/تنبیهی متناسب در سازمان		
صنعت	در نظر گرفتن مشوق‌های مالی و سیاسی دولتی در حمایت از اجرای BIM		
سازمان	حمایت از تحقق تعالی مدیریت سازمانی		
سازمان	حمایت مدیریت ارشد از پیاده‌سازی BIM در سازمان	فراسازمانی (۴/۴۶)	
سازمان	تدوین سازوکار مناسب جهت تغییر فرآیند کار توسط BIM		
صنعت	ایجاد یک مرجع ذیصلاح فنی-قانونی در حوزه BIM		
صنعت	لحاظ بودجه ویژه دولتی برای راه‌اندازی، توسعه، آموزش و استانداردسازی BIM در شرکت‌های ساختمانی		
ملی	تأمین نیروهای متخصص در حوزه BIM در کشور		
ملی	آموزش فناوری BIM در دانشگاه‌ها		
صنعت	اجرای سیاست‌های مناسب برای انتقال دانش بین شرکت‌های بزرگ، کوچک و متوسط		

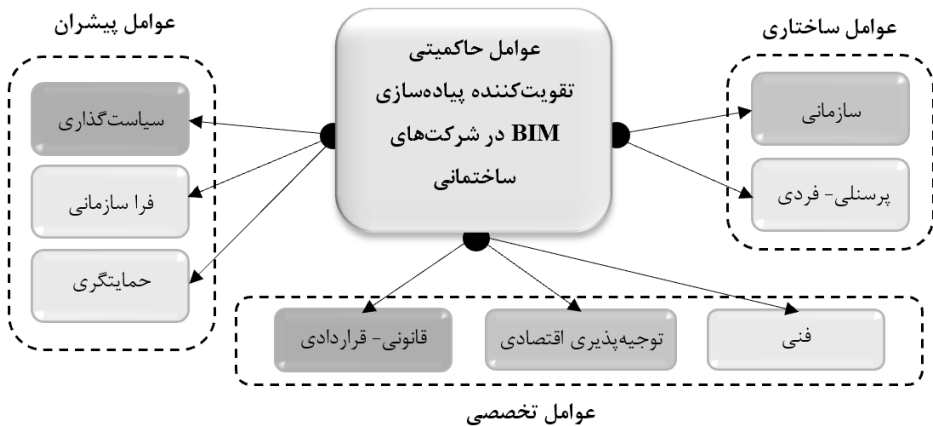
سطوح حاکمیتی	عوامل مؤثر	دسته فرعی	دسته اصلی
سازمان	ایجاد شفافیت در الزامات و اقدامات برای دستیابی به پروژه‌های پایدار	فراسازمانی (۴/۴۶)	عوامل پیشران
صنعت	تهیه فهرست‌بهای ارائه خدمات فنی-مهندسی تحت BIM		
صنعت	همسویی و اتفاق نظر ارکان مختلف پروژه از جمله کارفرما، پیمانکار، مشاور و ... جهت کار در بستر BIM		
صنعت	توسعه یک استراتژی پیاده سازی دقیق تر و مناسب برای سازمان های کوچک و متوسط		
ملی	تقویت نیرو محرکه های موجود در سطوح دولت، اکوسیستم، شرکت، تیم، فرآیند، و ابزار و نرم‌افزار BIM و ارتباط هر یک از سطوح با یکدیگر جهت مدیریت مقاومت در برابر تغییر و توسعه BIM در یک سازمان		
سازمان	الزام سازمانی از جانب مدیریت ارشد جهت کار در بستر BIM	قراردادی- قانونی (۵/۷۳)	عوامل تخصصی
صنعت	تدوین استانداردها، کدها، قوانین و مقررات ویژه BIM در راستای ساخت و ساز ناب		
سازمان	تنظیم بندهایی در قرارداد در مورد مدیریت اطلاعات، بیمه یکپارچه پروژه، قابلیت اطمینان داده ها، نقش‌ها و مسئولیت‌های طرفین، مالکیت داده‌ها و خروجی‌های BIM، روش‌های به اشتراک‌گذاری اطلاعات و مشخص کردن محتوای مدل BIM از طریق CDE با استناد به پروتکل‌ها و استانداردهای BIM		
سازمان	ایجاد سازو کار قراردادی متناسب با BIM و تسهیم درست ریسک و مسئولیت بین ارکان پروژه های ساختمانی بکارگیرنده BIM، رعایت حقوق مالکیت معنوی و موضوعات قانونی در قالب قرارداد		
صنعت	متناسب سازی استانداردهای BIM با قوانین و مقررات منطقه‌ای		
صنعت	تدوین دستورالعمل مشترک برای همکاری های بین سازمانی در حوزه مدل‌سازی BIM		
سازمان	اتخاذ سیستم اجرای دو عاملی در پروژه های تحت BIM		

