



## مروری بر چالش‌ها و موانع بکارگیری مدلسازی اطلاعات ساختمان در دنیا، چالش‌های صنعت ساختمان ایران و راهکارهای پیشنهادی

فائزه روشن فکر<sup>۱\*</sup>، مجتبی حسینعلی پور<sup>۲</sup>، احسان اثنی عشری<sup>۳</sup>

مشخصات نویسنده اول

۱ و \* - نویسنده مسوول: کارشناسی ارشد مدیریت پروژه و ساخت، گروه ساختمان، دانشکده معماری، دانشگاه شهید بهشتی، بهشتی، (fa.roshanfekr@gmail.com)

۲ - استادیار، دکترای مدیریت ساختمان، گروه ساختمان دانشکده معماری، دانشگاه شهید بهشتی (m-hosseinalipour@sbu.ac.ir)

۳ - استادیار، دکترای مدیریت ساخت، دانشگاه ناتینگهام ترنت انگلستان (ehsan.asnaashari@ntu.ac.uk)

### چکیده

این روزها، مدلسازی اطلاعات ساختمان<sup>۱</sup> (بیم) یکی از جدیدترین و نوآورانه‌ترین رویکردهای رایج در صنعت ساختمان است، که اجرای آن فرآیندهای کاری متفاوت و یکپارچه‌تری را نسبت به رویکردهای سنتی ارائه می‌دهد. از همین رو، صنعت ساختمان با چالش‌ها و موانع گوناگونی در پیاده‌سازی فناوری بیم مواجه است که شناسایی و آگاهی بر آنها می‌تواند تا حد زیادی کاربردی و مفید باشد. در این مقاله ضمن مرور پژوهش‌های انجام شده در راستای شناسایی چالش‌های بکارگیری بیم در عرصه بین‌المللی، سی‌وسه چالش شناسایی، اولویت بندی و در پنج حوزه دسته‌بندی شده است. سپس، با استفاده از رویکرد کیفی هشت مصاحبه‌ی نیمه‌ساختاریافته با متخصصین مدلسازی اطلاعات ساختمان ایران به منظور شناسایی چالش‌های صنعت ساخت ایران در مواجهه با این فناوری انجام شده است. داده‌های جمع‌آوری شده با روش تحلیل تم مورد تحلیل قرار گرفته و مشخص شد که مهم‌ترین چالش‌های بکارگیری بیم معلول فقدان سیاست‌گذاری مناسب و ضعف در زیرساخت‌های اقتصادی و فرهنگی هستند. در نهایت، تلاش شده تا راهکارهایی به منظور کاهش یا از میان برداشتن چالش‌ها و موانع شناسایی شده پیشنهاد شود.

واژگان کلیدی: بیم، چالش‌ها، راهکار، صنعت ساختمان ایران، مدلسازی اطلاعات ساختمان

۱- Building Information Modelling (BIM)



## سومین کنفرانس بین المللی مدل سازی اطلاعات ساختمان

### ۱- مقدمه

حجم زیادی از سرمایه‌های کشورها در صنعت معماری، مهندسی و ساخت<sup>۱</sup> (AEC) صرف می‌شود. به عبارت دیگر صنعت ساختمان نقش مهمی را در اقتصاد کشورها ایفا می‌کند. در کشور ایران، بهره‌وری پایین صنعت ساختمان و حجم عظیم پروژه‌های ساختمانی ناتمام و ناموفق در طی سالها مانع بهره‌وری از این فرصت شده است. مرکز پژوهش‌های مجلس در گزارشی که در راستای بررسی لایحه‌ی بودجه سال ۱۳۹۱ منتشر ساخت، اعلام کرد که روند تحقق خاتمه طرح‌های عمرانی طی سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۱ نشان می‌دهد طی این سال‌ها به طور متوسط از ۴۷۳ طرح عمرانی که باید سالانه در کشور به پایان برسند تنها ۲۸ درصد، معادل ۱۳۴ طرح به اتمام رسیده و هزینه‌ای معادل ۹۵/۷۵ هزار میلیارد تومان مازاد بر پیش‌بینی قوانین بودجه بر اقتصاد کشور تحمیل شده است. به عبارت ساده‌تر، هر طرح عمرانی معادل ۲/۵ برابر قیمت واقعی آن هزینه بر می‌دارد (همشهری، ۱۳۹۱).

به‌کارگیری روش‌های سنتی به عنوان یکی از اصلی‌ترین عوامل بازدارنده‌ی بهره‌وری در صنعت ساختمان ایران شناخته شده است، چرا که غالباً روش‌های سنتی منجر به تاخیرات زمانی و اتلاف منابع می‌شود ((Ghoddousi and Hosseini, 2012). طبق تعریف ((pbctoday, 2019)، روش‌های سنتی، به روش‌های مرسوم متعارف و جاافتاده در صنعت ساخت اطلاق می‌شود، که نمی‌توانند از مستندات یکپارچه‌ی پروژه و آنالیزهای مختلف پشتیبانی کرده و برآیندهای دقیقی از زمان و هزینه ارائه دهند، در نتیجه منجر به تداخلات طراحی، برآوردهای غیرقابل اعتماد از حجم متریکال‌ها و طبیعتاً افزایش زمان و هزینه‌ی پروژه می‌شوند ((Hamada et al., 2016).

با توجه به افزایش پیچیدگی‌های پروژه‌ها، نیاز عمده‌ای به استفاده از رویکردها و فناوری‌های یکپارچه‌تر، سازگارتر و مقرون به صرفه‌تر برای کل چرخه عمر پروژه احساس می‌شود. امروزه، یکی از پر رونق‌ترین و شکوفاترین فناوری‌ها در صنعت AEC، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) است. BIM، طبق تعریف کمیته ملی استاندارد مدل‌سازی اطلاعات ساختمان ایالات متحده "نمایشی دیجیتالی از مشخصات فیزیکی و عملکردی یک مجموعه است. BIM منبع دانشی اشتراکی از اطلاعات یک مجموعه ارائه می‌دهد که مبنای قابل اعتمادی برای تصمیم‌گیری در طول چرخه حیات آن، از زمان شکل‌گیری ایده و طرح اولیه تا زمان تخریب است." ((NIBS, 2016) اجرا و بکارگیری BIM در سالهای اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته شده ((Silva et al., 2016). BIM چرا که راهی برای غلبه بر بهره‌وری کم در ساخت و ساز و موانع دیگری که جلوی نوآوری در این صنعت را گرفته‌اند ارائه می‌کند ((Teicholz, 2004). این فناوری طیف وسیعی از مزایای مستقیم و غیرمستقیم را فراهم کرده و مجموعه فرآیندهای طراحی و ساخت را از جنبه‌های مختلف ساده‌تر و شفاف‌تر کرده است ((Lee et al., 2012).

