اولویت‌بندی موانع پیاده‌سازی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در صنعت ساخت ایران

نیلوفر روحانی[1]، سیدیاسر بنی هاشمی[2]*

۱- کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲- استادیار، دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

چکیده

همزمان با گسترش کاربرد جهانی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM)[1] در صنعت ساخت و آشکار شدن مزایای این رویکرد بر همگان، به‌کارگیری این شیوه نوین در بسیاری از کشورها از جمله ایران با موانع فراوانی رو به روست. بدین سبب، یکی از اقداماتی که در راستای افزایش پذیرش و پیاده‌سازی این رویکرد نوین در ایران ضروری تلقی می‌شود، بررسی موانع و چالش‌های پیشِ روی آن است. در این مقاله، ابتدا پیشینه تحقیق مورد بررسی قرار گرفت و موانع پیاده‌سازی BIM شناسایی و دسته‌بندی گردید. سپس با استفاده از پرسش‌نامه، میزان اهمیت موانع و چالش‌ها از دیدگاه متخصصان سنجیده شد. تحلیل اطلاعات گردآوری شده با کمک رتبه‌بندی کندال نشان داد که مهم‌ترین چالش‌ها و موانعی که پیش روی پذیرش و پیاده‌سازی BIM در صنعت ساخت ایران قرار دارند، به ترتیب عبارتند از: فقدان سیاست‌گذاری و نقشه راه در سازمان، عدم آگاهی و حمایت مدیریت ارشد از BIM، آماده نبودن صنعت ساخت، فقدان توجه به جنبه‌های مختلف BIM در قراردادهای کنونی و فقدان راهنماها و استانداردهای کاربردی. همچنین، متولیان رفع این موانع و چالش‌ها در چهار سطح تصمیم‌گیری (۱) دولت، (۲) انجمن‌ها و اصناف، (۳) سازمان و (۴) بین‌سازمانی شناسایی شدند. در پرسش‌نامه مذکور میزان مسئولیت هر یک از سطوح در مقابل رفع موانع نیز ارزیابی شد و با استفاده از روش تحلیل ریسک، اولویت‌بندی موانع و چالش‌ها برای سطوح مختلف تصمیم‌گیری مشخص گردید. بر این اساس، موانع "پیاده‌سازی BIM نیازمند تغییر در رویه‌های قانونی است"، "فقدان راهنماها و استانداردهای کاربردی"، "عدم آگاهی و حمایت مدیریت ارشد" و "مشارکت ضعیف بین مشاور و پیمانکار" به ترتیب پر اهمیت‌ترین موانع در سطوح دولت، انجمن‌ها و اصناف، سازمان و بین‌سازمانی شناخته شدند.

واژگان کلیدی

مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، پیاده‌سازی BIM، موانع و چالش‌های BIM، سطوح تصمیم‌گیری رفع موانع

* نویسنده مسئول مکاتبات : y.banihashemi@um.ac.ir

[1] Building Information Modeling

ACCEPTED MANUSCRIPT

۱- مقدمه

امروزه، BIM به دلیل منافعی که در طراحی و اجرای پروژه‌های ساختمانی برای کارفرمایان، پیمانکاران و مشاوران دارد، به صورت فراگیر در تمامی چرخه عمر پروژه‌ها استفاده می‌شود. تحقیقات گسترده‌ای که در زمینه به‌کارگیری BIM انجام شده، کاهش هزینه، کاهش زمان، بهبود ارتباطات، بهبود هماهنگی و بهبود کیفیت پروژه را از منافع اصلی به‌کارگیری آن در پروژه‌ها بیان‌کرده‌اند. کاربرد رویکرد BIM در ده سال اخیر پیشرفت چشمگیری در سطح جهانی داشته است و در کشورهای توسعه یافته‌ای چون کشورهای آمریکای شمالی، استرالیا، بریتانیا، و سنگاپور نتایج مثبت و چشم‌گیری به دنبال داشته است[۱].

همزمان با گسترش کاربرد جهانی BIM در صنعت ساخت، به‌کارگیری این فناوری در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران با موانع فراوانی از جمله موانع اجتماعی، سازمانی، تکنیکی، قانونی، قراردادی و اقتصادی رو به روست. حسینی و همکاران [۲] در بررسی وضعیت پذیرش BIM در ایران، با مقایسه نتایج پژوهش خود با پژوهش‌های مشابه انجام گرفته در سایر کشورهای خاورمیانه اظهار داشتند که صنعت ساخت و ساز کشور ایران در مقایسه با سایر کشورهای همرده خود در خاورمیانه که شامل کشورهای حاشیه‌ی خلیج فارس نیز می‌شود، در سطح پایین‌تری از پذیرش و پیاده‌سازی BIM قرار دارد. آنها بیان کردند که حدود ۳۰ درصد شرکت‌ها در حال استفاده از سطوح پایین BIM هستند، حدود ۵۷ درصد از آنها هیچ تجربه ای در استفاده از این تکنولوژی در پروژه‌های خود ندارند و در این میان ۳۶ درصد برنامه‌ای برای به‌کارگیری آن در آینده ندارند. علی‌رغم منافع عظیم BIM و گسترش جهانی آن، پذیرش آهسته این رویکرد نوین در برخی کشورها، از جمله ایران، سبب بروز نگرانی‌های بسیاری در این زمینه شده است. از این‌رو، شناسایی عواملی که از پیاده‌سازی و پذیرش BIM در کشور ایران ممانعت به‌عمل آورده و یا آن را به تاخیر انداخته، از اهمیت بالایی برخوردار است. تنها پس از شناسایی و اولویت‌بندی این عوامل بازدارنده، صنعت ساخت قادر به برداشتن گامی به جلو در پذیرش و پیاده‌سازی آن خواهد بود. از این رو، دو هدف اصلی این تحقیق شامل شناسایی و اولویت‌بندی موانع و چالش‌های پذیرش و پیاده‌سازی BIM و شناسایی متولیان و مسئولان رفع این موانع و چالش‌ها می‌باشد.

۲- پیشینه پژوهش

۲-۱- تعریف و مزایای BIM

BIM مفهومی وسیع است که افراد و سازمان‌های مختلف از نقطه نظرهای متفاوت به آن نگریسته و آن را تعریف کرده‌اند[۳]. برخی از محققان BIM را یک محصول نرم‌افزاری و برخی دیگر آن را یک رویکرد فرآیند محور می‌دانند[۴]. چارلز ایستمن و همکاران [۵] در تعریف BIM چنین می‌گویند: "BIM رویکردی جدید به طراحی، ساخت و مدیریت تسهیلات است. این روش یک نوع از نرم افزار نیست، بلکه فعالیتی انسانی است که در نهایت منجر به تغییرات فرایندی وسیعی در روش ساخت می‌شود. BIM با یکپارچه‌سازی مراحل پروژه، ذی‌نفعان را به اشتراک‌گذاری دانش خود در طول چرخه حیات پروژه فرا می‌خواند تا فرایند طراحی، ساخت و بهره‌برداری را بهبود بخشد". مزایای زیادی در نتیجه به‌کارگیری BIM در صنعت ساخت مشاهده شده است. براید و همکاران [۶] 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 پیادهسازی BIM، در برابر تاثیر مثبت کاهش هزینه که به علت کاهش زمان پروژه، بهبود هماهنگی‌ها و کاهش دوباره‌کاری‌ها اتفاق می‌افتد، ناچیز شمرده می‌شود.

طبق گزارش شرکت مک گراوهیل [۱]، مزایای استفاده از BIM برای پیمانکاران به سه دسته تقسیم می‌شوند: (۱) مزایای داخلی (مزایای کسب و کار)؛ (۲) مزایای بهبود پروژه؛ و (۳) مزایای بهبود فرایند و گردش کار. همچنین، این گزارش خاطر نشان می‌کند که در تحقیقی که در سطح جهانی برای بررسی مزایای BIM برای پیمانکاران انجام شده است، ۱۴ مزیت کلی شناسایی شد که مهم‌ترین آنها کاهش خطاها و حذفیات، افزایش مشارکت پیمانکار با کارفرما و مهندس مشاور، کاهش دوباره‌کاری‌ها و بهبود تصویر سازمانی بود.

ACCEPTED MANUSCRIPT

۲-۲- موانع و چالش‌های پذیرش و پیاده‌سازی BIM

تحقیقات مرتبط با موانع و چالش‌های BIM از سال ۲۰۰۵ آغاز گشت، اما با روشن شدن اهمیت شناسایی و رفع موانع برای همگان، مطالعات مربوط به این موضوع از سال ۲۰۱۴ به بعد به شدت افزایش یافت. زهریزان و همکاران [۷] در سال ۲۰۱۴، در تحقیقات میدانی خود به بررسی موانع BIM در کشور مالزی پرداخته و مهم‌ترین موانع را فقدان دانش BIM، عدم درخواست توسط کارفرما، عدم تمایل پیمانکار و مشاور به پیاده‌سازی BIM و فقدان اطلاعات کافی از بازگشت سرمایه عنوان کردند. هسو و همکاران [۸] نیز در سال ۲۰۱۵، چالش‌های قانونی پیاده‌سازی BIM در تایوان را مورد مطالعه قرار دادند که مهمترین آنها را حق مالکیت مدل، تناقضات موجود در بسته های نرم‌افزاری مختلف، خطاهای ایجاد شده توسط نرم‌افزارها و تاثیر BIM بر قراردادهای ساختمانی برشمردند. موانع پیاده‌سازی BIM در سنجش عمکرد ساختمان در دوره بهره‌برداری در کشور فنلاند نیز در همین سال مورد بررسی قرار گرفت و مهم‌ترین موانعی که در این زمینه وجود داشت شامل استانداردسازی تبادل اطلاعات بین نرم‌افزارهای BIM و نرم‌افزارهای مخصوص به عملکرد ساختمان، استانداردسازی فرایندها و تعیین سطح جزئیات مورد نیاز شناسایی گردید[۹].

صنعت ساخت کانادا در سال ۲۰۱۶ برای پیاده‌سازی BIM با چالش انتخاب نرم‌افزار مناسب و مانع عدم درخواست از جانب مشتری رو به رو بود[۱۰]. با گذشت زمان، مشکلات مربوط به نقصان دانش، دیگر در شرکت‌های کوچک و متوسط استرالیایی چالش بزرگی محسوب نمی‌شد و در واقع چالش اصلی این شرکت‌ها در سال ۲۰۱۶ عدم اطمینان به بازگشت سرمایه و مزایای اقتصادی پیاده‌سازی BIM بود[۱۱]. وضعیت پذیرش و پیاده‌سازی BIM در مصر نیز در سال ۲۰۱۷ بررسی شد[۱۲]. اصلی‌ترین چالش‌هایی که صنعت ساخت مصر با آن رو به رو بود، فقدان برنامه آموزشی در شرکت‌ها و فقدان مطالعات مرتبط با مزایای اقتصادی پیاده‌سازی BIM شناسایی گردید. در تحقیقی دیگر که در سال ۲۰۱۷ صورت گرفت، ژائو و همکاران [۱۳] مهم‌ترین موانع توسعه این فناوری در کشور استرالیا را مورد بررسی قرار دادند و عدم کفایت دانش و تخصص مربوطه، مسائل فناوری، مسائل مالکیت داده و مشارکت و به اشتراک‌گذاری ضعیف داده را به عنوان نتایج تحقیق خود برشمردند.