سطوح حاکمیتی	عوامل مؤثر	دسته فرعی	دسته اصلی
سازمان	تدوین یک سند کسب و کار BIM و بررسی بازگشت سرمایه ناشی از آن قبل از پیاده‌سازی آن در سازمان	توجیه‌پذیری اقتصادی (۴/۷۷)	عوامل تخصصی
سازمان	ارزیابی ظرفیت مالی شرکت برای تأمین هزینه‌های به کارگیری BIM در سازمان		
سازمان	ارزیابی ریسک‌های فنی-اقتصادی پیاده‌سازی BIM		
ملی	متقاعدسازی دولت برای افزایش تحقیقات در صنعت و دانشگاه و اتخاذ رویکرد اجرای BIM در پروژه‌های دولتی		
سازمان	تأمین منابع مالی مناسب برای نرم‌افزار BIM، مجوزها و ارتقاء آن منظم آن		
سازمان	توجه به داده‌های کنترل و نظارت سیستم‌ها، داده‌های تاسیسات، الزامات مدیریت فضای اطلاعات در مرحله تحویل پروژه	فنی (۴/۱۹)	
سازمان	حفظ انطباق با BEP		
سازمان	تقویت پروتکل‌های امنیتی و توجه به حریم خصوصی داده‌ها		
سازمان	اتخاذ یک مدل پذیرش BIM، که ترکیبی از مدل بلوغ BIM و مدل پذیرندگان BIM باشد		
سازمان	به کارگیری یک رویکرد تکاملی از طریق اجرای گام به گام فناوری		
صنعت	استفاده از استانداردهای مدل‌سازی واحد		
سازمان	حرکت از ساختار سنتی به ساختار نوین، چابک و پویا		
صنعت	حرکت به سمت کار در محیط داده‌مشارک (CDE)		
سازمان	تأمین زیرساخت‌های نرم‌افزاری و سخت‌افزار مناسب		
سازمان	بهره‌گیری از نرم‌افزارهای به روز و تقویت‌کننده قابلیت‌های همکاری		

سطوح حاکمیتی	عوامل مؤثر	دسته فرعی	دسته اصلی
صنعت	تعیین مشوقها، دستورالعملها و استانداردهای مشترک جهت تسریع در گسترش پذیرش BIM	سازمانی (۴/۵۴)	عوامل ساختاری
سازمان	ایجاد فرهنگ سازمانی حامی سیستم BIM و رهبری مؤثر		
سازمان	اجبار به اجرای BIM در یک پروژه به صورت پایلوت		
سازمان	فرهنگسازی میان کارکنان برای پذیرش و کار در بستر BIM		
سازمان	به کارگیری مدیرانی با تفکر نوگرا		
سازمان	آگاهی بخشی به منظور مقابله با مقاومت های سازمانی در برابر فناوری های جدید		
سازمان	ارتقاء همکاری و هماهنگی مؤثر بین ارکان پروژه ها		
سازمان	اتخاذ رویکردی گام به گام برای پیاده سازی BIM		
سازمان	توجه به امنیت شغلی کارمندان در گذار از حالت سنتی به اتخاذ رویکرد جدید در پیاده سازی BIM		
سازمان	آموزش مستمر کارکنان		
سازمان	تقویت توانمندیهای محیط کار مشترک از قبیل: توسعه محیط کار حمایتی، افزایش تعهد، بهبود مدیریت دانش، طرح های پاداش دهی و سیاست های نوآوری و ابزارهای BIM		
سازمان	نیازسنجی واقعی در خصوص لزوم استفاده از BIM براساس اهداف شرکت		
صنعت	به کارگیری نیروهایی با دانش طراحی مهندسی، نرم افزار، مدیریت پروژه و مدیریت اطلاعات	فردی-پرسنلی (۲/۹۶)	
صنعت	ظرفیت سازی برای پذیرش فناوری از طریق هم افزایی حرفه ای در صنعت و فرهنگ سازی		
سازمان	بهبود درک سازمان نسبت به حکمرانی مگا پروژه های دولتی		
سازمان	نهادینه سازی حمایت از تصمیم گیری افراد		
صنعت	تغییر ساختار بین شرکتی، فرهنگ شرکتی بر اساس نقش افراد و عوامل مؤثر بر آنها		

