E-ISSN: 2717-4581 | P-ISSN: 2783-1345

Innovation Management and Operational Strategies

www.journal-imos.ir

Inov. Manage. Oper. Stra. Vol. 2, No. 4 (2022) 385–400.

Paper Type: Original Article

BIM Adoption in Construction Companies of Tehran Province, Using Technology Acceptance Model (TAM)

Sahar Taheripour, Mojtaba Azizi*, Ehsanallah Eshtehardian

Department of Construction and Project Management, Faculty of Art, Tarbiat Modares University (TMU), Tehran, Iran; sahar.taheripour@modares.ac.ir; azizi.pm@modares.ac.ir; eshtehardian@modares.ac.ir.

Citation:

Taheripour, S., Azizi, M., & Eshtehardian, E. (2022). BIM adoption in construction companies of Tehran province, using Technology Acceptance Model (TAM). *Innovation management and operational strategies, 2*(4), 385-400.

Received: 04/09/2021 Reviewed: 01/11/2021 Revised: 28/11/2021 Accept: 20/12/2021

Abstract

Purpose: Although in recent years, Building Information Modeling as an emerging technology in the Iranian construction industry, has attracted the attention of many people, but the low productivity of this industry, the conditions for the realization of many benefits from the implementation of this technology has faced many obstacles. The implementation of such technologies on national, organizational and individual scales depends on their adoption. According to previous research in this field, unfortunately the adoption of BIM in Iran, is very slow and undesirable.

Methodology: In the present study, by distributing a questionnaire among the first ranked construction companies in Tehran province, the BIM adoption status was obtained using the Technology Acceptance Model (TAM).

Findings: The data analysis, which was performed using Structural Equation Modeling, showed BIM adoption was below average in all 87 valid samples. The research findings showed that if people to imagine using BIM in their minds and beliefs easier, the more they think that using BIM is usefulness, and both of these variables lead to a greater intention to adopt BIM technology.

Originality/Value: As a result, it may be possible to improve the BIM adoption status in the Iranian construction industry by focusing on strengthening individual and behavioral dimensions in order to further BIM adopting.

Keywords: Adoption, Construction companies, Technology Acceptance Model (TAM), Building Information Modeling (BIM).

Corresponding Author: azizi.pm@modares.ac.ir

10.22105/IMOS.2021.303205.1165

Licensee. **Innovation Managemrnt & Operational Strategeis**. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0).

Innovation Management & Operational Strategies

مدیریت نوآوری و راهبردهای عملیاتی

دوره ۲، شماره ۴، (۱۴۰۰)، ۴۰۰-۳۸۵

www.journal-imos.ir

نوع مقاله: پژوهشی

پذیرش فناوری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در شرکت‌های ساختمانی استان تهران با استفاده از مدل پذیرش فناوری (TAM)

سحر طاهری‌پور، مجتبی عزیزی*، احسان‌اله اشتهاردیان

گروه مدیریت پروژه و ساخت، دانشکده هنر، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

چکیده

هدف: اگرچه در سال‌های اخیر مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به‌عنوان فناوری نوظهور در صنعت ساخت‌وساز ایران، مورد توجه افراد زیادی قرار گرفته، اما بهره‌وری پایین این صنعت، شرایط تحقق بسیاری از منافع حاصل از پیاده‌سازی این فناوری را با موانع بسیاری مواجه کرده است. پیاده‌سازی چنین فناوری‌هایی در مقیاس ملی، سازمانی و فردی، منوط به پذیرش آن‌هاست که متأسفانه وضعیت پذیرش *BIM* در ایران، بنا بر تحقیقات پیشین در این زمینه، بسیار کند و نامطلوب است.

روش‌شناسی پژوهش: در تحقیق حاضر، از طریق توزیع پرسش‌نامه‌ای بین شرکت‌های ساختمانی رتبه یک استان تهران، وضعیت پذیرش *BIM* با استفاده از مدل پذیرش فناوری (*TAM*) به دست آمد.

یافته‌ها: تجزیه‌وتحلیل داده‌ها که با استفاده از روش مدل‌سازی معادلات ساختاری انجام شد، نشان داد وضعیت پذیرش *BIM* در تمامی ۸۷ نمونه معتبر تحقیق، کمتر از حد متوسط است. یافته‌های تحقیق نشان داد هرچقدر افراد در ذهن و باور خود، استفاده از *BIM* را آسان‌تر تصور کنند، بیشتر می‌پندارند که استفاده از *BIM* برایشان سودمند است و هر دو این متغیرها، میزان گرایش بیشتری به سمت پذیرش فناوری *BIM* را منجر می‌شوند.

اصالت/ارزش افزوده علمی: شاید بتوان با تمرکز بر تقویت مؤلفه‌های فردی و رفتاری در راستای پذیرش بیشتر *BIM*، وضعیت پذیرش کند *BIM* را در صنعت ساختمان ایران بهبود بخشید.

کلیدواژه‌ها: پذیرش، شرکت‌های ساختمانی، مدل پذیرش فناوری، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان.

۱- مقدمه

صنعت ساختمان یکی از صنایع گسترده، غیرمتمرکز و به شدت بومی هر کشور است و در بسیاری از کشورها شاخصه‌ای برای رشد و توسعه و یا رکود اقتصادی به حساب می‌آید.

* نویسنده مسئول

azizi.pm@modares.ac.ir

10.22105/IMOS.2021.303205.1165

این صنعت در کشور ایران در حال حاضر دچار ناکارآمدی فراوانی است که یکی از دلایل اصلی آن، عدم رشد در حوزه تکنیکی و فنی است (پارسا و کفایتی‌ملک‌آباد[۱]، ۲۰۱۸). فناوری اطلاعات، نقش مهمی را برای تسهیل این امور بر عهده دارد (فرح[۲]، ۲۰۰۵).

از مفاهیم تکنولوژیکی که طی دهه‌های اخیر وارد ادبیات مدیریت پروژه و ساخت شده و از پیشرفت‌های این رشته به شمار می‌رود، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان است که به اختصار *BIM* نامیده می‌شود. *BIM* فرآیند تولید و مدیریت اطلاعات ساختمان در طی حیات آن است که به‌عنوان منبع مشترک اطلاعات، بین کل تیم طراحی و اجرای ساختمان عمل می‌کند و منجر به یکپارچگی اطلاعات، افزایش هماهنگی، کاهش خطاها و افزایش کیفیت کار می‌شود (کیمل[۳]، ۲۰۰۸). هدف *BIM* افزایش همکاری بین سازمان‌ها و حرفه‌های کاری مختلف معماری، مهندسی و ساخت برای ارتقاء بهره‌وری و کیفیت طراحی، ساخت و تعمیر و نگهداری ساختمان می‌باشد (لی و همکاران[۴]، ۲۰۱۹). مطالعات نشان می‌دهد در پروژه‌های کوچک، این فناوری اندکی سبب افزایش هزینه‌ها می‌شود ولی در مقیاس بزرگ، استفاده از این تکنولوژی، مقرون‌به‌صرفه بوده و با بهره‌برداری سریع‌تر از پروژه‌ها، منافع بیشتری نصیب کارفرما خواهد شد (بداقی و موسوی[۵]، ۲۰۱۶).

کارکردهای *BIM* را در تمامی فازهای دوره عمر پروژه می‌توان مشاهده نمود و این کارکردها بسیار گسترده و متنوع هستند. در ادامه به جهت اختصار، تنها به تعدادی از مهم‌ترین این کارکردها اشاره می‌شود. عموماً یک مدل *BIM* شامل اطلاعاتی همچون مشخصات طراحی، نوع ساختمان، مصالح، نوع سیستم تأسیسات، موقعیت جغرافیایی ساختمان و داده‌های مربوط به آب‌وهوای منطقه ساخت است (متاوا و کارتر[۶]، ۲۰۱۳) که از طریق شناسایی آلترناتیوهای مختلف به وسیله مدل‌های سه‌بعدی و مقایسه آن‌ها از جهات مختلف مانند زیبایی‌شناسی، کارکردی، هزینه و... انجام می‌شود. مدل‌های سه‌بعدی با بصری سازی پروژه می‌توانند به طراحان، سازندگان و مدیران پروژه در درک پیچیدگی‌های هندسی، فرم‌های غیرمعمول و جزئیات پیچیده سازه و همچنین برای قانع کردن مقامات و تسریع گردش گرفتن مجوز ساختمان کمک کنند. همچنین پس از تصویب مجوزهای ساختمان، سازندگان می‌توانند از مدل‌های سه‌بعدی برای بازاریابی و فروش استفاده کنند تا به خریداران نشان دهند از لحاظ گرافیکی، آلترناتیوهای مختلف به چه شکلی هستند (گائو و فیشر[۷]، ۲۰۰۸). در صورت تغییر در مشخصات یک عضو، به دلیل پارامتریک بودن اعضا در جزئیات اجزای سه‌بعدی، این تغییر به سایر اجزا وابسته به آن عضو نیز تعمیم می‌یابد. با به‌کارگیری *BIM* در پایان مرحله طراحی، امکان پیش‌ساخته سازی خارج از سایت نیز به دلیل موجود بودن کلیه جزئیات موردنیاز سازنده قطعات امکان‌پذیر می‌باشد (وینبرگ و دالکوئیست[۸]، ۲۰۱۰). همچنین با ایجاد این مدل‌های سه‌بعدی با جزئیات، درخواست برای اطلاعات *(RFI)*[۹] کاهش می‌یابد (بارلیش و سولیوان[۱۰]، ۲۰۱۲) و بسیاری از تداخلات در حین اجرا و نصب مشخص می شود که باعث دوباره‌کاری و هزینه زیادی می‌شدند (پارک و همکاران[۱۱]، ۲۰۱۱). پیمانکاران جزء نیز قادرند بفهمند چگونه اجزا با هم هماهنگ می‌شوند و سیستم‌های ساختمانی چطور با هم برخورد دارند (بارلیش و سولیوان، ۲۰۱۲). از طرفی دیگر پیش‌ساختگی اعضا، به افزایش سرعت و دقت در پروژه‌ها خواهد انجامید (وینبرگ و دالکوئیست، ۲۰۱۰) که این‌ها خود احتمال شناسایی مخاطرات در حین ساخت را کاهش خواهد داد (خوشنوا و همکاران[۱۲]، ۲۰۱۲). مدیران ساخت یا پیمانکاران کل از مدل‌های سه‌بعدی در فاز توسعه طراحی و پیش از ساخت برای پروژه‌هایی که سیستم‌های تأسیساتی و سازه پیچیده دارند، برای هماهنگی میان حوزه‌ها و شناسایی تداخلات استفاده می‌کنند. همچنین پیمانکاران در طول ساخت می‌توانند از مدل‌های سه‌بعدی به‌منظور هماهنگی و برنامه‌ریزی روزانه فعالیت‌ها استفاده کنند. بدین ترتیب دقت کار افزایش و بهره‌وری نیز افزایش خواهد یافت.