تحقیق دیگری که در کشور چین در سال ۲۰۱۷ به بررسی موانع پیاده‌سازی BIM پرداخته است، نشانگر عبور صنعت ساخت این کشور از مانع یادگیری BIM و مواجهه با موانعی چون قابلیت تبادل اطلاعات بین دیسیپلین‌ها و پذیرش و حمایت مدیریت ارشد سازمان هاست[۱۴]. تحقیقی که در سال ۲۰۱۸ در شرکت‌های مشاور هند انجام شده، نشانگر اهمیت تغییرات فرهنگی و فکری برای پذیرش و پیاده‌سازی BIM در این کشور است[۱۵]. موانع پیاده‌سازی BIM در سنجش عمکرد ساختمان در دوره بهره‌برداری در کشور فنلاند در همین سال شناسایی شد و مهم‌ترین موانعی که در این زمینه وجود داشت عبارت بودند از استاندارسازی تبادل اطلاعات بین نرم‌افزارهای بر اساس BIM و نرم‌افزارهای مرتبط با عملکرد ساختمان، استانداردسازی فرایندها و تعیین سطح جزئیات مورد نیاز[۹]. در سال ۲۰۱۸، یک تحقیق میدانی بر روی این موضوع در کشور عراق صورت پذیرفت[۱۶]. متخصصان حوزه ساخت که در بخش‌های خصوصی و دولتی فعال بودند، اظهار داشتند که سه عامل اصلی بازدارنده توسعه BIM به ترتیب اهمیت، ضعف تلاش‌های دولت، سطح آگاهی پایین درباره منافع BIM و مقاومت به تغییرات است. همچنین نتایج تحقیق دیگری که در سال ۲۰۱۹ در کشور چین انجام شد، عواملی چون عدم کفایت حمایت و رهبری دولت، مشکلات سازمانی، مشکلات قانونی، هزینه بالای پیاده‌سازی، مقاومت در مقابل تغییرات و ناکافی بودن انگیزه‌های خارجی را از جمله عوامل بازدارنده گسترش BIM دانسته است[۱۷]. در همین سال، چان و همکاران [۱۸] موانع پیاده‌سازی BIM در هنگ‌کنک را مورد مطالعه قرار داده و مقاومت در برابر تغییر از سوی ذی‌نفعان، کمبود ساختارها و حمایت‌های سازمانی و فقدان استانداردهای BIM در این کشور را از موانع مهم برشمردند. مطالعه دیگری که ساکا و چان [۱۹] در کشور نیجریه در سال ۲۰۲۰ بر روی موانع پیاده‌سازی BIM در شرکت‌های کوچک و متوسط انجام دادند ، نشانگر تاثیرگذاری شدید موانعی چون مقاومت در برابر تغییر و ریسک بالای پیاده‌سازی BIM است.

از سوی دیگر، برخی از تحقیقات انجام شده در این زمینه علاوه بر بررسی موانع به دسته‌بندی آنها نیز پرداخته‌اند. ازهر [۲۰] در سال ۲۰۱۱ طی مطالعات موردی مختلف در ایالات متحده، ریسک‌های BIM را در دو دسته قانونی و تکنیکی و چالش‌های پیش روی

ACCEPTED MANUSCRIPT

پیاده‌سازی BIM را در دو دسته مدیریتی و تکنیکی قرار داد. رزگو و همکاران [۲۱] در سال ۲۰۱۳ طی مشاوره با متخصصان BIM به این نتیجه رسیدند که موانع BIM در سه دسته سازمانی، قانونی و تکنیکی جای دارند. ژانگ و هو [۲۲] در سال ۲۰۱۴ طی بررسی پیشینه‌ی موانع به‌کارگیری BIM، چهل و یک مانع جهانی را شناسایی و در چهار گروه فناوری، هزینه، بهره‌برداری و قوانین طبقه‌بندی کردند. به‌طور مشابه، سان و همکاران [۲۳] در سال ۲۰۱۷ با مطالعه پیشینه تحقیق مربوط به این موضوع، بیست و دو مانع جهانی BIM را شناسایی و در پنج گروه فناوری، هزینه، مدیریت، پرسنل و قانونی دسته‌بندی کردند. در همین راستا، الرشیدی و همکاران [۲۴] در سال ۲۰۱۷، موانع پذیرش BIM در بریتانیا را طی مصاحبه با متخصصان BIM بررسی و این موانع را در قالب دسته‌های اجتماعی-سازمانی، مالی، تکنیکی، قانونی و قراردادی برشمردند. در تحقیق حاضر، با الهام از دسته‌بندی‌های مختلفی که در مطالعات مشابه مورد بررسی قرار گرفت، موانع و چالش‌های یافت شده در پیشینه تحقیق در چهار دسته اجتماعی-سازمانی، تکنیکی، قانونی-قراردادی و اقتصادی دسته‌بندی شدند.

تحقیقات مرتبط با وضعیت پذیرش BIM و موانع و چالش‌های پیاده‌سازی آن در ایران محدود و ناکافی است. در سال ۲۰۱۵، کیانی و همکاران [۲۵] موانع پیاده‌سازی BIM در ایران را با بهره‌گیری از ابزار پرسش‌نامه بررسی کردند. تمرکز این تحقیق بر روی چالش‌ها و موانع در مرحله‌ی برنامه‌ریزی و زمان‌بندی پروژه بود. جامعه‌ی آماری این تحقیق، مدیران پروژه و شرکت‌های پیمانکاری بودند. در این تحقیق به ترتیب اهمیت، موانع فقدان حمایت قانونی از سوی مسئولین، فقدان اپراتور ماهر نرم‌افزارهای BIM، هزینه بالای نرم‌افزارهای BIM، مشخص نبودن مزایای استفاده از BIM و عدم تقاضای BIM توسط کارفرما، مهم‌ترین موانع پیشِ روی پیاده‌سازی موفق BIM در ایران شناسایی گردید. همچنین، حسینی و همکاران [۲] در سال ۲۰۱۵، به بررسی موانع و چالش‌های BIM در ایران پرداختند. آنها دریافتند که عدم به‌کارگیری گسترده‌ی این روش نوین در ایران با عواملی چون ساختار بازار در ایران، ماهیت صنعت ساخت و فضای کسب‌وکار در این کشور و عدم توجه و قانون‌گذاری توسط دولت در ارتباط می‌باشد. این تحقیق با تاکید بر نقش دولت‌مردان بیان می‌کند که افزایش به‌کارگیری BIM در گرو حمایت مالی و قانون‌گذاری دولت در این کشور می‌باشد. نمونه‌ی آماری این تحقیق شامل تعداد محدودی از مهندسین مشاور و پیمانکاران بود که در شهر تهران فعالیت داشتند و از ابزار پرسش‌نامه برای گردآوری اطلاعات استفاده گردید.

با توجه به تحقیقات ذکر شده در این حوزه، واضح است که کشورهای مختلف با موانع متفاوتی در زمینه پذیرش و پیاده‌سازی BIM مواجه بوده اند و شناسایی این موانع در هر کشوری نیازمند تحقیقات میدانی مخصوص به خود است. از طرفی، محدودیت‌های تحقیقات انجام شده در ایران، در انتخاب نمونه‌ی آماری و یا تمرکز بر دوره‌ای خاص از چرخه حیات پروژه، ضرورت بررسی علمی این موضوع به صورت جامع‌تر را نشان می‌دهد. بدین جهت، یکی از اهداف اصلی این تحقیق، شناسایی موانع و چالش‌های پیاده‌سازی BIM در جهان از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و سپس اولویت‌بندی آنها در صنعت ساخت ایران به‌وسیله تحقیقات پیمایشی تعریف گردید.

۳-۲- سطوح تصمیم گیری رفع موانع و چالش

همان‌طور که در بخش قبل اشاره شد، موانع و چالش‌های پذیرش و پیاده‌سازی BIM در چهار دسته اجتماعی-سازمانی، تکنیکی، اقتصادی و قانونی-قراردادی جای می‌گیرند. گرچه این نوع دسته‌بندی، امری مفید برای دسته‌بندی مفهومی موانع و چالش‌هاست، اما مسیری برای رفع موانع ارائه نمی‌دهد.

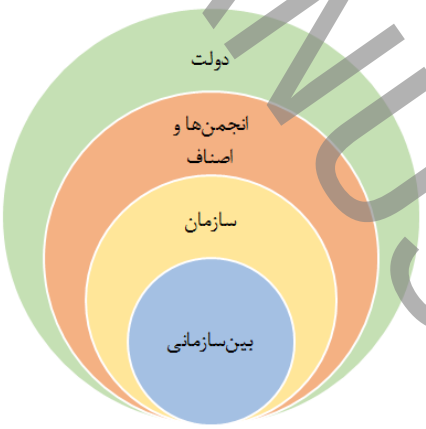
بسیاری از مطالعات، BIM را یک نوآوری تکنولوژیکی دانسته و از دیدگاه نظریه‌ی اشاعه‌ی نوآوری به آن نگریسته‌اند[۱۱]. پوریر و همکاران [۲۶] مدلی بر اساس این نظریه ارائه دادند که در آن عوامل کلیدی مؤثر بر پذیرش BIM در چهار بستر صنعت، نهادی یا موسسه‌ای، سازمانی و پروژه جای دارند. هر یک از این چهار زمینه تأثیراتی عمیق بر پذیرش و پیاده‌سازی BIM دارند. موانع ناشی از موقعیت مکانی، وضعیت بازار، عدم تقاضا توسط مشتری، مالکان و پیمانکاران در بستر صنعت قرار دارند. بستر نهادی یا موسسه‌ای به سیاست‌ها، شیوه‌ها، دانش و رویه‌های اجرا شده توسط دیسیپلین‌های مختلف درگیر در زنجیره‌ی تأمین ساخت اشاره دارد. بستر سازمانی، اهداف، حمایت و تعهدات مدیریت و پرسنل را در رابطه با پذیرش BIM، اهداف استراتژیک، تخصیص منابع و رفع نیازهای آموزشی را

ACCEPTED MANUSCRIPT

در بر می‌گیرد. همچنین، عوامل موجود در بستر پروژه مربوط به پروژه و الزامات قراردادی و درک اعضا از BIM است. با نگرشی مشابه، می‌توان این بسترها را به عنوان سطوح تصمیم‌گیری رفع موانع در نظر گرفت و موانع و چالش‌ها را به آنها تخصیص داد. بدین جهت، هدف دوم این تحقیق به شناسایی متولیان رفع موانع و چالش‌های پیاده‌سازی BIM اختصاص یافته است. در این راستا، چهار سطح عملکردی موثر با الهام از بسترهای مذکور توسط محقق پیشنهاد شده است. این سطوح شامل دولت (صنعت در مقیاسی بزرگتر)، انجمن‌ها و اصناف، سازمان و بین‌سازمانی می‌باشد که در شکل ۱ نمایش داده شده است

پیش‌بینی می‌شود که در سطح تصمیم‌گیری دولت موانعی که رفع آنها با تصمیم‌گیری‌های کلان یا سیاست‌گذاری‌های دولت ممکن است، گنجانده شود. پیش از این نیز اقدامات دولت‌ها در جهت گسترش BIM موثر بوده است که از میان این اقدامات می‌توان به تدوین راهنمای GSA BIM توسط دولت ایالات متحده و اجباری کردن استفاده از BIM در پروژه‌های دولتی توسط دولت بریتانیا در سال ۲۰۱۶ اشاره کرد. همچنین، سطح انجمن‌ها و اصناف که نقش راهنمایی و جهت‌دهی به صنعت ساخت را دارند، به عنوان رابطی بین دولت و سازمان‌ها عمل کرده تا موانع آموزشی و انگیزشی را از میان بردارند و در تدوین راهنماها و دستورالعمل‌ها نقش ایفا نمایند. برای نمونه، در سال ۲۰۱۲ موسسه ملی علم ساختمان (NIBS)، استاندارد ملی BIM آمریکا [۲۷] و موسسه استانداردهای بریتانیایی (BSI) در سال ۲۰۱۳ مجموعه استانداردهای BS-1192-4 و PAS-1192-2 را منتشر کرد. همچنین، موسسه غیرانتفاعی ملی مشخصات ساختمان (NATSPEC)، در سال ۲۰۱۱ با انتشار راهنمای ملی NATSPEC BIM در کشور استرالیا گام مهمی در جهت ترویج این روش برداشت[۲۷].

