

نقش تکنولوژی BIM در ارزیابی تعمیر و نگهداری ساختمان مدل سازی شده

محمد مظاهری افتخار

کارشناسی ارشد معماری، گرایش تکنولوژی معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، لاهیجان، ایران

* نویسنده مسئول: mohamad.mazaheri8541@gmail.com

چکیده

امروزه صنعت ساخت و ساز یکی از صنایع اشتغال زا و مهم هر کشوری به شمار می رود. صنعت ساختمان همانند صنایع دیگر به سرعت در حال پیشرفت است. با قرار گرفتن ساختمان ها در معرض عوامل محیطی خارجی و زوال به علت استفاده مداوم، اجزای ساختمان در معرض ابتلا به پیری و سایش که منجر به کاهش عمر سازه می‌باشند. هدف اصلی این تحقیق ارزیابی تعمیر و نگهداری ساختمان‌های مدل سازی شده با تکنولوژی BIM می‌باشد. پژوهش حاضر از نظر نوع هدف، کاربردی و از نظر نوع روش تحقیق توصیفی-تحلیلی می‌باشد. داده های این تحقیق با استفاده از نرم افزارهای تحت پوشش BIM جهت شبیه سازی مدل ساختمانی و برنامه زمانبندی مدیریت پروژه مورد به کار گرفته خواهد گرفت. بر اساس نتایج بررسی‌های صورت گرفته در زمینه تعیین و اولویت‌بندی معیارهای عوامل عدم تحقق BIM در پروژه‌های عمرانی و با توجه به نتایج وزن‌دهی معیارهای مورد مطالعه (جداول ۴ و ۵)، چهار زیر معیار پراکندگی اطلاعات و نبود سیستم یکپارچه با وزن ۰/۳۲۷۷، فضای پیچیده برنامه‌ها با وزن ۰/۱۶۳۴، بالا بودن هزینه طراحی با نرم‌افزارهای BIM با وزن ۰/۱۵۷۸ و نیاز به نیروهای مختلف مقیم دفتری برای پروژه با وزن ۰/۱۳۵۲ به ترتیب بیشترین اهمیت و در نتیجه بیشترین تأثیر را در اولویت‌بندی عوامل عدم تحقق BIM را خواهند داشت.

واژه‌های کلیدی: تعمیر و نگهداری، تکنولوژی BIM، ساختمان های مدل سازی شده

۱- مقدمه:

امروزه صنعت ساخت و ساز یکی از صنایع اشتغال زا و مهم هر کشوری به شمار می رود. صنعت ساختمان همانند صنایع دیگر به سرعت در حال پیشرفت است. با قرار گرفتن ساختمان‌ها در معرض عوامل محیطی خارجی و زوال به علت استفاده مداوم، اجزای ساختمان در معرض ابتلا به پیری و سایش که منجر به کاهش عمر سازه می‌باشند. ساختمان‌ها از مهم‌ترین عناصر سازنده‌ی کالبد هر شهر و فرم فضایی حاصل از میان کنش رقابتی بازار، بخش خصوصی و نهادهای محلی می‌باشند. استفاده از سیستم‌های نوین نرم افزاری و سخت افزاری در پروژه و از طرفی رویکرد یکپارچه گرا در مدیریت پروژه در حال گسترش می‌باشد (جشانی نژاد، ۱۳۹۵). لذا تمامی ساختمان‌ها پس از ساخت نیاز به تعمیر و نگهداری دارد. نحوه تعمیر و نگهداری نقش بسزایی در افزایش یا کاهش هزینه‌های ساختمان دارد. فعالیت‌های تعمیر و نگهداری، باید به عنوان یک پروژه تعریف شود (شریعتمداری و تدین نژاد، ۱۳۹۳). در اثر اعمال سیستم مناسب نگهداری، از انجام تعمیر در سطح وسیعی جلوگیری شده و در نتیجه از هزینه‌ی قابل توجه تعمیر کاسته می‌شود. بکارگیری یک سیستم مدیریتی برای انجام نگهداری ساختمان‌ها بسیار با اهمیت است. زیرا بدون داشتن سیستم مناسب، کار نگهداری سلیقه‌ای بوده و بازده لازم را نخواهد داشت، تمامی این عوامل ایجاب می‌کند که یک سیستم مدیریتی از مرحله مناقصه تا مرحله اجرا در عملیات تعمیر و نگهداری ایجاد شود (جشانی نژاد، ۱۳۹۵).

برای بهره برداری و سرویس مناسب از ساختمان و ایمن بودن آن، اجزاء ساختمان باید به گونه‌ای رفتار کنند که هم‌چنان قادر به انجام عملکرد تعیین شده خود باشند (شریعتمداری و تدین نژاد، ۱۳۹۳). ماز بزرگترین چالش‌های صنعت ساختمان می‌توان به بوجود آمدن تاخیر در اتمام آیتم‌های کاری پروژه اشاره نمود. تاخیر در اتمام پروژه یعنی طولانی شدن زمان پروژه نسبت به زمان اولیه مورد توافق بین ذی‌نفعان کلیدی پروژه که باعث دیرکرد در تحویل محصول پروژه به مصرف کنندگان و دیرکرد در بازگشت سرمایه پروژه می‌شود (عباسی، ۱۳۹۵).

یکی از مدل‌های مورد بررسی که نقش بسزایی در مدیریت ساخت پروژه‌ها داشته است، استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان است، مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) فرآیند توسعه و تولید مدل رایانه‌ای به منظور شبیه سازی برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت و عملیات اجرا می‌باشد. گرایش رو به رشدی در صنعت ساختمان سازی وجود دارد که داده‌های جزئی بیشتری را در طراحی یک ساختمان، پیش از فرآیند طراحی کلی مورد نیاز است و تکنولوژی مدل سازی اطلاعات ساختمان، بستری را ایجاد می‌کند که مدل‌های متعدد جای خود را به یک مدل واحد می‌دهند که کلیه طراحان به آن دسترسی داشته و به واسطه آن با یک زبان مشترک که همان مدل است با یکدیگر صحبت کرده و طراحی‌های موردنظر خود را بر روی آن انجام می‌دهند که به عنوان یک فرآیند مهم طراحی ساختمان و به منظور جلب رضایت این نیاز پدید آمده است (ادیب فر و باقری، ۱۳۹۴). مدل سازی اطلاعات ساختمان BIM از یک مدل

دیجیتال غنی از داده، شی گرا، هوشمند و پارامتریک به دست آمده است که هر کدام از برون دادهای بصری و داده‌های آن برای پاسخ‌گویی به نیازهای متنوع کاربران متخصص می‌باشد. به این صورت که کاربر می‌تواند نماها و داده‌های مورد نیاز خود را از مدل BIM استخراج و پردازش کرده و در نتیجه به اطلاعاتی که برای تصمیم‌سازی و ارتقای فرایند ارائه و بررسی امکانات مربوط است، دست باید. یک مدل BIM مهندس ی بنا، ارتباطات فضایی، اطلاعات جغرافیایی، مقدار و ویژگی های اجرای ساختمان، تخمین هزینه‌ها، لیست مواد مورد نیاز و جداول پروژه را مشخص می‌سازد (عظمتی و جواهرپور، ۱۳۹۴).

مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM)، یک منبع دانش به اشتراک گذاشته شده برای یک خدمت و یا مرکزی است که مبنای قابل اعتمادی برای تصمیم‌گیری در کل طول چرخه‌ی عمر ساختمان می‌باشد و علاوه بر کاربردهای فراوان در فاز طراحی و اجرای سازه‌ها، کمک شایانی به فاز بهره‌برداری و مدیریت ساخته‌ها می‌نماید (تفرشی و همکاران، ۱۳۹۶). تکنولوژی BIM کمک بسیار بزرگی در زمینه برنامه‌ریزی و کنترل پروژه می‌باشد. با استفاده از هوش درونی BIM و رجوع به نتایج تحقیقات پیشین، می‌توان برنامه‌ریزی و زمان بندی بسیار قوی را ایجاد کرد. با توجه به اینکه در شیوه جدید بسیاری از اطلاعاتی که تا قبل بصورت تخمینی برآورد و در نرم افزار وارد می‌شد، از طریق نرم افزار محاسبه و ارایه می‌شود، دقت برنامه‌ریزی نیز تا حدود بسیار زیادی افزایش می‌یابد.

سیستم ساختمانی شامل قوانین طراحی و سیستم تولید می‌شود؛ به نحوی که بخش های آن، امکان سازگاری دارند و از اجزای ساختمانی و قابل مونتاژ مختلفی بهره می‌برد. سازگاری اجزا و روش های گوناگون مونتاژ سیستم ساختمانی به وسیله سیستم ابعادی و خطای مجاز و همچنین به وسیله اتصالات و مفاصل حاصل می‌آید. از نظر سرعت اجرا، تجربیات کسب شده در کشورهای صنعتی و پیشرفته نشان داده است که حذف روش‌های سنتی در ساخت و ساز و انتخاب روش‌ها و اجزای ساختمانی نوین باعث بالا رفتن سرعت اجرا نسبت به شیوه های سنتی می‌شود.

اکنون برای رسیدن به هدف کاهش هزینه در انجام هر پروژه، ارائه یک راهکار مناسب در جهت کاهش زمان ساخت ساختمان به صورت صنعتی با تکیه بر دانش برنامه‌ریزی و کنترل پروژه از اهمیت به سزایی برخوردار است و با جامع‌نگری به فرآیند تولید صنعتی ساختمان و با توجه به سایر الزامات تولید صنعتی، می‌توانیم به نتایج دلخواه در صنعتی سازی برسیم.

به طور کلی، BIM به نقشه‌های دوبعدی اجزای مدل سازی سه بعدی با ویژگی خاص اضافه می‌نماید که هر عضو طراحی شده علاوه بر دارا بودن ماهیت فیزیکی سه بعدی آن، آرایه ای از اطلاعات مربوط به فعالیت ها و وظایف مختلف مدیریت ساخت را به همراه خود دارد. این اطلاعات مربوط به کل چرخه حیات پروژه از مرحله مطالعات توجیهی تا طراحی مفهومی، مطالعات مرحله اول و دوم، تدارکات، ساخت و نصب، راه اندازی، دوره بهره‌برداری و حتی پایان آن می‌باشد. جزئیات تخمین هزینه، مقدار مهمی از زمان است که شامل تجسم و تفسیر و وضوح نقشه و اطلاعات مخصوص و محاسبات جزئیات مقادیر کار

و مصالح و تأسیسات می باشد. استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان این پتانسیل را دارد که به طور مناسبی فرآیند تخمین هزینه را بهبود ببخشد تا تخمین مورد نیاز با کمترین هزینه بدست آید. به طور کلی BIM در کنترل هزینه و زمان در پروژه های ساختمانی و کاهش زمان و هزینه برای ما امری حیاتی است لذا در این تحقیق به ارزیابی تعمیر و نگهداری ساختمان های مدل سازی شده با تکنولوژی BIM پرداخته خواهد شد.

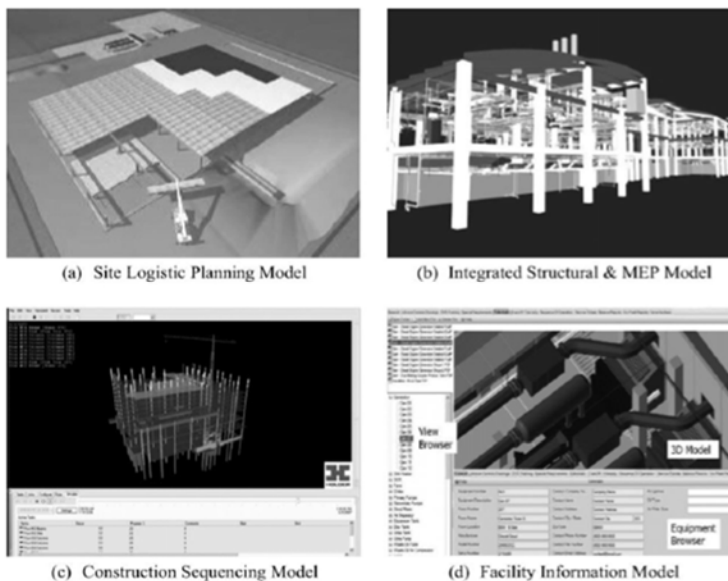
۲- مبانی نظری پژوهش:

۲-۲-۱- تعریف ساختمان های مدل سازی شده با تکنولوژی (BIM):

مفهوم BIM از سال ۱۹۷۰ توسط چارلز ایستمن ابداع شد. فناوری مدل سازی اطلاعات ساختمان BIM فرایند ساخت یک مدل دیجیتالی از همه جزئیات برنامه ریزی، طراحی، ساخت و بهره برداری یک ساختمان می باشد اجزا و اشیای این مدل ها هوشمند بوده و کنترل رفتار روابط آنها توسط قوانینی با نام قواعد پارامتری تعریف می شود (عاصمی اصفهانی و همکاران، ۱۳۹۳).

مدل سازی اطلاعات ساختمان عبارتست از مدلی تجاری کارکردی برای طراحی، آنالیز، اجرا، تحویل و مدیریت ساختمان به صورت یکپارچه و هماهنگ و نیز کار تیمی واحد طراحان، پیمانکاران و مالکان این فرایند بر اساس شروع طراحی در فازهای اولیه و همکاری افراد مختلف دخیل در پروژه بر اساس اصولی از جمله اعتماد، شفافیت، ارتباطات کار آمد، اشتراک باز اطلاعاتی، پیروزی تیم برابر با پیروزی پروژه، خطر و پاداش برابر، تصمیم گیری بر اساس ارزش ها و نیز استفاده از تمام توانمندی های تکنولوژیک و پشتیبانی، شکل می گیرد. درحقیقت فناوری BIM به منظور کاهش هزینه، زمان و افزایش کیفیت و همچنین پایداری محیط زیست مورد استقبال قرار گرفت. با توجه به ماهیت گسترده ی آن، یک کار مبهم به نظر می رسد و محققان زمان بسیاری را برای یافتن معنای دقیق اصطلاح BIM و مفهوم آن صرف نموده اند (اسمایت و ترادیف، ۲۰۱۲).

