دسته‌بندی موانع پیاده‌سازی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان با دو رویکرد نوع موانع و سطح تصمیم‌گیری

نیلوفر روحانی[۱،*]، سید یاسر بنی‌هاشمی[۲]

*۱ و *- دانشجو، کارشناسی ارشد مهندسی و مدیریت ساخت، گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه‌فردوسی‌مشهد، niloofar.rohani93@gmail.com*

۲-استادیار، دکترای مهندسی و مدیریت ساخت، گروه مهندسی عمران، دانشکده مهندسی، دانشگاه‌فردوسی‌مشهد، y.banihashemi@um.ac.ir

چکیده

همزمان با گسترش کاربرد جهانی تکنولوژی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در صنعت ساخت، بکارگیری این تکنولوژی در کشورهای جهان سوم از جمله ایران با موانع فراوانی روبه‌روست. جهت گسترش بکارگیری BIM در این مناطق، شناسایی موانع و مشکلات پیش‌روی پیاده‌سازی آن ضرورت دارد. با توجه به مطالعات جهانی متعدد صورت گرفته در این زمینه، استفاده از نتایج این مطالعات می‌تواند گام مهمی در جهت شناسایی و دسته‌بندی این موانع باشد. در این راستا، در این مقاله، از روش مرور سیستماتیک بر روی مطالعات پیشین در این زمینه استفاده شده است. همچنین مقالات مورد مطالعه از نظر سال انتشار و کشور مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفته‌اند. در این مقاله از دو نوع دسته‌بندی جهت سازمان‌دهی موانع بهره‌گرفته شده است. نوع اول، دسته‌بندی بر اساس نوع موانع است که شامل دسته‌های سازمانی-اجتماعی، تکنیکی، قانونی، اقتصادی و قراردادی می‌باشد. با توجه به اینکه رفع موانع پیاده‌سازی BIM تنها در صورت شناسایی متولی رفع آن‌ها امکان‌پذیر است، نوع دوم دسته‌بندی، بر اساس سطوح تصمیم‌گیری جهت رفع این موانع انجام شده که شامل سه سطح دولتی/صنعتی، سازمانی و بین‌سازمانی می‌باشد. نتایج این مطالعه می‌تواند بستر لازم جهت انجام مطالعات بومی در زمینهٔ موانع بکارگیری BIM در کشور ایران را فراهم نماید.

واژگان کلیدی: مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، BIM، موانع پیاده‌سازی، سطح تصمیم‌گیری

۱.مقدمه

امروزه مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) به دلیل منافع عظیمی که برای کارفرمایان، پیمانکاران و مشاوران ایجاد می‌کند، به صورت گسترده در تمامی چرخه‌ی عمر پروژه ها استفاده می‌شود. کاربرد تکنولوژی BIM در ده سال اخیر پیشرفت چشمگیری در سطح جهانی داشته است. بررسی وضعیت بکارگیری BIM در شش قاره‌ی جهان در سال ۲۰۱۵ نشان می‌دهد که کشورهای آمریکای شمالی بیشترین سابقه و بالاترین سطح پیاده‌سازی این فناوری را در جهان دارا می‌باشند. پس از آن کشورهای استرالیا و اقیانوسیه دومین رتبه را در این زمینه کسب‌کرده‌اند[۱]. همچنین, دولت بریتانیا در سال ۲۰۱۰، سال ۲۰۱۶ را به عنوان تاریخ هدف به کارگیری گسترده BIM در سطح بلوغ دو قرارداد و سبب رشد نرخ بکارگیری این فناوری از

۱۳ درصد در سال ۲۰۱۰ به ۳۹ درصد در سال ۲۰۱۲ شد[۲, ۳]. در سال‌های اخیر تحقیقات بسیاری در زمینه‌ی مزایای بکارگیری BIM انجام شده است[۴, ۵]. به‌عنوان مثال، براید و همکاران[۵] منافع بهره‌گیری از BIM را به ترتیب اهمیت، کاهش هزینه، کاهش زمان، بهبود ارتباطات، بهبود هماهنگی و بهبود کیفیت پروژه بیان‌کرده‌اند. این تحقیق خاطر نشان می‌کند که هزینه‌های ناشی از خرید و ارتقاء نرم‌افزار و سخت‌افزار و آموزش کارکنان، در برابر تاثیر مثبت کاهش هزینه که به علت کاهش زمان پروژه، بهبود هماهنگی‌ها و کاهش دوباره‌کاری‌ها اتفاق می‌افتد، ناچیز شمرده می‌شود.

علی‌رغم منافع عظیم BIM و گسترش جهانی آن، گسترش آهسته‌ی این تکنولوژی قدرتمند در کشورهای جهان سوم، از جمله ایران، سبب بروز نگرانی‌های بسیاری در این زمینه شده است. شاید بتوان مدعی شد که بخشی از کاربرد محدود و نابالغ BIM در این مناطق، به دلیل ناآگاهی از وجود موانع در پیاده‌سازی موفق آن می‌باشد. بنابراین پیش از ارائه‌ی هرگونه راهکار، شناسایی دقیق این موانع امری حیاتی می‌باشد. با توجه به ضرورت پیاده‌سازی صحیح BIM، تحقیقاتی در کشورهای مختلف در جهت شناسایی این موانع صورت پذیرفته است و این موانع به روش‌های مختلفی دسته‌بندی شده‌اند[برای مثال۳, ۶-۹]. برای استفاده از تجارب جهانی در زمینه‌ی پیاده‌سازی BIM و شناخت صحیح موانع پیش‌رو، لازم است مطالعات قبلی در این زمینه مورد بررسی و تحلیل قرار گیرند. این تحقیق ضمن مرور سیستماتیک تحقیقات پیشین در زمینه‌ی موانع پیاده‌سازی BIM، به شناسایی این موانع و دسته‌بندی آن‌ها می‌پردازد. نتایج این مطالعه می‌تواند بستر لازم جهت انجام مطالعات بومی در زمینهٔ موانع بکارگیری BIM در کشور ایران را فراهم نماید.