از سوی دیگر، معرفی یک تکنولوژی جدید به سازمان باعث تغییرات اجتناب‌ناپذیر در روال کاری، روش‌های تولید و کنترل و سیستم‌های اطلاعاتی سازمان خواهد شد. در این صورت سازمان به شدت نیازمند اعمال اصلاحات است[۲۸]. برای دستیابی به موفقیت در اعمال این اصلاحات، آمادگی سازمانی باید به صورت پیشاپیش در سازمان وجود داشته باشد[۲۹]. بنابراین می‌توان سازمان را یکی از سطوح مسئول در رفع موانع و چالش‌های پیاده‌سازی BIM دانست[۲۴, ۳۰]. همچنین موانعی که در حین همکاری چند سازمان مانند کارفرما، مشاور و پیمانکار پیشِ روی پیاده‌سازی موفق BIM قرار می‌گیرند، باید در سطح تصمیم‌گیری بین‌سازمانی و با همکاری این سازمان‌ها چاره‌جویی شود. با این حال، این موانع و چالش‌ها اغلب دارای جنبه‌های متعدد هستند و اقدام یک سطح برای رفع آنها کافی نیست. بنابراین پیش‌بینی می‌شود که این موانع نیاز به تصمیم‌گیری از سوی یک یا چند سطح به صورت همزمان داشته باشند.



شکل ۱: سطوح تصمیم‌گیری رفع موانع و چالش‌های پیاده‌سازی BIM

Figure 1: Levels of decision-making for BIM implementation barriers and challenges

۳- روش شناسی تحقیق

۳-۱- معرفی جامعه و نمونه آماری

ACCEPTED MANUSCRIPT

متاسفانه، به دلیل نوظهور بودن BIM در ایران، از تعداد کاربران آن و شرکت‌هایی که از این روش بهره می‌جویند، آمار دقیقی در دست نیست. در نتیجه، به دلیل عدم شناخت و دسترسی آسان، جامعه آماری در این تحقیق از نوع جمعیت پنهان می‌باشد[۳۱] و حجم جامعه در این تحقیق مشخص نیست. لذا جمع‌آوری نمونه تا جایی که ضریب KMO[۱] به بیش از ۰٫۵ برسد ادامه یافت. بخش اول نمونه این پژوهش، شرکت‌کنندگان کنفرانس بین‌المللی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان بودند. در این کنفرانس متخصصان و فعالان حوزه BIM از سراسر ایران حضور داشتند. تعداد نمونه‌ی جمع‌آوری شده در کنفرانس مذکور به حد کفایت نرسید؛ به همین دلیل، تلاش برای افزایش حجم نمونه به روش گلوله برفی ادامه یافت. بخش دوم نمونه، کارمندان شرکت‌های کارفرمایی، پیمانکاری و مهندسین مشاور واقع در شهر مشهد بود که اطلاعات کافی درباره مفاهیم وکاربردهای BIM و وضعیت به‌کارگیری آن در ایران داشتند. شهر مشهد که شهر محل سکونت محقق و دومین شهر بزرگ ایران است، به دلیل سهولت در برقراری ارتباطات و جمع‌آوری اطلاعات، انتخاب شد.

ارائه پرسش‌نامه به شرکت‌کنندگان کنفرانس بین‌المللی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به صورت تصادفی ساده انجام شد. پیش از ارائه پرسش‌نامه، از پاسخ دهندگان درباره اینکه در زمینه BIM فعالیت دارند یا خیر، پرسش شد و در صورت عدم فعالیت افراد، پرسش‌نامه به آنها ارائه نشد. به غیر از این سوال، محقق از سایر مشخصات این افراد اطلاعی نداشت و انتخاب آنها کاملا تصادفی بود. در این بخش از عملیات تحقیق، ۶۳ پرسش‌نامه معتبر جمع‌آوری شد. در بخش دوم جمع‌آوری اطلاعات، از روش نمونه‌گیری گلوله برفی استفاده شد. این روش در مواقعی به‌کار می‌رود که شناختی از کل جامعهٔ آماری وجود ندارد و یا جامعه در محل خاصی استقرار ندارد و اطلاعات کمی از آن در دسترس است[۳۱]. بدین ترتیب که در ابتدا، افرادی متناسب با موضوع پژوهش، توسط استاد راهنمای پژوهش معرفی شده و سپس از هر پاسخ‌دهنده خواسته شد تا فرد یا افراد مناسبی را جهت پر کردن پرسش‌نامه معرفی کنند. در این بخش نیز ۱۰ پرسش‌نامه جمع‌آوری شد و تعداد پرسشنامه‌ها مجموعا به ۷۳ عدد رسید. این حجم، با توجه به حجم نمونه پژوهش‌های پیشین و نوظهور بودن BIM در ایران حجم مناسبی برای انجام این پژوهش تلقی می‌گردد. جدول ۱ حاوی مشخصات پاسخ‌دهندگان است.

جدول ۱: اطلاعات جمعیت شناختی پاسخ دهندگان

Table 1: Profiles of respondents

اطلاعات پاسخ دهندگان		فراوانی	درصد فراوانی
میزان تحصیلات	کارشناسی	۱۸	۲۴/۷
	کارشناسی ارشد	۴۷	۶۴/۴
	دکتری	۸	۱۱
سابقه فعالیت در صنعت ساخت	زیر ۵ سال	۲۰	۲۷/۴
	بین ۵ تا ۱۰ سال	۲۸	۳۸/۴
	بین ۱۰ تا ۲۰ سال	۱۹	۲۶
	بیش از ۲۰ سال	۶	۸/۲
سابقه فعالیت در حوزه BIM	زیر ۲ سال	۴۲	۵۷/۵
	بین ۲ تا ۴ سال	۱۵	۲۰/۵
	بین ۴ تا ۶ سال	۱۱	۱۵/۱
	بیش از ۶ سال	۵	۶/۸
حوزه فعالیت شرکت	کارفرما	۱۴	۱۹/۲
	مشاور	۲۷	۳۷
	پیمانکار	۱۵	۲۰/۵

[۱] Kaiser-Meyer-Olkin

ACCEPTED MANUSCRIPT

	سایر	۱۷	۲۳/۳

۳-۲- ابزار تحقیق

در این پژوهش به دلیل وجود تحقیقات مشابه، برای دسترسی سریع‌تر به نظرات پرسش‌شوندگان بهترین روش به‌منظور جمع‌آوری اطلاعات موردنظر و سنجش متغیرها، پرسش‌نامه تشخیص داده شد. پرسش‌نامه‌ی تحقیق حاضر که در بخش پیوست آمده است، متشکل از سه بخش اصلی می‌باشد. لازم به ذکر است که تمامی سوالات پرسش‌نامه از نوع سوالات بسته هستند. بخش اول به توضیح هدف تحقیق و توضیح برخی مفاهیم موجود در سوالات اختصاص یافته است. در بخش دوم درباره مشخصات پاسخ دهندگان و شرکت محل فعالیت آنها پرسش شده است. بخش سوم، که مهم‌ترین بخش این پرسش‌نامه است، به بررسی میزان اهمیت موانع و چالش‌های پیاده‌سازی BIM و میزان مسئولیت سطوح تصمیم‌گیری در برابر رفع این موانع و چالش‌ها اختصاص یافته است.

جهت شناسایی موانع و چالش‌ها مرور جامعی بر روی ادبیات موضوع صورت گرفت. این موانع که در گروه‌های مختلف اجتماعی-سازمانی، قانونی-قراردادی، تکنیکی و اقتصادی دسته‌بندی شده‌اند، مبنای ساخت بخش سوم پرسش‌نامه مذکور بودند. استفاده از روشی چون مرور سیستماتیک و انتخاب موانع و چالش‌هایی که فراوانی بالایی در مقالات مشابه داشتند، اعتبار ابزار تحقیق را افزایش می‌دهد. لازم به ذکر است که موانع گردآوری شده پیش از اینکه به شکل پرسش‌نامه درآیند، توسط چندتن از متخصصان در این زمینه بررسی و تصحیح شدند تا بومی‌سازی شده و به وضعیت کنونی صنعت ساخت ایران نزدیک شوند. در این بخش، پاسخ‌دهندگان اهمیت هر یک از موانع را در قالب مقیاس هفت گزینه‌ای لیکرت از یک به معنی خیلی کم تا هفت به معنی خیلی زیاد مشخص نمودند. همچنین، درباره مسئولیت رفع و حل موانع و چالش‌ها، با توجه به گزینه‌های ارائه شده، نظر خود را اعلام نمودند. گزینه‌های ارائه شده برای هر مانع، چهار گزینه دولت، انجمن‌ها و اصناف، سازمان و بین‌سازمانی بودند و پاسخ‌دهندگان مجاز به انتخاب یک یا چند گزینه در این بخش بودند.

پس از پایان جمع‌آوری اطلاعات، جهت سنجش کفایت نمونه‌گیری از آزمون KMO استفاده شد و ضریب کفایت نمونه‌گیری در این آزمون برابر با 0/525 محاسبه گردید. این ضریب به این معناست که نسبت تعداد پاسخ‌دهندگان به تعداد موانع کفایت می‌کند.

یکی از روش‌های مرسوم سنجش پایایی، استفاده از شاخص آلفای کرونباخ[1] است. این روش برای محاسبه هماهنگی درونی ابزار اندازه‌گیری از جمله پرسش‌نامه‌ها یا آزمون‌هایی که خصیصه‌های مختلف را اندازه‌گیری می‌کند به‌کار می‌رود. درصورتی‌که ضریب آلفای کرونباخ متغیرها بالاتر از ۰/۷ باشد، پایایی درونی محقق می‌شود، البته در مطالعات علوم اجتماعی اگر این ضریب از ۰/۵ بیشتر باشد، برازش مناسب سازگاری بین سوال‌ها فراهم است[۳۲]. این ضریب برای کل پرسش‌نامه ۰/۷۴۴ بدست آمد که نشان‌دهندهٔ پایایی مناسب ابزار اندازه‌گیری بود.