در واقع BIM نمایش دیجیتال به اشتراک گذاشته شده ای است که قابلیت همکاری و یکپارچگی ذی نفعان پروژه را ایجاد می نماید. در تحقیق برلیش و سولیوان تمامی مطالعات برای جستجوی یک تعریف سازگار برای BIM صورت گرفت (برلیش و سولیوان، ۲۰۱۲). در ابتدای پیدایش BIM، مزایای آن به طور عمده به نفع معماران و مهندسان در فاز طراحی و در زمینه هایی مانند تشخیص برخورد اجزا و تجسم اجزای سازه ای بود (ولک و همکاران، ۲۰۱۴) به هر حال توسعه ی BIM موجب افزایش زمینه های کاربرد آن، شامل تحلیل انرژی، تجزیه و تحلیل سازه، زمان بندی پروژه، ایمنی محل کار و غیره گردیده است.



شکل ۱- مدل های BMI در فازهای گوناگون چرخه حیات ساختمان Azhar, 2011

مدل سازی اطلاعات ساختمان یک مخزن اطلاعاتی الکترونیکی است که تمام اطلاعات موجود در مورد یک ساختمان می باشد و در طول چرخه حیات پروژه افراد می توانند، به صورت مستقیم جواب پرسش های خود را از آن گرفته و اطلاعاتی به آن اضافه یا حذف نمایند (اسمیت و تاردیف، ۲۰۱۲). لاتام در سال ۱۹۹۴ بیان کرد که یکپارچه سازی اطلاعات در صنعت ساخت و ساز می توان بهره وری را تا ۳۰ درصد افزایش داد (لاتام، ۱۹۹۴).

۲-۲- ویژگی مدل سازی اطلاعات ساختمان

مدل سازی اطلاعات ساختمان همچنین دارای خصلت های زیر می باشند:

— **هوشمند:** موتورهای پارامتریک په روشن شدن ارتباط میان اجزا و نیز پیوسته و یکپارچه نگاه داشتن ساختار کلی کمک می نمایند.

— **پایه ی اطلاعاتی:** می تواند به وسیله ی قوانین مختلف بر طرح اعمال شوند (مقررات حوزه ی ساختمان با اصول طراحی و یا استانداردهای شهر تهاد ساختمانی دیگر)

— مقیاس دار، توانمندی همخوان کردن و تطابق دادن اطلاعات به دست آمده از منابع اطلاعاتی مختلفی

– قابل رویت، آنالیز کردن و شبیه سازی و برقراری ارتباط را ممکن می سازد(رحیم نیا، ۲۰۱۶).

۳-۲- مزایای مدل سازی اطلاعات ساختمان و تکنولوژی (BIM)

ظهور و افزایش آگاهی استفاده از BIM در صنعت ساخت و ساز، موجب تحقیقات بسیاری در ارتباط با استفاده و اجرای مدل سازی اطلاعات ساختمان شده است. تحقیقات فراوان انجام گرفته شواهدی مشروح بر این که استفاده از BIM می تواند فرایند ساخت و ساز کارآمد تر و موثرتری را به ارمغان آورد، ارائه می نماید. مزایایی هم چون سرعت و انسجام در طراحی، تسهیل در هماهنگی و همکاری، همگام شدن طراحی و برنامه ریزی ساخت و ساز، تشخیص برخورد و تلاقی اجزا، استفاده می بیشتر از قطعات پیش ساخته و مدیریت زنجیره ی تامین کارآمد تر شناسایی شده اند(بکیریک – گربر و کنسک، ۲۰۱۰)^۳. کوبیا در سال ۲۰۱۲ و بکیریک – گربر و کنسک در سال ۲۰۱۰، مزایای زیر را برای بهره گیری از BIM شناسایی نمودند:

- کاهش هزینه های خالص و خطرات برای مالکان، طراحان و مهندسان
- توسعه یک مدل شماتیک قبل از اجرای ساختمان که اجازه می دهد طراح به یک ارزیابی دقیق تر از طرح پیشنهادی دست یابد و ارزیابی نماید که آیا آن را مطابق الزامات عملکردی مالک، طراحی نموده است یا خیر. این ویژگی کمک می نماید تا عملکرد و کیفیت کلی پروژه ارتقاء یابد.
- به علت بازایی آسان اطلاعات، بهره وری بهبود می یابد.
- هماهنگی اسناد و مدارک ساخت و ساز افزایش می یابد.
- هماهنگی بیشتر ساخت و ساز که موجب کاهش زمان ساخت و دستورات تغییر می گردد.
- افزایش سرعت اتمام و تحویل پروژه و بهره برداری سریع تر از آن (کوبیا، ۲۰۱۲)



شکل (۳) تعامل BIM با گروه های مختلف ذی نفعان (Kubba, 2012)

۲-۴- مزیت های تکنولوژی BIM

- مزیت کلیدی BIM یک مدل سه بعدی دقیق همراه بانک اطلاعاتی کامل است.
- فرآیندهای موثرتر و سریعتر: اطلاعات بیشتر و به راحتی به اشتراک گذاشته می شود و قابلیت ارتقا و اصلاح دارد.
- طراحی بهتر: طرح های ساختمان را می توان با دقت مورد تجزیه و تحلیل قرارداد، شبیه سازی به سرعت انجام می شود و عملکرد ساختمان محک زده شده و بهبود داده می شود.
- کیفیت: ساخت و ساز با کیفیت بالاتری انجام می پذیرد.
- خدمات بهتر به مشتریان: از طریق تجسم دقیق، طرح بهتر درک می شود و مشتریان یا کارفرما قدرت تصمیم گیری بیشتری پیدا می کنند (ستوده بیدختی و همکاران، ۱۳۹۵).

۲-۵ مزایای BIM در مراحل مختلف ساخت و ساز

۱. طراحی و برنامه ریزی:

مفهوم مدل سازی اطلاعات ساختمان بدان معناست که یک ساختمان قبل از ساخت، از لحاظ فیزیکی، به منظور بررسی مشکلات و شبیه سازی و تجزیه و تحلیل اثرات بالقوه آن بررسی شود. پس کامل شدن مدل ساختمان، که بصورت سه بعدی ساخته می شود، به کمک تیم حرفه ای با اطلاعات مورد نیاز طراحی، تدارکات، ساخت تولید مواد و فعالیت ساخت و ساز ساختمان و علاوه بر تعمیر و نگهداری این تأسیسات

در قبل از ساخت و ساز، در ابعاد دقیق ساختمان نمایش داده خواهد شد (انقبوما و همکاران، ۲۰۱۴).^۵ در واقع این مدل برای به اشتراک گذاشتن دیجیتال استانداردهای باز برای ایجاد قابلیت همکاری بین گروهها ایجاد شده است (انقبوما و همکاران، ۲۰۱۴).^۶

۲. برآورد نیازهای کارفرما:

مدل اطلاعات ساختمان به عنوان همکاری با ذی نفعان مختلف در مراحل مختلف از چرخه‌ی حیات، برای وارد کردن، خلاصه، مشاهده به روزرسانی و یا تغییر اطلاعات در مدل برای حمایت و منعکس کردن نقش ذی نفعان می باشد مهم ترین جنبه‌ی BIM آن است که اجازه می‌دهد تا تیم طراحی به عنوان یک کل، حق کاربر را به تامین کنندگان، برای همکاری بهتر و دقیق تر کار، واگذار کنند و کمیت مصالح و مدت زمان پروژه را تخمین بزنند. چرا که یکی از دلایل عمده تاخیر در ساخت و ساز متعلق به تاخیر در ارائه مصالح است (Maghrebi و همکاران، ۲۰۱۳).