۲. پیشینه‌ی پژوهش

۲,۱. تاریخچه مدل‌سازی اطلاعات ساختمان

مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در سیر تکاملی تکنولوژی‌های کَدمحور[۱](طراحی به کمک کامپیوتر) در اواخر دهه‌ی ۹۰ میلادی به صنعت ساخت معرفی شد[۱۰]. در ابتدا کاربرد این تکنولوژی تنها برای فاز طراحی پروژه‌ها و در خدمت مهندسان طراح بود، ولی به‌تدریج در فازهای اجرایی و بهره‌برداری نیز متداول گشت. با گذشت نزدیک به هجده سال از معرفی این تکنولوژی، هنوز تعریف واحد و توافق شده‌ای برای BIM وجود ندارد. یکی از جامع‌ترین تعاریف BIM متعلق به شرکت اُتودسک[۲]است: "BIM یک فرآیند یکپارچه است که به شدت فهم پروژه را بهبود می‌بخشد و نتایج قابل پیش‌بینی ارائه می‌کند. این میدان دید، تمام افراد تیم پروژه را قادر می‌سازد که هماهنگ بمانند، دقت را بهبود بخشند، ضایعات را کاهش دهند و تصمیمات مشخص را زودتر اتخاذ کنند، تا به تضمین موفقیت پروژه کمک کنند"[۱۰].

با پیاده‌سازی مدل تصویری سه بُعدی BIM، تیم ساخت پیش از اجرای پروژه، توانایی تشخیص تصادمات فضایی را دارد. همچنین استفاده از اطلاعات در بُعد چهارم، مدیریت پروژه را در زمان رویارویی با ضرب العجل‌ها تسهیل می‌کند[۷]. در طی سال‌های اخیر، تکنولوژی BIM مراحل مختلفی از بلوغ را طی کرده است. سطوح مختلف BIM به شرح زیر می‌باشند: سطح صفر بیانگر طراحی توسط کَد دوبعدی است، سطح یک در واقع ارتقای سطح صفر به کَد سه‌بعدی می‌باشد و سطح دو، BIM مشارکتی خوانده می‌شود که در آن طرفین پروژه روی مدل‌های کَد سه‌بعدی (مدل‌ها ضرورتا واحد و به اشتراک گذاشته شده نیستند) کار می‌کنند و اطلاعات بین طرفین در قالب فایل‌های داده‌ای با فرمت یکسان (مانند IFC و یا COBie) مبادله می‌شوند. در نهایت، سطح سه که BIM یکپارچه نامیده می‌شود، با مشارکت طرفین پروژه، مدل واحد به اشتراک گذاشته‌شده

[۱] CAD-based
[۲] Autodesk

و توسعه داده می‌شود. در این سطح تمامی افراد با توجه به سیاست‌های قراردادی، تا حدودی به استفاده و ارتقاء مدل دسترسی دارند[۳, ۱۱].

۲,۲. موانع پیاده‌سازی BIM در تحقیقات پیشین

از ابتدای پیدایش تکنولوژی BIM، تحقیقات گسترده‌ای در زمینه‌ی بهبود ویژگی‌های تکنیکی و توسعه‌ی کاربرد آن در بخش‌های مختلف صنعت معماری، مهندسی و ساخت (AEC) به انجام رسیده است. سانتس و همکاران[۱۲] ضمن مرور تحقیقات صورت‌گرفته در زمینه‌ی BIM در طول سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵، این تحقیقات را در نه دسته‌ی کلی تقسیم‌بندی کرده‌اند که به ترتیب فراوانی مقالات، به شرح زیر می‌باشند: ۱) محیط‌های مشارکتی و interoperability، ۲) ساخت پایدار، ۳) پذیرش و استانداردسازی BIM، ۴) برنامه‌نویسی BIM، ۵) پردازش تصویر، اسکن لیزری و واقعیت افزوده، ۶) مدیریت تسهیلات و تحلیل ایمنی، ۷) مدیریت ساخت، ۸) مقالات مروری و ۹) BIM و اطلاعات فضایی.

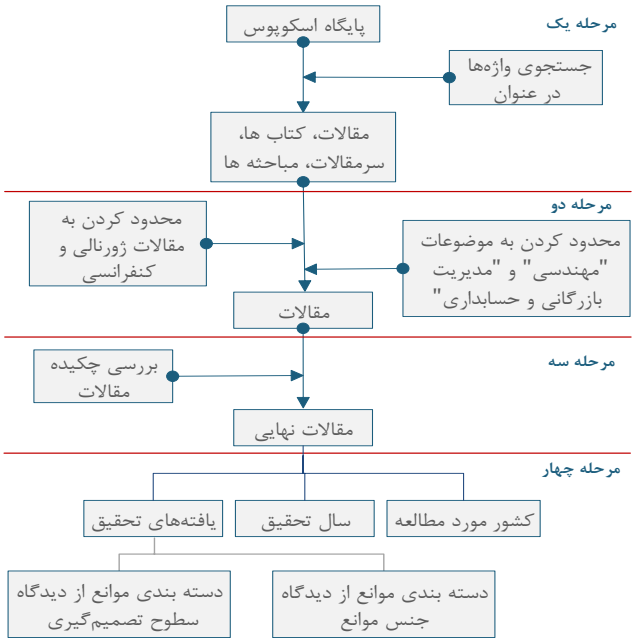
مقالات مربوط به دسته‌ی پذیرش و استانداردسازی BIM که در رده‌ی سوم مقالات منتشر شده از ابتدای پیدایش این تکنولوژی قراردارند، به مسائلی چون ارزیابی پذیرش BIM می‌پردازند که در این بخش یکی از ریشه‌ای‌ترین موضوعات، موانع پیاده‌سازی و ریسک‌های ذاتی تکنولوژی BIM است[۱۲]. در این تحقیق منظور از موانع پیاده‌سازی BIM، عواملی هستند که می‌توانند از بکارگیری BIM ممانعت به‌عمل آورند، یا موفقیت پروژه‌های برپایه‌ی BIM را به خطر بیاندازند و یا عدم‌قطعیت در عملکرد پروژه را افزایش دهند.