---

[1] Parsa and Kefayatimolkabad
[2] Farah
[3] Kymmell
[4] Li et al.
[5] Boddaghi and Mousavi
[6] Motawa and Carter
[7] Gao and Fischer
[8] Winberg and Dahlqvist
[9] Request For Information
[10] Barlish and Sullivan
[11] Park et al.
[12] Khoshnava et al.

کسب منافعی نظیر سود بیشتر، داشتن اسناد دقیق‌تر، کاهش دوباره‌کاری‌ها و کاهش زمان انجام پروژه به دلیل استفاده از آن نیز به چشم می‌خورد که موجب شده است کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه، برنامه‌ریزی طولانی‌مدتی را برای اجرا و به‌کارگیری *BIM* در پروژه‌های بخش عمومی انجام دهند. پشتیبانی *BIM* از جانب تیم‌های حرفه‌ای پروژه در صنعت ساخت آمریکا از میزان ۱۷% در سال ۲۰۰۷، به میزان ۷۱% در سال ۲۰۱۲ رسیده است (پوروال و هیویج[1]، ۲۰۱۳). همچنین دولت بریتانیا به‌کارگیری *BIM* را برای شرکت در پروژه‌های دولتی از سال ۲۰۱۶ اجباری نموده است. ۲۵% شرکت‌های عمرانی در اعضاء شورای همکاری کشورهای عرب حوزه خلیج‌فارس نیز در حال به‌کارگیری *BIM* در پروژه‌هایشان هستند (چن و همکاران[2]، ۲۰۱۵).

در زمینه نقشه راه پیاده‌سازی *BIM* نیز تحقیقاتی در کشورهای مختلف و از جمله ایران انجام شده است که در ادامه به برخی از مهم‌ترین آن‌ها اشاره می‌شود. محققان سوئدی در تحقیق خود نشان دادند که افزایش بهره‌وری سازمان‌ها با استفاده از *BIM*، نیازمند ترسیم برنامه‌ای جهت ایجاد تغییرات در فرایندهای کاری سازمان‌هاست که با دیدگاهی از جز به کل (پروژه–سازمان–دولت) به ترتیب زیر تدوین شده است:

- *تعریف BIM به‌عنوان یک پروژه.*
- *کلیاتی از تغییرات پیشنهادی (شامل سیستم‌های مدیریتی در ارتباط با BIM، سنجش BIM، مهارت‌های موردنیاز و آموزش و منابع BIM.*
- *سطح دوم تغییرات پیشنهادی (شامل اجبار دولت از مجریان پروژه‌ها جهت ارائه نحوه برنامه‌ریزی BIM در فاز استارت‌آپ این پروژه‌ها، تعریف مسئولیت‌های جدید، تغییرات در قالب‌های قراردادی، یکپارچه کردن قالب‌های نرم‌افزاری و...) (لیندبلد و واس[3]، ۲۰۱۵).*

کوشکی[4] (۲۰۱۷) با ارائه مدلی با عنوان الزامات پیاده‌سازی و توسعه فرهنگ استفاده از *BIM*، سه سطح نقش دولت (پشتوانه قانونی و ارائه کمک‌هزینه‌های مربوط به نرم‌افزار)، نقش تهیه‌کنندگان و نویسندگان نرم‌افزار (کسب حمایت قانونی، تهیه آموزش‌های نرم‌افزاری و تشویق مشتریان بر اهمیت استفاده از *BIM* و نقش دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی (آموزش آکادمیک دانشجویان و آموزش فعالان حوزه ساخت‌وساز) را معرفی کرده است. شرکت گروه سرمایه‌گذاری مسکن جنوب نیز، چهارچوب زیر را در راستای ایجاد دفتر *BIM* جهت بهره‌گیری از مزایای این فن‌آوری، پیشنهاد داد و در پروژه‌هایش به کار گرفت:

۱. آشنایی با چالش‌ها و بررسی نقش *BIM* در رفع مشکلات.
۲. تبیین استراتژی پیاده‌سازی *BIM* و بررسی راهکارهای موجود.
۳. برگزاری جلسات توجیهی *BIM* برای تمامی بخش‌های سازمان.
٤. تشکیل تیم اولیه *BIM*.
۵. آموزش راهکارهای نرم‌افزاری.
٦. پیاده‌سازی زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری.
۷. تعریف پروژه پایلوت با استانداردهای اولیه.
۸. تبیین استانداردها و فرایندهای موردنیاز.
۹. تعیین چشم‌انداز جهت اجرای *BIM* در تمامی پروژه‌ها.
۱۰. آموزش و افزایش آگاهی و تقویت تیم *BIM*.

اما همیشه پذیرش فناوری‌های جدید با استقبال مواجه نمی‌شود (ازهر و همکاران[5]، ۲۰۰۸) و باوجوداینکه پذیرش و به‌کارگیری *BIM* در برخی کشورهای پیشرو در این زمینه، همچون ایالات متحده آمریکا، انگلستان، چین، هنگ‌کنگ و غیره در سال‌های اخیر پیشرفت خوبی داشته است، اما به نظر می‌رسد وضعیت پذیرش آن در کشورهای جهان سوم از جمله ایران، با وجود گذشت نزدیک به یک دهه از ظهور آن در کشور، بسیار کند و نامطلوب است (روحانی و بنی‌هاشمی[6]، ۲۰۱۸). به نقل از نعمتی[7] (۲۰۱٦)، "در ابتدا در سازمان می‌بایست

[1] Porwal and Hewage
[2] Chen et al.
[3] Lindblad and Vass
[4] Koushki
[5] Azhar et al.
[6] Rouhani and Banihashemi
[7] Nemati et al.

برنامه‌ای برای پذیرش *BIM* و آگاهی افراد وجود داشته باشد و پس‌ازآن به برنامه‌ریزی در خصوص پیاده‌سازی *BIM* پرداخته شود". حسینی و همکاران[1] (۲۰۱۶) با انجام مطالعه‌ای اکتشافی از وضعیت *BIM* در ایران، به این نتیجه رسیدند که پذیرش *BIM* در ایران در سطح پایین و کم توسعه‌یافته است. وزارت راه و شهرسازی با همکاری دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان نیز طی انجام و ارائه گزارشی بیان کردند که در حدود ٦٣% از شرکت‌کنندگان، باور داشتند افق ۱۱ تا بیش از ۲۰ سال زمان جهت کاربست *BIM* در صنعت ساخت‌وساز کشور نیاز است. با توجه به نتیجه‌ای که حسینی[2] (۲۰۱۵) نیز در تحقیق خود به آن رسیده است، بخش زیادی از پاسخ‌دهندگان به تحقیق او، حتی قصد آشنایی با *BIM* را نداشتند و در پذیرش این فناوری مشکلاتی وجود دارد. با توجه به تحقیقات انجام شده، یکی از بزرگ‌ترین موانع پیاده‌سازی *BIM* در ایران، مسئله عدم پذیرش آن است که بنا به دلایلی از جمله ترس افراد از اینکه از عهده این فناوری جدید برنیایند و یا اینکه جایگاهشان به خطر بیفتد و غیره نشات می‌گیرد.

جهت پیاده‌سازی هر فناوری سودمندی، ابتدا می‌بایست پذیرش آن توسط کاربران مشغول به فعالیت در صنعت اتفاق بیفتد و شاید از دلایل مهم عدم پیاده‌سازی وسیع فناوری *BIM* در ایران، همین موضوع باشد. مسئله پذیرش فناوری *BIM*، در کشورهای با بسترهای فرهنگی مختلف و روی پذیرش فناوری‌های مختلف در رشته‌ها و زمینه‌های کاری مختلفی از جمله پرستاری، آموزش‌وپرورش، بانکداری و غیره انجام شده است. همچنین ازآنجایی‌که در زمینه پذیرش *BIM* در ایران در حوزه‌های فنی و قانونی تحقیقاتی انجام شده است ولی تحقیقی که پذیرش *BIM* را منتج از مؤلفه‌های رفتاری و به‌طور خاص در بستر شرکت‌های ساختمانی ایران سنجیده باشد، توسط محقق یافت نشده است، می‌توان بر موضوع "پذیرش فناوری *BIM* در شرکت‌های ساختمانی ایران" متمرکز شد تا بتوان پذیرش بهتر و بیشتر *BIM* در صنعت ساختمان ایران را گسترش داد و به وضعیت ناکارآمد صنعت ساختمان ایران کمک کرد. در واقع موضوعات مربوط به مقاومت کاربران در برابر تغییرات فناورانه، همیشه متأثر از موضوعات فنی، مالی، قانونی و ... نیست و موضوعات اجتماعی و رفتاری نیز می‌توانند بسیار مؤثر باشند؛ در نتیجه با انجام این تحقیق، به سؤالات زیر پاسخ داده شده است:

- *وضعیت پذیرش فناوری BIM در شرکت‌های ساختمانی ایران چگونه است؟*
- *مؤلفه‌های پذیرش فناوری BIM در شرکت‌های ساختمانی ایران، چه تأثیری روی هم می‌گذارند؟*

در بخش بعد، ضمن بررسی مبانی نظری و پیشینه تحقیق، مدل تحقیق ارائه شده است که یکی از مدل‌های مرجع در پذیرش فناوری‌های جدید است. در ادامه، پس از معرفی روش‌شناسی تحقیق، مهم‌ترین یافته‌های این تحقیق بیان شده است؛ در واقع با تنظیم پرسش‌نامه‌ای بر اساس مؤلفه‌های مدل انتخابی و توزیع آن بین تعدادی از شرکت‌های ساختمانی رتبه یک استان تهران، میزان پذیرش *BIM* به تفکیک گروه‌های سنی مشارکت‌کننده در تحقیق، ماهیت شرکت‌های ساختمانی و بین تمامی نمونه‌های معتبر تحقیق) ارائه و تحلیل شده است. در پایان نیز، نتایج حاصل از تحقیق حاضر با تحقیقات پیشین مقایسه شده و نتیجه‌گیری نهایی صورت گرفته است.