بحث و نتیجه‌گیری

طبق در پژوهش حاضر به منظور شناسایی و اولویت‌بندی عوامل حاکمیتی مؤثر بر پیاده‌سازی موفق BIM در شرکت‌های ساختمانی با اتخاذ رویکرد آمیخته از ابزارهای کمی و کیفی بهره‌گیری شد. بر اساس یافته‌های پژوهش به طور خلاصه می‌توان گفت صاحبان تجربه، عوامل حاکمیتی مؤثر بر پیاده‌سازی موفق BIM را محدود به سطح سازمان ندانسته و آن‌ها را در سطوح مختلفی ادراک می‌کنند و معتقدند مقوله بازنگری در استراتژی‌های حاکمیتی تنها مرتبط با فرایند پیاده‌سازی BIM در سطح تک شرکت نبوده و می‌بایست ساختار چندسطحی عوامل پیشران و زیرساختی در حوزه‌های مختلف اثرگذار بر اقدامات حاکمیتی درک و سپس برای تحقق و تقویت آن‌ها چاره‌اندیشی گردد. مطابق با نتایج مرتبط با اولویت‌بندی عوامل حاکمیتی شناسایی شده در (جدول ۴) و به منظور درک بهتر ساختار و ابعاد عوامل حاکمیتی اثرگذار در فرایند پیاده‌سازی BIM، این عوامل واکاوی شده در قالب یک الگوی ساختاری متشکل از سه دسته ترسیم شده است (شکل ۲).



شکل ۲: شمای کلی الگوی ساختاری عوامل حاکمیتی تقویت‌کننده پیاده‌سازی موفق BIM در شرکت‌های ساختمانی

اولویت بالا اولویت پایین

بر مبنای الگوی ساختاری فوق می‌توان نتیجه گرفت، دستیابی به پیاده‌سازی موفق BIM در

شرکت‌های ساختمانی تحت تأثیر سه دسته عوامل حاکمیتی از جنس عوامل پیشران، تخصصی و ساختاری است و عمده عوامل مؤثر حاکمیتی تقویت‌کننده پیاده‌سازی BIM در شرکت‌های ساختمانی از جنس عوامل پیشران و متعلق به حوزه‌های سیاست‌گذاری، فراسازمانی و حمایت‌گری می‌باشد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد در صورت اتخاذ ساز و کار مناسب در سطوح حکمرانی و همچنین درک درست ماهیت BIM و اتخاذ خط مشی مناسب و سیاست سازمانی پیشرو و تدوین نقشه راه مناسب جهت دستیابی به اهداف و تحقق استراتژی‌ها در هر یک از سطوح حاکمیتی می‌توان در جهت تحقق پیاده‌سازی موفق BIM در شرکت‌ها گام برداشت. از طرفی علی‌رغم اینکه با تحقق عوامل حاکمیتی مؤثر در سطح سازمان می‌توان گام مؤثری در فرایند پیاده‌سازی BIM در شرکت‌های ساختمانی طی نمود، لازمه تحقق پیاده‌سازی موفق BIM در شرکت‌های ساختمانی، بدلیل ماهیت نوین آن و فراهم نبودن زیرساخت‌های لازم، نیازمند فراهم بودن زیرساخت‌های مناسب است و فراهم آوردن زیرساخت‌های لازم نیز جز با مشارکت سطوح مختلف تصمیم‌گیر و سیاستگذار امکان‌پذیر نخواهد بود. از این رو پیاده‌سازی BIM در سطح سازمان تا حد زیادی تحت تأثیر رویکردهای کلان حاکمیتی و استراتژی‌ها و برنامه‌های اتخاذ شده، تخصیص بودجه به مقوله پیاده‌سازی BIM، تعریف پروژه‌های زیر ساختی تحت BIM و... از جانب دولت خواهد بود.