۲-۶- مزایای اجرای پروژه مدل سازی اطلاعات ساختمان BIM

- کاهش زمان تولید اسناد
 - نمونه ها چهار بعدی
 - افزایش سرعت و دقت برآورد هزینه
 - جلوگیری از هدر رفت:
 - کیفیت
- با قابلیت های متنوع BIM این امکان را به راحتی فراهم می‌کند که کیفیت مورد بررسی قرار گرفته و هم چنین به هدف نهایی که ساختمان های با کیفیت تر است دست یافت (داون، ۲۰۰۷).^۷

۲-۷ موانع استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان در ایران:

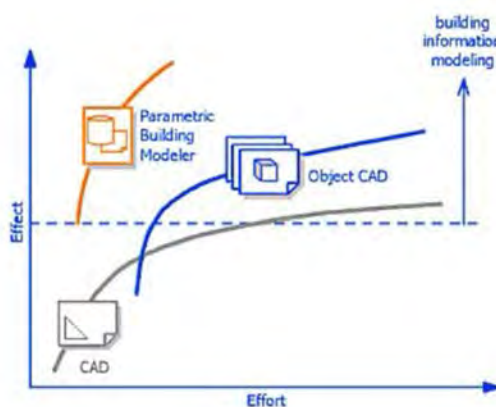
- ۱- عدم شناسایی جامع ذی نفعان پروژه‌های عمرانی
- ۲- عدم نگرش سیستمی در بین مدیران پروژه‌های عمرانی
- ۳- فرهنگ اقتصادگرایی در بین مدیران ایرانی و عدم تمایل اشتراک اطلاعات پروژه
- ۴- نگرش فزاینده‌ی پروژه‌های عمرانی به عنوان مراحل مجزا از هم
- ۵- عدم تعریف زبان مشترک بین ذی نفعان پروژه و چگونگی همکاری در سیستم یکپارچه
- ۶- شیوه تقسیم بندی خدمات سازمان نظام مهندسی ساختمان و جداسازی طراحی، نظارت و اجرا

۷-عدم آموزش متناسب با سیستم مدل سازی اطلاعات ساختمان در ایران (فرقانی، ۱۳۹۳)

۸-۲- تفاوت BIM با یک مدل سه بعدی CAD

تفاوت عمده مدل BIM با یک مدل سه بعدی متعارف با CAD در ذخیره اطلاعات مهم کل فرآیند ساخت با تمام اجزا می باشد. این اطلاعات شامل مواردی از قبیل مشخصات مصالح (وزن، رنگ، اندازه، میزان مقاومت در برابر حریق و ...) و راهنمای نصب و مونتاژ، خدمات گارانتی محصولات، الزامات نگهداری و تعمیرات، اطلاعات قیمت اجزا و ... خواهد بود. (ستوده بیدختی، ۲۰۱۵).

در روش نقشه کشی سنتی، چه به کمک دست و یا کامپیوتر (CAD) تمامی مستندات، ویژگی های فیزیکی و سه بعدی یک پروژه را به صورت دو بعدی نمایش می دهند. روشی جدید در طراحی، مستند سازی و مدیریت پروژه، مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) نام دارد مدل یک ساختمان و یا یک فضای داخلی به صورت سه بعدی توسط نرم افزار های مربوط به BIM تهیه می شوند. همانطور که پروژه پیشرفت می کند، جزئیات بیشتری به مدل افزوده شده، که به صورت شبکه در اختیار سایر اعضای تیم طراحی نیز قرار می گیرد (رحیم نیا، ۱۳۹۲).



نمودار (۴). موقیت BIM و تکنولوژی CAD (هیوک هام و همکاران، ۲۰۰۸)

۹-۲- مفهوم تعمیر و نگهداری

نگهداری و تعمیرات ساختمان در دهه ۶۰ از به هم پیوستن قوانین و رویه های نت پیشگیرانه با قابلیت اطمینان و تعمیر پذیر تجهیزات و مهندسی اقتصادی برای تسهیل در بازه سرمایه گذاری بروی تجهیزات و عمر مفید آنها توسعه یافت (حاج شیر محمدی، ۱۳۸۹). در دو دهه ی آخر قرن بیستم، نگه داری و تعمیرات به عنوان یک ابزار کمکی، بهبود اثر بخشی، ایمنی و سازگاری های محیطی سازمان های تولیدی و خدماتی

شناخته شده است. (ندری و همکاران، ۲۰۰۸). بطور کلی نگهداری از بخشهای مختلفی تشکیل شده است که از آن جمله می توان به تعمیر و نگهداری واکنشی، پیشگیرانه، پیش بینی شده و مبتنی بر قابلیت اطمینان اشاره کرد (میرحسین تفرشی و میرزامحمدی، ۱۳۹۶).

در بحث تعمیر و نگهداری اضطراری و خرابی تجهیزات که هر دو این در دسته تعمیرات و نگهداری برنامه ریزی نشده قرار می گیرند چالش محسوب می شوند در نتیجه آمادگی برای واکنش در برابر رخ دادن آنها و وجود تمهیدات مناسب در زمان رخ دادن این نوع از تعمیر و نگهداری جزو چالش های بحث تعمیر و نگهداری محسوب می شود (ستوده بیدختی و معینی پور، ۱۳۹۴).

۱۰-۲- تعمیر و نگهداری ساختمان

قسمت تعمیر و نگهداری ساختمان در ایران به عنوان بخش های کمتر توسعه یافته صنعت ساختمان است. این مشکل به همراه جدید بودن ایده ی استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان در تعمیر و نگهداری ساختمان ها از عوامل اصلی محدودکننده تحقیقات بر روی این مسئله است. به همین جهت تحقیقات انجام شده در این بخش علاوه بر مشکل عدم همراهی صنعت ساخت برای مدل سازی یک پروژه بعضاً با عدم شناخت و یا حتی عدم وجود چنین دانشی در برخی نواحی روبه رو شده است. تحقیقات انجام شده در ایران در این مبحث نیز به بیان پتانسیل به کارگیری BIM این فناوری در تعمیر و نگهداری و همچنین ذکر مطالعه، موردی تالار بربسیان به عنوان مطالعه موردی انجام شده اشاره کرده اند (ستوده بیدختی و همکاران، ۱۳۹۴).

۳- پیشینه پژوهش:

میرحسین تفرشی و میرزامحمدی (۱۳۹۶) در پژوهشی به بررسی مزایا و موانع کاربرد مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در مدیریت تسهیلات (FM) و تعمیر و نگهداری ساخته ها پرداختند و نشان دادند که به کارگیری مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM)، کارایی و کیفیت را افزایش داده و هم چنین موجب کاهش هزینه ها و ریسک ها در مرحله ی بهره برداری از ساخته ها می گردد (میرحسین تفرشی و میرزا محمدی، ۱۳۹۶). همچنین در پژوهشی دیگر کنترل دوباره کاری های چرخه پروژه با استفاده از تکنولوژی BIM نشان داد که تکنولوژی مدل سازی اطلاعات ساختمان یکی از موثرترین روش های ابداع شده در دهه های اخیر است که می تواند برای مشکلات ساخت و ساز به خصوص رفع دوباره کاری های چرخه پروژه، راه حل مناسبی باشد (رضوانی فر و مسلمان یزدی، ۱۳۹۵). نتایج ستوده بیدختی و اثنی عشری (۱۳۹۵) در بررسی پتانسیل استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان BIM در مدیریت تعمیر و نگهداری ساختمان FM نشان داد که فاکتور های گرافیکی مورد نیاز در مدل اطلاعات ساختمان قابل شناسایی و استفاده بوده و فاکتورهای توصیفی دارای کاستی و نیازمند توسعه به صورت برنامه نویسی است. در