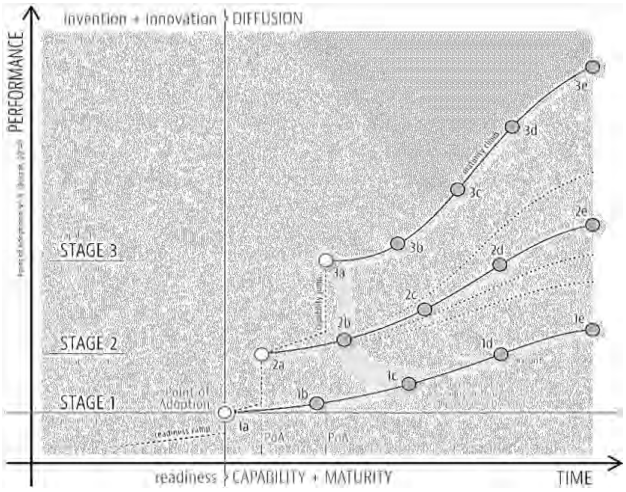
۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

پذیرش *BIM*، از ترکیب مفاهیم پیاده‌سازی و انتشار *BIM* تشکیل شده است. پیاده‌سازی به‌عنوان رویکردی سه مرحله‌ای است که ترکیب آمادگی سازمان برای پذیرش، توانایی آن برای اجرا و به دست آوردن بلوغ عملکردی آن را در بر می‌گیرد. انتشار نیز مفهومی است که نشان‌دهنده گسترش سیستم/ فرآیند *BIM* در طی جمعیتی پذیرنده است. نقطه پذیرش *BIM*، جایی است که جهشی در طول پیشرفت بین مراحل کسب توانایی از *BIM*، وضعیت قبل از *BIM*، مدل‌سازی مبتنی بر شی، همکاری مبتنی بر مدل و یکپارچگی مبتنی بر شبکه) رخ می‌دهد (کاسم و سوکار[3]، ۲۰۱۷).

[1] Hosseini et al.

[2] Hosseini

[3] Kassem and Succar



شکل ۱- نقطه پذیرش BIM (کاسم و سوکار، ۲۰۱۷).

Figure 1- Adoption point of BIM (Kassem & Succar, 2017).

مهران[1] (۲۰۱۶) با بررسی پذیرش *BIM* در صنعت ساخت امارات متحده عربی برای شرکت‌های معماری، مهندسی و ساخت، پرسش‌نامه‌ای آنلاین بین ۶۰ نفر از حرفه‌ای‌های صنعت ساخت‌وساز امارات که از *BIM* در پروژه‌هایشان استفاده می‌کنند، توزیع کرد و به این نتیجه رسید که پذیرش *BIM* در امارات، روند آهسته‌ای دارد. همچنین سه چالش اصلی فقدان استانداردهای *BIM*، فقدان آگاهی از *BIM* و مقاومت به تغییر، بیشترین فراوانی پاسخ‌دهندگان را در رابطه با عدم پذیرش *BIM* به خود اختصاص داد. سه فاکتور اصلی پذیرش *BIM* که شامل فاکتور فنی (اقداماتی جهت افزایش قابلیت همکاری بین بصری سازی، هزینه‌های طراحی و غیره)، فاکتور سازمانی (حمایت سطوح بالای سازمان، آموزش‌های حرفه‌ای و غیره) و فاکتور گرایشی (تمایل به یادگیری *BIM*، آگاهی از *BIM* و غیره)، می شدند، جهت افزایش پذیرش *BIM* در صنعت ساخت امارات پیشنهاد شدند.

هر و فیشر[2] (۲۰۱۹) با بررسی پذیرش *BIM* در صنایع *AEC* چین، پیمایشی را در منطقه سوچو واقع در شانگهای انجام داده و به این نتیجه رسیده‌اند که مهم‌ترین چالش پذیرش BIM مربوط به اسناد قرارداد رسمی است که در حال حاضر محدود به نقشه‌های دو بعدی است. همچنین بیشتر پاسخ‌دهندگان اذعان داشتند که پذیرش *BIM* روندی آهسته و ناکارآمد دارد. آن‌ها همچنین راهکارهایی از جمله تدوین دستورالعمل‌های دولت بر اساس الزامات کاربران و توجیه آن‌ها به اینکه *BIM*، لزوماً اقلام هزینه غیرضروری اعمال نمی‌کند را جهت تسهیل در پذیرش *BIM* پیشنهاد دادند. در پایان تحقیق نیز، با اشاره به اینکه مدل‌های پذیرش *BIM*، زمان را در نظر نمی‌گیرند، بیان داشته‌اند که پذیرش *BIM* تنها مختص به مراحل آغازین پروژه‌ها نیست و سه گروه معماران، مهندسین و پیمانکاران، هرکدام در چه مرحله‌ای از دوره عمر پروژه‌ها، سطوح متفاوتی از پذیرش *BIM* را نشان می‌دهند که به ترتیب بیشترین پذیرش را معماران و مهندسین در مرحله طراحی و مرحله ساخت، دارند. احمد و کاسم[3] (۲۰۱۸)، نظرسنجی را بین ۱۷۷ شرکت از شرکت‌های معماری بریتانیا که خدمات *BIM* را ارائه می‌دادند (در هر شرکت، یک نفر به‌عنوان نماینده که درگیر فرآیند پذیرش *BIM* بوده، به‌عنوان پاسخ‌دهنده انتخاب شده است)، انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که فاکتور گرایش که در مرحله آگاهی و بعدازآن، ارتباطات رفتاری که در مرحله علاقه جای دارند، به‌عنوان مؤثرترین فاکتورها در پذیرش *BIM* شناخته شدند.

تحقیقی با عنوان "گذر از شکاف تکنولوژیکی پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان" توسط آیینلا و آدامو[4] (۲۰۱۸) انجام شده است که راهکاری را در پاسخ به شکافی که به علت مسائلی چون هزینه‌ها، فرهنگ کاری، تخصص، آموزش، فقدان تقاضای مشتری، الزامات قانونی و غیره در پذیرش *BIM* به وجود آمده است، در نتیجه تلفیق دو مدل زیر پیشنهاد داده‌اند: مدل بلوغ *BIM* بیو ریچاردز[5] که به صورت سطوح حرکت به سمت رسیدن به هدف *BIM* که یکپارچگی است، تعریف شده است و حرکت در راستای افق دارد و نمودار چرخه حیات پذیرش فناوری *Technology Adoption Life Cycle (TALC)* که حرکتی در راستای عمود دارد. راهکار ارائه شده جهت پاسخ به شکاف به وجود آمده به این صورت است که جهت افزایش پذیرش *BIM*، این دو مدل با هم ترکیب شوند و حرکتی قطری مبنای عمل قرار گیرد.

---

[1] Mehran
[2] Herr and Fischer
[3] Ahmed and Kassem
[4] Ayinla and Adamu
[5] Bew Richards

توجیه محققان این بود که سازمان‌ها جهت پذیرش *BIM*، باید در هر دو راستای Y (حرکت در راستای فاکتورهای درونی سازمان چون رهبری، نوآوری و غیره) و راستای X (حرکت در راستای فاکتورهای بیرونی سازمان مانند کسب مجوزها و غیره) حرکت کند.

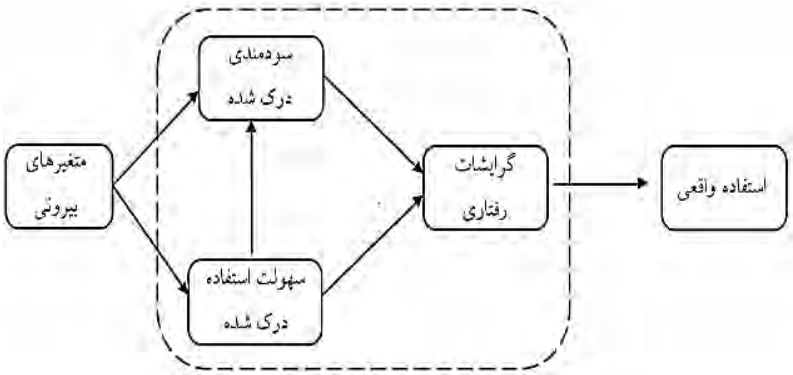
سان و همکاران[1] (۲۰۱۵) تحقیقی را انجام داده‌اند که مدل خود را که با دخیل کردن مدل پذیرش فناوری (*TAM*) با عوامل مربوط با حرفه ساخت‌وساز در ٤ حوزه سازمانی (شامل شرایط تسهیل‌کننده و حمایت سطوح بالای مدیریت)، حوزه اجتماعی (شامل هنجارهای ذهنی)، حوزه فنی (شامل سازگاری) و حوزه فردی (شامل خودکارآمدی)، تعریف کرده و روابط مدل را از طریق توزیع پرسش‌نامه‌ای در میان ۱٦۲ معمار از سازمان‌های طراحی کره که به صورت نسبتاً مطلوبی از *BIM* استفاده می‌کردند، سنجیده و نشان می‌دهند که سازگاری با *BIM*، مؤثرترین مؤلفه روی سودمندی درک شده و سهولت استفاده درک شده از *BIM* دارد. محققان کره‌ای نیز با تنظیم پرسش‌نامه و ارسال آن برای ۱۱٤ سازمان صنعت ساخت کره که شامل پیمانکاران، معماران و مهندسان می‌شد، به این نتیجه رسیدند که کارایی فردی و نوآوری سازمانی از فاکتورهای انگیزشی درونی و حمایت سازمانی و فشار سازمان‌ها و محیط خارجی، از فاکتورهای انگیزشی بیرونی، بیشترین اثر را بر پذیرش *BIM* داشته‌اند. همچنین انگیزه برای گرایش به پذیرش *BIM* باید توسط فاکتورهای محیط خارجی مثل حمایت دولت، در اشکال تخصیص منابع، آموزش و غیره تقویت شود (لی و یو[2]، ۲۰۱۳). نگوتاناساوان[3] (۲۰۱۷) مدلی را جهت پذیرش *BIM* در صنعت طراحی تایوان تنظیم و روی ۲۷۸ مهندس و معمار تایوانی که تجربه استفاده از *BIM* را داشتند، مورد مطالعه قرار داد. نتایج بررسی نشان داد که ویژگی‌های *BIM* چون کیفیت نرم‌افزاری *BIM*، مزیت نسبی آن، پاداش به کاربران، سهولت استفاده و میزان سازگاری با *BIM*، تأثیر زیادی روی آگاهی از *BIM* و در نهایت، پذیرش آسان‌تر *BIM* در میان معماران و مهندسان تایوانی دارد.

در تحقیقاتی که به آن اشاره شد، مدل‌های مختلفی برای سنجش پذیرش فناوری *BIM* ارائه شده‌اند. همچنین مدل‌های پذیرش فناوری مختلفی در تحقیقات دیگر برای پذیرش هر فناوری و فارغ از *BIM* بودن آن پیشنهاد شده است که تعداد زیادی از آن‌ها توسعه‌یافته مدل پذیرش فناوری (*TAM*) هستند.