۳-۲- روش تحلیل داده‌ها

برخی از مطالعات مشابه، جهت رتبه‌بندی موانع و چالش‌ها، از شاخص اهمیت نسبی بهره جسته‌اند. اما زمانی که داده‌ها ناپارامتریک باشند، این شاخص که بر پایه میانگین ابداع شده است نمای دقیقی از داده‌ها ارائه نمی‌کند. بدین جهت در این تحقیق از روش دیگری بهره جسته شده است. برای تعیین میزان اتفاق نظر میان پاسخ‌دهندگان و اولویت‌بندی موانع با توجه به این میزان اتفاق نظر، می‌توان از آزمون کندال W استفاده کرد. این ضریب، عددی بین صفر یعنی عدم توافق و یک به معنای توافق کامل است[۳۳]. همچنین از دیگر نتایج این آزمون، رتبه‌بندی بر اساس رتبه میانگین[2] است که در این تحقیق موانع و چالش‌ها توسط آن رتبه‌بندی شده است.

در این تحقیق برای سنجش میزان مسئولیت هر یک از سطوح تصمیم‌گیری در قبال هر یک از موانع، از روش تحلیل ریسک سنتی استفاده شد. یکی از روش‌های ارزیابی ریسک استفاده از ماتریس ریسک است. در این ماتریس از دو مولفه "احتمال وقوع ریسک" و

[1] Cronbach's Alpha

[2] Mean Rank

ACCEPTED MANUSCRIPT

"شدت پیامد ریسک" استفاده می‌شود. در این روش برای ارزیابی ریسک باید ابتدا میزان شدت پیامدهایی که وقوع یک ریسک به دنبال دارد، بررسی شود. سپس احتمال وقوع آن ریسک تخمین زده شود. با در دست داشتن این دو مولفه، "شاخص ریسک" از فرمول ۱ قابل محاسبه است[۳۴].

$$R = I * P \quad (۱)$$

در فرمول ۱، R شاخص ریسک، I شدت پیامد ریسک و P احتمال وقوع ریسک است. در تحقیق حاضر، امتیاز حاصل از رتبه‌بندی موانع با روش کندال W، به‌عنوان شدت پیامد ریسک و فراوانی اختصاص یک مانع به یکی از سطوح تصمیم‌گیری (دولت، انجمن‌ها و اصناف، سازمان و بین‌سازمانی) توسط پاسخ‌دهندگان، به‌عنوان احتمال وقوع آن ریسک برای متولیان آن سطح تصمیم‌گیری در نظر گرفته شد و سپس، با استفاده از فرمول ۱، شاخص ریسک محاسبه گردید. با این شیوه، ریسک‌های با اولویت بالاتر برای هر یک از سطوح تصمیم‌گیری قابل تعیین است.

۴- بحث و تحلیل نتایج

در این بخش به تجزیه‌وتحلیل داده‌های تحقیق پرداخته و میزان اهمیت موانع پیاده‌سازی BIM در ایران را مورد آزمون قرار می‌دهیم. داده‌های جمع‌آوری شده، توسط نرم‌افزار آماری IBM SPSS Statistics نسخه‌ی ۲۵ تحلیل شده‌اند. نرم‌افزار آماری SPSS، یکی از شناخته‌شده‌ترین و مناسب‌ترین نرم‌افزارها برای تحلیل داده‌ها در تحقیقات علوم اجتماعی می‌باشد.

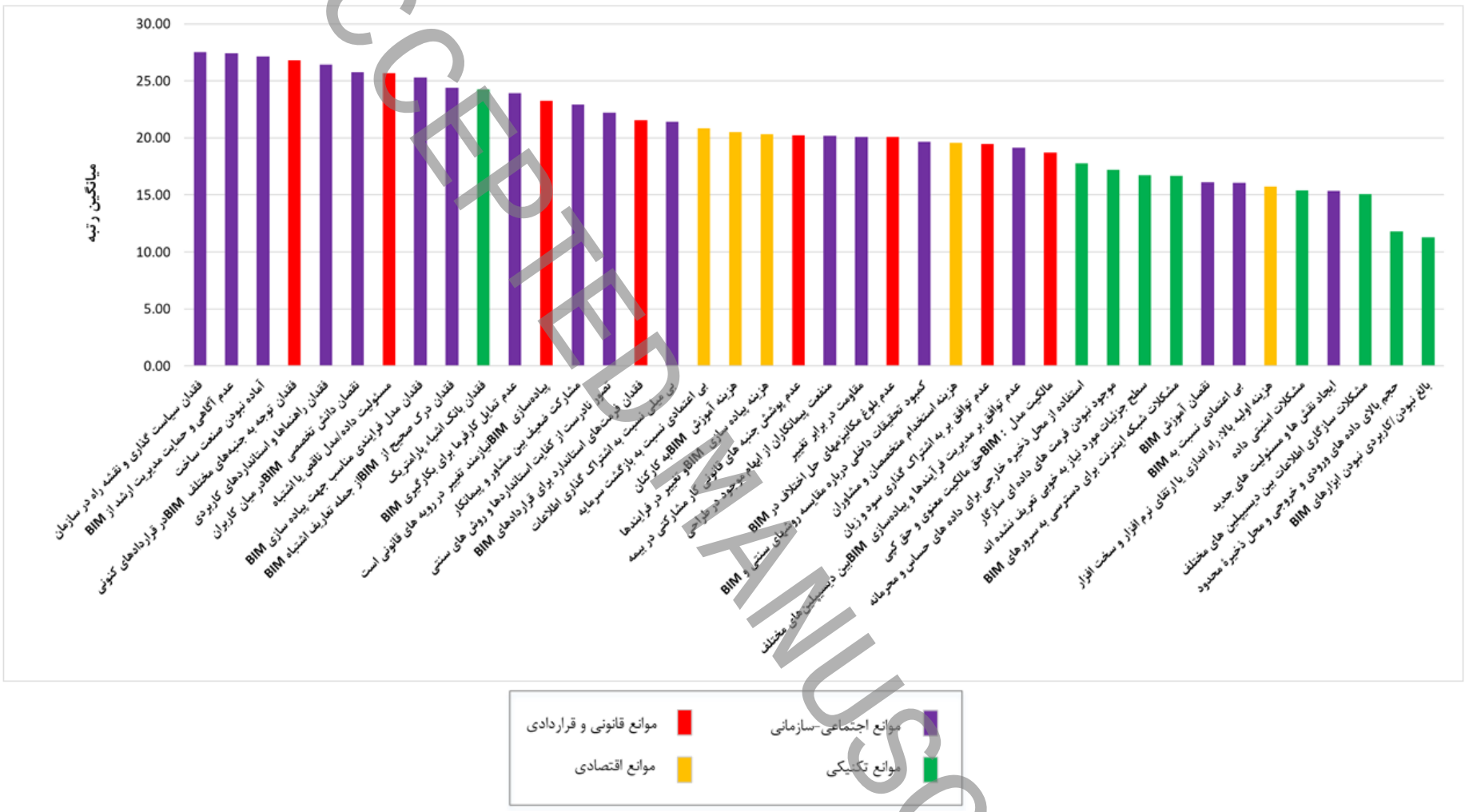
۴-۱- رتبه بندی موانع و چالش ها توسط کندال W

میزان اولویت هر یک از موانع، با در نظر گرفتن میزان اتفاق نظر پاسخ‌دهندگان به صورت یک رتبه میانگین در شکل ۲ به صورت نمودار میله‌ای نمایش داده شده است. در این شکل هر یک از موانع در دسته‌های اجتماعی-سازمانی، تکنیکی، قانونی-قراردادی و اقتصادی جای گرفته و این دسته‌ها با رنگ‌های متمایز نشان داده شده‌اند.

با توجه به شکل ۲، مانع "فقدان سیاست‌گذاری و نقشه راه در سازمان" با میانگین رتبه ۲۷/۵۱، بالاترین رتبه را کسب کرده است. همان‌طور که در این شکل قابل مشاهده است، مانع "عدم آگاهی و حمایت مدیریت ارشد از BIM" تفاوت محسوسی با مانع پیشین ندارد و دومین رتبه را داراست. پس از آن، موانع "آماده نبودن صنعت ساخت"، "فقدان توجه به جنبه‌های مختلف BIM در قراردادهای کنونی" و "فقدان راهنماها و استانداردهای کاربردی" به ترتیب رتبه‌های سه تا پنج را به خود اختصاص داده‌اند.

با یک نگاه اجمالی به شکل ۲، می‌توان اظهار داشت که موانع دسته اجتماعی-سازمانی در سراسر نمودار به صورت پراکنده توزیع شده‌اند. یکی از دلایل این مسئله می‌تواند بیشتر بودن تعداد موانع این دسته نسبت به سایر دسته‌ها باشد. پس از آن، موانع دسته قانونی-قراردادی از اهمیت بالا تا متوسط برخوردارند. این در حالی است که موانع اقتصادی در اواسط نمودار و موانع تکنیکی در اواخر نمودار تجمع کرده‌اند. لازم به ذکر است که استثناهایی هم در این نمودار وجود دارد. برای مثال، مانع تکنیکی "فقدان بانک اشیاء پارامتریک" برخلاف سایر موانع این دسته از اهمیت بالاتری برخوردار بوده و رتبه دهم را کسب نموده است.

ACCEPTED MANUSCRIPT



شکل ۲: رتبه‌بندی موانع و چالش‌ها توسط کندال

Figure 2: Kendall W ranking of barriers

ACCEPTED MANUSCRIPT

جدول ۲: مقایسه رتبه‌بندی موانع با تحقیقات مشابه

Table 2: Comparison of barriers ranking to similar studies

کشور هدف	تایوان [۳۵]	چین [۱۴]	ایران
ابزار تحقیق	پرسش‌نامه (استفاده از طیف لیکرت ۵ نقطه‌ای)	پرسش‌نامه (استفاده از طیف لیکرت ۵ نقطه‌ای)	پرسش‌نامه (استفاده از طیف لیکرت ۷ نقطه‌ای)
روش رتبه بندی موانع	تحلیل ریسک DEMATEL و روش تحلیل ریسک سنتی	شاخص RII	کندال W
موانع به ترتیب اهمیت	• عدم کفایت تجربه پروژه‌های BIM • ناسازگاری نرم‌افزارها • مشکلات پیاده‌سازی و مدیریت فرایندها • مشکلات تبادل داده بین دیسیپلین‌ها (Interoperability) • نقصان دانش تخصصی BIM در میان کاربران • کمبود راهنماها و استانداردهای کاربردی	• ارزیابی منافع و کاربردهای BIM کافی نیست. • پذیرش از سوی مدیران ارشد • پذیرش از سوی مدیران رده متوسط • عدم درخواست از سوی کارفرما • فقدان قوانین دولتی • هزینه ارتقای سخت‌افزار • هزینه خرید نرم‌افزارهای BIM • پذیرش از سوی کارکنان • آموزش موثر	• فقدان سیاست‌گذاری و نقشه راه در سازمان • عدم آگاهی و حمایت مدیریت‌ارشد از BIM • آماده نبودن صنعت ساخت • فقدان توجه به جنبه‌های مختلف BIM در قراردادهای کنونی • فقدان راهنماها و استانداردهای کاربردی • نقصان دانش تخصصی BIM در میان کاربران • مسئولیت داده/مدل ناقص یا اشتباه • فقدان مدل فرایندی مناسب جهت پیاده سازی BIM • فقدان درک صحیح از BIMاز جمله تعاریف اشتباه BIM • فقدان بانک اشیاء پارامتریک

جهت مقایسه چالش‌ها و موانع شناسایی شده در این تحقیق که از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند، دو تحقیق معتبر مشابه که در کشورهای تایوان [۳۵] و چین [۱۴] انجام شده‌اند، انتخاب شدند. مقایسه نتایج اصلی این تحقیقات و تحقیق حاضر در جدول ۲ آورده شده است. طبق جدول ۲، موانع مشترکی در میان نتایج تحقیق حاضر و دو تحقیق دیگر وجود دارند. در میان ۱۰ مانع پراهمیت در ایران، ۷ مانع از جنس اجتماعی-سازمانی، ۲ مانع از جنس قانونی-قراردادی و یک مانع تکنیکی می‌باشند، در حالی که موانع اجتماعی-سازمانی و تکنیکی در تایوان و موانع اجتماعی-سازمانی و اقتصادی در چین از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بودند. همان‌طور که در بخش پیشینه پژوهش اشاره شد، موانع پراهمیت در کشورهای مختلف متفاوت است و این تفاوت‌ها به دلیل تفاوت‌های بارز در شرایط حاکم بر صنعت ساخت کشورهای مختلف قابل توجیه است.