در سال‌های اخیر، تعدادی از مقالات به مرور تحقیقات انجام شده در زمینه‌ی موانع بکارگیری BIM پرداخته‌اند. برای مثال سان و همکاران[۱۰] طی بررسی پیشینه‌ی پژوهش مربوط به این موضوع در سال ۲۰۱۵، ۲۲ مانع را شناسایی و در پنج گروه تکنولوژی، هزینه، مدیریت، پرسنل و قانونی دسته‌بندی کرده‌اند. علاوه بر این، ژانگ و همکاران[۱۳] در طی بررسی پیشینه‌ی پژوهش موانع بکارگیری BIM، ۴۱ مانع جهانی را شناسایی و در چهار گروه تکنولوژی، هزینه، بهره‌برداری و قانون دسته‌بندی کرده‌اند. چیین و همکاران [۷]، در بررسی موانع بکارگیری BIM، "فقدان پرسنل ماهر و آموزش دیده" و "کافی نبودن تجربه‌ی پروژه" را به عنوان رایج‌ترین و تاثیرگذارترین عوامل بیان می‌کنند. از سوی دیگر، چیین و همکاران[۷] نشان دادند که موانع بهره‌وری BIM از دیدگاه طرف‌های درگیر در پروژه متفاوت است؛ به‌عنوان مثال، دغدغه‌ی اصلی مشاوران "فقدان استانداردهای BIM" و نگرانی اصلی پیمانکاران "تبادل اطلاعات ناکارآمد" و "دشواری‌های مدیریت فرآیندهای تغییرات" می‌باشد. همچنین ژائو و همکاران[۱۴]، "عدم کفایت دانش و تخصص مربوطه"، "مسائل تکنولوژیکی"، "مسائل مالکیت داده" و "مشارکت و به اشتراک‌گذاری ضعیف داده" را از مهم‌ترین موانع توسعه‌ی این تکنولوژی برشمرده‌اند. با توجه به گسترش روز افزون کاربرد BIM و ابزارهای آن در صنعت AEC و ایجاد مشکلات و موانع جدید، شناسایی موانع جدیدی که پیش‌روی پیاده‌سازی BIM قرار دارند، امری ضروری است. همچنین جهت ارائه‌ی راهکار برای رفع این موانع، پیش از هر چیز باید متولیان رفع موانع شناسایی شوند. بنابراین این مقاله علاوه بر شناسایی موانع پیاده‌سازی BIM، به تقسیم‌بندی آن‌ها از لحاظ سطوح تصمیم‌گیری جهت رفع موانع می‌پردازد.

۳. روش شناسی

در این مقاله جهت بررسی موانع پیاده‌سازی BIM، از رویکرد مرور پیشینه‌ی پژوهش استفاده شده است. در مرحله‌ی اول، مقالات مورد نظر جهت بررسی موانع بهره‌گیری از BIM، با استفاده از جستجوی کلیدواژه‌های "BIM" یا "Building

"Information Modeling" و "Barrier" یا "Obstacle" یا "Risk Factor" در عنوان مقالات، از پایگاه اسکوپوس[۳] جمع‌آوری شدند. سپس در مرحله‌ی دوم، مقالات یافت‌شده با استفاده از گزینه‌های محدودکننده‌ی مقالات ژورنالی و کنفرانسی و همچنین مجلات مربوط به موضوعات "مهندسی" یا "مدیریت بازرگانی و حسابداری" فیلتر شدند. در مرحله‌ی سوم پس از بررسی چکیده‌ی مقالات، تعدادی از مقالات نامرتبط با موضوع حذف شدند؛ برای مثال تیان و همکاران[۱۵] مقاله‌ای تحت عنوان موانع اطلاعاتی درکاربرد BIM مشارکتی در کارگاه منتشر نمودند که شامل کلید واژه‌های موردنظر است، ولی در راستای این تحقیق مفید نبوده و در فرآیند بررسی دقیق مقالات حذف شد. در نتیجه، مجموعا ۲۳ مقاله‌ی مرتبط با موانع پیاده‌سازی BIM باقی ماند. در مرحله‌ی آخر، این مقالات از نظر سال انتشار و کشور مورد مطالعه، مورد بررسی قرار گرفتند. در بررسی متن دقیق این مقالات، در مجموع ۶۴ مانع پیدا شد که از میان آن‌ها، تنها موانعی که در بیش از یک مقاله ذکر شده بودند در لیست منتخب قرار گرفتند. لیست منتخب شامل ۴۹ مانع است که در بخش‌های بعدی مقاله ارائه خواهد شد. شکل ۱ نمایشگر مراحل مختلف این تحقیق است.



شکل ۱- مراحل انجام تحقیق

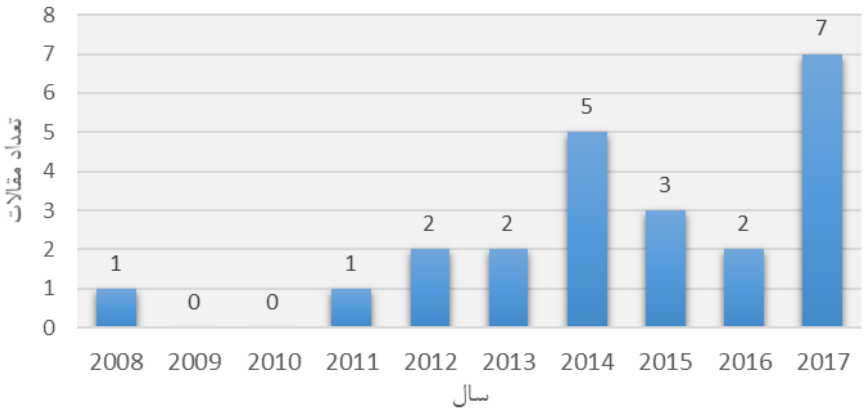
۴. نتایج

۴،۱. توزیع سالیانه‌ی مقالات موانع پیاده‌سازی BIM

با توجه به نوظهور بودن تکنولوژی BIM، پیش از سال ۲۰۰۸ مقاله‌ای درباره‌ی موانع پیاده‌سازی BIM منتشر نشده است. از سال ۲۰۰۸ با آغاز بکارگیری گسترده‌ی این تکنولوژی، توجه محققان به این موضوع جلب شده است. شکل ۲ نمایشگر توزیع این مقالات بر اساس سال می‌باشد. مطابق این شکل، بیشترین چاپ مقالات در این زمینه به ترتیب در سال‌های ۲۰۱۷ با ۷ مقاله و ۲۰۱۴ با ۵ مقاله بوده است. روند افزایشی این مقالات در سال ۲۰۱۷، نشان‌دهنده‌ی گسترش

[۳] Scopus

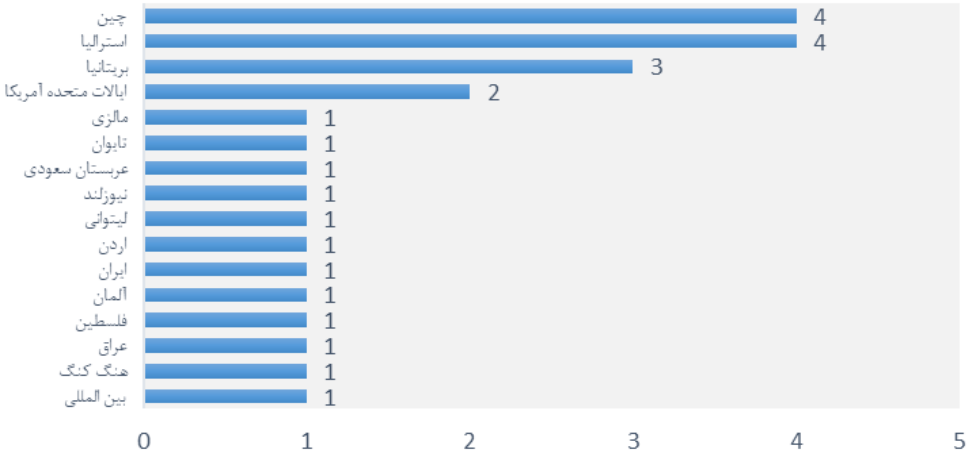
BIM و پدیدآمدن مشکلات جدیدی در زمینه‌ی پیاده‌سازی آن است. لذا صنعت ساخت بیش از پیش به راهکارهایی جهت پیاده سازی موفق BIM نیازمند است.