مدل پذیرش فناوری که نخستین بار توسط دیویس مطرح شد و در شکل شماره دو به آن اشاره شده است، به‌طور گسترده برای پیش‌بینی پذیرش و استفاده از فناوری‌های اطلاعاتی مورد استفاده قرار می‌گیرد (ونکاتش و دیویس[4]، ۱۹۹٦) و شامل سه مؤلفه اصلی سهولت استفاده درک شده، سودمندی درک شده و گرایشات رفتاری است. مؤلفه متغیرهای بیرونی و همچنین متغیر استفاده واقعی از فناوری، دو مؤلفه دیگر این مدل هستند. سهولت استفاده درک شده، بیان‌گر درک کاربر از میزان تلاشی است که لازم است جهت استفاده از آن فناوری از خود نشان دهد. سودمندی درک شده نیز درک کاربر از اینکه چقدر استفاده از آن فناوری، عملکردش را در محل کار بهبود می‌دهد را نشان می‌دهد (لایی[5]، ۲۰۱۷). این دو مؤلفه در کنار هم و با تأثیری که روی هم می‌گذارند، منجر به گرایشات رفتاری به استفاده از هر فناوری نوظهوری می‌شوند. سودمندی درک شده و سهولت استفاده درک شده (دو مؤلفه اصلی مدل پذیرش فناوری بر نگرش و گرایش افراد نسبت به استفاده از فناوری، اهداف آن‌ها برای استفاده از آن فناوری و در نهایت استفاده از آن در عمل، تأثیر می‌گذارند (تئو[6]، ۲۰۰۸). علاوه بر این، مطالعات زیادی نیز در ایران و سایر کشورها انجام شده است که نشان می‌دهد سهولت استفاده درک شده بر سودمندی درک شده تأثیر می گذارد (درانی و رشیدی[7]، ۲۰۰۷؛ کیم و همکاران[8]، ۲۰۰۹؛ اجه‌ای[9]، ۲۰۱۲؛ آکور[10]، ۲۰۰٦). متغیرهای بیرونی مدل *TAM* نیز از آن‌جا مورد استفاده قرار می‌گیرند که چون این مدل به‌عنوان مدلی مرجع و ابزاری جهت سنجش میزان پذیرش هر فناوری نوظهوری مطرح شده است، این متغیرها می‌توانند در قسمت سمت چپ مدل و به اقتضای تحقیقات با موضوعات مختلفی اضافه شوند.

---

[1] Son et al.
[2] Lee and Yu
[3] Ngowtanasawan
[4] Venkatesh and Davis
[5] Lai
[6] Teo
[7] Dorani and Rashidi
[8] Kim et al.
[9] Ejei
[10] Akour



شکل ۲- مدل پذیرش فناوری (ونکاتش و دیویس، ۱۹۹۶).
Figure 2- Technology Acceptance Model (Venkatesh & Davis, 1996).

محقق ضمن بررسی مدل‌های پذیرش فناوری در طی سال‌های اخیر به این نتیجه رسیده است که جهت بررسی این موضوع، در اکثریت تحقیقات و از جمله در تحقیقاتی که در همین مقاله مورد بررسی قرار گرفت، از مدل *TAM* و یا مدل‌های توسعه یافته مدل *TAM* استفاده شده و این مدل به‌عنوان ابزار پژوهشی محکم و پرکاربردی در طی سال‌ها به کار گرفته شده و مرجعیت خوبی را جهت سنجش میزان پذیرش هر فناوری در تحقیقات پیشین نشان داده است. همچنین چون مؤلفه‌های این مدل شامل موضوعات رفتاری پذیرش هر گونه فناوری می‌شوند و در تحقیق حاضر نیز این موضوعات نشانه رفته‌اند و به عبارتی با اهداف تحقیق حاضر همخوانی خوبی دارند، جهت استفاده در این تحقیق نیز به‌کار گرفته شد. همچنین تحقیقی که وضعیت پذیرش *BIM* در صنعت ساختمان ایران را با استفاده از مدل *TAM* سنجیده باشد، توسط محقق یافت نشده است؛ در نتیجه در تحقیق حاضر سعی شده است تا وضعیت پذیرش *BIM* در شرکت‌های ساختمانی ایران، بر اساس مدل *TAM* سنجیده شود.

۳- روش‌شناسی

تحقیق حاضر نوعی تحقیق کاربردی است؛ چون به بررسی وضعیت پذیرش *BIM* در محیط واقعی صنعت ساختمان ایران و مورد استفاده برای شرکت‌های ساختمانی رتبه یک استان تهران پرداخته است. مراحل انجام تحقیق به ترتیب در زیر آمده است:

۳-۱- بررسی ادبیات موضوع و انتخاب مدل پذیرش فناوری

با مطالعه برخی مدل‌های پذیرش فناوری که در ادبیات موضوع به آن‌ها اشاره شده است، مدل پذیرش فناوری (*TAM*) به‌عنوان مدل تحقیق حاضر انتخاب شد؛ چون اکثر مدل‌هایی که در این زمینه وجود دارند، توسعه‌یافته مدل *TAM* هستند و این مدل، مرجعیت خوبی را جهت استفاده در تحقیقات نشان داده است؛ لذا چون در تحقیق حاضر تصمیم بر تعیین وضعیت پذیرش *BIM* بین شرکت‌های ساختمانی بوده است، متغیرهای بیرونی از این مدل حذف شدند. هم‌چنین چون مدل *TAM* در تحقیق حاضر تا قسمت وضعیت پذیرش *BIM* مورد استفاده قرار گرفته است، مؤلفه استفاده واقعی نیز از انتهای مدل حذف شد و تنها قسمتی که با خط‌چین در شکل شماره یک نشان داده شده است، در این تحقیق به کار گرفته شد.

۳-۲- تنظیم سؤالات پرسش‌نامه و انجام روایی و پایایی آن

پرسش‌نامه محقق ساخته از ترکیب سؤالات پرسش‌نامه‌های تحقیقات لیو[1] (۲۰۱۵)، دیزون[2] (۲۰۱۶) و گفن و استراوب[3] (۲۰۰۰) و سپس اندکی متعادل‌سازی با توجه به اهداف این تحقیق، استخراج شده است. همچنین در رابطه با مقیاس‌های گوناگون در پرسش‌نامه، از طیف فاصله‌ای (پنج‌تایی) لیکرت (۱ معادل خیلی مخالفم، ۲ معادل مخالفم، ۳ معادل نه موافق و نه مخالفم، ٤ معادل موافقم و ۵ معادل خیلی موافقم) استفاده شده است. جهت روایی سؤالات پرسش‌نامه، اعتبار صوری به کار گرفته شد؛ به این منظور، این سؤالات پس از

[1] Liu
[2] Dizon
[3] Gefen and Straub

تنظیم، در اختیار سه استاد دانشگاهی، سه تن از دانشجویان مدیریت پروژه و دو خبره صنعتی که تجربه مطالعاتی و فعالیت عملی خوبی در زمینه *BIM* داشتند، قرار گرفت که پس از اعلام نظر آن‌ها، ایرادات وارد شده به سؤالات پرسش‌نامه برطرف شد. همچنین به این علت که پرسش‌نامه به کار گرفته شده، پرسش‌نامه‌ای محقق‌ساخته بود که از ترکیب تعدادی از پرسش‌نامه‌های مرتبط با موضوع تحقیق به دست آمد، از تحلیل عامل تأییدی استفاده شد که به این منظور، مدل اندازه‌گیری و بررسی بارهای عاملی و ضرایب t برای تمامی گویه‌های مدل تحقیق به کار گرفته شد که تمامی ضرایب، عدد مناسبی را نشان داده و در نتیجه گویه‌های پرسش‌نامه، گویه‌های مناسبی هستند. همچنین از ضریب آلفای کرونباخ برای ارزیابی پایایی سؤالات پرسش‌نامه استفاده شد که ضریب آلفای کرونباخ کل پرسش‌نامه ۰/۹۵ حاصل شده است که نشان‌دهنده این است که پرسش‌نامه تنظیم شده، از پایایی خوبی نیز برخوردار است.

۳-۳- شناسایی شرکت‌ها جهت گردآوری داده‌ها و توزیع پرسش‌نامه‌ها

جامعه آماری تحقیق حاضر، شرکت‌های ساختمانی رتبه یک استان تهران در چهار رسته کارفرمایی، مشاوره، پیمانکاری و طرح و ساخت هستند که در مجموع ۸۷ نمونه از هر چهار گروه کارفرمایی، مشاوره، پیمانکاری و طرح و ساخت انتخاب شدند و به این علت که نمونه‌ها از گروه‌های مختلف انتخاب شده‌اند که می‌بایست تا حدودی با همان نسبتی که در جامعه حضور دارند انتخاب شوند، از روش نمونه‌گیری طبقه‌ای استفاده شده است. دلیل انتخاب جامعه آماری با ویژگی‌های پیش‌گفته این بود که اولاً مشغول فعالیت در صنعت ساختمان ایران باشند؛ زیرا این صنعت، سالانه حجم زیادی از منابع کشور را در مقایسه با صنایع دیگر به خود اختصاص می‌دهد و شاید ورود *BIM* به این صنعت، کمی فراگیرتر از صنایع دیگر باشد. دلیل انتخاب شرکت‌های ساختمانی استان تهران نیز به این علت بود که جهت گردآوری داده‌ها، در دسترس باشند و همچنین علت انتخاب تنها شرکت‌های رتبه یک این بود که با توجه به آمار موجود در ادبیات موضوع، هنوز پذیرش و فراگیری *BIM* در سطح وسیعی در کشور انجام نشده است و به علت نسبتاً نوظهور بودن این فناوری، حتی شاید بسیاری از شرکت‌های رتبه یک نیز با این فناوری آشنایی چندانی نداشته باشند؛ در نتیجه بررسی این موضوع بین شرکت‌های رتبه یک، داده‌های قابل‌اطمینان‌تری فراهم می‌کرد.