۴-۲- ارزیابی ریسک موانع و چالش ها برای سطوح تصمیم گیری

همان‌طور که در بخش روش تحلیل داده‌ها توضیح داده شد، با استفاده از فرمول ۱، شاخص ریسک هر یک از موانع و چالش‌ها برای چهار سطح تصمیم‌گیری دولت، انجمن‌ها و اصناف، سازمان و بین سازمانی محاسبه و ریسک‌های با اولویت بالاتر برای هر یک از این سطوح تعیین گردید.

۴-۲-۱- سطح تصمیم گیری دولت

با بهره‌گیری از فرمول ریسک، شاخص ریسک برای هر یک از موانع محاسبه شد که در شکل ۳ نمایش داده شده است. در این شکل دسته‌بندی موانع از دیدگاه ماهیت آنها انجام شده و با رنگ مخصوص نشان داده شده است. با توجه به شکل ۳، مانع "پیاده‌سازی BIM نیازمند تغییر در رویه‌های قانونی است" با امتیاز ۱۹/۷۱ بالاترین رتبه را کسب کرده است که نشان می‌دهد هنوز یکی از دغدغه‌های

ACCEPTED MANUSCRIPT

اصلی کاربران BIM، آماده نبودن زیرساخت‌های قانونی متناسب با الزامات این فناوری نوین است و دولت می‌بایست اهتمام جدی‌تری به تدوین قوانین جدید در این حوزه نماید. پس از آن، موانع "آماده نبودن صنعت ساخت"، "فقدان راهنماها و استانداردهای کاربردی" و "عدم پوشش جنبه‌های قانونی کار مشارکتی در بیمه"، اولویت‌های بعدی برای سطح تصمیم‌گیری دولت می‌باشند که باید توسط سازمان‌ها و وزارتخانه‌های مرتبط با هر یک از این حوزه‌ها مورد توجه جدی قرار گیرند.

۴-۲-۲- سطح تصمیم گیری انجمن ها و اصناف

مشابه با سطح دولت، شاخص ریسک برای هر یک از موانع محاسبه شد که در شکل ۴ نمایش داده شده است. با توجه به شکل ۴، مانع "فقدان راهنماها و استانداردهای کاربردی" با امتیاز ۱۸/۴۸ بالاترین رتبه را کسب کرده است. معمولا انجمن‌های علمی و صنفی مرتبط با صنعت ساخت در هر کشور، نقش اصلی و کلیدی در تدوین راهنماها و استانداردهای کاربردی در آن صنعت را بر عهده دارند. لزوم توجه به این امر در انجمن‌ها و اصناف کشور که در حوزه‌های مرتبط با صنعت ساخت فعالیت می‌کنند کاملا محسوس است. یکی از مهمترین این اقدامات می‌تواند تشکیل انجمن‌ها و اصناف تخصصی مرتبط با BIM در کشور باشد که بتواند ضمن شناسایی و ایجاد شبکهٔ کاربران این فناوری در کشور، خدمات کاربردی نیز به آنها ارائه دهد. پس از آن، موانع "آماده نبودن صنعت ساخت"، "فقدان بانک اشیاء پارامتریک"، "فقدان درک صحیح از BIM از جمله تعاریف اشتباه BIM" و "فقدان فرمت‌های استاندارد برای قراردادهای BIM" به ترتیب رتبه‌های ۲ تا ۵ را به خود اختصاص داده‌اند که باید مورد توجه قرار گیرند.

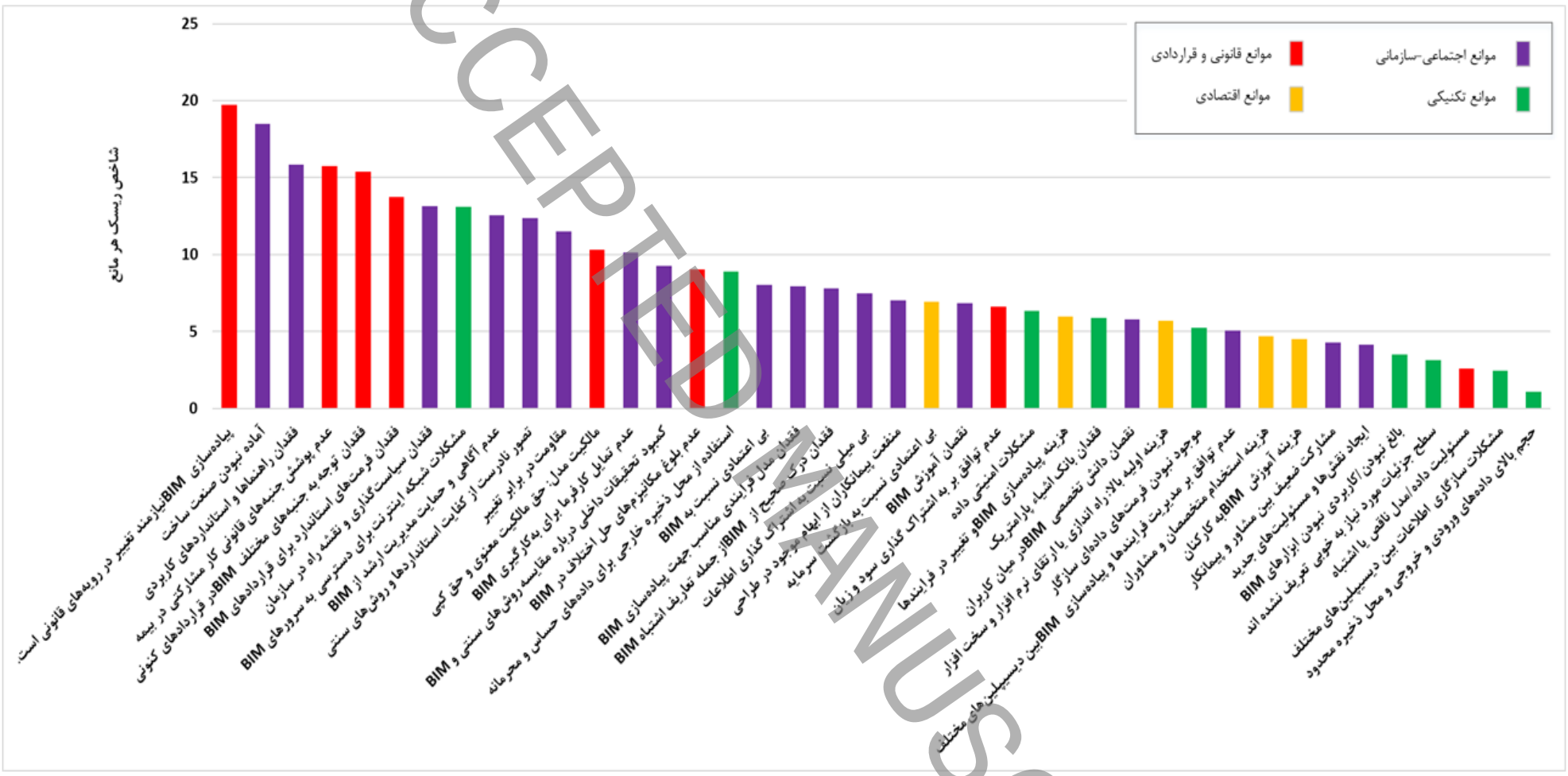
۴-۲-۳- سطح تصمیم گیری سازمان

در این سطح نیز شاخص ریسک برای هر یک از موانع محاسبه شد که در شکل ۵ نمایش داده شده است. با توجه به شکل ۵، مانع "عدم آگاهی و حمایت مدیریت ارشد از BIM" با امتیاز ۱۹/۲۰ بالاترین اولویت را برای سطح سازمان داراست که نشان می‌دهد تا زمانی که مدیران ارشد سازمان‌ها آگاهی‌های لازم در مورد مزایای استفاده از BIM را پیدا نکنند و به‌عنوان حامی اصلی پیاده‌سازی این فناوری در سازمان فعالیت نکنند، نمی‌توان امیدی به رشد این فناوری در سازمان‌ها داشت. متعاقبا، موانع "نقصان دانش تخصصی BIM در میان کاربران"، "مسئولیت داده/مدل ناقص یا اشتباه"، "فقدان سیاست‌گذاری و نقشه راه در سازمان" و "هزینه آموزش BIM به کارکنان" اولویت‌های بعدی را کسب نموده‌اند که باید ساماندهی آنها در دستور کار سازمان‌ها قرار گیرد.

۴-۲-۴- سطح تصمیم گیری بین سازمانی

در سطح بین‌سازمانی نیز شاخص ریسک برای هر یک از موانع محاسبه شد که در شکل ۶ نمایش داده شده است. با توجه به شکل۶، مانع "مشارکت ضعیف بین مشاور و پیمانکار" با امتیاز ۱۲/۱۲، بالاترین رتبه را در سطح بین‌سازمانی کسب کرده است که نشان می‌دهد شرکت‌های مشاور و پیمانکار هنوز نتوانسته‌اند به بلوغ کافی جهت شکل دادن مشارکت و همکاری بر پایهٔ BIM دست یابند. تا زمانی که روال‌های کاری و فرایندهای ارتباطی مشاوران و پیمانکاران در قالب روش‌های سنتی انجام شود، نمی‌توان امیدی به اثربخشی استفاده از BIM در پروژه‌ها داشت. پس از آن، موانع "نقصان دانش تخصصی BIM در میان کاربران"، "بی میلی نسبت به اشتراک‌گذاری اطلاعات"، "مسئولیت داده/مدل ناقص یا اشتباه" و "عدم توافق بر به اشتراک‌گذاری سود و زیان" به ترتیب موانع مهمی هستند که باید در سطح بین‌سازمانی چاره‌جویی شوند.