با تمام این اوصاف، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان برای اکثر شرکتهایی که در صنعت ساخت فعالیت می‌کنند، ایده‌ای نوآورانه و جدید است. چرا که الگوی نوینی را برای طراحی، ساخت، بهره‌برداری و نگهداری از تاسیسات ارائه می‌دهد. از اینرو، حتی حرفه‌ای‌ترین و متعهدترین ذینفعان نیز ممکن است حین اجرای آن در پروژه یا سازمان دچار مشکل شوند (Criminale and

۲- Architecture, Engineering, and Construction (AEC)

۳- Qualitative Data Analysis



## سومین کنفرانس بین المللی مدل سازی اطلاعات ساختمان

(Langar, 2017). از طرفی، صنعت ساختمان ذاتا در مقابل پذیرش فناوری های جدید مقاومت دارد (Martínez-Aires et al., 2018).

با وجود اینکه BIM سالهاست در بازار جهانی صنعت ساختمان حضور دارد، اما پروژه های مبتنی بر BIM در ایران به ندرت دیده می شوند. متخصصان ایرانی این صنعت با استفاده از BIM نا آشنا هستند و بخش قالب فعال در حوزه BIM در سطوح پایین بلوغ قرار دارند. به این شکل که ۲۹/۵٪ از سازمانها تا حدودی BIM را پیاده سازی کرده اند، ۵۶/۸٪ اصلا از BIM استفاده نکرده اند و ۳۶/۴٪ نیز برنامه های برای استفاده از BIM در آینده ی نزدیک ندارند (Ghoddousi and Hosseini, 2012). بنابراین، هدف این مقاله: (۱) مروری بر چالش های طبقه بندی شده و اولویت بندی شده اجرای مدلسازی اطلاعات ساختمان در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه؛ (۲) شناسایی چالش های اجرای مدلسازی اطلاعات ساختمان در صنعت ساخت ایران؛ و (۳) ارائه راه حل های پیشنهادی مناسب صنعت ایران برای رویایی با این چالش ها است. انتظار می رود که یافته های این پژوهش برای سیاست گذاران، سازمان های فعال در صنعت ساخت، محققان و فعالان درگیر در این حوزه مفید باشد.

## ۲-مرور ادبیات

اطلاعاتی که در ادامه ارائه می شود از بررسی پژوهش های انجام شده در کتابها، مقالات ژورنالی و کنفرانسی و پایان نامه ها گردآوری شده اند. ۳۳ چالش در زمینه اجرای BIM در کشورهای مختلف دنیا از جمله مالزی، آلمان، عراق و ایران شناسایی شد که قابل تقسیم بندی به پنج گروه چالش های فنی و تکنولوژیکی، آموزشی و فرهنگی، مدیریتی و فرآیندی، قانونی و سیاست و هزینه ای بودند، که در ادامه با جزئیات بیشتر شرح داده خواهد شد. لازم به ذکر است که در سال ۱۳۹۷ نیز سندی تحت عنوان سند توسعه فناوری BIM در افق ۱۴۰۰ (IranBIM, 2018) چالش های اجرای BIM در ایران را در به گونه ای متفاوت به چهار گروه اصلی: موانع سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و فناوری طبقه بندی کرده، و شرح مختصری از عوامل تاثیرگذار بر هر گروه را ارائه کرده است.

همانطور که در جدول (۱) نشان داده شده است، هر گروه از چالش ها به تعدادی زیر گروه که شرحی از موانع عنوان شده در منابع مختلف هستند، تقسیم می شوند و به منظور اولویت بندی چالش ها از منظر اهمیت آنها تعداد تکرار موانع در پژوهش های مختلف قید شده است.

جدول شماره (۱) خلاصه ای از مرور ادبیات موانع و چالش های پیاده سازی و اجرای BIM

تعداد تکرار	منابع	چالش ها و موانع
۱۰	(Eastman et al., 2011, Hatem et al., 2018, Jamal et al., 2019, Liu et al., 2015, پگاه, ۱۳۹۴, محسن, ۱۳۹۶, Both, 2012, Oesterreich and Teuteberg, 2019, Tan et al., 2019, Gerges et al., 2017)	۱ پیچیدگی BIM و منحنی یادگیری آن
۹	(Chan et al., 2019, Criminale and Langar, 2017, Hatem et al., 2018, Jamal et al., 2019, Migilinskas et al., 2013, پگاه, ۱۳۹۴, Both, 2012, McArthur, 2015, Costin et al., 2018)	۲ عدم سازگاری و محدودیت های عملکردی بین نرم افزارها (و تاثیر بر به اشتراک گذاری اطلاعات)



## سومین کنفرانس بین المللی مدل سازی اطلاعات ساختمان

۳	Costin et al., 2018, محسن, ۱۳۹۶, Chan et al., 2019)	۳	کمبود اطلاعات و نقشه‌ها و سطح جزئیات پایین (LOD) برای فاز اجرای پروژه	
۲	(Criminale and Langar, 2017, Gerges et al., 2017)	۴	مناسب نبودن بیم برای پروژه (برای همه‌ی پروژه‌ها مناسب نیست)	
۲	(Oesterreich and Teuteberg, 2019, Tan et al., 2019)	۵	کمبود قابلیت دسترسی و ابزار-های بکارگیری بیم	
۱	(Chan et al., 2019)	۶	دشواری اندازه‌گیری تاثیرات بیم	
۱۲	(Chan et al., 2019, Eastman et al., 2011, Gerges et al., 2017, Hatem et al., 2018, Jamal et al., 2019, Matarneh and Hamed, 2017, پگاه, ۱۳۹۴, ۱۳۹۶, محسن, Costin et al., 2018, Oesterreich and Teuteberg, 2019, Tan et al., 2019, اسکندری, ۱۳۹۶)	۷	مسائل فرهنگی و مقاومت در برابر تغییر	آموزشی و فرهنگی
۷	(Gerges et al., 2017, Hatem et al., 2018, Jamal et al., 2019, Matarneh and Hamed, 2017, پگاه, ۱۳۹۴, Hosseini et al., 2015)	۸	عدم تقاضای کارفرما یا پیمانکار (به عنوان هزینه اضافه به آن نگاه می‌کنند)	
۸	(Criminale and Langar, 2017, Hatem et al., 2018, Matarneh and Hamed, 2017, پگاه, ۱۳۹۴, محسن, ۱۳۹۶, Gerges et al., 2017, Hosseini et al., 2015, اسکندری, ۱۳۹۶)	۹	کمبود آگاهی نسبت به بیم و مزایای آن	
۷	(Chan et al., 2019, Hatem et al., 2018, Jamal et al., 2019, Matarneh and Hamed, 2017, محسن, ۱۳۹۶, Gerges et al., 2017, Hosseini et al., 2015)	۱۰	خدمات آموزشی ضعیف	
۵	(Criminale and Langar, 2017, Gerges et al., 2017, Hatem et al., 2018, Migilinskas et al., 2013, (محسن, ۱۳۹۶)	۱۱	عدم تمایل صنعت به ابزار جدید به دلیل اینکه تکنولوژی در دسترس پاسخگوی نیاز است	
۴	(Costin et al., 2018, McArthur, 2015, Oesterreich and Teuteberg, 2019, Tan et al., 2019, Migilinskas et al., 2013, Criminale and Langar, 2017)	۱۲	نگرش منفی نسبت به اشتراک-گذاری اطلاعات	
۳	(Criminale and Langar, 2017, Migilinskas et al., 2013, پگاه, ۱۳۹۴)	۱۳	ترس از شکست و ناشناخته‌ها	
۳	(Oesterreich and Teuteberg, 2019, اسکندری, ۱۳۹۶)	۱۴	منافع بیان شده آنقدر ملموس نیستند که استفاده از بیم را تضمین کنند	
۲	(McArthur, 2015, Tan et al., 2019)	۱۵	کمبود تعامل حرفه‌ای و استفاده‌ی گسترده	
۱	(Tan et al., 2019)	۱۶	کمبود پژوهش علمی در این حوزه	
۱۵	(Chan et al., 2019, Criminale and Langar, 2017, Eastman et al., 2011, Gerges et al., 2017, Hatem et al., 2018, Jamal et al., 2019, Liu et al., 2015, Matarneh and Hamed, 2017, Migilinskas et al., 2013, پگاه, ۱۳۹۴, محسن, ۱۳۹۶, ۱۳۹۶, Oesterreich and Teuteberg, 2019, Tan et al., 2019, Hosseini et al., 2015, اسکندری, ۱۳۹۶)	۱۷	کمبود نیروی متخصص و آگاه به سیر تکامل مدل و دارای شناخت درست از بیم (مدیریت منابع)	مدیریتی و فرآیندی