شکل۲- توزیع سالانه‌ی مقالات

۴،۲. توزیع مقالات موانع پیاده‌سازی BIM در کشورهای جهان

تعداد مقالات منتشر شده در یک کشور درباره‌ی یک موضوع خاص، اغلب با میزان پیشرفت صنعت و سیاست‌گذاری‌ها در حیطه‌ی آن موضوع ارتباط دارد [۱۶]. بنابراین، جهت تعیین کشورهای با بیشترین تعداد مقالات درباره‌ی موانع پیاده‌سازی BIM، پس از بررسی دقیق متن مقالات، از روش ساده‌ی شمارش کشورهای مورد مطالعه استفاده شده است. شکل ۳، نمایشگر کشورهای مورد مطالعه و تعداد مقالات مربوطه است. این شکل نشان می‌دهد بیشترین کشورهای مورد مطالعه، چین و استرالیا هر یک با ۴ مقاله و پس از آن بریتانیا و ایالات متحده به ترتیب با ۳ و ۲ مقاله بوده‌اند.



شکل۳- توزیع مقالات در کشورهای جهان

۵. بحث

همانطور که در بخش روش تحقیق اشاره گردید، از بررسی ۲۳ مقاله‌ی یافت شده در زمینه‌ی موانع پیاده‌سازی BIM، ۴۹ مانع شناسایی گردید. همان‌طور که می‌دانید هدف اصلی شناسایی موانع پیاده‌سازی BIM، چاره‌اندیشی برای کاهش و رفع آن‌هاست. در راستای این هدف، یکی از ابزارهای موثر، دسته‌بندی این موانع است. بنابراین در این بخش از مقاله، به

دسته‌بندی موانع شناسایی شده از دو دیدگاه نوع موانع (مشابه مطالعات پیشین) و سطوح تصمیم‌گیری رفع آن‌ها پرداخته خواهد شد. در نظر گرفتن این دو دیدگاه در دسته‌بندی موانع، مسئولین و سازمان‌ها را در جهت تصمیم‌گیری در جهت رفع آن‌ها یاری می‌کند. برای مثال، موانعی که در دسته‌ی تکنیکی قرار دارند، باید توسط مهندسان و متخصصان این تکنولوژی چاره‌اندیشی شوند و حتی باتجربه ترین مدیران نمی‌توانند گامی در جهت رفع آن‌ها بردارند. همچنین، مشکلاتی چون فقدان راهنماهای کاربردی پیاده‌سازی BIM، ریشه در فقدان نهادهای تخصصی در زمینهٔ BIM و نیز ضعف در سیاست‌گذاری دولت در این زمینه دارد و بنابراین رفع آن توسط تصمیم‌گیری‌های کلان دولتی/صنعتی امکان‌پذیر است. بنابراین در ادامه، موانع شناسایی شده با رویکرد پیش‌گفته مورد بررسی و دسته بندی قرار گرفتند.

۵,۱. دسته‌بندی موانع از دیدگاه نوع مانع

یک روش دسته‌بندی که مشابه آن در مطالعات پیشین، نظیر مقاله‌ی الرشیدی و همکاران[۳] و مقاله‌ی سان و همکاران[۱۰] دیده شده است، تقسیم‌بندی موانع به دسته‌های اجتماعی-سازمانی، اقتصادی، تکنیکی، قراردادی و قانونی است. ۴۹ مانع شناسایی شده، براساس همین دسته‌بندی و با ذکر جزئیات در جداول ۱ تا ۵ آورده شده‌اند.

- دسته‌ی موانع **اجتماعی-سازمانی** که ۲۱ مانع (۴۳ درصد کل موانع) را در بر دارد، شامل موانع مربوط به فرهنگ و خصوصیات مدیریت، کارکنان و ذینفعان می‌باشد. در این دسته به‌ترتیب "مقاومت در برابر تغییر"، "فقدان کاربران باصلاحیت و باتجربه"، "عدم تمایل مشتری برای بکارگیری BIM" و "تصور نادرست از کفایت استانداردها و روش‌های سنتی"، بیشترین درصد فراوانی را در میان سایر موانع این دسته به خود اختصاص داده‌اند. جدول ۱ شامل تمامی موانع این دسته می‌باشد.
- دسته‌ی موانع **تکنیکی** با ۱۳ مورد (۲۶ درصد کل موانع)، شامل موانع مربوط به قابلیت‌های ابزارهای BIM، مشکلات سازگاری در داده و مسایل IT می‌شود. در این دسته، موانع "مشکلات سازگاری در تبادل اطلاعات بین دیسیپلین های مختلف"، "بالغ نبودن/کاربردی نبودن ابزارهای BIM" و "مشکلات سازگاری در نرم افزارهای BIM"، به ترتیب بیشترین درصد فراوانی را در میان سایر موانع این دسته دارا می‌باشند. جدول ۲ شامل تمامی موانع این دسته می‌باشد.
- دسته‌ی موانع **قانونی** که شامل ۷ مورد (۱۴ درصد کل موانع) می‌باشد، به موانعی که قوانین حاکم در یک کشور، پیشِ روی پیاده‌سازی موفق BIM قرار می‌دهد، می‌پردازد. در این دسته "فقدان راهنماها و استانداردهای (الزام‌آور یا غیر الزام‌آور) کاربردی BIM"، "مالکیت مدل BIM شامل حق مالکیت معنوی و حق کپی" و "مسئولیت داده/مدل ناقص یا اشتباه"، به ترتیب بیشترین درصد فراوانی را در میان سایر موانع این دسته دارا می‌باشند. این موانع در جدول ۳ نمایش داده شده‌اند.
- دسته‌ی موانع **اقتصادی** شامل ۶ مورد (۱۲ درصد کل موانع) است. این دسته به موانعی که مشکلات اقتصادی پیشِ روی پیاده‌سازی موفق BIM قرار داده‌اند، می‌پردازد. "هزینه‌ی اولیه‌ی BIM (راه اندازی یا ارتقای نرم افزار و سخت افزار)" و "هزینه‌ی آموزش BIM به کارکنان"، به ترتیب بیشترین درصد فراوانی را در میان سایر موانع این دسته دارند. جدول ۴ شامل تمامی موانع این دسته می‌باشد.
- در دسته‌ی موانع **قراردادی** که شامل ۲ مورد (۴ درصد کل موانع ذکرشده در مقالات) است به دو عامل "فقدان فرمت‌های استاندارد برای قراردادهای BIM" و "فقدان توجه به جنبه‌های مختلف BIM در قراردادهای کنونی" اشاره شده است که در جدول ۵ آمده‌اند.