از این رو نتایج بدست آمده به مدیران ارشد و هیأت‌های حاکمه در سازمان‌های فعال در صنعت ساخت کمک می‌کند تا ضمن شناسایی زیرساخت‌های موجود، نقاط قوت سازمان و تقویت آن‌ها در جهت برنامه‌ریزی و فراهم نمودن بستر و امکانات لازم برای تحقق عوامل مؤثر در هر یک از هشت حوزه شناسایی شده به ترتیب اولویت گام برداشته و با به کارگیری درست ابزارها، رویه‌ها و فرایندها و تعیین درست نقش بازیگران در هر یک از سطوح حکمرانی، راهبری و سیاست‌گذاری در سطح سازمان را بهبود بخشند و با تدوین ساز و کارها و استانداردها و رویه‌های درون سازمانی مناسب از بروز چالش‌های جدی در فرایند پیاده‌سازی این فناوری در شرکت‌های خود جلوگیری نمایند و از این طریق روند توسعه BIM در شرکت‌هایشان از طریق به کارگیری یک استراتژی مناسب با رویکردی همسو با ماهیت این فناوری تضمین نمایند. جهت‌گیری پیشنهادها برای پژوهش‌های آتی را می‌توان، اتخاذ رویکرد پژوهش حاضر و شناسایی عوامل حاکمیتی جهت تقلیل چالش‌های موجود متناسب با بسترهای مختلف پیاده‌سازی BIM در سازمان‌هایی از جمله سازمان‌های مشاور، کارفرما و پیمانکار جست‌وجو نمود. همچنین مطابق نظر مصاحبه‌شوندگان می‌توان اظهار داشت که توجه به ملاحظات شرکت‌ها و

اتخاذ رویکرد یکپارچه در سطوح مختلف پیاده‌سازی و ایجاد بستر مناسب جهت گردآوری تجربیات پیاده‌سازی BIM توسط شرکت‌ها می‌تواند در تحقق بهبود فرایند پیاده‌سازی این فناوری اثرگذار باشد. از این رو بررسی سازوکار مناسب جهت تعریف پروژه‌های BIM و همچنین شناسایی مؤلفه‌های حاکمیت خوب جهت بهبود پیاده‌سازی BIM در هر یک از سطوح حکمرانی از سطح سازمان تا سطوح کلان صنعت و ملی را می‌توان از جمله مهم‌ترین گام‌هایی بر شمرده که می‌بایست جهت تکمیل نتایج بدست آمده در پژوهش حاضر جهت انجام پژوهش‌های آتی مد نظر قرار گیرد.

از آنجا که هر پژوهش علمی در روند اجرای پژوهش با محدودیت‌هایی رو به روست، پژوهش حاضر نیز دارای محدودیت‌هایی است. نبود مرجعی ذیصلاح در حوزه BIM در کشور موجب شده تا اطلاعات کافی از سطح بلوغ پیاده‌سازی و جامعه متخصصان فعال در حوزه BIM در کشور وجود نداشته باشد. بنابراین با ظهور و تقویت انجمن صنفی BIM به عنوان یک مرجع ذیصلاح واحد در کشور امید است علاوه بر کمک به سازماندهی موضوعات فنی و قراردادی و قانونی کاربران در حوزه BIM، با ایجاد بانک اطلاعاتی جامع از فعالان در حوزه‌های مختلف پیاده‌سازی BIM، جامعه آماری مشخص‌تری از افراد صاحب صلاحیت فنی و تخصصی در رشته‌ها، تخصص‌ها و سطوح مختلف BIM جهت به کارگیری روش‌های تحلیلی مناسب‌تر برای انجام پژوهش‌های آتی فراهم نمود. از دیگر محدودیت‌های پژوهش می‌توان به محدودیت‌های ذاتی ابزار گردآوری و تحلیل داده‌ها در روش‌های کمی کیفی اشاره نمود که امکان استفاده از نتایج پژوهش را دچار محدودیت می‌نماید. در این پژوهش سعی شده است تا استفاده از تکنیک‌ها و رویکردهای مختلف و مقایسه نتایج بدست آمده تا حد بسیاری در جهت تقویت و اصلاح نتایج پژوهش حرکت نمود.