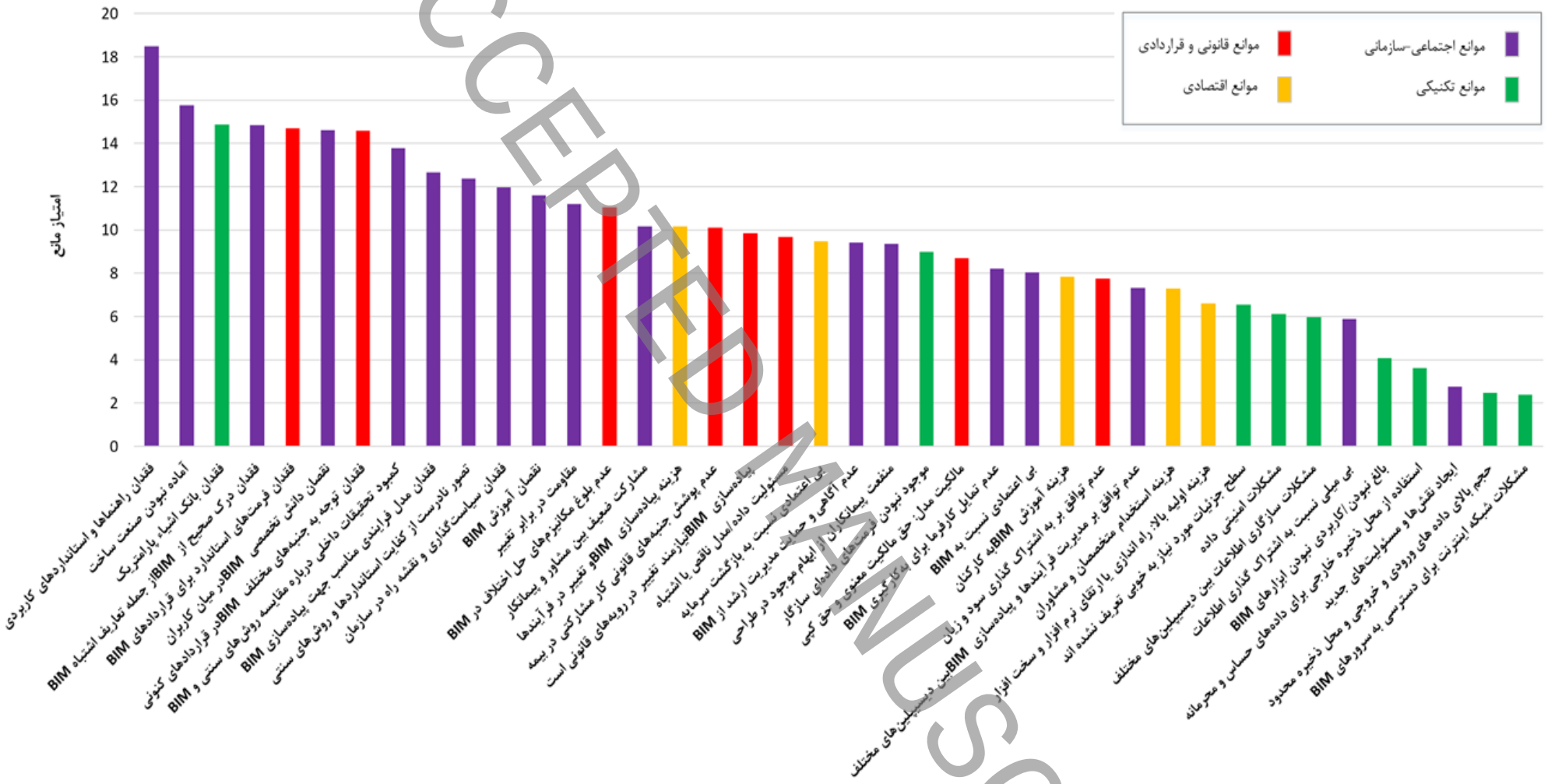
ACCEPTED MANUSCRIPT



شکل ۳: اولویت بندی موانع و چالش‌ها برای سطح دولت

Figure 3: Barriers priority at government level

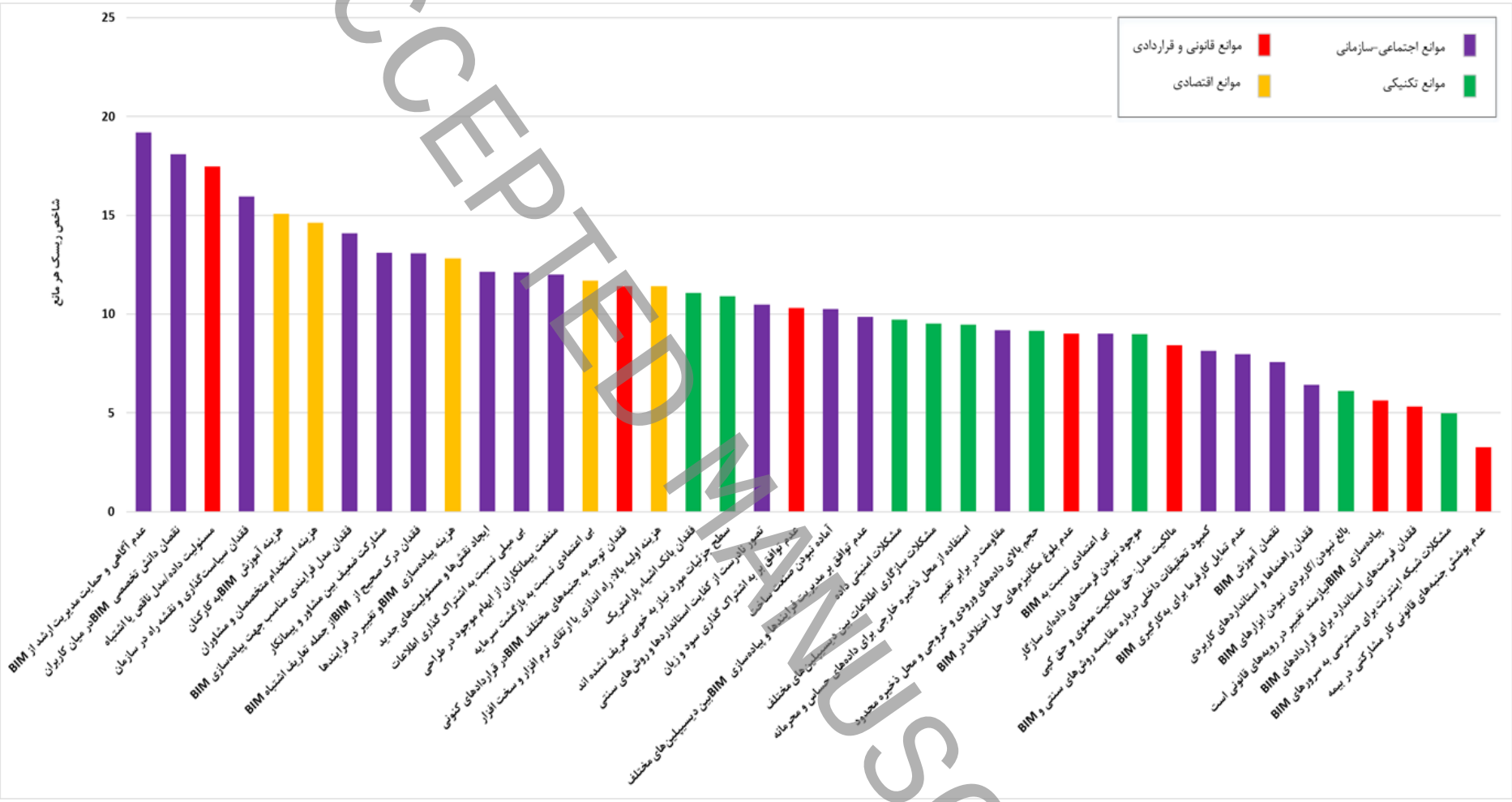
ACCEPTED MANUSCRIPT



شکل ۴: اولویت‌بندی موانع و چالش‌ها برای سطح انجمن‌ها و اصناف

Figure 4: Barriers priority at professional institutions and associations level

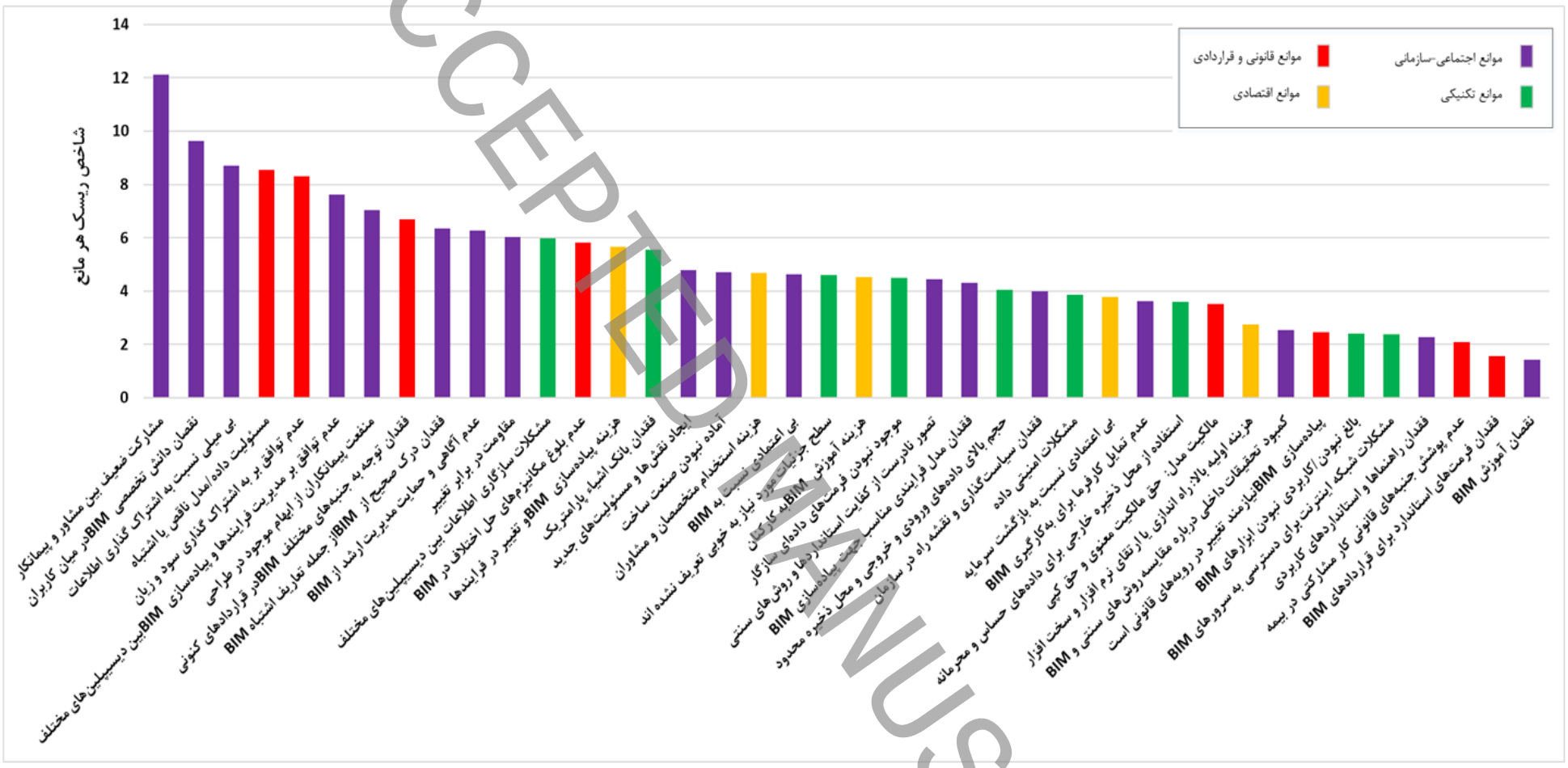
ACCEPTED MANUSCRIPT



شکل ۵: اولویت‌بندی موانع و چالش‌ها برای سطح سازمان

Figure 5: Barriers priority at organizational level

ACCEPTED MANUSCRIPT



شکل ۶: اولویت‌بندی موانع و چالش‌ها برای سطح بین‌سازمانی

Figure 6: Barriers priority at inter-organizational level

ACCEPTED MANUSCRIPT

۵- نتیجه گیری

نتایج مربوط به رتبه‌بندی موانع و چالش‌های پیاده‌سازی BIM در جدول ۳ ارائه شده است. این جدول شامل ۱۰ مانع مهم و دسته‌بندی مربوطه می‌باشد.