لازم به ذکر است که عامل "هزینه‌ی اولیه‌ی BIM (راه اندازی یا ارتقای نرم افزار و سخت افزار)" در دستهٔ موانع اقتصادی با فراوانی ۷۰ درصد، شاخص‌ترین مانع در کل موانع پیاده‌سازی BIM است. همچنین عامل "فقدان راهنماها و استانداردهای (الزام آور یا غیر الزام آور) کاربردی BIM" که در دستهٔ موانع قانونی طبقه‌بندی شده است، دومین مانع شاخص

با فراوانی ۶۵ درصد، در کل موانع پیاده‌سازی BIM است. سومین مانع شاخص،"مقاومت در برابر تغییر" با فراوانی ۵۷ درصد است که در دسته‌ی موانع اجتماعی-سازمانی طبقه‌بندی شده است.

۵،۲. دسته‌بندی موانع از دیدگاه سطوح تصمیم‌گیری

دسته‌بندی موانع پیاده‌سازی BIM از منظر نوع این موانع، روش مناسبی برای سازمان‌دهی آن‌هاست؛ گرچه ارائه‌ی راهکارهایی جهت رفع این موانع تنها زمانی امکان‌پذیر است که دسته‌بندی از دیدگاه متولیان رفع این موانع نیز انجام شود. به همین علت در این مقاله، ۴۹ مانع یافت شده در سه سطح دولتی/صنعتی، سازمانی و بین‌سازمانی تقسیم‌بندی شده‌اند.

در سطح تصمیم‌گیری **دولتی/صنعتی**، موانعی که رفع آن‌ها با تصمیم‌گیری‌های کلان یا سیاست‌گذاری‌های دولت و انجمن‌های صنفی وابسته به صنعت ممکن است، گنجانده شده‌اند. سطح تصمیم‌گیری **سازمانی**، به موانعی اشاره دارد که یک سازمان برای تصمیم‌گیری در مورد پیاده‌سازی BIM در سازمان خود و بکارگیری آن در پروژه‌هایش با آن روبروست و می‌بایست در مورد آن تصمیم‌گیری نماید. همچنین موانعی که در زمان همکاری چند سازمان مانند کارفرما، مشاور و پیمانکار پیشِ روی پیاده‌سازی موفق BIM قرار می‌گیرند باید در سطح تصمیم‌گیری **بین سازمانی** و با همکاری این سازمان‌ها چاره‌جویی شود. جدول ۶ دسته‌بندی موانعی که در بیش از ۲۰ درصد مقالات ذکر شده بودند را از دیدگاه سطح تصمیم‌گیری نشان می‌دهد.

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، بسیاری از موانع پیاده‌سازی موفق BIM در زیرساخت‌های صنعت ساخت ریشه دارد. زیرساخت‌های صنعت ساخت شامل زیرساخت‌های قانونی و قراردادی مانند ارائه‌ی راهنماها و استانداردهای کاربردی BIM و انتشار فرمت‌های قراردادی استاندارد، زیرساخت‌های سازمانی-اجتماعی چون ترویج فرهنگ استفاده از این تکنولوژی در سازمان‌ها، افزایش انگیزه برای استفاده از BIM و افزایش درک BIM برای مدیران ارشد و غیره می‌شود که تحقق آنها تنها به دست دولت‌ها امکان‌پذیر است. در سازمانی که برای انجام پروژه‌های خود درصدد بکارگیری BIM می‌باشد، مسائلی مانند عدم آگاهی و حمایت مدیران ارشد از BIM، دشواری‌های یادگیری BIM برای کارکنان و نیاز به صرف زمان، تلاش و خلاقیت بیشتر از جمله مواردی هستند که از پیاده‌سازی موفق BIM ممانعت به‌عمل می‌آورند. بنابراین جهت پیاده‌سازی BIM، موانع ذکرشده باید در سطح تصمیم‌گیری سازمانی چاره‌جویی شود. همچنین مانعی چون مشارکت ضعیف بین طرفین پروژه باید در سطح بین‌سازمانی مورد بررسی قرار گیرد.

جدول1 - موانع دسته‌ی اجتماعی-سازمانی

موانع	شناسه‌ی مقالات																								فراوانی
	[31]	[3]	[30]	[29]	[28]	[27]	[14]	[26]	[25]	[6]	[24]	[10]	[23]	[13]	[22]	[7]	[21]	[20]	[19]	[18]	[17]	[8]	[9]		
مقاومت در برابر تغییر	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓								✓		۱۳
فقدان کاربران باصلاحیت و باتجربه			✓		✓	✓			✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓				✓				۱۲
عدم تمایل مشتری برای بکارگیری BIM	✓	✓	✓			✓		✓	✓		✓				✓		✓		✓						۱۰
تصور نادرست از کفایت استانداردها و روش‌های سنتی		✓			✓			✓	✓		✓		✓					✓	✓				✓		۹
نیاز به زمان، تلاش و خلاقیت بیشتر	✓		✓			✓					✓			✓		✓			✓			✓			۸
فقدان آموزش BIM		✓			✓				✓		✓			✓			✓		✓						۷
دشواری‌های یادگیری BIM					✓				✓	✓	✓							✓		✓			✓		۷
مشکلات فرآیندهای کاری BIM												✓		✓	✓	✓			✓		✓	✓			۷
فقدان درک صحیح از BIM	✓	✓				✓								✓						✓	✓				۶
فقدان دانش تخصصی کاربران BIM		✓			✓		✓		✓					✓					✓						۶
بی‌اعتمادی نسبت به تکنولوژی BIM		✓										✓	✓	✓				✓							۵
فقدان انگیزه بخاطر مشخص نبودن مزایای استفاده از BIM		✓							✓		✓	✓		✓											۵
مشارکت ضعیف بین طرف‌های پروژه							✓	✓						✓	✓						✓				۵
عدم آگاهی و حمایت مدیریت ارشد									✓	✓		✓				✓		✓							۵
عدم تمایل پیمانکار/مشاور برای استفاده از BIM			✓						✓		✓								✓						۴
ارتباطات ضعیف بین طرفین پروژه							✓			✓				✓							✓				۴
تجربه ناکافی در استفاده از BIM														✓		✓		✓							۳
بی میلی نسبت به اشتراک‌گذاری اطلاعات							✓							✓											۲
اجتناب/مخفی کردن ریسک‌های بالقوه و مسئولیت اشتباهات		✓						✓																	۲
دشواری‌های مدیریت تغییرات فرآیندها براساس BIM																✓					✓				۲
طبیعت گسسته‌ی صنعت ساخت												✓	✓												۲