روند جمع‌آوری نمونه‌ها به این صورت بود که ابتدا از طریق استعلام از سایت سازمان برنامه و بودجه کشور (*www.sajar.mporg.ir*) و با فیلتر کردن نتایج جستجوی پیشرفته بر اساس شرکت‌های رتبه یک، رسته ساختمانی، استان تهران و دارای اعتبار، تعداد ٤١٢ شرکت واجد شرایط یافت شد که ۱۰ مورد از این شرکت‌ها در دو و یا سه دسته شرکت فعالیت داشتند که از این ٤١٢ کسر شدند و در نهایت تعداد نهایی ٤٠٢ شرکت به‌عنوان جامعه آماری تحقیق تعیین شدند. به این علت که شرکت‌های کارفرمایی در این لیست قرار ندارند، از شرکت‌ها خواسته شد که اگر با نقش کارفرمایی نیز فعالیت دارند، پاسخ به سؤالات پرسش‌نامه را بر اساس شرایط شرکت کارفرمایی مشغول به فعالیت خود انجام دهند و یا اگر شرکت‌های با ماهیت کارفرمایی و دارای شرایط مشمول تحقیق حاضر را می‌شناسند، معرفی کنند. ابتدا از طریق شماره تماس شرکت‌ها که در لیست سایت سازمان برنامه و بودجه بارگذاری شده بود، اقدام شد که متأسفانه بازخوردهای خوبی دریافت نشد و از ۵۸ تماسی که حاصل شد، تنها ۱۸ پرسش‌نامه تکمیل شد. در مرحله بعد، از طریق آشنایی با برخی متخصصان، دانشگاهیان، صنعت‌کاران و یا شرکت‌هایی که در دومین کنفرانس بین‌المللی *BIM* حضور داشتند، پیامک‌هایی به شماره‌های شخصی این افراد ارسال شد و خوشبختانه تعداد نسبتاً مطلوب ۲۹ پرسش‌نامه نیز به این واسطه تکمیل شد. در مرحله بعد، جستجوهایی برای همایش‌ها، نمایشگاه‌ها و یا گردهمایی های مرتبط که در بازه زمانی گردآوری داده‌ها در تهران برگزار می‌شدند، صورت گرفت که با حضور در نمایشگاه کار دانشگاه صنعتی شریف، تعداد ۹ پرسش‌نامه و با حضور در چهارمین همایش بین‌المللی ساخت‌وساز پایدار، تعداد ١٤ پرسش‌نامه دیگر نیز تکمیل شدند. در ادامه تصمیم بر این شد که با منطقه بندی شرکت‌های نزدیک به هم در یک منطقه جغرافیایی تهران و با مراجعه حضوری به این شرکت‌ها، روند تکمیل پرسش‌نامه‌ها ادامه پیدا کند که تعداد ۱۰ پرسش‌نامه دیگر نیز به این روش تکمیل شد. در ادامه از طریق تکنیک گلوله‌برفی و آشنایی با یکی از اعضاء بالادست شرکت سرمایه‌گذاری مسکن، تعداد ۷ پرسش‌نامه دیگر نیز با همکاری ایشان و از طریق شرکت‌های تابعه به مجموع داده‌های تکمیلی افزوده شد. در نهایت به واسطه توزیع آنلاین و یا حضوری پرسش‌نامه‌ها، تعداد ۸۷ پرسش‌نامه معتبر گردآوری شد که مشخصات جمعیت‌شناختی نمونه‌ها در **جدول ۱** ارائه شده است.

جدول ۱- آمار جمعیت‌شناختی مشارکت‌کنندگان در تحقیق.

Table 1- Demographic statistics of respondents.

ویژگی	شاخص‌ها	تعداد	درصد
سن	۲۰ تا ۲۵ سال	5	%5.7
	۲۵ تا ۳۵ سال	33	%37.9
	۳۵ تا ۴۵ سال	39	%44.8
	بیشتر از ۴۵	10	%11.5
جنسیت	زن	21	%24.1
	مرد	66	%75.9
میزان تحصیلات	کاردانی	3	%4
	کارشناسی	21	%24
	کارشناسی ارشد	51	%59
	دکترا	12	%13
سابقه کاری در صنعت ساختمان ایران	تا ۵ سال	15	%17.2
	۵ تا ۱۰ سال	37	%42.5
	۱۰ تا ۱۵ سال	23	%26.4
	بیشتر از ۱۵	12	%13.8
تعداد پروژه که از BIM در آن استفاده شده و پاسخ‌گو در آن مشارکت داشته است.	۰	64	%73.6
	کمتر از دو پروژه	10	%11.5
	دو تا پنج پروژه	6	%6.9
	بیشتر از پنج	7	%8
نوع فعالیت شرکت	کارفرمایی	10	%11.5
	مشاوره	26	%29.9
	پیمانکاری	47	%54
	طرح و ساخت	4	%4.6
سمت در شرکت	بخش مدیریتی	27	%31
	بخش کنترل پروژه	20	%23
	بخش فنی	28	%32
	بخش تحقیق و توسعه	12	%14

همان‌گونه که از **جدول ۱** مشخص است، تنها ۲۳ شرکت از فناوری *BIM* در پروژه‌هایشان استفاده کرده‌اند که شاید دال بر این موضوع باشد که هنوز *BIM* در سطح گسترده‌ای حتی بین شرکت‌های رتبه یک نیز پیاده نمی‌شود. نسبت شرکت‌های مشارکت‌کننده در تحقیق (به ترتیب از بیشتر به کمتر: پیمانکاری با ٥٤%، مشاوره با ۲۹٫٥%، کارفرمایی با ۱۱٫٥% و طرح و ساخت با ٤٫٦%) نیز تقریباً با همان توزیعی که در سایت سازمان برنامه و بودجه کشور (۲٦٥ شرکت پیمانکاری و ۱٤٤ شرکت مشاوره و ٤ شرکت طرح و ساخت) موجود است، همخوانی نسبتاً مطلوبی دارد.

۴-۳- تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، از نرم‌افزارهای *SPSS22* و *SmartPLS3* استفاده شد. مدل‌سازی معادلات ساختاری و تحلیل مسیر از جمله روش‌هایی هستند که در تجزیه‌وتحلیل چند متغیره به کار می‌روند. با توجه به اینکه مدل مفهومی این تحقیق، مدلی چند متغیره می‌باشد،

برای تائید یا رد فرضیه‌های تحقیق از مدل معادلات ساختاری و تحلیل مسیر استفاده شده است. برای اجرای مدل معادلات ساختاری نیز از رویکرد حداقل مربعات جزئی استفاده شد. از جمله دلایلی که از این نرم‌افزار برای تحلیل داده‌ها استفاده شد، عبارت‌اند از:

۱. حجم نمونه تحقیق نسبتاً کم بود (۸۷ نمونه معتبر).
۲. مدل مفهومی تحقیق از نوع محقق ساخته بود.
۳. مدل مفهومی تحقیق، پیچیدگی نسبتاً کمی داشت (با توجه به تعداد و روابط بین متغیرها).
٤. امکان تبیین روابط بین متغیرها با این ابزار ممکن شد و... .

۳-۵- اعتبارسنجی یافته‌ها

با توجه به مدل تحقیق و روابط بین متغیرها (گودهیو و همکاران[1]، ۲۰۰٦)، حداقل تعداد ٦۰ نمونه موردنیاز بود. در نهایت تعداد ۸۷ پرسش‌نامه معتبر جمع‌آوری شد که با مشورت با دو مشاور آماری، مناسب بودن میزان داده‌های جمع‌آوری شده تائید شد. همچنین یافته‌ها پس از مشورت با استاد راهنما و دو خبره صنعتی که تجربه عملی نسبتاً مطلوبی از فعالیت در زمینه *BIM* و وضعیت فعلی پذیرش آن در صنعت ساختمان ایران داشتند، قرار گرفت که به این واسطه مورد تائید قرار گرفت.

۴- یافته‌ها

در این بخش، ابتدا میزان پذیرش فناوری *BIM* در تمام شرکت‌های ساختمانی که در تحقیق حاضر مشارکت نمودند و بر اساس پاسخ‌هایی که به متغیرهای سودمندی درک شده، سهولت استفاده درک شده و گرایشات رفتاری داده‌اند، بیان می‌شود و سپس این پاسخ‌ها به تفکیک چهار دسته از شرکت‌های مشاوره، پیمانکاری، کارفرمایی و طرح و ساخت، بیان و مقایسه می‌شوند. بار دیگر، میزان پذیرش *BIM* به تفکیک گروه‌های سنی افراد مشارکت‌کننده در تحقیق ارائه می‌شود. در پایان این بخش نیز ضرایب مربوط به مدل تحقیق ارائه و تفسیر می‌شوند.

۴-۱- میزان پذیرش BIM در شرکت‌های ساختمانی رتبه یک استان تهران

میزان پذیرش *BIM* در تمامی شرکت‌های ساختمانی رتبه یک استان تهران، از طریق نتایج حاصل از خروجی مربوط به آمار توصیفی متغیرهای سودمندی درک شده، سهولت استفاده درک شده و گرایشات رفتاری که در **جدول ۲** ارائه شده است و همچنین از آمار استنباطی مستخرج از آزمون *One Sample T-test* به دست آمد. در بخش آمار توصیفی، شاخص‌های توصیفی نظیر کمترین، بیشترین، میانگین و انحراف معیار، برای این سه متغیر به دست آمد. اندازه‌گیری این سه متغیر با استفاده از طیف پنج‌تایی لیکرت انجام شده است که کمترین مقدار نمره برای هر متغیر، عدد ۱ و بیشترین نمره عدد ۵ می‌باشد. حد وسط برای این طیف، عدد ۳ می‌باشد؛ لذا درصورتی‌که میانگین نمره یك متغیر بیشتر از ۳ باشد، بالاتر از حد وسط و درصورتی‌که میانگین آن کمتر از ۳ باشد، توصیف‌کننده پایین‌تر از حد وسط خواهد بود.

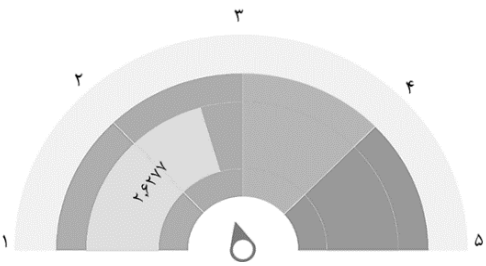
جدول ۲- آمار توصیفی متغیرهای پذیرش فناوری BIM در تمام نمونه‌ها.

Table 2- Descriptive statistics of BIM technology adoption variables in all samples.

متغیرهای پذیرش BIM	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
سهولت استفاده درک شده	87	1.00	5.00	2.7778	1.25308
سودمندی درک شده	87	1.00	5.00	2.7203	1.29984
گرایشات رفتاری	87	1.00	5.00	2.3851	0.90204

همچنین میانگین سه متغیر پذیرش *BIM* در بین شرکت‌های ذکر شده به دست آمد که برابر عدد ۲٫٦۲۷۷ حاصل شد و در داشبورد شکل شماره سه نشان داده شده است.

[1] Goodhue et al.



شکل ۳- داشبورد وضعیت فعلی پذیرش فناوری BIM در تمام نمونه‌های مورد بررسی.

Figure 3- Dashboard current status of BIM technology adoption in all samples.

برای پاسخ به سؤال "وضعیت پذیرش *BIM* بین شرکت‌های ساختمانی رتبه یک استان تهران چگونه است؟"، فرضیه "میزان پذیرش فناوری *BIM* در شرکت‌های ساختمانی رتبه یک استان تهران، کمتر از حد متوسط است"، تعریف شد که برای رد یا تائید شدن این فرضیه، از آمار استنباطی و آزمون تی تک نمونه‌ای استفاده شد؛ برای این منظور، دو فرضیه زیر مطرح می‌شود:

فرض ۰. میانگین متغیر برابر با میانگین ادعا شده (≤۳) می‌باشد.