پژوهشی دیگر مدل سازی اطلاعات ساختمان BIM مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج نشان داد که سطح بلوغ از نظر BIM در سازمان پایین است و با وضعیت مطلوب فاصله زیادی دارد. عمده ترین دلایل سطح بلوغ پایین BIM مقاومت افراد در برابر تغییر و عدم آگاهی در خصوص چگونگی پیاده سازی است. به طور کلی نقش افراد برای پیاده سازی موفق BIM بسیار پررنگ تر از ابزارها است (گلابچی، ۱۳۹۵). همچنین نادم و همکاران (۲۰۱۸)^۹ در پژوهشی به بررسی کاربرد مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در مدیریت سایت، مدیریت مواد و کنترل پیشرفته پرداختند. یافته های آنان نشان داد که تجسم مدل BIM / ۳D به مهندسان و برنامه ریزان کمک می کند تا اطمینان در مورد اتفاقات واقعی در محل ساخت و ساز داشته باشند. این همچنین می تواند به شناسایی و حل مسائل مربوط به کنترل مواد و پیشرفت کمک کند تا قبل از ساخت ساختمان آغاز شود (Nadeem, et al 2018). در مطالعه ای دیگر اثرات هزینه بالقوه و مزایای استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در صنعت ساخت و ساز مالزی نشان داد که سطح اجرایی BIM در صنعت ساخت و ساز مالزی در رابطه با شیوه های واقعی آن و مزایای هزینه است (Chin, et. Al, 2018). عظیم و همکاران (۲۰۱۸) مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در صنعت معماری، مهندسی و ساخت و ساز (AEC): مطالعه موردی در مالزی پرداختند که نتایج به شدت به عنوان یک راهنما برای متقاعدکنندگان صنعت و BIM برای ایجاد برنامه ریزی اجرایی BIM مناسب با تعادل ایجاد شده بین دستاوردهای مورد نظر و راه حل های مناسب برای پیش بینی های تلقیح، به طور قابل توجهی خدمت می کنند (Azmi, et. al 2018). در بررسی صورت گرفته روی تعاملات مدل سازی ساختمان اطلاعات، پایداری و پایداری در صنعت معماری، مهندسی و ساخت و ساز، نتایج نشان داد که همکاری عمدتاً در مراحل ساخت و ساز، بلکه در فرآیند پروژه به خصوص در تصمیم گیری در طراحی مفهومی است. ادغام ارائه شده فرصت های قابل توجهی را برای کاهش تاثیرات اقتصادی و محیط زیست فراهم می کند و در آینده ممکن است یک جهش بزرگی در بهره وری به یکی از صنایع کمتر کارآمد در سراسر جهان باشد (Saieg, et al 2018).

۳- روش تحقیق:

پژوهش حاضر از نظر نوع هدف، کاربردی و از نظر نوع روش تحقیق توصیفی -تحلیلی می باشد. داده های این تحقیق با استفاده از نرم افزارهای تحت پوشش BIM جهت شبیه سازی مدل ساختمانی و برنامه زمانبندی مدیریت پروژه مورد به کار گرفته خواهد گرفت.

۱-۳ روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

ابزارهای انجام این تحقیق در بخش معماری نرم افزار **REVIT ARCHITECTURAL** در بخش تاسیسات **REVIT MEP** در بخش سازه **ADVANCE**، **REVIT STRUCTURE** **CONCRATE**، **ROBOT STRUCTURE** در بخش آنالیز انرژی **GREEN** و **BIULDING** و **INSGTH 360** در بخش مدیریت **NAVISWORK** می باشد.

۲-۳- مدلسازی اطلاعات ساختمان

در صنعت معماری و مهندسی ساخت و ساز، سوء تعبیری به وجود آمده است که مدلسازی اطلاعات ساختمان تنها یک نرم افزار است، گرچه قسمت نرم افزاری قسمت مهمی از آن است اما مدلسازی اطلاعات ساختمان یک ابزار کاربردی به حساب می آید. مدلسازی اطلاعات ساختمان در بردارنده اطلاعات واقعی ساختمان است و فقط از نقشه های دوبعدی ساختمان که بصورت رایج در نقشه های کشیده شده با نرم افزارهای **CAD** نمی باشد. (ستوده بیدختی، ۲۰۱۵).

۳-۳- BIM در ارتباطات مدیریت پروژه

مدلسازی اطلاعات ساختمان به عنوان یک بخش بنیادی برای مدیریت پروژه انتقال اطلاعات را تغییر می دهد. در محیط **BIM** و با سیستم یکپارچه مؤثر می توان به تمام عناصر مربوط به مدیریت اسناد مانند پرس و جو، بروزرسانی، مدیریت نسخه ها بر پایه مدلسازی اطلاعات دسترسی داشت (ستوده بیدختی، ۲۰۱۵).

۴-۳- اطلاعات مورد نیاز پیمانکاران از BIM

امروزه بیشتر ابزارهای **BIM** از دو مورد زیر پشتیبانی می کنند که شامل:
 - اطلاعات ساخت تفصیلی شامل یک مدل سه بعدی دقیق که نمای گرافیکی از اجزای ساختمان و قابل مقایسه با آنچه در نقشه معمولی ساخت وجود دارد ارائه می کند. و این مدل قابلیت بدست آوردن حجم و مشخصات اجزا را دارد.
 - اجزاء موقت برای نمایش تجهیز کارگاه و دیگر اجزاء موقتی که برای اجرای مراحل برنامه ریزی شده پروژه مهم است (ستوده بیدختی، ۲۰۱۵).

۵-۳- چارچوب پایداری مبتنی بر ریسک (RAM)

تحلیل و بررسی قابلیت اطمینان، دسترسی و تعمیر و نگهداری (**RAM**) اغلب توسط محققان و پرسنل تعمیر و نگهداری برای تسهیل تعمیر و نگهداری مؤثر استفاده می شود. هدف اصلی از تجزیه و تحلیل

RAM حفظ تجهیزات و سیستم ها در شرایط مطمئن و کارا می باشد امینی (خوشالان و همکاران، ۲۰۱۷).

۱-۵-۳ قابلیت اطمینان

قابلیت اطمینان، گسترش کیفیت در حوزه زمان است و ممکن است به عنوان احتمال نداشتن خرابی یا شکست در طول یک بازه زمانی معین تفسیر شود. قابلیت اطمینان طبق رابطه زیر بیان می شود: (امینی خوشالان و همکاران، ۲۰۱۷)

$$R(t) = 1 - \int_0^t f(t)dt$$

R(t): قابلیت اطمینان در زمان **t**

dt: تابع چگالی احتمال خرابی

۲-۵-۲ قابلیت تعمیر و نگهداری:

قابلیت تعمیر و نگهداری، احتمال تعمیر شدن و بازگرداندن یک قطعه یا بخش یا سیستم به شرایط عملیاتی در یک بازه زمانی مشخص تعریف می شود، در صورتی که عملیات تعمیر و نگهداری مطابق شرایط معین و از پیش تعریف شده انجام می گیرد. قابلیت تعمیر و نگهداری از رابطه زیر محاسبه می شود: (امینی خوشالان و همکاران، ۲۰۱۷).