جدول2 - موانع دسته‌ی تکنیکی

موانع	شناسه مقالات																								فراوانی
	[31]	[3]	[30]	[29]	[28]	[27]	[14]	[26]	[25]	[6]	[24]	[10]	[23]	[13]	[22]	[7]	[21]	[20]	[19]	[18]	[17]	[8]	[9]		
مشکلات سازگاری در تبادل اطلاعات بین دیسیپلین‌های مختلف	✓	✓					✓					✓				✓	✓	✓		✓		✓			۹
بالغ نبودن/کاربردی نبودن ابزارهای BIM		✓			✓				✓			✓		✓	✓				✓						۷
مشکلات سازگاری در نرم افزارهای BIM				✓				✓				✓			✓	✓						✓			۶
پایین بودن امنیت و قابلیت اعتماد تکنولوژی BIM		✓										✓	✓	✓				✓							۵
فقدان پروتکل‌های BIM							✓	✓				✓	✓												۴
فقدان مکانیزم‌های به اشتراک‌گذاری داده		✓			✓									✓											۳
کیفیت پایین داده و مدل BIM							✓							✓						✓					۳
مشکلات امنیتی و دسترسی به داده	✓						✓							✓											۳
موجود نبودن استانداردها و فرمت‌های داده‌ای سازگار	✓																			✓		✓			۳
فقدان مکانیزم‌های کنترل نسخه‌بندی، بررسی و ردیابی داده		✓					✓																		۲
دشواری‌های مدیریت مدل و نیاز به مدیریت داده پیچیده												✓				✓									۲
سودمند نبودن نرم افزارهای محلی														✓	✓										۲
عدم وجود parametric library			✓		✓																				۲

جدول3 - موانع دسته‌ی قانونی

موانع	شناسه‌ی مقاله																									فراوانی
	[31]	[3]	[30]	[29]	[28]	[27]	[14]	[26]	[25]	[6]	[24]	[10]	[23]	[13]	[22]	[7]	[21]	[20]	[19]	[18]	[17]	[8]	[9]			
مالکیت مدل : مالکیت معنوی و حق کپی	✓	✓	✓				✓			✓		✓	✓	✓	✓		✓				✓	✓				۱۲
مسئولیت داده/مدل ناقص یا اشتباه	✓	✓					✓			✓					✓	✓	✓					✓				۸
فقدان راهنمایی و حمایت دولت						✓					✓						✓									۳
فقدان جواز حرفه‌ای برای استفاده از BIM							✓			✓												✓				۳
فقدان قوانین برای BIM مشارکتی		✓	✓																			✓				۳
عدم پوشش کار مشارکتی در بیمه		✓										✓														۲
ناسازگاری با استانداردهای رایج در صنعت								✓					✓													۲

جدول4 - موانع دسته‌ی اقتصادی

موانع	شناسه مقاله																									فراوانی
	[31]	[3]	[30]	[29]	[28]	[27]	[14]	[26]	[25]	[6]	[24]	[10]	[23]	[13]	[22]	[7]	[21]	[20]	[19]	[18]	[17]	[8]	[9]			
هزینه‌ی اولیه BIM (راه اندازی یا ارتقای نرم افزار و سخت افزار)	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓			✓	✓				۱۶
هزینه‌ی آموزش BIM به کارکنان	✓	✓		✓	✓				✓	✓		✓	✓	✓							✓		✓			۱۱
بودجه‌ی محدود و هزینه اضافی BIM		✓					✓									✓	✓		✓	✓			✓			۷
بی‌اعتمادی نسبت به عدم بازگشت سرمایه					✓	✓												✓	✓				✓			۵
هزینه استخدام متخصصان و مشاوران		✓												✓				✓			✓					۴
عدم پوشش بیمه جبران خسارت		✓												✓			✓									۳

جدول5 - موانع دسته‌ی قراردادی

موانع	شناسه مقاله																									فراوانی
	[31]	[3]	[30]	[29]	[28]	[27]	[14]	[26]	[25]	[6]	[24]	[10]	[23]	[13]	[22]	[7]	[21]	[20]	[19]	[18]	[17]	[8]	[9]			
فقدان فرمت‌های استاندارد قراردادهای BIM	✓						✓							✓			✓			✓						۵
فقدان توجه به جنبه‌های مختلف BIM در قراردادهای کنونی		✓			✓							✓					✓									۴

بسیاری از موانع پیاده‌سازی BIM تنها با چاره‌جویی در یک سطح رفع نمی‌شوند و نیازمند تلاش در سایر سطوح نیز می‌باشند. برای رفع موانعی چون هزینه‌ی اولیه BIM (راه اندازی یا ارتقای نرم افزار و سخت افزار)، مقاومت در برابر تغییر، فقدان کاربران باصلاحیت و با تجربه، هزینه‌ی آموزش BIM به کارکنان، تصور نادرست از کفایت استانداردها و روش‌های سنتی، فقدان دانش تخصصی BIM در میان کاربران، بی اعتمادی نسبت تکنولوژی BIM، پایین بودن امنیت و قابلیت اعتماد تکنولوژی BIM و نیز بی‌اعتمادی نسبت به عدم بازگشت سرمایه، ابتدا باید در سطح دولتی/صنعتی و سپس در سطح سازمانی چاره‌اندیشی شود.