## سیومین کنفرانس بین المللی مدل سازی اطلاعات ساختمان

۹	(Bryde et al., 2013, Chan et al., 2019, Eastman et al., 2011, Hatem et al., 2018, Jamal et al., 2019, Liu et al., 2015, McArthur, 2015, Tan et al., 2019, اسکندری, ۱۳۹۶)	مشکلات فرآیندی و تغییر در ساختار و قواعد سازمانی و عدم تثبیت فرآیند بیم	۱۸
۸	(Chan et al., 2019, Criminale and Langar, 2017, Eastman et al., 2011, Hatem et al., 2018, Jamal et al., 2019, Costin et al., 2018, Oesterreich and Teuteberg, 2019, Tan et al., 2019)	چالش های همکاری بین اعضای تیم و ذینفعان مختلف و نگرش منفی نسبت به کار گروهی	۱۹
۹	(Criminale and Langar, 2017, Eastman et al., 2011, Matarneh and Hamed, 2017, پگاه, ۱۳۹۴, Both, 2012, Costin et al., 2018, Tan et al., 2019, Hosseini et al., 2015, اسکندری, ۱۳۹۶)	نیاز به تغییرات پایه ای در جریان های کاری و رویه ها و متفاوت بودن فرآیند بیم	۲۰
۵	(Criminale and Langar, 2017, Hatem et al., 2018, Migilinskas et al., 2013, Costin et al., 2018, McArthur, 2015)	مدیریت اطلاعات و نیاز به همساز کردن حجم زیاد اطلاعات	۲۱
۳	(Criminale and Langar, 2017, Eastman et al., 2011, Costin et al., 2018)	مشخص نبودن مسئولیت مدیریت کل مدل و پایداری و یکپارچه سازی مدل	۲۲
۱۵	(Chan et al., 2019, Criminale and Langar, 2017, Eastman et al., 2011, Hatem et al., 2018, Jamal et al., 2019, Liu et al., 2015, Matarneh and Hamed, 2017, Migilinskas et al., 2013, پگاه, ۱۳۹۴, Both, 2012, Costin et al., 2018, Oesterreich and Teuteberg, 2019, Tan et al., 2019, Gerges et al., 2017, Hosseini et al., 2015, اسکندری, ۱۳۹۶)	عدم حمایت از طرف سیاست-گذاران صنعت در تنظیم استانداردها و نبود پروسهی ارزیابی و اطلاع از استانداردهای بین المللی	۲۳ قانونی و سیاست
۱۰	(Criminale and Langar, 2017, Eastman et al., 2011, Hatem et al., 2018, Jamal et al., 2019, Migilinskas et al., 2013, پگاه, ۱۳۹۴, Costin et al., 2018, McArthur, 2015, Oesterreich and Teuteberg, 2019, Tan et al., 2019)	مسائل قانونی و قراردادی (فقدان فرمت مشخص قراردادی) و مدیریت ریسک و عدم قطعیت	۲۴
۸	(Hatem et al., 2018, Jamal et al., 2019, Liu et al., 2015, Migilinskas et al., 2013, محسن, ۱۳۹۴, Oesterreich and Teuteberg, 2019, Tan et al., 2019)	عدم حمایت از طرف مراجع ذیصلاح و مدیران ارشد	۲۵
۸	(Chan et al., 2019, Criminale and Langar, 2017, Tan et al., 2019, Eastman et al., 2011, Hatem et al., 2018, Jamal et al., 2019, Liu et al., 2015, Costin et al., 2018)	مالکیت اطلاعات، امنیت اطلاعات و مالکیت معنوی	۲۶
۵	(Criminale and Langar, 2017, Jamal et al., 2019, Liu et al., 2015, اسکندری, ۱۳۹۴, Costin et al., 2018)	مشخص نبودن مرز بین مسئولیت ها و مسئولیت اشتباهات و تغییر نقش ها	۲۷
۵	(Criminale and Langar, 2017, Liu et al., 2015, پگاه, ۱۳۹۴, Costin et al., 2018, Tan et al., 2019)	مسائل مجوز (license) و بیمه	۲۸
۱۷	(Gerges et al., 2017, Matarneh and Hamed, 2017, Liu et al., 2015, Criminale and Langar, 2017, Hatem et al., 2018, Jamal et al., 2019, Migilinskas et al., 2013, Chan et al., 2019, Eastman et al., 2011, اسکندری, ۱۳۹۶, محسن, ۱۳۹۴, Both, 2012, Costin et al., 2018, Oesterreich and Teuteberg, 2019, Tan et al., 2019, Hosseini et al., 2015, اسکندری, ۱۳۹۶)	هزینه اولیه ی بالا برای پیاده سازی و نرم افزار ها و سخت افزار های بیم و متخصصین	۲۹ هزینه