منابع

- Aeini, S., Delavari, M., & Goldust, Y. (2022). Identifying and Ranking Criteria of Good Governance in Project-Based Organizations. *Journal of Engineering, Project & Production Management*, 12(1). <http://doi.org/10.32738/jepmm-2022-0007>
- Al-Ashmori, Y. Y., Othman, I., & Al-Aidrous, A. H. M. (2022). “Values, Challenges, and Critical Success Factors” of Building Information Modelling (BIM) in Malaysia: Experts Perspective. *Sustainability*, 14(6), 3192. <https://doi.org/10.3390/su14063192>
- Al-Ashmori, Y. Y., Othman, I., & Rahmawati, Y. (2020, April). Bibliographic analysis of BIM success factors and other BIM literatures using Vosviewer: A theoretical mapping and discussion. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1529, No. 4, p. 042105). IOP Publishing. https://ui.adsabs.harvard.edu/link_gateway/2020JPhCS1529d2105Y/doi:10.1088/1742-6596/1529/4/042105
- Alreshidi, E., Mourshed, M., & Rezgui, Y. (2016). Cloud-based BIM governance platform requirements and specifications: Software engineering approach using BPMN and UML. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 30(4), 04015063. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000539](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000539)
- Alreshidi, E., Mourshed, M., & Rezgui, Y. (2017). Factors for effective BIM governance. *Journal of Building Engineering*, 10, 89-101. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2017.02.006>
- Amuda-Yusuf, G. (2018). Critical success factors for building information modelling implementation. *Construction Economics and Building*, 18(3), 55-73. <https://doi.org/10.5130/AJCEB.v18i3.6000>
- Awwad, K. A., Shibani, A., & Ghostin, M. (2022). Exploring the critical success factors influencing BIM level 2 implementation in the UK construction industry: the case of SMEs. *International journal of construction management*, 22(10), 1894-1901. <https://doi.org/10.1080/15623599.2020.1744213>
- BOUHMOUD, H., & Loudyi, D. (2022). Building information modeling (BIM) framework, potential and challenges. *International Journal of Information Science and Technology*, 5(3), 24-35. <http://dx.doi.org/10.57675/IMIST.PRSM/ijist-v5i3.173>
- Brunet, M. (2021). Making sense of a governance framework for megaprojects: The challenge of finding equilibrium. *International Journal of Project Management*, 39(4), 406-416. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2020.09.001>

- Cao, D., Li, H., Wang, G., & Huang, T. (2017). Identifying and contextualising the motivations for BIM implementation in construction projects: An empirical study in China. *International journal of project management*, 35(4), 658-669. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.02.002>
- Chan, A. P., Ma, X., Yi, W., Zhou, X., & Xiong, F. (2018). Critical review of studies on building information modeling (BIM) in project management. *Frontiers of Engineering Management*, 5(3), 394-406. <http://dx.doi.org/10.15302/J-FEM-2018203>
- Chan, D. W., Olawumi, T. O., & Ho, A. M. (2019). Critical success factors for building information modelling (BIM) implementation in Hong Kong. *Engineering, Construction and Architectural Management*. <https://doi.org/10.1108/ECAM-05-2018-0204>
- Chegu Badrinath, A., & Hsieh, S. H. (2019). Empirical approach to identify operational critical success factors for BIM projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 145(3), 04018140. [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001607](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001607)
- Costin, A., Adibfar, A., Hu, H., & Chen, S. S. (2018). Building Information Modeling (BIM) for transportation infrastructure—Literature review, applications, challenges, and recommendations. *Automation in construction*, 94, 257-28. <https://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2018.07.001>
- Dao, T. N., Chen, P. H., & Nguyen, T. Q. (2021). Critical success factors and a contractual framework for construction projects adopting building information modeling in Vietnam. *International Journal of Civil Engineering*, 19, 85-102. https://ui.adsabs.harvard.edu/link_gateway/2021IJCE...19...85D/doi:10.1007/s40999-020-00542-3
- Eskandari, P. (2018). Investigating and Proposing an Appropriate Pattern for the Implementation of Building Information Modelling (BIM) in Consulting Engineers companies. Dissertation (Master), University of Tarbiat Modares. [In Persian] https://centlibrary.sbu.ac.ir/faces/search/bibliographic/biblioFullView.jspx?_afPfm=1b7jmdnmbp.
- Evans, M., Farrell, P., Mashali, A., & Zewein, W. (2021). Critical success factors for adopting building information modelling (BIM) and lean construction practices on construction mega-projects: A Delphi survey. *Journal of engineering, design and*