فرض ۱. میانگین متغیر برابر با میانگین ادعا شده نمی‌باشد.

جدول ۳- خروجی آزمون تی تک نمونه‌ای حاصل از ۸۷ نمونه معتبر تحقیق.

Table 3- One sample t-test output obtained from 87 valid research samples.

	Test Value= 3					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
PU	-2.007	86	0.035	0.00000	0.0000	-0.0027
PE OU	-6.000	86	0.048	0.00000	0.0000	0.0000
BI	-1.000	86	0.028	0.00000	0.0000	0.0448

با توجه به اینکه سطح معناداری برای سه متغیر برابر ۰۳۵، ۰/۰۴۸ و ۰/۰۲۸ به دست آمده است و تماماً از ۰/۰۵ کمتر است، بنابراین فرض صفر رد می‌شود و فرض یک تائید می‌شود؛ در نتیجه میانگین پذیرش *BIM* برای هر سه متغیر، برابر یا بیشتر از میانگین ادعا شده (بزرگ‌تر یا مساوی ۳) نمی‌باشد و کمتر از حد متوسط است؛ در نتیجه فرضیه "میزان پذیرش فناوری *BIM* در شرکت‌های ساختمانی رتبه یک استان تهران کمتر از حد متوسط است"، با احتمال ۹۵% تائید می‌شود.

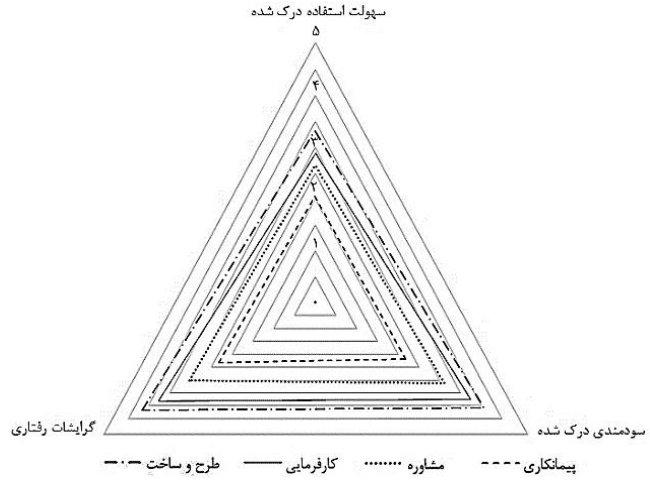
۲-۴- میانگین متغیرهای پذیرش BIM در شرکت‌های ساختمانی رتبه یک استان تهران به تفکیک ماهیت شرکت‌ها

وضعیت سه متغیر سهولت استفاده درک شده، سودمندی درک شده و گرایشات رفتاری به تفکیک چهار دسته از شرکت‌های مورد بررسی و از طریق آمار توصیفی به دست آمدند که نمرات میانگین این متغیرها در **جدول ٤** ارائه شده و در **شکل ۱** نیز نشان داده شده است. **شکل ٤** که با استفاده از داده‌های **جدول ٤** ترسیم شده است، توصیف‌کننده این است که در هر سه متغیر، میانگین متغیرهای پذیرش *BIM* در شرکت‌ها به این صورت است: طرح و ساخت > کارفرمایی > مشاوره > پیمانکاری.

جدول ۴- میانگین متغیرهای پذیرش فناوری BIM به تفکیک ماهیت شرکت‌ها.

Table 4- Average variables of BIM technology adoption by nature of companies.

متغیرهای پذیرش BIM	پیمانکاری	مشاوره	کارفرمایی	طرح و ساخت
سهولت استفاده درک شده	2.04	2.65	2.90	3.31
سودمندی درک شده	2.18	3.11	3.66	4.08
گرایشات رفتاری	2.31	3.02	3.73	4.16
میانگین سه متغیر	2.17	2.92	3.43	3.85



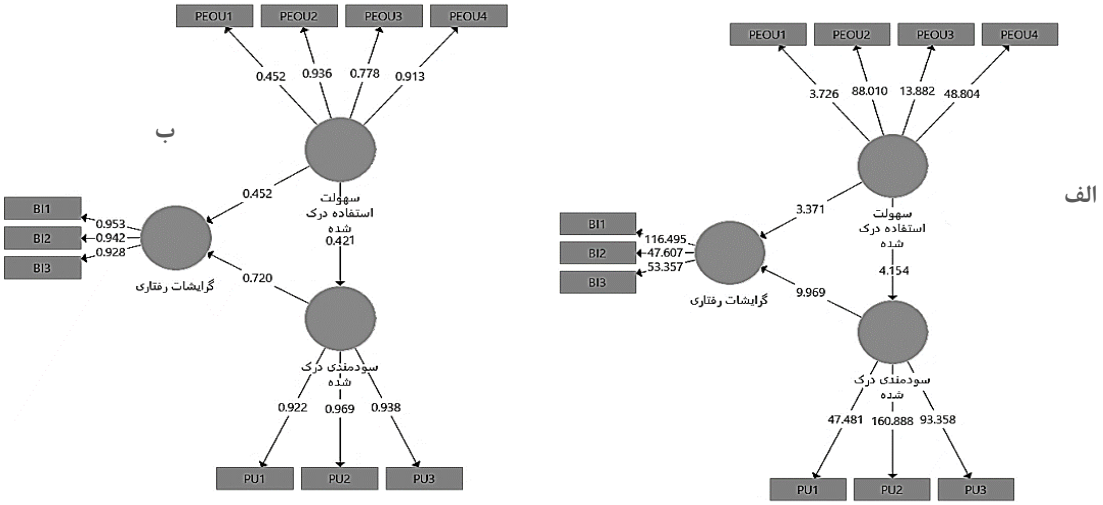
شکل ۴- میانگین متغیرهای پذیرش فناوری BIM به تفکیک ماهیت شرکت‌ها.

Figure 4- Average variables of BIM technology adoption by nature of companies.

جهت مقایسه وضعیت میانگین چهار دسته شرکت و مرتب کردن آن‌ها از کمترین به بیشترین نمره متغیر کلی پذیرش *BIM*، از آزمون تی جفت نمونه‌ای مستقل در نرم‌افزار *SPSS22* استفاده شد که به علت تعداد زیاد جداول خروجی نرم‌افزار، از ذکر آن‌ها در این مقاله پرهیز شده است، منتها خروجی‌های نرم‌افزار به این صورت حاصل شد که طرح و ساخت > کارفرمایی > مشاوره > پیمانکاری. شاید یکی از دلایلی که میانگین متغیرهای پذیرش *BIM* در شرکت‌های ساختمانی با ماهیت طرح و ساخت در تمامی سه متغیر بیشتر از شرکت‌های دیگر است، این باشد که چون ماهیت کاری که شرکت‌های طرح و ساخت با آن سروکار دارند و به عبارتی چون طراحی و اجرا را به صورت بسته واحدی از خدمات انجام می‌دهند تا حدودی نسبت به سه نوع دیگر شرکت‌ها، به هدف *BIM* که ایجاد همکاری‌های مشترک بین ارکان درگیر در پروژه‌ها و رسیدن به یکپارچگی است، نزدیک‌تر باشد و شاید این‌ها دلیلی باشد که این شرکت‌ها بیشتر احساس نیاز به استفاده از این فناوری در پروژه‌هایشان داشته‌اند. همچنین شرکت‌های پیمانکاری نیز در هر سه متغیر، کمترین نمره‌ها را به دست آورده‌اند؛ به این خاطر که پیمانکاران بیشتر درگیر مسائل اجرایی هستند و بخش زیادی از پروژه‌های ساختمانی ایران، هنوز با سیستم سه عاملی (متعارف) اجرا می‌شوند و پیمانکاران پس از اتمام مرحله طراحی، نقشه‌ها و اسناد اجرای پروژه‌ها را دریافت می‌کنند، شکافی از همکاری با بخش طراحی در این فرآیند ایجاد می‌شود و عادت کردن به این فرآیند که به نوعی با هدف *BIM* در تناقض است، شاید یکی از دلایل این امر باشد. همچنین میانگین نمره سه متغیر، در شرکت‌های پیمانکاری، کمتر از میزان میانگین و در شرکت‌های طرح و ساخت، بیشتر از میزان میانگین (حد متوسط) است.

۳-۴- بررسی مدل اندازه‌گیری

در شکل شماره پنج، مقدار بارهای عاملی و ضرایب تی حاصل شده از مدل تحقیق نشان داده شده است و همان‌گونه که قابل مشاهده است، میزان بارهای عاملی برای تمامی گویه‌های تحقیق، بیشتر از ۰/٤ است و نیاز به حذف گویه‌ای در مدل احساس نمی‌شود.



شکل ۵- مدل تحقیق با الف) ضرایب t-value و ب) ضرایب استاندارد شده بارهای عاملی.

Figure 5- Research model -t-value coefficients –standardized coefficients of factor load.

ارقام مربوط به آماره تی بین گویه‌ها و متغیرهای مربوطه نیز که در سطح خطای کمتر یا مساوی ۰/۰۵ محاسبه شده است، تماماً بیشتر از ۱/۹۶ می‌باشند؛ در نتیجه معناداری روابط بین گویه‌ها و متغیرهای متناظر با آن‌ها تائید می‌شود. معیارهای برازش مدل نیز که در **جدول ۵** نشان داده شده است، نشان می‌دهد که ضریب پایایی ترکیبی (*CR*)[1] برای تمامی متغیرهای تحقیق، بیشتر از ۰/۷ و قابل‌قبول می‌باشد. نتایج مربوط به بررسی روایی همگرا (*AVE*)[2] نیز نشان می‌دهد با توجه به حدود گفته شده برای این معیار (حداقل ۰/۵)، می‌توان گفت که تمامی متغیرهای تحقیق در حد مناسبی بوده و مطلوبیت مدل اندازه‌گیری را تائید می‌کند. میزان ضریب تعیین (R^2) تعدیل شده برای سهولت استفاده درک شده در حد متوسط نزدیک به قوی (۰/۶۲۷) و برای دو متغیر دیگر قوی برآورد شده است. شاخص ارتباط پیش‌بین (Q^2) برای "سهولت استفاده درک شده" برابر ۰/۳۶۷، برای "سودمندی درک شده" برابر ۰/۷۱۰ و برای "گرایشات رفتاری" ۰/۷۴۰ حاصل شد که مطلوب بودن آن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۵- مقادیر مربوط به معیارهای برازش مدل.
Table 5- Values related to model fit criteria.

نوع سازه	متغیرها	CR	AVE	R^2	Q^2
مرتبه ۱	سهولت استفاده درک شده	0.865	0.630	0.605	0.365
مرتبه ۱	سودمندی درک شده	0.960	0.890	0.848	0.710
مرتبه ۱	گرایشات رفتاری	0.959	0.885	0.885	0.740

شاخص اندازه تأثیر (f^2) نیز برای تمامی متغیرهای مستقل که روی متغیرهای وابسته به دست آمد، حد مطلوبی را نشان می‌دهد.