## سومین کنفرانس بین المللی مدل سازی اطلاعات ساختمان

۹	(Criminale and Langar, 2017, Eastman et al., 2011, Gerges et al., 2017, Hatem et al., 2018, Jamal et al., 2019, Migilinskas et al., 2013, Costin et al., 2018, Tan et al., 2019, اسکندری, ۱۳۹۶)	زمان و هزینه‌ی زیاد مورد نیاز برای آموزش و استخدام نیروی انسانی (اتلاف منابع)	۳۰
۶	(Criminale and Langar, 2017, Jamal et al., 2019, Costin et al., 2018, McArthur, 2015, Tan et al., 2019, Gerges et al., 2017)	زمان و هزینه‌ی زیاد مورد نیاز برای طراحی مدل با سطح جزئیات بالا و یکپارچه سازی مدل های پیچیده و افزایش بار کاری برای توسعه‌ی مدل	۳۱
۵	(Hatem et al., 2018, Tan et al., 2019, Gerges et al., 2017, Hosseini et al., 2015, اسکندری, ۱۳۹۶)	ابهام توجیه اقتصادی و غیر قابل پیش بینی بودن هزینه بکارگیری بیم (نرخ بازگشت سرمایه <sup>۴</sup> نامشخص)	۳۲
۲	(Criminale and Langar, 2017, پگاه, ۱۳۹۴)	فعالیت‌های جدید و عدم اطلاع از دستمزدهای جدید	۳۳

به نظر می‌رسد که نوعی رابطه‌ی علت و معلولی بین گروه‌های مختلف چالش‌ها وجود دارد. (شکل ۱) هزینه‌ی بالای آموزش کارکنان و افراد مستقیماً به کمبود متخصصان منجر می‌شود و کمبود نیرو کشمکش‌های سازمانی را افزایش می‌دهد. به علاوه، استانداردهای ناقص مشکلاتی در به اشتراک گذاری اطلاعات و داده‌ها ایجاد می‌کنند که منجر به ایجاد مسائل حقوقی، مالکیت و دسترسی به داده‌ها می‌شود. همچنین، نبود استاندارد ملی و بومی به معنای فقدان سطح یکپارچه و قابل قبول آموزش پرسنل و افزایش کمبود متخصص است.

<sup>۴</sup>-ROI: Return of Investment



## سومین کنفرانس بین المللی مدل سازی اطلاعات ساختمان



شکل (۱) موانع و چالش های پیاده سازی و اجرای بیم

### ۲-۱ چالش های فنی و تکنولوژیکی

از آنجا که بیم نسبتاً فناوری جدیدی محسوب می شود، چالش های فنی بسیار شایع هستند. اغلب افراد بر این موضوع توافق دارند که بیم منحنی یادگیری شیب داری را برای کسانی که با بیم ناآشنا هستند خواهد داشت (Jamal et al., 2019). اما نکته ای که باید مورد توجه قرار گیرد تفاوت چالش های فنی از منظر کسانی است که کاربر بیم هستند و کسانی که کاربر بیم نیستند، چراکه در بسیاری از مواقع موانعی که افراد عادی می بینند مشکلی برای کاربران بیم ایجاد نمی کند. اما هر دو دسته بر محدودیت های عملکردی نرم افزارهای مبتنی بر بیم و مسائل مربوط به قابلیت همکاری توافق دارند (Both, 2012). از میان تمام چالش های فنی، کمبود قابلیت همکاری هنوز یکی از مهم ترین چالش های پیش روی صنعت ساختمان است که تعداد زیادی از پروژه های تحقیقاتی و دولتی در تلاش هستند تا آن را برطرف کنند. چراکه، در سیستم های با قابلیت همکاری بالا هنگام انتقال اطلاعات بین نرم افزارها، خطا حذف شده یا از بین رفتن اطلاعات اتفاق نمی افتد، و از آنجایی که تبادل داده یک الزام مهم در ایجاد مدل های اطلاعاتی بزرگ است، این موضوع اهمیت بسیاری پیدا می کند (Costin et al., 2018).

### ۲-۲ چالش های آموزشی و فرهنگی

بخش بزرگی از چالش های فنی می توانند معلول آموزش نادرست یا ناکافی باشند. عدم آگاهی ذینفعان مختلف نسبت به قابلیت های نرم افزارهای مختلف سازمان را از بسیاری از مزیت های تکنولوژی بیم از جمله یکپارچه سازی اطلاعات محروم می دارد. کمبود متخصصان بیم و امکانات آموزشی مانع اجرا و استفاده از بیم در صنعت ساخت شده است (Becerik-Gerber et al., 2011) و اغلب برنامه های آموزشی موجود تا به امروز بر استفاده از بسته های نرم افزاری خاص تمرکز کرده و با توجه کمی به برنامه های کاربردی دارند (Liu et al., 2015).

یکی از موانع مهمی که به میزان قابل توجهی مانع از پذیرش بیم می شود و در بسیاری از منابع بر آن تاکید شده مقاومت سازمان در برابر تغییر است. در ادبیات سیستم های اطلاعاتی، مقاومت یک رفتار طبیعی اما پیچیده از افراد و گروه ها به دلیل



## سومین کنفرانس بین المللی مدل سازی اطلاعات ساختمان

عدم اطمینان نسبت به عواقب منفی (به عنوان مثال ، از دست دادن وضعیت موجود) تغییرات است. تمایل به استمرار و اینرسی افراد و ترس از دست دادن شغل و وضعیت موجود می تواند به اشکال متنوعی از مقاومت در برابر اجرای فناوری اطلاعات و سیستم های اطلاعاتی منجر شود ((Oesterreich and Teuteberg, 2019).

### ۲-۳ چالش های مدیریتی و فرآیندی

یکارگیری بیم تنها یک موضوع فنی نیست بلکه تأثیراتی در ساختار مدیریتی و فرآیندهای کاری سازمان ها دارد (Liu et al., 2015) و نیاز به تغییرات اساسی در گردش کار، عملیات و رویه ها در مسیر حرکت به سوی اجرای بیم به منظور بهره گیری از مزایای آن انکارناپذیر است ((Matarneh and Hamed, 2017). این نوع تغییرات، چالش های سازمانی بسیاری را به همراه دارند. مسائل سازمانی اجرای بیم شامل عدم شناخت مسئولیت و وظایف حرفه ای، مشکلات فرآیندی و مسئله ای اعتماد است، و اینکه مدیران ارشد تمایلی به معرفی فناوری ها و فرآیندهای جدید به سازمان ندارد، در حالی که پشتیبانی مدیریت لازمی اجرای موفق بیم است. همچنین، عدم آگاهی در مورد آنچه باید برای تغییر از مسیر سنتی اجرای کارها انجام شود، به وضوح به عنوان مانعی برای اجرای بیم شناخته می شود ((Liu et al., 2015).