- technology, 19(2), 537-556. <http://dx.doi.org/10.1108/JEDT-04-2020-0146>
- Ezekwem, K. C. (2016). Environmental information modeling: An integration of Building Information Modeling and Geographic Information Systems for lean and green developments (Doctoral dissertation, North Dakota State University). <https://scholar.google.com/scholar?oi=bibs&cluster=10949043157402587813&btnI=1&hl=en>
- Ezeokoli, F. O., Okoye, P., & Nkeleme, E. (2016). Factors affecting the adaptability of building information modelling (BIM) for construction projects in Anambra State Nigeria. *Journal of Scientific Research and Reports*, 11(5), 1-10. <http://dx.doi.org/10.9734/JSRR/2016/26563>
- Futuhi, A. (2015). Investigating the role and position of BIM (Building Information Modeling) in the performance of architectural consulting engineer companies (ranked 1 in Tehran). Dissertation (Master), University of Tarbiat Modares. [In Persian] https://centlibrary.sbu.ac.ir/faces/search/bibliographic/biblioFullView.jspx?_afPfm=1b7jmdnmbu
- Galvin, P., Tywoniak, S., & Sutherland, J. (2021). Collaboration and opportunism in megaproject alliance contracts: The interplay between governance, trust and culture. *International Journal of Project Management*, 39(4), 394-405. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2021.02.007>
- Ganiyu, S. A., Ebohon, J. O., & Cidik, M. S. (2021). Exploration of critical factors impacting the integration of experiential knowledge with BIM implementation. <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10137346/>
- Gerbov, A., Singh, V., & Herva, M. (2018). Challenges in applying design research studies to assess benefits of BIM in infrastructure projects: Reflections from Finnish case studies. *Engineering, Construction and Architectural Management*. <http://dx.doi.org/10.1108/ECAM-12-2016-0260>
- Hasan, A. N., & Rasheed, S. M. (2019). The benefits of and challenges to implement 5D BIM in construction industry. *Civil Engineering Journal*, 5(2), 412. <http://dx.doi.org/10.28991/cej-2019-03091255>
- He, Q., Wang, G., Luo, L., Shi, Q., Xie, J., & Meng, X. (2017). Mapping the managerial areas of Building Information Modeling (BIM) using scientometric analysis. *International journal of project management*, 35(4), 670-685. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.08.001>