$$M(t) = 1 - \int_0^t f_r(t)dt$$

M(t): تابع قابلیت تعمیر و نگهداری در زمان **t**

f_r: تابع چگالی احتمال تعمیر

۶-۳- تحلیل داده ها:

برای تحلیل داده ها در آغاز دو آزمون روند و همبستگی سری انجام شد که بر مبنای نتایج این آزمون ها چنانچه داده ها دارای روند باشند، روش فرآیند پواسون ناهمگن (مانند فرآیند قانون توان) برای تحلیل استفاده می شود و اگر داده ها به طور یکسان توزیع شده باشند، آزمون همبستگی، وابستگی داده ها و یا مستقل بودن آن ها را مشخص می کند که در صورت وجود همبستگی، روش مورد استفاده فرآیند پواسون

1. Trend test
2. Serial correlation test
3. Non-Homogenous Poisson Process (NHPP)

همگن (مانند فرآیند پواسون شاخه ای) خواهد بود و در صورتی که داده ها مستقل باشند (در این صورت که داده ها هم به طور یکسان توزیع شده و هم مستقل اند در اصطلاح مانا و مستقل خوانده می شوند) روش آمار کلاسیک (فرآیند تجدید شونده) بر مبنای توابع توزیع پیوسته چگالی احتمال زمان بین خرابی ها و زمان تعمیر برای تحلیل داده ها مورد استفاده قرار می گیرد. (امینی خوشالان و همکاران، ۲۰۱۷) یک روش تحلیلی مناسب برای بررسی روند در داده ها از آزمون هندبک نظامی مطابق رابطه زیر بدست می آید:

$$U = 2 \sum_{i=1}^{n-1} \ln \frac{T_n}{T_i}$$

N: تعداد خرابی ها

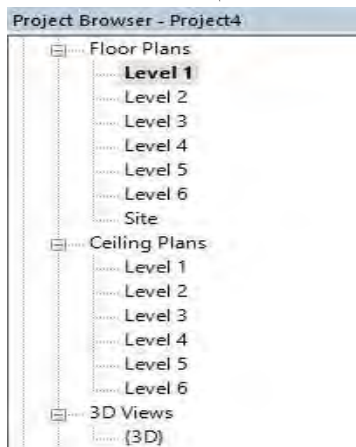
T_n : خرابی آخرین زمان

T_i : زمان خرابی ام i (امینی خوشالان و همکاران، ۲۰۱۷)

۴- نتایج:

۳-۱ مدل سازی با برنامه REVIT:

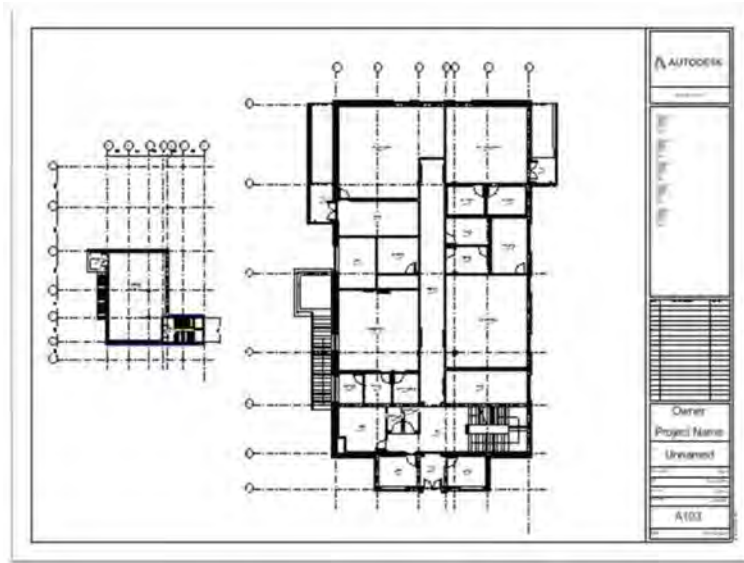
شبیه سازی در نرم افزار Revit نیازمند علم به اجرائیات ساختمان در زمینه های سازه ای، مکانیکی و الکتریکی است. لذا همانطور که سازه ساخته می شود سعی می شود شبیه سازی صورت گیرد. بنابر مطالب فوق در ابتدای کار چند سطح برای ارتفاع ۰، ارتفاع ۳، ۲، ارتفاع ۴، ۶، ارتفاع ۹، ۶، ارتفاع ۱۲، ۸ که بیان کننده موتورخانه، طبقات همکف و اول، پشت بام و خرپشته می باشد تولید شد.



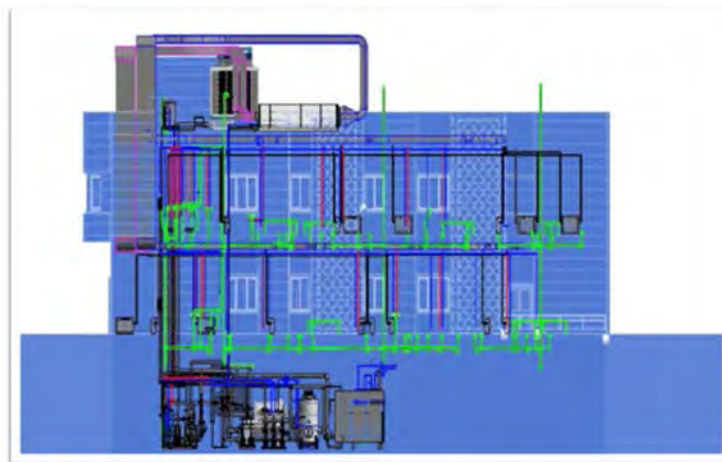
شکل ۵- نحوه سطح بندی در نرم افزار

1. Branching Poisson Process
2. Independent and Identically Distributed (iid)
3. Renewal process

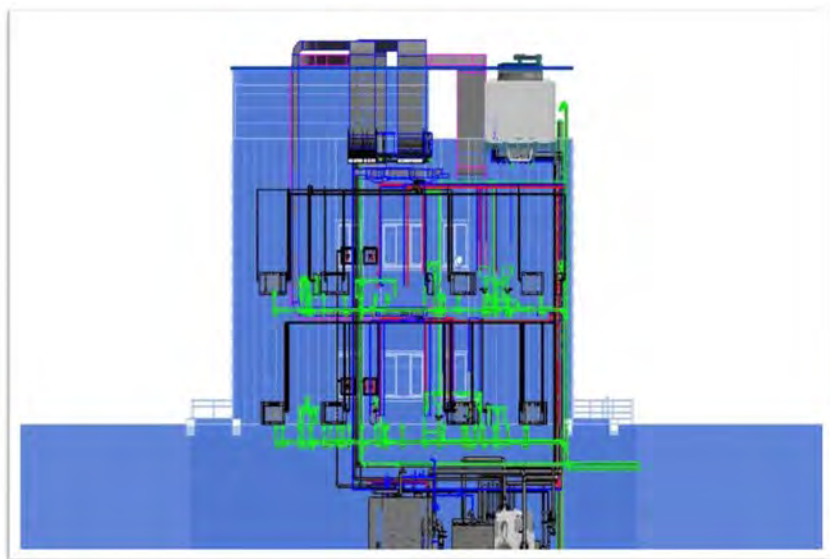
سپس با صرف نظر کردن از پی ساختمان در جهت کاهش هزینه زمانی تحقیق به ترسیم تاسیسات ساختمانی (موتور خانه و تاسیسات ساختمان) آزمایشگاه پرداختیم.