### ۲-۴ چالش های قانونی و سیاست

از آنجا که اجرای بیم ممکن است با مسائل و چالش های مختلفی از طرف ذینفعان گوناگونی که درگیر پروژه هستند روبرو شود، مدنظر داشتن و رعایت اصول فنی و منطقی به تنهایی موفقیت اجرای آن را تضمین نمی کند (Oesterreich and Teuteberg, 2019)، بلکه اتخاذ این فناوری باید به عنوان یک فرآیند الزام آور و با پرداختن به جوانب قانونی توسعه بیم در نظر گرفته شود. یکی از پرتکرارترین موانع قانونی در منابع مختلف، عدم قطعیت قراردادی و عدم وجود انگیزاننده ها و مقررات دولتی است. بدیهی است که یکی از وظایف دولت ها ارائه چارچوب ها و مقررات قانونی و بندهای قراردادی کاملاً مشخص و شفاف است تا از این طریق محیط اقتصاد کلانی را ایجاد کنند که فرصت ها و قابلیت های فنی متقاضیان صنعت را شکل دهد (Oesterreich and Teuteberg, 2019).

یکی دیگر از مهم ترین ریسک های قانونی مربوط به مالکیت داده های اطلاعاتی بیم است ((Liu et al., 2015). به ویژه مالکیت ویرایش مدلی که چندین ذینفع در ایجاد، توسعه و ویرایش آن مشارکت می کنند؛ در چنین شرایطی اطمینان از عدم وجود اشتباه و در صورت وجود، شناسایی ذینفع مسئول دشوار است و این موضوع حساسیت قانونی، قراردادی و مسئولیتی ایجاد می کند ((Criminale and Langar, 2017).

### ۲-۵ چالش های هزینه ای

در کنار مزایای قابل توجه بیم برای صنعت ساختمان ایجاد می کند، مانند هر فناوری جدید دیگری اجرای آن هزینه بر خواهد بود، و این هزینه به عنوان یکی از موانع مهم برای اجرای بیم در منابع مختلف شناسایی شده است. اجرای بیم به نرم افزارها و ذخیره سازی داده های بخصوصی نیاز دارد، که به معنی هزینه قابل توجهی برای یک سازمان است. ((Liu et al., 2015). با اجرای فرآیندهای کارآمد و ابزارهای چندکاره ی بیم می توان در زمان و هزینه صرفه جویی کرد اما نیازمند سرمایه گذاری اولیه قابل توجهی است. این سرمایه گذاری های اولیه شامل زمان و هزینه آموزش و استخدام کارمندان برای استفاده از بیم و نرم افزارهای





## سومین کنفرانس بین المللی مدل سازی اطلاعات ساختمان

مرتبط با آن و سخت افزارهای قوی تر است. در دسترس بودن این منابع (زمان و منابع مالی) برای سازمان های کوچک تر و تازه کارتر ممکن است غیرممکن باشد، در نتیجه این موضوع منجر به انفعال سازمان ها نسبت به اجرای بیم می شود (Criminale and Langar, 2017).

### ۳- روش تحقیق

داده های پژوهش از طریق مرور ادبیات و مصاحبه های نیمه ساختاریافته با هشت تن از متخصصین مدلسازی اطلاعات ساختمان با نقش های مدیریتی سازمان های پیشرو در صنعت ساخت ایران جمع آوری شده است. مصاحبه شوندگان، همگی دارای حداقل پنج سال سابقه کار یا پژوهش در زمینه های مرتبط با بیم بوده اند یا مسئولیت توسعه و بکارگیری بیم در صنعت ایران را داشته اند (جدول ۲)

جدول (۲) مشخصات مصاحبه شوندگان

میزان اجرای بیم	مرحله ی پروژه	پروژه بیم	مصاحبه شوندگان
تقریباً گسترده	اجرا	بیمارستان	مصاحبه شونده A
متوسط	بهره برداری	مجتمع مسکونی بیمارستان	مصاحبه شونده B
متوسط	اجرا	هتل	مصاحبه شونده C
گسترده	بهره برداری	مجتمع تجاری	مصاحبه شونده D
گسترده	یرنامه ریزی / اجرا	مجتمع تجاری	مصاحبه شونده E
تقریباً گسترده	یرنامه ریزی	هتل	مصاحبه شونده F
متوسط	اجرا	هتل	مصاحبه شونده G
گسترده	بهره برداری	مجتمع تجاری	مصاحبه شونده H
مقدار کمی	یرنامه ریزی / اجرا	مجتمع مسکونی	مصاحبه شونده H

هر مصاحبه به طور متوسط یک ساعت به طول انجامید و توسط یادداشت های دست نوشته ای که مستقیماً پس از هر مصاحبه رونویسی می شدند، مستند شد. سوالات مصاحبه متمرکز بر مشکلات، موانع و چالش های اجرای بیم در صنعت AEC ایران بود.

در مرحله دوم، چالش های اجرای بیم با استفاده از روش تحلیل تم، بر اساس اصطلاحاتی مانند "موانع"، "مشکلات" و "چالش ها" در داده های متنی شناسایی و به ارائه دو دلیل عمده چالش های اجرای مدلسازی اطلاعات ساختمان در صنعت ساخت ایران منجر شد.



## سومین کنفرانس بین المللی مدل سازی اطلاعات ساختمان

### ۳-۱ تحلیل تم

پس از انجام مصاحبه‌ها، داده‌های گردآوری شده مرتب گشت و جهت انجام تحلیل، کدگذاری شد. کدهای شناسایی شده بر اساس میزان تشابه مفهومی، دسته‌بندی و ترکیب شده و ۳۰ مفهوم استخراج گردید. نهایتاً مفاهیم شناسایی شده بر اساس شهود و درک محقق از موضوع مورد بررسی و با توجه به وجه اشتراک مفاهیم، در قالب تم‌های فرعی و سپس تم‌های اصلی دسته‌بندی شدند. در این تحقیق پس از تخصیص کلیه مفاهیم به تم‌های فرعی و سپس دسته‌بندی تم‌های فرعی در قالب تم‌های اصلی، ۳۰ مفهوم، ۶ تم فرعی و ۲ تم اصلی به شرح جدول شماره (۳) به دست آمد.