جدول ۳: مهم‌ترین چالش‌ها و موانع پیاده‌سازی و پذیرش BIM در صنعت ساخت ایران

Table 3: Important barriers and challenges to BIM implementation in Iran

رتبه	مانع	دسته‌بندی	متولی اصلی رفع مانع
۱	فقدان سیاست‌گذاری و نقشه راه در سازمان	اجتماعی-سازمانی	سطح سازمان
۲	عدم آگاهی و حمایت مدیریت ارشد از BIM	اجتماعی-سازمانی	سطح سازمان
۳	آماده نبودن صنعت ساخت	اجتماعی-سازمانی	سطح دولت و سطح انجمن‌ها و اصناف
۴	فقدان توجه به جنبه‌های مختلف BIM در قراردادهای کنونی	قانونی-قراردادی	سطح دولت
۵	فقدان راهنماها و استانداردهای کاربردی	اجتماعی-سازمانی	سطح انجمن‌ها و اصناف
۶	نقصان دانش تخصصی BIM در میان کاربران	اجتماعی-سازمانی	سطح سازمان و سطح بین‌سازمانی
۷	مسئولیت داده/مدل ناقص یا اشتباه	قانونی-قراردادی	سطح سازمان
۸	فقدان مدل فرایندی مناسب جهت پیاده سازی BIM	اجتماعی-سازمانی	سطح سازمان
۹	فقدان درک صحیح از BIM از جمله تعاریف اشتباه BIM	اجتماعی-سازمانی	سطح انجمن‌ها و اصناف
۱۰	فقدان بانک اشیاء پارامتریک	تکنیکی	سطح انجمن‌ها و اصناف

با توجه به نتایج ارائه شده در این بخش، اکثر موانع و چالش‌های مهم و اساسی متعلق به دسته‌های اجتماعی-سازمانی و قانونی-قراردادی می‌باشد. این نتایج نشانگر این مسأله است که صنعت ساخت ایران هنوز در مرحله پذیرش BIM بوده و به مرحله پیاده‌سازی آن در سازمان‌ها به صورت کامل وارد نشده است. پذیرش BIM در صنعت ساخت نیازمند ایجاد زیرساخت‌های قانونی مانند تعیین مالکیت مدل و مسئولیت نواقص مدل و خطاها، و ارائه قراردادهای استاندارد BIM از سوی دستگاه قانون‌گذار است. همچنین، رفع موانع و چالش‌هایی که از جنس اجتماعی-سازمانی هستند، راه را برای پیاده‌سازی BIM در پروژه‌های عمرانی باز می‌کند. تا زمانی که آگاهی مدیران و کارکنان سازمان‌ها درباره مزایای BIM افزایش نیابد و استفاده از BIM به عنوان یک روش تاثیرگذار بر فرآیندهای طراحی، ساخت و بهره‌برداری در راستای اهداف سازمان‌ها قرار نگیرد، صنعت ساخت از مرحله پذیرش BIM خارج نخواهد شد. مطالعاتی که در سال‌های اخیر در کشورهای هند [۱۵]، عراق [۱۶] و نیجریه [۱۹] صورت پذیرفته است نیز تاکید ویژه‌ای بر اهمیت تغییرات فرهنگی و آگاهی‌بخشی به افراد سازمان داشته‌اند. پس از آگاهی‌بخشی و هدف‌گذاری‌های بلندمدت، کسب دانش تخصصی مربوط به این حوزه و اعمال تغییرات لازم در فرآیندهای کاری از دیگر گام‌های ضروری است. این در حالیست که مطالعاتی که در سال‌های اخیر در کشورهای چین [۱۴] و استرالیا [۲] انجام شده نشانگر عبور آنها از مشکلات آموزشی و یادگیری BIM است. در نهایت، قابل پیش‌بینی است که اهمیت موانع مربوط به دسته‌های اقتصادی و تکنیکی در مرحله پیاده‌سازی کامل BIM افزایش یابد، چرا که صنعت ساخت هنوز در مرحله پذیرش قرار داشته و به صورت کامل با این دسته از چالش‌ها رو به رو نشده است.

هدف دیگر تحقیق حاضر، تعیین این مسئله بود که هر یک از سطوح تصمیم‌گیری، مسئولیت رفع چه موانعی را برعهده دارند و کدام یک از این موانع اولویت بالاتری نسبت به سایرین دارند. برای دست‌یابی به این هدف، با بهره‌گیری از فرمول ریسک اولویت‌های رفع موانع برای هر یک از سطوح تعیین شد. سطح تصمیم‌گیری دولت مسئولیت رفع موانع و چالش‌های زیرساختی (مانند زیرساخت‌های قانونی و IT) را برعهده دارد. مانع "پیاده‌سازی BIM نیازمند تغییر در رویه‌های قانونی است" بالاترین رتبه در این سطح را به خود اختصاص داده است. پس از آن، موانع "آماده نبودن صنعت ساخت"، "فقدان راهنماها و استانداردهای کاربردی" و "عدم پوشش جنبه‌های قانونی کار مشارکتی در بیمه"، اولویت‌های بعدی برای سطح تصمیم‌گیری دولت می‌باشند. سطح تصمیم‌گیری انجمن‌ها و اصناف وظیفه راهنمایی

ACCEPTED MANUSCRIPT

و جهت‌دهی به صنعت ساخت را برعهده دارد. مانع "فقدان راهنماها و استانداردهای کاربردی" بالاترین رتبه را در این سطح کسب کرده است. پس از آن، موانع "آماده نبودن صنعت ساخت"، "فقدان بانک اشیاء پارامتریک"، "فقدان درک صحیح از BIM از جمله تعاریف اشتباه BIM" و "فقدان فرمت‌های استاندارد برای قراردادهای BIM" به ترتیب رتبه‌های ۲ تا ۵ را به خود اختصاص داده‌اند. سطح تصمیم‌گیری سازمان نقش پررنگی در مقابل تمامی موانع و چالش‌ها دارد. این مسئله به این دلیل است که در نهایت این سازمان‌ها هستند که مسئولیت اصلی پیاده‌سازی BIM را برعهده دارند و متعاقبا باید در راستای حذف موانع گام بردارند. مانع "عدم آگاهی و حمایت مدیریت ارشد از BIM" بالاترین اولویت را برای این سطح داراست. متعاقبا، موانع "نقصان دانش تخصصی BIM در میان کاربران"، " مسئولیت داده/مدل ناقص یا اشتباه"، " فقدان سیاست‌گذاری و نقشه راه در سازمان" و "هزینه آموزش BIM به کارکنان" اولویت‌های بعدی را کسب نموده‌اند. سطح تصمیم‌گیری بین‌سازمانی مسئولیت کمتری نسبت به سایر سطوح بر عهده دارد. این مسئله می‌تواند به این دلیل باشد که این سطح تنها با موانع و چالش‌هایی که دو یا چند ذی‌نفع در آن دخیل هستند، رو به روست. مانع "مشارکت ضعیف بین مشاور و پیمانکار" بالاترین رتبه را در این سطح کسب کرده است. پس از آن، موانع "نقصان دانش تخصصی BIM در میان کاربران"، "بی میلی نسبت به اشتراک‌گذاری اطلاعات"، "مسئولیت داده/مدل ناقص یا اشتباه" و "عدم توافق بر به اشتراک گذاری سود و زیان" به ترتیب موانع مهمی هستند که باید در سطح بین‌سازمانی چاره‌جویی شوند.

بدیهی است رفع موانع و چالش‌های شناسایی شده تنها با همکاری سطوح تصمیم‌گیری مختلف امکان‌پذیر است. کاربرد BIM در صنعت ساخت ایران زمانی فراگیر خواهد شد که سطح دولت و سطح انجمن‌ها و اصناف در مرحله اول در راستای معرفی این روش نوین و آگاهی‌بخشی به سازمان‌ها عمل کرده و در مرحله دوم به قانون‌گذاری، تدوین استانداردهای کاربردی مرتبط و قراردادهای استاندارد BIM بپردازند. در این صورت، زیرساخت‌های مورد نیاز برای ورود به مرحله پیاده‌سازی BIM در سازمان‌ها فراهم آمده است. پس از اتمام مرحله پذیرش، سطح سازمان که مسئولیت عظیمی در رویارویی با موانع دارد، برای پیاده‌سازی BIM وارد عمل خواهد شد. پس از پیاده‌سازی BIM در سازمان‌ها، سطح بین‌سازمانی برای رفع مشکلات و چالش‌هایی که در هنگام مشارکت ذی‌نفعان به وجود می‌آید، اقدام خواهد کرد.

نتایج این تحقیق برای مخاطبانی همچون مشاوران BIM، مدیران ارشد سازمان‌های مهندسین مشاور و پیمانکاران شاغل در صنعت ساخت کاربرد گسترده‌ای دارد. این مخاطبان می‌توانند با الهام از اولویت‌بندی موانع و چالش‌ها برای سطح سازمان و بین سازمانی، روند توسعه BIM در سازمان‌ها و شرکت‌ها را از نظر فناوری، آموزش و فراهم آوری ملزومات پیاده‌سازی بهبود بخشند. همچنین، سند توسعه فناوری BIM موجود در سایت معاونت مسکن و ساختمان[1] که توسط دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان در افق ۱۴۰۴ برنامه ریزی شده، نمونه ای از پاسخ به چالش‌های سطح دولت است؛ گرچه لازم است علاوه بر این اسناد، قوانین و مقررات لازم جهت پیاده‌سازی خط‌مشی‌های تعیین شده در این اسناد نیز توسط مراجع ذیربط تدوین گردد. و نهایتا، انجمن‌های صنفی مرتبط با صنعت ساخت، مخاطبانی هستند که موظف به رسیدگی به موانع و چالش‌های مربوط به سطح انجمن‌ها و اصناف می‌باشند. به عنوان مثال، در حال حاضر، انجمن مدیریت پروژه ایران، با تاسیس کارگروه تخصصی BIM، اقدامات ارزنده‌ای در زمینه آگاهی بخشی به شاغلین صنعت ساخت و برگزاری جلسات و کنفرانس‌های مربوطه انجام داده است که این اقدامات می‌تواند براساس نتایج این پژوهش توسعه یابد.