شکل ۶: پلان آزمایشگاه



شکل ۷: نمای شرقی



شکل ۸: نمای شرقی

با توجه به بررسی یهای انجام شده و نظارت های متخصصین مربوطه در این پژوهش، عوامل شکست و عدم تحقق BIM در پروژه های عمرانی به دو قسمت معیارهای اصلی و زیر معیارها تقسیم شد که در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱: معیارهای اصلی و زیر معیارهای عدم تحقق BIM در پروژه های عمرانی

| معیارهای اصلی | زیر معیارها |
|---------------|--|
| مالی | بالا بردن هزینه طراحی با نرم افزارهای BIM |
| | هزینه آموزش افراد کلیدی و مرتبط درون کارگاه |
| فنی | پراکندگی اطلاعات و نبود سیستم یکپارچه |
| | بالا رفتن ریسک پروژه در فاز اجرا و پائین آمدن دقت تصمیم گیری |
| | فضای پیچیده برنامه ها |
| | ورود تکنولوژی های نوین در عرصه ساخت و ساز |
| منابع انسانی | افزایش تن شهای میان کارفرما و پیمانکار |
| | نیاز به نیروهای مختلف مقیم دفتری برای پروژه |
| | نیاز به نیروهای مدیریتی و کنترل پروژه |
| زمان | کاهش سرعت گزار شگیری، بررسی وضعیت و تأخیرات پروژه |

۲-۳ تعیین معیارها و محاسبه وزن و رتبه معیارها

در این پژوهش طبق مقایسه دودویی معیارهای اصلی (جدول ۳ و ۲)

به ترتیب بیشترین عاملی که موجب عدم تحقق BIM در پروژه های عمرانی می شود، مشکلات فنی می باشد (معیار فنی).

به عنوان مثال نبودن سیستم یکپارچه و فراگیر نبودن نرم افزارهای BIM در کلیه شرکت های پیمانکاری از اصلی ترین عوامل عدم تحقق BIM در پروژه های عمرانی است. عامل تأثیرگذار بعدی، مشکلات مالی (معیار مالی) نظیر هزینه های بالایی که نیروهای انسانی برای طراحی با نرم افزارهای BIM دریافت می کنند، می باشد.

سومین عامل عدم تحقق BIM در پروژه های عمرانی، مشکلات منابع انسانی می باشد (معیار منابع انسانی). به عنوان مثال کمبود نیروهای متخصص و حرف های در کار کردن با نرم افزارهای BIM که زیرمعیاری از معیار اصلی منابع انسانی است از چالش های پیش روی تحقق BIM می باشد. پس از اولویت بندی فوق و تعیین ارجحیت عوامل تأثیرگذار در بروز مشکلات و ایجاد چالش در تحقق BIM در پروژه های عمرانی، عامل بعدی و اولویت چهارم طبق دسته بندی انجام شده در این تحقیق، مشکلات زمان (معیار زمان) از قبیل زمان گیر بودن یکپارچه کردن اطلاعات در بخش های مختلف طراحی می باشد.

جدول ۲: نتایج مقایسه دودویی معیارهای مورد مطالعه

| هدف | منابع انسانی | مالی | فنی | زمان | بردار ویژه (M) |
|--------------|--------------|------|-----|------|----------------|
| منابع انسانی | ۱ | | | | ۰/۱۸۰ |
| مالی | ۱/۹ | ۱ | | | ۰/۳۰۹ |
| فنی | ۲/۲ | ۱/۳ | ۱ | | ۰/۳۸۱ |
| زمان | ۱/۶ | ۲/۳ | ۲/۷ | ۱ | ۰/۱۲۹ |

جدول ۳: اولویت بندی معیارهای اصلی مورد مطالعه در تحقیق حاضر

| معیار و هدف تحت بررسی | بردار ویژه (M) | در پروژه های عمرانی BIM |
|-----------------------|----------------|-------------------------|
| منابع انسانی | ۰/۱۸۰ | ۳ |
| مالی | ۰/۳۰۹ | ۲ |
| فنی | ۰/۳۸۱ | ۱ |
| زمان | ۰/۱۲۹ | ۴ |
| جمع کل | ۱ | - |

بر اساس نتایج بررسی های صورت گرفته در زمینه تعیین و اولویت بندی معیارهای عوامل عدم تحقق BIM در پروژه های عمرانی و با توجه به نتایج وزن دهی معیارهای مورد مطالعه (جدول ۵ و ۴)، چهار زیر معیار پراکندگی اطلاعات و نبود سیستم یکپارچه با وزن ۰/۳۲۷۷، فضای پیچیده برنامه ها با وزن ۰/۱۶۳۴، بالا بودن هزینه طراحی با نرم افزارهای BIM با وزن ۰/۱۵۷۸ و نیاز به نیروهای مختلف مقیم دفتری برای پروژه با وزن ۰/۱۳۵۲ به ترتیب بیشترین اهمیت و در نتیجه بیشترین تأثیر را در اولویت بندی عوامل عدم تحقق BIM را خواهند داشت.

جدول ۵- وزن دهی معیارهای عوامل عدم تحقق BIM در پروژه های عمرانی

| وزن کراندار | وزن نرمال شده | وزن ایده آل | زیرمعیارها |
|-------------|---------------|-------------|---|
| ۰/۱۵۷۸۰۶ | ۰/۱۵۷۸۰۶ | ۰/۶۹۲۸۶ | بالا بودن هزینه طراحی با نرم افزارهای |
| ۰/۰۴۸۵۵۱ | ۰/۰۴۸۵۵۱ | ۰/۲۱۳۱۷ | افزایش تنش های میان کارفرما و پیمانکار |
| ۰/۰۸۹۴۷۱ | ۰/۰۸۹۴۷۱ | ۰/۳۹۲۸۳ | بالا رفتن ریسک پروژه در فاز اجرا و پایی نامدن دقت تصمیم گیری |
| ۰/۱۶۳۴۴ | ۰/۱۶۳۴۴ | ۰/۷۱۷۶ | فضای پیچیده برنامه ها |
| ۰/۰۴۱۰۱۴ | ۰/۰۴۱۰۱۴ | ۰/۱۸۰۰۸ | نیاز به نیروهای مدیریتی و کنترل پروژه |
| ۰/۱۳۵۲۹۳ | ۰/۱۳۵۲۹۳ | ۰/۵۹۴۰۲ | نیاز به نیروهای مختلف مقیم دفتری برای پروژه |
| ۰/۰۵۳۶۵۳ | ۰/۰۵۳۶۵۳ | ۰/۲۳۵۵۷ | هزینه آموزش افراد کلیدی و مرتبط درون کارگاه |
| ۰/۰۲۴۶۲۵ | ۰/۰۲۴۶۲۵ | ۰/۱۰۸۱۳ | ورود تکنولوژی های نوین در عرصه ساخت و ساز |
| ۰/۲۲۷۷۶ | ۰/۲۲۷۷۶ | ۱ | پراکندگی اطلاعات و نبود سیستم یکپارچه |
| ۰/۰۵۸۳۸۷ | ۰/۰۵۸۳۸۷ | ۰/۲۵۶۳۶ | کاهش سرعت گزارش گیری، بررسی وضعیت و تأخیرات پروژه |

طبق وزن های نرمال شده زیرمعیارهای مورد مطالعه که از نرم افزار **Super Decision** استخراج گردید، اولویت بندی از نظر اهمیت و تعیین ارجحیت و تأثیرگذاری زیرمعیارهای مذکور در عدم تحقق BIM، مورد بررسی قرار گرفته و نتایج آن در جدول ۵ ارائه شده است. مطابق با نتایج حاصل (جدول ۵)، زیرمعیار پراکندگی اطلاعات و نبود سیستم یک پارچه، اولین اولویت مهم و مؤثر در عدم تحقق BIM در پروژه های عمرانی می باشد. لذا این چالش پیش روی سیستم مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در پروژه های عمرانی باید مورد بررسی بیشتر قرار گرفته و نسبت به مرتفع نمودن این مشکل و سایر مشکلات با ارجحیت های بعدی، اقدامات لازم صورت گیرد.