جدول6 - دسته‌بندی سطح تصمیم گیری

موانع	درصد فراوانی	دسته بندی	سطوح تصمیم گیری
هزینه‌ی اولیه‌ی BIM (راه اندازی یا ارتقای نرم افزار و سخت افزار)	۷۰	مالی	دولتی/صنعتی و سازمانی
فقدان راهنماها و استانداردهای (الزام آور یا غیر الزام آور) کاربردی BIM	۶۵	قانونی	دولتی/صنعتی
مقاومت در برابر تغییر	۵۷	اجتماعی-سازمانی	دولتی/صنعتی و سازمانی
فقدان کاربران باصلاحیت و با تجربه	۵۲	اجتماعی-سازمانی	دولتی/صنعتی و سازمانی
مالکیت مدل : مالکیت معنوی و حق کپی	۵۲	قانونی	دولتی/صنعتی و بین سازمانی
هزینه‌ی آموزش BIM به کارکنان	۴۸	مالی	دولتی/صنعتی و سازمانی
عدم تمایل مشتری برای بکارگیری BIM	۴۳	اجتماعی-سازمانی	دولتی/صنعتی
تصور نادرست از کفایت استانداردها و روش‌های سنتی	۳۹	اجتماعی-سازمانی	دولتی/صنعتی و سازمانی
مشکلات سازگاری در تبادل اطلاعات بین دیسیپلین‌های مختلف	۳۹	تکنیکی	دولتی/صنعتی و بین سازمانی
مسئولیت داده/مدل ناقص یا اشتباه	۳۵	قانونی	دولتی/صنعتی و بین سازمانی
نیاز به زمان، تلاش و خلاقیت بیشتر	۳۵	اجتماعی-سازمانی	سازمانی
فقدان آموزش BIM	۳۰	اجتماعی-سازمانی	دولتی/صنعتی
دشواری‌های یادگیری BIM	۳۰	اجتماعی-سازمانی	سازمانی
مشکلات فرآیندهای کاری BIM	۳۰	اجتماعی-سازمانی	سازمانی و بین سازمانی
بالغ نبودن/کاربردی نبودن ابزارهای BIM	۳۰	تکنیکی	دولتی/صنعتی
بودجه‌ی محدود پروژه‌ها و هزینه اضافی BIM	۳۰	مالی	سازمانی و بین سازمانی
فقدان درک صحیح از BIM	۲۶	اجتماعی-سازمانی	دولتی/صنعتی
فقدان دانش تخصصی کاربران BIM	۲۶	اجتماعی-سازمانی	دولتی/صنعتی و سازمانی
مشکلات سازگاری در نرم‌افزارهای BIM	۲۶	تکنیکی	دولتی/صنعتی و بین سازمانی
فقدان انگیزه بخاطر مشخص نبودن مزایای استفاده از BIM	۲۲	اجتماعی-سازمانی	دولتی/صنعتی
مشارکت ضعیف بین طرف‌های پروژه	۲۲	اجتماعی-سازمانی	بین سازمانی
عدم آگاهی و حمایت مدیریت ارشد از BIM	۲۲	اجتماعی-سازمانی	سازمانی
بی اعتمادی نسبت به تکنولوژی BIM	۲۲	اجتماعی-سازمانی	دولتی/صنعتی و سازمانی
پایین بودن امنیت و قابلیت اعتماد تکنولوژی BIM	۲۲	تکنیکی	دولتی/صنعتی و سازمانی
بی اعتمادی نسبت به عدم بازگشت سرمایه	۲۲	مالی	دولتی/صنعتی و سازمانی
فقدان فرمت‌های استاندارد برای قراردادهای BIM	۲۲	قراردادی	دولتی/صنعتی

همچنین برخی از موانع، از جمله مالکیت مدل BIM شامل حق مالکیت معنوی و حق کپی، مشکلات سازگاری در تبادل اطلاعات بین دیسیپلین های مختلف، مسئولیت داده/مدل ناقص یا اشتباه، مشکلات سازگاری در نرم افزارهای BIM، در مرحله‌ی اول باید در سطح دولتی/صنعتی و در مرحله‌ی دوم در سطح بین‌سازمانی مورد بررسی قرار گیرند. در پایان موانعی وجود دارند که پس از رفع آن‌ها در سطح سازمانی باید نسبت به رفع این موانع در سطح بین‌سازمانی اقدام گردد. از جمله‌ی این موانع می‌توان به مشکلات فرآیندهای کاری BIM و بودجه‌ی محدود پروژه‌ها و هزینه اضافی BIM اشاره کرد.

مطابق جدول ۶، سطح تصمیم‌گیری دولتی/صنعتی بیشترین مسئولیت را برای رفع موانع پیشِ روی پیاده‌سازی موفق BIM برعهده دارد.

۶. نتیجه گیری

با توجه به گسترش روز افزون BIM در جهان، رشد آهسته‌ی این تکنولوژی در برخی مناطق از جمله ایران سبب بروز نگرانی‌های بسیاری در این زمینه شده است. برای بکارگیری صحیح و موفق BIM، پیش از هر اقدامی، شناسایی موانع پیاده‌سازی آن امری ضروری است. در این مقاله، طی بررسی ۲۳ مقاله‌ی مربوط به موانع پیاده‌سازی BIM که بین سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۷ در کشورهایی چون چین، استرالیا، بریتانیا و ایالات متحده منتشر شده‌اند، ۴۶ مانع شناسایی شد. همچنین موانع شناسایی شده از دو دیدگاه جنس موانع و سطح تصمیم‌گیری برای رفع آن‌ها دسته بندی شدند. در دیدگاه اول، موانع به سه دسته‌ی اجتماعی-سازمانی، اقتصادی، تکنیکی، قراردادی و قانونی تقسیم‌بندی شدند. ولی این دسته‌بندی با وجود سازمان‌دهی موانع، در جهت رفع آن‌ها کافی نیست؛ از این‌رو در دیدگاه دوم، موانع از نظر متولی رفع آن‌ها در سطوح تصمیم‌گیری دولتی/صنعتی، سازمانی و بین‌سازمانی نیز تقسیم‌بندی شده‌اند. "هزینه‌ی اولیه BIM (راه اندازی یا ارتقای نرم افزار و سخت افزار)" با قرارگیری در دو سطح دولتی/صنعتی، سازمانی ، "فقدان راهنماها و استانداردهای (الزام آور یا غیر الزام آور) کاربردی BIM" با قرارگیری در سطح دولتی/صنعتی ، "مقاومت در برابر تغییر" و " فقدان کاربران باصلاحیت و با تجربه" با جایگیری در سطح دولتی/صنعتی و سازمانی و " مالکیت مدل : حق مالکیت معنوی و حق کپی" با جایگیری در سطح دولتی/صنعتی و بین سازمانی به ترتیب شاخص‌ترین مواردی بودند که از پیاده‌سازی صحیح BIM ممانعت به‌عمل می‌آورند. انتظار می‌رود نتایج این مطالعه بتواند بستر لازم جهت انجام مطالعات بومی در زمینهٔ موانع بکارگیری BIM در کشور ایران را فراهم آورد.

۷. مراجع

۱. Jung, W. and G. Lee, *The status of BIM adoption on six continents.* International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering, 2015. **9**(5): p. 444-448.