- Jiang, R., Wu, C., Lei, X., Shemery, A., Hampson, K. D., & Wu, P. (2022). Government efforts and roadmaps for building information modeling implementation: Lessons from Singapore, the UK and the US. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 29(2), 782-818. <http://dx.doi.org/10.1108/ECAM-08-2019-0438>
- Keskin, B., Ozorhon, B., & Koseoglu, O. (2019). BIM implementation in mega projects: challenges and enablers in the Istanbul Grand Airport (IGA) project. In *Advances in Informatics and Computing in Civil and Construction Engineering: Proceedings of the 35th CIB W78 2018 Conference: IT in Design, Construction, and Management* (pp. 881-888). Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-00220-6_106
- Kheirizadeh, KH. (2003). Developing A Model Of Project Management Information System For Construction Companies (Case Study :Bolandpaye¹ Co.). Dissertation (Master), University of Tarbiat Modares. [In Persian] <https://parseh.modares.ac.ir/thesis/6110396>.
- Khoshfetrat, R., Sarvari, H., Chan, D. W., & Rakhshanifar, M. (2022). Critical risk factors for implementing building information modelling (BIM): a Delphi-based survey. *International Journal of Construction Management*, 22(12), 2375-2384. <http://dx.doi.org/10.1080/15623599.2020.1788759>
- Li, P., Zheng, S., Si, H., & Xu, K. (2019). Critical challenges for BIM adoption in small and medium-sized enterprises: evidence from China. *Advances in Civil Engineering*, 2019, 1-14. <http://dx.doi.org/10.1155/2019/9482350>
- Liao, L., & Teo, E. A. L. (2017). Critical success factors for enhancing the building information modelling implementation in building projects in Singapore. *Journal of Civil Engineering and Management*, 23(8), 1029-1044. <https://doi.org/10.3846/13923730.2017.1374300>
- Ma, Xiaozhi, P. C. Chan, Albert, Li, Yongkui, Zhang, Boyu, Xiong, Feng, ASCE, A.M. 2019. Critical Strategies for Enhancing BIM Implementation in AEC Projects: Perspectives from Chinese Practitioners, American Society of Civil Engineers. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001748](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001748)
- Mehraj, I. (2020). Framework for Cloud-Based BIM Governance (Doctoral dissertation). Chicago: Illinois Institute of Technology. <https://search.proquest.com/openview/b2e eb5f9138464e4c6e92c21293a3e7a/1?pq-origsite=gscholar&cbl=51922&diss=y>
- Mirzaei, F. (2021). Prioritizing the Obstacles and Solutions of BIM

- Implementation in Iran Building Industry's Design-Build Companies. Dissertation (Master), University of Tarbiat Modares. [In Persian]
https://parseh.modares.ac.ir/thesis.php?id=10003627&sid=1&slc_lang=fa.
- Moghim, F.S. (2022). Investigating the Barriers and solutions to Development of Building Information Modeling (BIM) Implementation in Self-employed Construction Companies (Case Study: ACE OIL Company. Dissertation (Master), University of Tarbiat Modares. [In Persian] <https://parseh.modares.ac.ir/thesis/10005920>.
- Mohammadpour, A., Sadeghi, R., Rezaei, M., Pertovi, L. (2009), "Tradition, Modernization and Family: Examining the Continuity and Change of the Family in Illi Communities Using a Mixed Research Approach". Scientific Journal Quarterly Journal of Women's Research, Volume 7, Number 4, Winter 2018, pp. 71-93. [In Persian] https://jwdp.ut.ac.ir/article_19744.html.
- Morlhon, R., Pellerin, R., & Bourgault, M. (2014). Building information modeling implementation through maturity evaluation and critical success factors management. *Procedia Technology*, 16, 1126-1134. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2014.10.127>
- Mousavi Zare, S.M.H., khosravi Ahangar, A. (2020). A Comparative Study on BIM (Building Information Modeling) Implementation and Maturity across Different Countries with a Review on Iran. 3rd International conference on Building Information Modeling.
https://BIMconf.com/wp-content/uploads/2020/3rdconf_article/1246.pdf
- OECD, O. (2004). The OECD principles of corporate governance. *Contaduría y Administración*, (216). <http://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2005.562>
- Olawumi, T. O., & Chan, D. W. (2019). Critical success factors for implementing building information modeling and sustainability practices in construction projects: A Delphi survey. *Sustainable Development*, 27(4), 587-602.
<http://dx.doi.org/10.1002%2Fsd.1925>
- Othman, I., Al-Ashmori, Y. Y., Rahmawati, Y., Amran, Y. M., & Al-Bared, M. A. M. (2021). The level of building information modelling (BIM) implementation in Malaysia. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(1), 455-463.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.asej.2020.04.007>
- Pande, S., & Ansari, V. A. (2014). A theoretical framework for corporate governance. *Indian Journal of Corporate Governance*, 7(1), 56-72.
<https://doi.org/10.1177/0974686220140104>