جدول ۶- مقادیر مربوط به معیار اندازه تأثیر.
Table 6- Values related to the effect size criterion.

متغیر مستقل	متغیر وابسته	F^2
سهولت استفاده درک شده	سودمندی درک شده	0.413
سهولت استفاده درک شده	گرایشات رفتاری	0.463
سودمندی درک شده	گرایشات رفتاری	1.331

همچنین مقادیر مربوط به روایی واگرا (*DV*)[3] مربوط به متغیرهای تحقیق به دست آمد که بر اساس آن، می‌توان اظهار داشت که متغیرهای مکنون، تعامل بیشتری با سؤالات خود دارند تا با سازه‌های دیگر؛ به بیان دیگر روایی واگرای مدل در حد مناسبی است.

جدول ۷- نتایج روایی واگرا به روش فورنل و لارکر.
Table 7- Divergent validity results by Fornel and Larker method.

متغیرها	سهولت استفاده درک شده	سودمندی درک شده	گرایشات رفتاری
سهولت استفاده درک شده	0.794		
سودمندی درک شده	0.644	0.943	
گرایشات رفتاری	0.660	0.933	0.941

تصمیم‌گیری در خصوص تائید یا رد فرضیه‌ها بر اساس مقدار آماره تی صورت خواهد گرفت؛ به‌نحوی‌که اگر مقدار آماره تی بیشتر از قدر مطلق ۱/۹۶ به دست آید، فرضیه مربوطه معنادار و اگر کمتر از ۱/۹۶ به دست آید، فرضیه مدنظر غیرمعنادار خواهد شد. مقادیر مربوط به بارهای عاملی و آماره تی بین متغیرهای تحقیق در **جدول ۸** آمده است.

جدول ۸- بارهای عاملی استاندارد شده و ضرایب t بین متغیرهای پنهان تحقیق.
Table 8- Standardized factor loads and t-coefficients between latent variables.

متغیر مستقل	متغیر وابسته	بار عاملی	آماره تی	سطح معناداری	نتیجه
سهولت استفاده درک شده	سودمندی درک شده	0.421	4.154	0.5	تائید
	گرایشات رفتاری	0.452	3.371	0.5	تائید
سودمندی درک شده	گرایشات رفتاری	0.720	9.996	0.5	تائید

[1] Composite Reliability
[2] Average Variance Extracted
[3] Divergent Validity

همان‌گونه که در **جدول ۸** قابل مشاهده است، ضریب معناداری ۰/۰۵ تعریف شده است و این بدان معناست که اگر مقدار آماره تی بیشتر از قدر مطلق ۱/۹۶ باشد، این رابطه با احتمال ۹۵% تائید می‌شود و به اندازه ۹۵% معنادار است. جهت رابطه بین متغیرها نیز بر اساس ضرایب استاندارد شده بار عاملی انجام خواهد شد. مقدار بار عاملی مثبت، نشان‌دهنده رابطه مستقیم و مثبت بین متغیرهای پنهان مستقل و وابسته می‌باشد و برعکس. با توجه به نتایج حاصل شده، هر سه فرضیه مدل تائید می‌شوند. فرضیه‌های تائید شده به علت اینکه مقدار آماره تی‌شان بیشتر از ۱/۹۶ است، با احتمال ۹۵% معنادارند. همچنین در این فرضیه‌ها، چون مقدار بار عاملی مثبت است، تأثیر متغیرهای مستقل روی متغیرهای وابسته، مثبت است؛ یعنی کاهش یا افزایش در متغیرهای مستقل، باعث کاهش یا افزایش در متغیرهای وابسته می‌شود.

تأثیر سهولت استفاده درک شده روی سودمندی درک شده نشان می‌دهد که پاسخ‌دهندگان اذعان داشته‌اند که هرچه شرکت‌ها اقداماتی جهت آشنایی بیشتر اعضاء شرکت و در نتیجه مهارت‌های استفاده با *BIM* در بین آن‌ها را تقویت کنند، این تصور که فناوری *BIM* برای آن‌ها سودمندتر است، افزایش می‌یابد و در نتیجه هرچه افراد حتی با وجود عدم استفاده عملیاتی از *BIM*، میزان سودمندی بیشتری را نیز نسبت به فناوری *BIM* در ذهن داشته باشند، از نظر رفتاری بیشتر خواهان ایجاد تغییرات و تعریف و پیاده‌سازی *BIM* در شرکت‌ها هستند.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

همان‌گونه که پیش‌تر به آن پرداخته شد، جهت به دست آوردن میزان پذیرش فناوری *BIM* در بین شرکت‌های ساختمانی رتبه یک استان تهران، از مدل *TAM* استفاده شد. با توجه به اینکه هرچه نمره به دست آمده برای سه مؤلفه این مدل (سهولت استفاده درک شده، سودمندی درک شده و گرایشات رفتاری) از میانگین در نظر گرفته شده (عدد ۳) بیشتر باشد، میزان پذیرش بیشتری از *BIM* در این شرکت‌ها وجود دارد، نتایج نشان داد برای هر سه مؤلفه، نمرات میانگین به دست آمده برای تمامی ۸۷ نمونه مورد بررسی، کمتر از عدد ۳ می‌باشد و در نتیجه آزمون تی تک نمونه‌ای نشان داد میزان پذیرش فناوری *BIM*، کمتر از حد متوسط است. نتایج حاصله، هم‌گرایی زیادی با نتایج حاصل از تحقیقات پیشین دارد؛ همان‌گونه که حسینی و آذری نیز در سال ۲۰۱۶ به این نتیجه رسیدند که پذیرش *BIM* در ایران در سطح پایین و کم توسعه‌یافته است. همچنین با توجه به نتیجه‌ای که حسینی در تحقیق خود به آن رسیده است، بخش زیادی از پاسخ‌دهندگان به تحقیق او، حتی قصد آشنایی با *BIM* را نداشته و در پذیرش این فناوری مشکلاتی وجود دارد. البته ذکر این نکته حائز اهمیت است که تحقیقات صورت گرفته دقیقاً در جامعه آماری مورد بررسی تحقیق حاضر انجام نشده‌اند. شاید کمبود چهارچوب‌ها و استانداردهای مدون و متناسب با اهداف *BIM* در کشور، نقطه ابهامی را در ذهن افراد جهت استفاده از *BIM* ایجاد کرده باشد که مشارکت بیشتر بخش دولتی به‌عنوان مشوق بخش خصوصی می‌تواند مفید باشد. همان‌گونه که مهران (۲۰۱۶) با بررسی پذیرش BIM در صنعت ساخت امارات به این نتیجه رسید که پذیرش *BIM* در امارات، روند آهسته‌ای دارد و سه چالش اصلی فقدان استانداردهای *BIM*، فقدان آگاهی از *BIM* و مقاومت به تغییر، بیشترین فراوانی پاسخ‌دهندگان را در رابطه با عدم پذیرش *BIM* به خود اختصاص داد. هر و فیشر (۲۰۱۹) نیز اذعان داشتند که پذیرش *BIM* روندی آهسته و ناکارآمدی در بخش‌هایی از چین دارد و راهکارهایی از جمله تدوین دستورالعمل‌های دولت بر اساس الزامات کاربران و توجیه آن‌ها به اینکه *BIM*، لزوماً اقلام هزینه غیرضروری اعمال نمی‌کند را جهت تسهیل در پذیرش *BIM* پیشنهاد دادند. آیینلا و آدامو (۲۰۱۸) نیز مسائلی چون هزینه‌ها، فرهنگ کاری، تخصص، آموزش، فقدان تقاضای مشتری، الزامات قانونی و غیره در پذیرش *BIM* را معرفی کردند.

نمرات میانگین سه متغیر مدل مفهومی تحقیق نیز به تفکیک ماهیت شرکت‌ها به دست آمد که آمار توصیفی گویای این بود که میانگین پذیرش فناوری *BIM* در شرکت‌های پیمانکاری در هر سه مؤلفه، کمتر از حد متوسط (کمتر از عدد ۳) و برای شرکت‌های طرح و ساخت، بیشتر از حد متوسط به دست آمده است که تا حدودی با تحقیق هر و فیشر (۲۰۱۹) که بیان کردند بیشترین پذیرش *BIM* را مهندسین و کمترین پذیرش *BIM* را پیمانکاران به خود اختصاص می‌دهند، هم‌خوانی دارد. البته شاید یکی از دلایلی که شرکت‌های کارفرمایی در هر سه مؤلفه پذیرش *BIM*، نمره میانگین بیشتری را نسبت به شرکت‌های مشاوره به دست آورده‌اند، این باشد که دسترسی به شرکت‌های کارفرمایی، محدودتر بود؛ چون مشخصات این شرکت‌ها در سایت سازمان برنامه و بودجه ثبت نشده‌اند و تنها ده شرکت با این ماهیت در این تحقیق مشارکت داشتند و این یکی از محدودیت‌های تحقیق حاضر است. همچنین چون بیشتر شرکت‌های مشارکت‌کننده در تحقیق،

در بخش خصوصی فعالیت دارند و وضعیت پذیرش و بلوغ *BIM* در بخش خصوصی شاید کمی بهتر از بخش دولتی باشد، یکی دیگر از دلایلی که وضعیت پذیرش *BIM* در سه متغیر در شرکت‌های کارفرمایی بیشتر از شرکت مشاوره به دست آمده است، همین موضوع باشد.

همچنین پاسخ‌دهندگان اذعان داشتند که هر چقدر افراد در دید و باور خود، استفاده از *BIM* را آسان‌تر بپندارند، منجر می‌شود که به میزان بیشتری نیز تصور کنند که استفاده از *BIM* برایشان سودمند است و هر دو این متغیرها، منجر به میزان گرایشات رفتاری بیشتری به سمت پذیرش *BIM* می‌شوند که این نتیجه نیز با نتایج تحقیقات پیشین همخوانی دارند؛ همان‌گونه که تنو (۲۰۰۸) ابراز داشت که سودمندی درک شده و سهولت استفاده درک شده بر نگرش و گرایش افراد نسبت به استفاده از فناوری، اهداف آن‌ها برای استفاده از آن فناوری و در نهایت استفاده از آن در عمل، تأثیر می‌گذارد. علاوه بر این، مطالعات زیادی هم در ایران و سایر کشورها انجام شده است که نشان می‌دهد سهولت استفاده درک شده بر سودمندی درک شده تأثیر می‌گذارد (درانی و رشیدی، ۲۰۰۷؛ کیم و همکاران، ۲۰۰۹؛ اجه‌ای، ۲۰۱۲؛ آکور، ۲۰۰۶).