همانند تمامی تحقیقاتی که در علوم مختلف صورت می‌پذیرد، این تحقیق نیز دارای محدودیت‌هایی است. برای رفع این محدودیت‌ها، پیشنهاداتی توسط محقق ارائه می‌شود. اولین محدودیت این تحقیق نمونهٔ آماری نسبتا محدود آن می‌باشد که همانطور که توضیح داده شد، بدلیل نبود بانک جامعی از اطلاعات کاربران BIM در کشور می‌باشد. نمونه‌ی آماری بزرگتر می‌تواند امکان به‌کارگیری روش‌های تحلیلی مانند تحلیل عاملی را برای تایید عوامل اجتماعی-سازمانی، قانونی-قراردادی، تکنیکی و اقتصادی به عنوان متغیرهای زیربنایی فراهم آورد. همچنین، هرچه تعداد نمونه بیشتر باشد، تعمیم‌پذیری نتایج تحقیق به جامعه آماری با صحت بیشتری صورت می‌پذیرد.

[1] http://inbr.ir/wp-content/uploads/2020/01/BIM.pdf

ACCEPTED MANUSCRIPT

دومین پیشنهاد این است که در تعریف سطوح تصمیم‌گیری رفع موانع، سطح موسسات آموزشی، دانشگاه‌ها و شرکت‌های دانش‌بنیان نیز در نظر گرفته شود، زیرا این سطح نیز می‌تواند نقش بسزایی در رفع موانع ایفا نماید. سومین پیشنهاد تحقیق حاضر، شناسایی و اولویت‌بندی موانع و چالش‌ها از دیدگاه ذی‌نفعان مختلف پروژه (برای مثال کارفرما، پیمانکار، مشاور و مدیریت طرح) بصورت مجزاست، چرا که می‌تواند دغدغه‌های تخصصی هر یک از این دسته کاربران را شناسایی و اولویت‌بندی نماید. بالاخره آخرین پیشنهاد برای تحقیقات آتی اینکه پس از شناسایی و اولویت‌بندی موانع و چالش‌ها برای سطوح مختلف تصمیم‌گیری، تحقیقی جداگانه جهت یافتن راهکارهای عملی برای موانع و چالش‌های شناسایی شده ضرورت دارد که می‌تواند در قالب یک پژوهش کیفی و از طریق مصاحبه با خبرگان انجام پذیرد.

مراجع

[1] MacGrawHill-Construction, The business value of BIM for construction in major global market: How Contractors Around the World Are Driving Innovation With Building Information Modeling, 2014.

[2] M.R. Hosseini, E. Azari, L. Tivendale, N. Chileshe, Barriers to adoption of building information modeling (BIM) in Iran: preliminary results, in: The 6th International Conference on Engineering, Project, and Production Management, Goldcoast, Australia, 2015.

[3] K. Barlish, K. Sullivan, How to measure the benefits of BIM—A case study approach, Automation in Construction, 24 (2012) 149-159.

[4] G. Aranda-Mena, J. Crawford, A. Chevaz, T. Froese, Building information modelling demystified: does it make business sense to adopt BIM?, nternational Journal of managing projects in business, 2(3) (2009) 419-434.

[5] C. Eastman, P. Teicholz, R. Sacks, K. Liston, BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors, John Wiley & Sons, New Jersey, 2011.

[6] D. Bryde, M. Broquetas, J.M. Volm, The project benefits of building information modelling (BIM), International journal of project management, 31(7) (2013) 971-980.

[7] Z. Zahrizan, N.M. Ali, Haron, Ahmad Tarmizi, A.J. Marshall-Ponting, Z.A. Hamid, Exploring the barriers and driving factors in implementing building information modelling (BIM) in the Malaysian construction industry: A preliminary study, Journal of the Institution of Engineers, Malaysia, 75(1) (2014) 1-10.

[8] K.-M. Hsu, T.-Y. Hsieh, J.-H. Chen, Legal risks incurred under the application of BIM in Taiwan, Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Forensic Engineering, 168(3) (2015) 127-133.

[9] N. Jung, T. Häkkinen, M. Rekola, S. Properties, Extending capabilities of BIM to support performance based design, Electronic Journal of Information Technology in Construction, 32(2) (2018) 16-52.

[10] B. Abdulaal, A. Bouferguène, M. Al-Hussein, Benchmark Alberta's architectural, engineering, and construction industry knowledge of building information modelling (BIM), Canadian Journal of Civil Engineering, 44(1) (2016) 59-67.

[11] M.R. Hosseini, S. Banihashemi, N. Chileshe, M. Oraee Namzadi, C.E. Udeaja, R. Rameezdeen, T. McCuen, BIM adoption within Australian Small and Medium-sized Enterprises (SMEs): an innovation diffusion model, Construction Economics and Building, 16(9) (2016) 71-86.

[12] L.M. Khodeir, A.A. Nessim, BIM2BEM integrated approach: Examining status of the adoption of building information modelling and building energy models in Egyptian architectural firms, Ain Shams Engineering Journal, (2017).

[13] X. Zhao, Y. Feng, J. Pienaar, D. O'Brien, Modelling paths of risks associated with BIM implementation in architectural, engineering and construction projects, Architectural Science Review, (2017) 472-482.

[14] R. Jin, C. Hancock, L. Tang, C. Chen, D. Wanatowski, L. Yang, Empirical study of BIM implementation–based perceptions among Chinese practitioners, Journal of management in engineering, 33(5) (2017).

[15] S. Arunkumar, V. Suveetha, A. Ramesh, A feasibility study on the implementation of building information modeling (BIM): from the architects'& engineers' perspective, Asian Journal of Civil Engineering, 2 (2018) 239-247.

ACCEPTED MANUSCRIPT

[16] W.A. Hatem, A.M. Abd, N. Nawwar Barriers of adoption Building Information Modeling (BIM) in construction projects of Iraq, Engineering Journal, 22(2) (2018) 59-81.
[17] Y. Zhou, Y. Yang, J.-B. Yang, Barriers to BIM implementation strategies in China, Engineering, Construction and Architectural Management, (2019).
[18] D.W. Chan, T.O. Olawumi, A.M. Ho, Perceived benefits of and barriers to Building Information Modelling (BIM) implementation in construction: The case of Hong Kong." 25 (2019): 100764., Journal of Building Engineering, (2019) 100764.
[19] A.B. Saka, D.W. Chan, Profound barriers to building information modelling (BIM) adoption in construction small and medium-sized enterprises (SMEs), Construction Innovation, (2020).
[20] S. Azhar, Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry, Leadership and management in engineering, 11(3) (2011) 241-252.
[21] Y. Rezgui, T. Beach, O. Rana, 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) (2013) 239-258.
[22] S.X. Zhang, Y.R. Hu, The analysis of barriers of development of China's construction industry BIM, Advanced Materials Research, 838 (2014) 3119-3122.
[23] C. Sun, S. Jiang, M.J. Skibniewski, Q. Man, L. Shen, A literature review of the factors limiting the application of BIM in the construction industry, Technological and Economic Development of Economy, 23(9) (2017) 764-779.
[24] E. Alreshidi, M. Mourshed, Y. Rezgui, Factors for effective BIM governance, Journal of Building Engineering, 10 (2017) 89-101.
[25] I. Kiani, A. Nobahar Sadeghifam, S. Khalili Ghomi, A.K.B. Marsono, Barriers to implementation of Building Information Modeling in scheduling and planning phase in Iran, Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 9(5) (2015) 91-97.
[26] Embedded contexts of innovation: BIM adoption and implementation for a specialty contracting SME, Construction innovation, 15(1) (2015) 42-56.
[27] R. Sacks, U. Gurevich, P. Shrestha, A review of building information modeling protocols, guides and standards for large construction clients, Journal of Information Technology in Construction (ITcon), 21(29) (2016) 479-503.
[28] K.A. Patterson, C.M. Grimm, T.M. Corsi, Adopting new technologies for supply chain management, Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 39(2) (2003) 95-121.
[29] Y.-K. Juan, W.-Y. Lai, S.-G. Shih, Building information modeling acceptance and readiness assessment in Taiwanese architectural firms, ournal of Civil Engineering and Management, 23(3) (2017) 356-367.
[30] D. Mehran, Exploring the Adoption of BIM in the UAE Construction Industry for AEC Firms, Procedia Engineering, (2018) 1110-1118.
[31] Sampling and Estimation in Hidden Populations Using Respondent-Driven Sampling, Sociological Methodology, (2004) 193-240.
[32] A. Field, Discovering statistics using SPSS, Sage Publication, London, 2009.
[33] R.C. Schmidt, Managing Delphi Surveys Using Nonparametric Statistical Techniques, Decision Sciences, (1997) 763-774.
[34] P.R. Garvey, Z.F. Lansdowne, Risk matrix: an approach for identifying, assessing, and ranking program risks, Air Force Journal of Logistics, 22(1) (1998) 18-21.
[35] K.-F. Chien, Z.-H. Wu, S.-C. Huang, Identifying and assessing critical risk factors for BIM projects: Empirical study, Automation in Construction, 45 (2014) 1-15.

ACCEPTED MANUSCRIPT

Identifying and prioritizing the barriers to BIM implementation in Iran

Niloofar Rohani[a], Seyed Yaser Banihashemi[b*]

[a] M.Sc., Faculty of engineering, Ferdowsi university of Mashhad, Iran
[b] Assistant Professor, Faculty of engineering, Ferdowsi university of Mashhad, Iran

Abstract

With the expansion of the global application of building information modeling (BIM) in the architecture, engineering and construction (AEC) industry and the benefits of this approach to everyone, the application of this new method in many countries, including Iran, is facing many obstacles. Therefore, one of the necessary actions to increase the adoption and implementation of this new approach in Iran is to study the obstacles and challenges facing it. In this paper, the research background was first examined and barriers to BIM implementation were identified and categorized. Then, using a questionnaire, the importance of obstacles and challenges from the perspective of experts was assessed. Analysis of collected data with the help of Kendall ranking showed that the most important challenges and obstacles facing the adoption and implementation of BIM in the Iranian AEC industry are: Lack of policy and roadmap in the organization, lack of knowledge and support of senior management, lack of readiness of the manufacturing industry, lack of attention to various aspects of BIM in current contracts and lack of guidelines and application standards. Also, those in charge of overcoming these obstacles and challenges were identified at four levels of decision-making: (1) government, (2) professional institutions and associations, (3) organization, and (4) inter-organizational. In the mentioned questionnaire, the level of responsibility of each level in front of removing obstacles was also evaluated and using risk analysis method, prioritization of obstacles and challenges for different levels of decision making was determined. Accordingly, the barriers of "BIM implementation requires changes in legal procedures", "lack of guidelines and application standards", "lack of knowledge and support of senior management" and "poor partnership between consultant and contractor" are the most important barriers for the decision making levels.

Key words: Building Information Modeling, BIM, BIM implementation, BIM barriers, decision making levels

ACCEPTED MANUSCRIPT