جدول شماره (۳) تم‌ها اصلی و فرعی و مفاهیم حاصل از تحلیل مصاحبه‌ها

تم‌های اصلی	تم‌های فرعی	مفاهیم
فقدان سیاست- گذاری مناسب	قانونی و سیاسی	فقدان ضوابط و دستورالعمل‌های الزام‌آور برای پیاده‌سازی بیم
		فقدان مبنای قراردادی و تعرفه و قیمت واحد
		فقدان مبنا و معیاری برای تحویل پروژه
		عرضه بیش از تقاضای خدمات مهندسی
		نازل شدن خدمات مهندسی
اجتماعی		فقدان انگیزه برای تولید استاندارد و ضوابط شخصی‌سازی شده توسط سازمان‌ها
		احتکار اطلاعات و امتناع از به اشتراک‌گذاری منابع و داده‌ها به عنوان مزیتی رقابتی
		وجود فرصت‌هایی در صنعت که از کار سیستماتیک سهل‌الوصول‌تر و سودآورتر هستند
		بدبینی اجتماعی نسبت به فناوری جدید
		دید تشریفاتی صنعت نسبت به بیم و تعداد کم پروژه‌های موفق
ضعف در زیرساخت‌های اقتصادی و فرهنگی	آموزشی و فرهنگی	مراکز آموزشی ضعیف و آموزش مباحث غیر کاربردی
		کمبود آگاهی و دانش عمومی نسبت به بیم
		فقدان درک مشترک از اهداف و رسالت بیم
		ملموس نبودن مزایای بیم برای کارفرما
		مقاومت در برابر تغییر
هزینه		عدم تمایل به شفافیت اطلاعات
		عدم توجه اقتصادی برای پیاده‌سازی فناوری جدید
		عدم توجه اقتصادی برای سرمایه‌گذاری و اجرای بیم در فاز طراحی و مهندسی و استفاده از بیم فقط در فاز اجرا
		هزینه اجرای بیم باید نسبت کمی از هزینه کل پروژه باشد
		هزینه مالی و زمانی بالای آموزش پرسنل
		وفور خدمات بی‌کیفیت با دستمزد کم
		افزایش زمان، هزینه و دوباره کاری (به دلیل اجرای نادرست بیم)



## سومین کنفرانس بین المللی مدل سازی اطلاعات ساختمان

مدیریتی و فرآیندی	چالش در مدیریت ارتباطات و یکپارچه سازی اطلاعات در حوزه های مختلف
	تعداد بالای ذینفعان
	استفاده از گردش کاری سنتی حتی پس از اجرای BIM
	چالش های کار گروهی
	کمبود نیروی متخصص در همه ی مراحل
	فقدان بانک های اطلاعاتی BIM (مانند بانک اطلاعاتی زمین شناسی، شهرسازی، مصالح و تجهیزات)
تکنولوژیکی	فقدان زیرساخت اینترنتی برای کار در محیط شبکه
	چالش های سخت افزاری و نرم افزاری

### ۴- نتایج و بحث

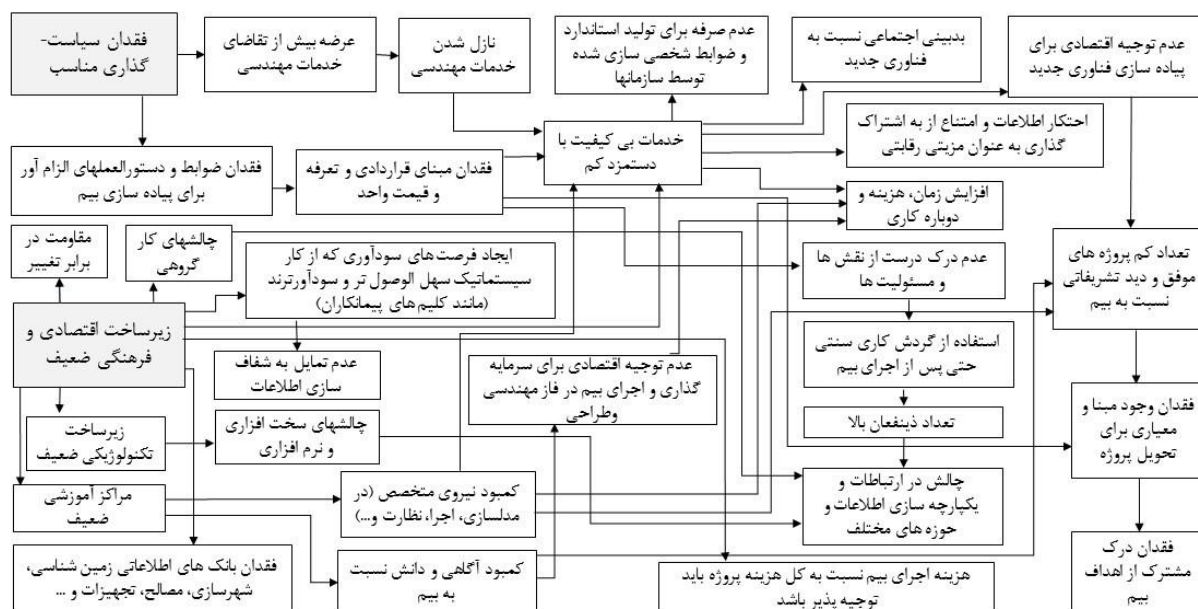
#### ۴-۱ مهم ترین چالش های اجرای مدلسازی اطلاعات ساختمان در ایران

نکته ی قابل توجه در بکارگیری گسترده فناوری های جدید در کشور در حال توسعه ای چون ایران نقش سیاست گذاران و زیرساخت های اقتصادی و فرهنگی در صنعت ساخت است. به عبارتی، همانطور که در شکل (۲) نشان داده شده است، داده های جمع آوری شده با رویکرد شناسایی علت، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و نشان می دهند که کلیه چالش های شناسایی شده اجرای BIM در ایران نتیجه ی مستقیم و غیر مستقیم دو چالش اصلی فقدان سیاست گذاری مناسب و ضعف در زیرساخت های اقتصادی و فرهنگی هستند (شکل ۲)؛ زیرا سیاست گذاران می توانند به سادگی با اختصاص بودجه به پروژه های عمرانی محرک اصلی این صنعت باشند. اگر به این مسئله رسیدگی شود، بخش عظیمی از چالش های درون سازمانی و موانع خودبه خود حل خواهند شد. به عنوان مثال (شکل ۲) فقدان سیاست گذاری مناسب منجر به عرضه ی بیش از تقاضای خدمات مهندسی و در نتیجه ی آن نازل شدن این خدمات شده که یکی از آثار آن زیاد شدن خدمات بی کیفیت و با دستمزد کم بوده است که دید اجتماعی نسبت به اجرای فناوری های جدید در صنعت ساخت را نیز منفی کرده است.

یافته های پژوهش همچنین نشان داد که شش مانع مهم و پرتکرار اجرای BIM در ایران عبارتند از: عدم تمایل به شفافیت و اشتراک گذاری اطلاعات (که یکی از نتایج BIM است)، فقدان مبانی استاندارد قراردادی، عدم درک متقابل و آگاهی از اهداف BIM، چالش های سخت افزاری و نرم افزاری، کمبود نیروی متخصص و مقاومت سازمان ها در برابر تغییر.



## سومین کنفرانس بین المللی مدل سازی اطلاعات ساختمان



شکل (۲) مهمترین چالش‌های اجرای BIM در ایران و علل آن‌ها

### ۲-۴ راه‌حل‌های پیشنهادی

مطالعات متعدد نشان داده‌اند که اولین و اصلی‌ترین راه‌حل برای رفع این چالش‌ها، آگاهی بخشی از طریق آموزش مناسب و بومی‌سازی شده بر اساس نیاز جامعه و نقاط ضعف زیرساختی آن است. آموزش مناسب می‌تواند منحنی یادگیری BIM و تکامل آن را به طور قابل توجهی تسریع کند، بسیاری از چالش‌های فنی را از میان برداشته و چالش "کمبود نیروی متخصص" را نیز کاهش دهد.