تأثیر عوامل ذهنی در تحقیق سان و همکاران (۲۰۱۵) مشخص می‌شود که نشان می‌دهند سازگاری با *BIM*، مؤثرترین مؤلفه روی سودمندی درک شده و سهولت استفاده درک شده از *BIM* دارد. محققان کره‌ای نیز بیان کردند که انگیزه برای گرایش به پذیرش *BIM* باید توسط فاکتورهای محیط خارجی مثل حمایت دولت، در اشکال تخصیص منابع، آموزش و غیره تقویت شود (لی و یو، ۲۰۱۳). نگوتاناساوان (۲۰۱۷) نیز نشان داد که ویژگی‌های *BIM* چون کیفیت نرم‌افزاری *BIM*، مزیت نسبی آن، پاداش به کاربران، سهولت استفاده و میزان سازگاری با *BIM*، تأثیر زیادی روی آگاهی از *BIM* و در نهایت، پذیرش آسان‌تر *BIM* دارد.

در پایان ذکر این نکته حائز اهمیت است که جرقه‌های پذیرش هر فناوری با وجود هر میزان توانمندی که آن فناوری دارد، وقتی اتفاق می‌افتد که افراد خود بخواهند با آن فناوری کار کنند، نه اینکه به آن‌ها تحمیل شود و این قضیه نیز وقتی رخ می‌دهد که کاربران دیدگاه بهتری نسبت به آن فناوری از منظر سادگی کار با آن و میزان سودمندیش داشته باشند.

از جمله محدودیت‌های تحقیق حاضر نیز این است که تنها ۸۷ نمونه معتبر در این تحقیق مشارکت کردند که پذیرش *BIM* در تعداد نسبتاً مناسبی از آن‌ها (۲۳ مورد) صورت گرفته است؛ شاید با مشارکت دادن شرکت‌های رتبه پایین‌تر، نتایج متفاوتی را بتوان به دست آورد؛ زیرا شرکت‌های با رتبه پایین‌تر ممکن است وضعیت بودجه، سابقه و نیروی انسانی ضعیف‌تری نسبت به شرکت‌های رتبه بالاتر داشته باشند و این موضوعات خود چالش‌هایی بر سر راه پذیرش و ورود فناوری‌های جدید به وجود آوردند. همچنین داده‌ها تنها در محیط شرکت‌های ساختمانی استان تهران گردآوری شده‌اند و انجام تحقیقات مجزا در استان‌ها و یا کشورهای دیگر می‌تواند نتایج جدیدی را به دست آورد.

منابع

Ahmed, A. L., & Kassem, M. (2018). A unified BIM adoption taxonomy: conceptual development, empirical validation and application. *Automation in construction*, *96*, 103-127.

Akour, I. (2006). *Factors influencing faculty computer literacy and use in Jordan: a multivariate analysis*. Louisiana Tech University.

Ayinla, K. O., & Adamu, Z. (2018). Bridging the digital divide gap in BIM technology adoption. *Engineering, construction and architectural management*, *25*(10), 1398-1416.

Azhar, S., Nadeem, A., Mok, J. Y., & Leung, B. H. (2008, August). Building Information Modeling (BIM): a new paradigm for visual interactive modeling and simulation for construction projects. *Proc., first international conference on construction in developing countries* (Vol. 1, pp. 435-46). https://www.academia.edu/download/35698780/045.pdf

Barlish, K., & Sullivan, K. (2012). How to measure the benefits of BIM—a case study approach. *Automation in construction*, *24*, 149-159.

Boddaghi, H., & Mousavi, S. M. (2016). The effects of using new construction methods on time, cost and quality parameters of construction projects from the perspective of project knowledge management system. *4th International congress on civil engineering, architecture and urban development*, Tehran. (**In Persian**). https://civilica.com/doc/618040/

Chen, K., Lu, W., Peng, Y., Rowlinson, S., & Huang, G. Q. (2015). Bridging BIM and building: From a literature review to an integrated conceptual framework. *International journal of project management*, *33*(6), 1405-1416.

Dizon, G. (2016). Measuring Japanese EFL student perceptions of internet-based tests with the technology acceptance model. *Tesl-Ej*, *20*(2), n2. https://eric.ed.gov/?id=EJ1113906

Dorani, K., & Rashidi, Z. (2007). A study of determinant factors in Information Technology Acceptance by teachers of smart schools in Tehran. *Research in educational systems*, *1*(1), 23-46. (**In Persian**). https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=83641

Ejei, J. (2012). The role of cognitive beliefs in relationship between individual and organizational factors with information. *International journal of behavioral sciences*, *6*(1), 1-9.

Farah, T. E. (2005). *Review of current estimating capabilities of the 3D Building Information Model software to support design for production/construction* (Doctoral Dissertation, Worcester Polytechnic Institute). Retrieved from https://core.ac.uk/download/pdf/213000704.pdf

Gao, J., & Fischer, M. (2008). *Framework and case studies comparing implementations and impacts of 3D/4D modeling across projects* (Doctoral dissertation, Stanford University). Retrieved from http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.466.4427&rep=rep1&type=pdf

Gefen, D., & Straub, D. (2000). The relative importance of perceived ease of use in IS adoption: A study of e-commerce adoption. *Journal of the association for Information Systems*, *1*(8), 1-30.

Goodhue, D., Lewis, W., & Thompson, R. (2006, January). PLS, small sample size, and statistical power in MIS research. *Proceedings of the 39th annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'06)* (Vol. 8, pp. 202b-202b). IEEE.

Herr, C. M., & Fischer, T. (2019). BIM adoption across the Chinese AEC industries: an extended BIM adoption model. *Journal of computational design and engineering*, *6*(2), 173-178.

Hosseini, B. (2015). *Study of BIM implementation process in Iranian construction projects with the approach of examining barriers and limitations* (Master Thesis, Elm Sanat University).

Hosseini, M. R., Azari, E., Tivendale, L., Banihashemi, S., & Chileshe, N. (2016). Building Information Modeling (BIM) in Iran: an exploratory study. *Journal of engineering, project, and production management*, *6*(2), 78-89. (**In Persian**). https://dro.deakin.edu.au/view/DU:30088915

Kassem, M., & Succar, B. (2017). Macro BIM adoption: comparative market analysis. *Automation in construction*, *81*, 286-299.

Khoshnava, S., Ahankoob, A., Preece, C., & Rostami, R. (2012, December). Application of BIM in construction safety. *Management in Construction Research Association (MiCRA), postgraduate conference, university technology Malaysia*, Malaysia.

Kim, Y. J., Chun, J. U., & Song, J. (2009). Investigating the role of attitude in technology acceptance from an attitude strength perspective. *International journal of information management*, *29*(1), 67-77.

Koushki, M. (2017). Comprehensive evaluation of solutions, impedies, costs and effects of BIM implementation in Iran and the World. *1th National conference of building information modeling*, Tehran. (**In Persian**). https://civilica.com/doc/708868/

Kymmell, W. (2008). *Building Information Modeling: planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations (McGraw-Hill construction series)*. McGraw-Hill Education.

Lai, P. C. (2017). The literature review of technology adoption models and theories for the novelty technology. *JISTEM-journal of information systems and technology management*, *14*, 21-38.

Lee, S. K., & Yu, J. H. (2013). Effects of intrinsic and extrinsic motivation factors on BIM acceptance. *Journal of the Korea institute of building construction*, *13*(3), 242-252.

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*. https://doi.org/10.1155/2019/9482350

Lindblad, H., & Vass, S. (2015). BIM implementation and organisational change: a case study of a large Swedish public client. *Procedia economics and finance*, *21*, 178-184.

Liu, Z. Y. (2015). An analysis of technology acceptance model-exploring user acceptance and intension of taxi-hailing app in Shanghai. http://hdl.handle.net/2077/38592

Mehran, D. (2016). Exploring the adoption of BIM in the UAE construction industry for AEC firms. *Procedia engineering*, *145*, 1110-1118.

Motawa, I., & Carter, K. (2013). Sustainable BIM-based evaluation of buildings. *Procedia-social and behavioral sciences*, *74*, 419-428.

Nemati, P., Eshtehardian, E., & Azizi, M. (2016). How to measure BIM organizational maturity (case study: Housing Investment Company). *International conference of architecture and urban*, Tehran. (**In Persian**). https://civilica.com/doc/484390/

Ngowtanasawan, G. (2017). A causal model of BIM adoption in the Thai architectural and engineering design industry. *Procedia engineering*, *180*, 793-803.

Park, J., Kim, B., Kim, C., & Kim, H. (2011). 3D/4D CAD applicability for life-cycle facility management. *Journal of computing in civil engineering*, *25*(2), 129-138.

Parsa, M., & Kefayatimolkabad, M. (2018). Barriers of BIM implementation in Iran's construction industry. *1th International conference of BIM*, Tehran. (**In Persian**). http://satavand.com/wp-content/uploads/2019/07/%D9%85%D9%88%D8%A7%D9%86%D8%B9-%D9%BE%DB%8C%D8%A7%D8%AF%D9%87-%D8%B3%D8%A7%D8%B2%DB%8C-%D9%81%D8%B1%D8%A2%DB%8C%D9%86%D8%AF-%D9%85%D8%AF%D9%84%D8%B3%D8%A7%D8%B2%DB%8C-%D8%A7%D8%B7%D9%84%D8%A7%D8%B9%D8%A7%D8%AA-%D8%B3%D8%A7%D8%AE%D8%AA%D9%85%D8%A7%D9%86-%D8%AF%D8%B1-%D8%B5%D9%86%D8%B9%D8%AA-%D8%B3%D8%A7%D8%AE%D8%AA%D9%85%D8%A7%D9%86-%DA%A9%D8%B4%D9%88%D8%B1-%D8%A7%DB%8C%D8%B1%D8%A7%D9%86.pdf

Porwal, A., & Hewage, K. N. (2013). Building Information Modeling (BIM) partnering framework for public construction projects. *Automation in construction*, *31*, 204-214.

Rouhani, N., & Banihashemi, Y. (2018). Categoring of BIM imolementation barriers with barrier type and decision-making level approach. *1th International conference of BIM*, Tehran. (**In Persian**). https://civilica.com/doc/804927/

Son, H., Lee, S., & Kim, C. (2015). What drives the adoption of building information modeling in design organizations? an empirical investigation of the antecedents affecting architects' behavioral intentions. *Automation in construction*, *49*, 92-99.

Teo, T. (2008). Assessing the computer attitudes of students: an Asian perspective. *Computers in human behavior*, *24*(4), 1634-1642.

Venkatesh, V., & Davis, F. D. (1996). A model of the antecedents of perceived ease of use: Development and test. *Decision sciences*, *27*(3), 451-481.

Winberg, A., & Dahlqvist, E. (2010). BIM-the next step in the construction of civil structures. https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?dswid=259&pid=diva2%3A431673