۲. Mehran, D., *Exploring the Adoption of BIM in the UAE Construction Industry for AEC Firms.* Procedia Engineering, 2016. **145**: p. 1110-1118.

۳. Alreshidi, E., M. Mourshed, and Y. Rezgui, *Factors for effective BIM governance.* Journal of Building Engineering, 2017. **10**: p. 89-101.

٤. Zhou, Y., et al., *Formulating project-level building information modeling evaluation framework from the perspectives of organizations: A review.* Automation in Construction, 2017. **81**: p. 44-55.

٥. Bryde, D., M. Broquetas, and J.M. Volm, *The project benefits of building information modelling (BIM).* International journal of project management, 2013. **31**(7): p. 971-980.

٦. Liu, S., et al., *Critical barriers to BIM implementation in the AEC industry.* International Journal of Marketing Studies, 2015. **7**(6): p. 162.

۷. Chien, K.-F., Z.-H. Wu, and S.-C. Huang, *Identifying and assessing critical risk factors for BIM projects: Empirical study.* Automation in Construction, 2014. **45**: p. 1-15.

.۸ Azhar, S., *Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry.* Leadership and management in engineering, 2011. **11**(3): p. 241-252.

.۹ Yan, H. and P. Demian, *Benefits and barriers of building information modelling.* 2008.

.۱۰ Sun, C., et al., *A literature review of the factors limiting the application of BIM in the construction industry.* Technological and Economic Development of Economy, 2017. **23**(5): p. 764-779.

.۱۱ Ozorhon, B. and U. Karahan, *Critical Success Factors of Building Information Modeling Implementation.* Journal of Management in Engineering, 2016. **33**(3): p. 04016054.

.۱۲ Santos, R., A.A. Costa, and A. Grilo, *Bibliometric analysis and review of Building Information Modelling literature published between 2005 and 2015.* Automation in Construction, 2017.

.۱۳ Zhang, S.X. and Y.R. Hu. *The analysis of barriers of development of China's construction industry BIM*. in *Advanced Materials Research*. 2014. Trans Tech Publ.

.۱٤ Zhao, X., et al., *Modelling paths of risks associated with BIM implementation in architectural, engineering and construction projects.* Architectural Science Review, 2017. **60**(6): p. 472-482.

.۱۵ Tian, Q. and X. Xue, *Information Barriers in BIM Collaborative Application on Site*, in *ICCREM 2014: Smart Construction and Management in the Context of New Technology*. 2014. p. 246-255.

.۱٦ Osei-Kyei, R. and A.P. Chan, *Review of studies on the Critical Success Factors for Public–Private Partnership (PPP) projects from 1990 to 2013.* International Journal of Project Management, 2015. **33**(6): p. 1335-1346.

.۱۷ Newton, K. and N. Chileshe, *Enablers and Barriers of Building Information Modelling (BIM) Within South Australian Construction Organisations*. 2011, University of New South Wales.

.۱۸ Von Both, P., V. Koch, and A. Kindsvater. *Potential and barriers for implementing BIM in the German AEC market*. in *14th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering, Moscow, Russia,(27-29 June 2012)*. 2012.

.۱۹ Zuhairi, A.H., et al., *Exploring the barriers and driving factors in implementing building Information Modelling (BIM) in the malaysian construction industry-a preliminary study.* 2014.

.۲۰ Migilinskas, D., et al., *The benefits, obstacles and problems of practical BIM implementation.* Procedia Engineering, 2013. **57**: p. 767-774.

.۲۱ Chan, C.T., *Barriers of implementing BIM in construction industry from the designers' perspective: a Hong Kong experience.* Journal of System and Management Sciences, 2014. **4**(2): p. 24-40.

.۲۲ Liu, H. and Q. Liu. *Research on the development barriers of BIM in China*. in *Applied Mechanics and Materials*. 2014. Trans Tech Publ.

.۲۳ Stanley, R. and D.P. Thurnell, *The benefits of, and barriers to, implementation of 5D BIM for quantity surveying in New Zealand.* Construction Economics and Building, 2014. **14**(1): p. 105-117.

.۲٤ Kiani, I., et al., *Barriers to implementation of Building Information Modeling in scheduling and planning phase in Iran.* Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2015. **9**(5): p. 91-97.

.۲۵ Enshassi, A., A. Ayyash, and R.M. Choudhry, *BIM for construction safety improvement in Gaza strip: awareness, applications and barriers.* International Journal of Construction Management, 2016. **16**(3): p. 249-265.

.۲٦ Monozam, N., et al. *Barriers to Adopting Building Information Modelling (BIM) Within South Australian Small and Medium Sized Enterprizes*. in *Proceedings of the Fifth International Scientific Conference on Project Management in the Baltic Countries, Riga, Latvia*. 2016.

.۲۷ Li, H., et al. *Barriers to building information modelling in the Chinese construction industry*. in *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Municipal Engineer*. 2017. ICE Publishing.

.۲۸ BEKR, G.A., *EXPLORING BARRIERS IN IMPLEMENTING BUILDING INFORMATION MODELING: A PRELIMINARY STUDY.* 2017.

.۲۹ Hamada, H.M., et al. *Factor Affecting of BIM Technique in the Construction Firms in Iraq*. in *MATEC Web of Conferences*. 2017. EDP Sciences.

.۳۰ ALHUMAYN, S., E. CHINYIO, and I. NDEKUGRI, *THE BARRIERS AND STRATEGIES OF IMPLEMENTING BIM IN SAUDI ARABIA.* WIT Transactions on The Built Environment, 2017. **169**: p. 55-67.

.۳۱ Oduyemi, O., et al., *The application and barriers of BIM in sustainable building design.* Journal of Facilities Management, 2017. **15**(1): p. 15-34.

Two Approaches for Classification of Barriers to the Implementation of Building Information Modeling (BIM): Type of Barriers and Decision-making Level

Abstract

As the global application of Building Information Modeling (BIM) Technology in the AEC industry expands, adoption of this technology in third world countries, including Iran, is facing many barriers. In order to promote the use of BIM in these areas, it is essential to identify the barriers and problems associated with its implementation. This article, consequently, used a systematic review of the relevant literature to identify and categorize these obstacles. The past studies are also reviewed in terms of year of publication and country of study. In this paper, two types of classifiations are utilized to organize obstacles. The first type of classification is based on the type of barriers including social-organizational, technical, legal, economic and contractual categories. For eliminating the barriers it is essential to identify the responsible institutions in different levels of decision-making. Therefore, the second classification is based on the decision-making levels for removing these barriers, which includes three levels of governmental/industrial, organizational and inter-organizational.

Keywords: Building Information Modeling, BIM, Impelemenation Barriers, decision-making level