همچنین اجرای فناوری جدید و همگام شدن با سطح بین‌المللی در محیط سنتی صنعت ساخت ایران به حمایت و الزام از سوی دولت و سیاست‌گذاران بیش از مشوق‌های درون سازمانی بستگی دارد، چراکه بسیاری از چالش‌های اجرای BIM از جمله فقدان قالب یکسان قراردادی و تعرفه قیمت، مقاومت در برابر تغییر و عدم تقاضا از سوی کارفرما در نتیجه اقدامات کلان حل خواهند شد. بنابراین، الزام از سوی مسئولان با گذشت زمان منجر به کسب تجربه‌ی بیشتر و در نتیجه کاهش موانع تکنولوژیکی خواهد شد، چراکه بخش بزرگی از آنها نیز با گذشت زمان و پیشرفت فناوری خودبه‌خود از بین می‌روند. فرهنگ سازمانی یکی دیگر از عواملی مهمی است که می‌تواند بر اجرای BIM تأثیرگذار باشد. فرهنگ سازمانی با تحمل-پذیری بالا در برابر تغییرات و ریسک‌ها و سطح بالایی از همکاری و ارتباط متقابل و چندعملکردی برای موفقیت در پذیرش فناوری‌های جدید بسیار مفید خواهد بود.

یکی دیگر از کاربردی‌ترین راه‌حل‌ها، بکارگیری استانداردها و دستورالعمل‌های بین‌المللی و شخصی‌سازی آن‌ها با توجه به نیاز سازمان است، چراکه بیشتر این استانداردها توسط کشورهای توسعه‌یافته‌ای تنظیم شده‌اند که تجربه‌ی چندین ساله در اجرای فناوری BIM داشته و این استانداردها در طول زمان اصلاح شده و کاربردی‌تر شده‌اند. به عنوان مثال، AIA E202-2008





## سومین کنفرانس بین المللی مدل سازی اطلاعات ساختمان

و Consensus Docs 301 دو مورد از کاربردی ترین قالب های قراردادی هستند که در ایالات متحده توسعه یافته اند و تقریباً ۴۰٪ از کاربران BIM از این قالب های قراردادی استاندارد مطلع نیستند و از قالب های شخصی خود برای عقد قرارداد استفاده می کنند (پرجمی جلال and مهدیان، ۱۳۹۶) و با چالش های مختلف قراردادی روبرو می شوند. بسیاری از مسائل سازمانی برنامه ریزی BIM با اعمال رویه های پیشنهادی در راهنماهای مختلف مانند "Guides Messner et al.: 2011"، "AEC (UK) BIM Technology Protocol: 2015" و "Singapore BIM Guide: 2013"، که مراحل برنامه ریزی اجرای BIM را ارائه می دهند، برطرف می شوند. همچنین راه حل هایی برای مدیریت مسائل مربوط به همکاری در استانداردهای بریتانیایی "BS 1192: 2007" و "PAS 1192-2: 2013" بیان شده است که تعاریف و روش هایی برای مدیریت اطلاعات را ارائه می دهند که می توانند بسیاری از موانع یکپارچه سازی اطلاعات و تبادل داده ها را کاهش دهند.

### ۵- نتیجه گیری

به طور خلاصه، از آنجا که تقاضا و تمایل به اجرای BIM به عنوان یک فناوری جدید به دلیل مزایای بی شمار آن در حال گسترش است، این پژوهش پاسخی به نیاز اساسی شناسایی موانع مرتبط با پذیرش BIM و ارائه راه حل های مناسب شرایط ایران و بررسی چالش های اجرای BIM در کشورهای مختلف است که به پنج گروه عمده تقسیم شدند: فنی و تکنولوژیکی، آموزشی و فرهنگی، مدیریتی و فرآیندی، قانونی و سیاست و هزینه ای. بعلاوه، پنج چالش پرتکرار و مهم در منابع مختلف، "فقدان استاندارد و الزام از سوی سیاست گذاران"، "هزینه اولیه بالا برای نرم افزارها و سخت افزارهای BIM"، "کمبود نیروی متخصص (کمبود منابع)"، "مسائل فرهنگی و مقاومت در برابر تغییر" و "مسائل حقوقی و قراردادی و مدیریت ریسک" بودند. این مقاله همچنین، مهم ترین موانع موجود در صنعت ساخت ایران را با توجه به پاسخ مصاحبه شوندگان "عدم تمایل به شفافیت در اطلاعات"، "فقدان محرک های دولتی و مبنای قراردادی"، "فقدان درک متقابل و آگاهی از اهداف BIM"، "چالش های سخت افزاری و نرم افزاری" معرفی کرده و نشان می دهد که چگونه آن ها نتیجه ی مستقیم و غیرمستقیم دو چالش اصلی "فقدان سیاست گذاری صحیح" و "زیرساخت های اقتصادی و فرهنگی ضعیف" هستند.

در نهایت، راهکارهایی برای بهبود وضعیت و رفع موانع شناسایی شده پیشنهاد می شود، که عبارتند از: افزایش آگاهی نسبت به BIM از طریق آموزش، الزام های دولتی و بهره گیری از دستورالعمل ها و استانداردهای بین المللی برای انعقاد قراردادها، مدیریت اطلاعات و فرآیندهای همکاری به منظور جلوگیری و کاهش ناسازگاری های سازمانی.

این مقاله بینشی مقدماتی از موانع احتمالی برای شرکت ها و سازمان هایی که قصد به کار بستن BIM را دارند و محققان فراهم می کند. اما این امر باید مد نظر قرار گیرد که یافته های پژوهش حاضر از طریق جمع آوری اطلاعات از جامعه ی محدود متخصصان BIM در ایران به دست آمده است و تحقیقات بیشتر در جوامع وسیع تر می تواند منجر به بلوغ بیشتر یافته ها شود. همچنین مطالعات عمیق تر به صورت مطالعه موردی برای یافتن راهکارهای مناسب به منظور غلبه بر چالش های موجود می بایست در دستور کار قرار گیرد.

### منابع و مراجع

[ 1 ] (NIBS), N. I. O. B. S. 2016. About the National BIM Standard United States.