- Patel, T., Bapat, H., Patel, D., & van der Walt, J. D. (2021). Identification of critical success factors (Csfs) of BIM software selection: A combined approach of fcm and fuzzy dematel. *Buildings*, 11(7), 311. <https://doi.org/10.3390/buildings11070311>
- Phang, T. C., Chen, C., & Tiong, R. L. (2020). New model for identifying critical success factors influencing BIM adoption from precast concrete manufacturers' view. *Journal of Construction Engineering and Management*, 146(4), 04020014. [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001773](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001773)
- Rezgui, Y., Beach, T., & Rana, O. (2013). A governance approach for BIM management across lifecycle and supply chains using mixed-modes of information delivery. *Journal of civil engineering and management*, 19(2), 239-258. <http://dx.doi.org/10.3846/13923730.2012.760480>
- Rohani, N., & Banihashemi, S. Y. (2022). Identifying and prioritizing the barriers to BIM implementation in Iran. *Amirkabir J. Civil Engineering*, 54(2), 157-160. <https://doi.org/10.22060/ceej.2021.19093.7066>
- Sardroud, J. M., Mehdizadehtavasani, M., Khorramabadi, A., & Ranjbardar, A. (2018). Barriers analysis to effective implementation of BIM in the construction industry. In ISARC. *Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction (Vol. 35, pp. 1-8)*. IAARC Publications. <http://dx.doi.org/10.22260/ISARC2018/0009>
- Shahrudin, S., Zairul, M., Haron, A. T., & Fared, M. M. (2022). Performance-based identity in a BIM environment: an architect's perceptions and experiences. *Open House International*. <http://dx.doi.org/10.1108/OHI-07-2021-0147>
- Sinoh, S. S., Othman, F., & Ibrahim, Z. (2020). Critical success factors for BIM implementation: a Malaysian case study. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 27(9), 2737-2765. <http://dx.doi.org/10.1108/ECAM-09-2019-0475>
- Song, J., Song, L., Liu, H., Feng, Z., & Müller, R. (2022). Rethinking project governance: Incorporating contextual and practice-based views. *International Journal of Project Management*, 40(4), 332-346. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2022.04.004>
- Sunil, K., Pathirage, C., & Underwood, J. (2017, September). Factors impacting Building Information Modelling (BIM) implementation in cost monitoring and control. In 13th International Postgraduate Research Conference (IPGRC): conference proceedings (pp. 210-224). University of Salford. <http://usir.salford.ac.uk/43913/>
- Taheripour, S., Azizi, M., & Eshtehardian, E. (2022). Solutions to facilitate the

- acceptance of building information modeling technology in Iranian building companies, based on the effects of national culture dimensions, *Journal of Technology Development Management*, 9(4), 129-150. [In Persian] <https://doi.org/10.22104/jtdm.2022.4516.2651>.
- Tai, S., Zhang, Y., & Li, T. (2021). Factors affecting BIM application in China: a social network model. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 19(2), 373-384. <https://doi.org/10.1108/jedt-12-2019-0330>
- Tsai, M. H., Mom, M., & Hsieh, S. H. (2014). Developing critical success factors for the assessment of BIM technology adoption: part I. Methodology and survey. *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, 37(7), 845-858. <https://doi.org/10.1080/02533839.2014.888811>
- Turner, R. (2020). How does governance influence decision making on projects and in project-based organizations?. *Project Management Journal*, 51(6), 670-684. <https://doi.org/10.1177/8756972820939769>
- Umar, T. (2022). Challenges of BIM implementation in GCC construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 29(3), 1139-1168. <http://dx.doi.org/10.1108/ECAM-11-2019-0608>
- Unterhitzberger, C., & Moeller, D. (2021). Fair project governance: An organisational justice approach to project governance. *International Journal of Project Management*, 39(6), 683-696. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2021.06.003>
- ZeinAbadi, F. (2020). Assess coordination in the implementation of Building projects and The performance of BIM in this regard. Dissertation (Master), University of Tarbiat Modares. [In Persian] <https://parseh.modares.ac.ir/thesis/10002158>.