- [ 2] BECERIK-GERBER, B., GERBER, D. J. & KU, K. 2011. The pace of technological innovation in architecture, engineering, and construction education: integrating recent trends into the curricula. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 16, 411-432.
- [ 3] BOTH, P. V. 2012. Potentials and barriers for implementing BIM in the German AEC market: results of a current market analysis.
- [ 4] BRYDE, D., BROQUETAS, M. & VOLM, J. M. 2013. The project benefits of building information modelling (BIM). *International journal of project management*, 31, 971-980.
- [ 5] CHAN, D. W., OLAWUMI, T. O. & HO, A. M. 2019. Perceived benefits of and barriers to Building Information Modelling (BIM) implementation in construction: The case of Hong Kong. *Journal of Building Engineering*, 25, 100764.
- [ 6] COSTIN, A., ADIBFAR, A., HU, H. & CHEN, S. S. 2018. Building Information Modeling (BIM) for transportation infrastructure—literature review, applications, challenges, and recommendations. *Automation in Construction*, 94, 257-281.
- [ 7] CRIMINALE, A. & LANGAR, S. Challenges with BIM implementation: a review of literature. *Proceedings of 53rd Associated School of Construction International Conference, Seattle, WA, April, 2017*. 5.8-
- [ 8] EASTMAN, C., TEICHOLZ, P., SACKS, R. & LISTON, K. 2011. *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*, John Wiley & Sons.
- [ 9] GERGES, M., AUSTIN, S., MAYOUF, M., AHIAKWO, O., JAEGER, M., SAAD, A. & GOHARY, T.-E. 2017. An investigation into the implementation of Building Information Modeling in the Middle East. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 22, 1-15.
- [ 10] GHODDOUSI, P. & HOSSEINI, M. R. 2012. A survey of the factors affecting the productivity of construction projects in Iran. *Technological and economic development of economy*, 18, 99-116.
- [ 11] HAMADA, H., HARON, A., ZAKIRIA, Z. & HUMADA, A. 2016. Benefits and Barriers of BIM Adoption in the Iraqi Construction Firms. *International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering*, 3, 76-84.
- [ 12] HATEM, W. A., ABD, A. M. & ABBAS, N. N. 2018. Barriers of Adoption Building Information Modeling (BIM) in Construction Projects of Iraq. *Engineering Journal*, 22, 59-81.
- [ 13] HOSSEINI, M. R., AZARI, E., TIVENDALE, L. & CHILESHE, N. Barriers to adoption of building information modeling (BIM) in Iran: Preliminary results. *The 6th International Conference on Engineering, Project, and Production Management (EPPM2015)*, Gold Coast, Australia, 2015.
- [ 14] IRANBIM, R. A. D. D. O. 2018. Document of expanding the application of BIM technology. *National building regulations and control of Iran*.
- [ 15] JAMAL, K. A. A., MOHAMMAD, M. F., HASHIM, N., MOHAMED, M. R. & RAMLI, M. A. Challenges of Building Information Modelling (BIM) from the Malaysian Architect's Perspective. *MATEC Web of Conferences*, 2019. EDP Sciences, 05003.
- [ 16] LEE, G., PARK, H. K. & WON, J. 2012. D3 City project—Economic impact of BIM-assisted design validation. *Automation in Construction*, 22, 577-586.
- [ 17] LIU, S., XIE, B., TIVENDAL, L. & LIU, C. 2015. Critical barriers to BIM implementation in the AEC industry. *International Journal of Marketing Studies*, 7, 162-171.
- [ 18] MARTÍNEZ-AIRES, M. D., LOPEZ-ALONSO, M. & MARTÍNEZ-ROJAS, M. 2018. Building information modeling and safety management: A systematic review. *Safety science*, 101, 11-18.
- [ 19] MATARNEH, R. & HAMED, S. 2017. Barriers to the adoption of building information modeling in the Jordanian building industry. *Open Journal of Civil Engineering*, 7, 325.
- [ 20] MCARTHUR, J. 2015. A building information management (BIM) framework and supporting case study for existing building operations, maintenance and sustainability. *Procedia Engineering*, 118, 1104-1111.



## سومین کنفرانس بین المللی مدل سازی اطلاعات ساختمان

- [ 21] MIGILINSKAS, D., POPOV, V., JUOCEVICIUS, V. & USTINOVICHUS, L. 2013. The benefits, obstacles and problems of practical BIM implementation. *Procedia Engineering*, 57, 767-774.
- [ 22] OESTERREICH, T. D. & TEUTEBERG, F. 2019. Behind the scenes: Understanding the socio-technical barriers to BIM adoption through the theoretical lens of information systems research. *Technological Forecasting and Social Change*.
- [ 23] PBCTODAY. 2019. Traditional vs modular: Deconstructing building methods [Online]. Available: <https://www.pbctoday.co.uk/news/planning-construction-news/modular-vs-traditional-construction/48139/> [Accessed].
- [ 24] SILVA, M. J. F., SALVADO, F., COUTO, P. & E AZEVEDO, Á. V. 2016. Roadmap proposal for implementing building information modelling (BIM) in Portugal. *Open Journal of Civil Engineering*, 6, 475.
- [ 25] TAN, T., CHEN, K., XUE, F & .LU, W. 2019. Barriers to Building Information Modeling (BIM) implementation in China's prefabricated construction: An interpretive structural modeling (ISM) approach. *Journal of Cleaner Production*, 219, 949-959.
- [ 26] TEICHOLZ, P. 2004. Labor productivity declines in the construction industry: causes and remedies. *AECbytes Viewpoint*, 4, 2004.
- [ ۲۷ ] اسکندری، پ. ۱۳۹۶. بررسی و پیشنهاد الگوی مناسب پیاده سازی مدل اطلاعات ساختمان در شرکت های مهندسی مشاور. کارشناسی ارشد مدیریت پروژه و ساخت، دانشگاه شهید بهشتی.
- [ ۲۸ ] پرچی جلال، م. & مهدیان، آ. ۱۳۹۶. (BIM) بررسی موارد حقوقی-قراردادی مرتبط با مدیریت اطلاعات ساختمان. اولین کنفرانس بین المللی مدلسازی اطلاعات ساختمان. تهران، ایران.
- [ ۲۹ ] پگاه، ن. و. ۱۳۹۴. بررسی چالش ها و راهکارهای پیاده سازی بیم در صنعت ساختمان سازی ایران (مطالعه موردی: شرکت سرمایه گذاری مسکن) کارشناسی ارشد، تربیت مدرس.
- [ ۳۰ ] محسن، ک. ۱۳۹۶. ارزیابی جامع تاثیرات، هزینه ها، موانع و راهکارهای پیاده سازی فناوری مدل سازی اطلاعات ساختمان در ایران و جهان کنفرانس بین المللی عمران ، معماری و شهرسازی ایران معاصر. ایران- تهران.
- [ ۳۱ ] همشهری. ۱۳۹۱. ۶۰ هزار میلیارد تومان؛ هزینه دیرکرد طرح های نیمه تمام در ۱۰ سال اخیر [Online]. Available: [/www.hamshahrionline.ir/news/164704/](http://www.hamshahrionline.ir/news/164704/) [Accessed].