جدول ۵: الگو بندی زیرمعیارهای عوامل عدم تحقق BIM در پروژه های عمرانی

| الویت | وزن نرمال شده | زیرمعیارها |
|-------|---------------|--|
| ۱ | ۰/۲۲۷۷۶ | پراکندگی اطلاعات و نبود سیستم یکپارچه |
| ۲ | ۰/۱۶۳۴۴ | فضای پیچیده برنامه‌ها |
| ۳ | ۰/۱۵۷۸۰۶ | بالا بودن هزینه طراحی با نرم افزارهای BIM |
| ۴ | ۰/۱۳۳۵۲۹۳ | نیاز به نیروهای مختلف مقیم دفتری برای پروژه |
| ۵ | ۰/۰۸۹۴۷۱ | بالا رفتن ریسک پروژه در فاز اجرا و پایین آمدن دقت تصمیم گیری |
| ۶ | ۰/۰۵۸۳۸۷ | کاهش سرعت گزارش گیری، بررسی وضعیت و تأخیرات پروژه |
| ۷ | ۰/۰۵۳۶۵۳ | هزینه آموزش افراد کلیدی و مرتبط درون کارگاه |
| ۸ | ۰/۰۴۸۵۵۱ | افزایش تنش‌های میان کارفرما و پیمانکار |
| ۹ | ۰/۰۴۱۰۱۴ | نیاز به نیروهای مدیریتی و کنترل پروژه |
| ۱۰ | ۰/۰۲۴۶۲۵ | ورود تکنولوژی های نوین در عرصه ساخ توساز |

با توجه به عواملی که از دید خبرگان و متخصصین در مورد عوامل عدم موفقیت BIM در این تحقیق مطرح شد، با برطرف نمودن موانع پیش روی سیستم مدل سازی اطلاعات ساختمان BIM چه بسا مدیران راغب به استفاده از آن جهت مدیریت بهینه منابع و زمان و... خواهند بود.

بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش، موانعی از جمله موانع مالی، منابع انسانی، زمان و مسائل فنی مورد ارزیابی و گزینش از متخصصین و خبرگان قرار گرفت و به الویت بندی عوامل پرداخته شد. با توجه به نتایج حاصل از بررسی زیرمعیارهای مؤثر در عدم تحقق BIM و تعیین درجه اهمیت هریک از آنها، بزرگترین مانع BIM، پراکندگی اطلاعات و نبود سیستم یکپارچه می باشد که بیشترین تأثیرگذاری را در عدم تحقق BIM می گذارد. در رده های بعدی به ترتیب فضای پیچیده برنامه‌ها و بالا بودن هزینه طراحی با نرم افزارهای BIM از عواملی هستند که تأثیر بسزایی در عدم تحقق BIM می گذارند. در اولویت های بعدی به ترتیب نیاز به نیروهای مختلف مقیم دفتری برای پروژه و بالا رفتن ریسک پروژه در فاز اجرا و پایین آمدن دقت تصمیم گیری جزو عواملی بودند که تأثیرگذاری بالایی در عدم تحقق BIM داشتند. همچنین، کاهش سرعت گزارش گیری، هزینه آموزش افراد کلیدی و مرتبط درون کارگاه، افزایش تنش های میان کارفرما و پیمانکار، نیاز به نیروهای مدیریتی و کنترل پروژه، ورود تکنولوژی های نوین در عرصه ساخت و ساز پروژه به ترتیب در رتبه های بعدی قرار گرفته است. لذا جهت ارتقا سیستم مدل سازی اطلاعات ساختمان می بایست به منظور تقلیل موانع چاره ای اندیشید. با توجه به عواملی که مانع تحقق BIM در پروژه های عمرانی بوده است و تعیین مهم ترین عوامل از دیدگاه متخصصین و خبرگان در زمینه مورد نظر می توان

اظهار داشت مدلسازی اطلاعات ساختمان در پروژه‌های عمرانی نیاز به حمایت مدیران ارشد از اجرای آن دارد که این امر نیز خود به دلایلی که ذکر شد وابسته است. چرا که با برطرف نمودن موانع پیش روی آن، به منظور مدیریت بهینه منابع و زمان و . . .، چه بسا مدیران راغب به استفاده از آن شوند.

فهرست منابع و مآخذ

- ادیب فر، علیرضا و سیدرامتین باقری. (۱۳۹۴)، بررسی عوامل تاثیر گذار بر قبول و تطابق پذیری با تکنولوژی مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM)، یازدهمین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه، تهران، گروه پژوهشی صنعتی آریانا،
- امینی خوشالان، حاصل، ترابی، سید رحمان، سیف پناهی، کیومرث، راضد فرد، مهدی. ۲۰۱۷. مدل سازی قابلیت اطمینان، دسترسی، تعمیر و نگهداری سیستم برق ماشین حفاری تمام مقطع تونل. نشریه مهندسی منابع معدنی، دوره دوم، شماره ۲، صص ۱۰-۱.
- تفرشی میرحسین، روشنگر؛ کشاورز میرزامحمدی، پیمان (۱۳۹۶) بررسی مزایا و موانع کاربرد مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در مدیریت تسهیلات (FM) و تعمیر و نگهداری ساخته ها، دومین کنفرانس بین المللی عمران، معماری و طراحی شهری، بانکوک، دبیرخانه دائمی کنفرانس، دانشگاه
- تفرشی میرحسین، روشنگر؛ کشاورز میرزامحمدی، پیمان (۱۳۹۶) بررسی مزایا و موانع کاربرد مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در مدیریت تسهیلات (FM) و تعمیر و نگهداری ساخته ها، دومین کنفرانس بین المللی عمران، معماری و طراحی شهری، بانکوک، دبیرخانه دائمی کنفرانس، دانشگاه
- جشانی نژاد، عادل (۱۳۹۵). کاربرد مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در مدیریت بهره برداری، تعمیر و نگهداری ساختمان ها، پایان نامه کارشناسی ارشد
- حاج شیر محمدی، علی. نگه داری و تعمیرات بهره‌ور و فراگیر، سازمان مدیریت صنعتی، اصفهان، چاپ دوم. (۱۳۸۹)
- رحیم نیا، ایمان. علیمرادی، محسن. ۲۰۱۶. تأثیر مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) بر معماری داخلی. سومین همایش ملی معماری داخلی و دکوراسیون مؤسسه آموزش عالی آزاد دانش پژوهان.
- ستوده بیدختی، امیرحسین. ۲۰۱۵. کاربرد مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در فاز اجرای پروژه های ساخت. کنفرانس مدیریت ساخت و پروژه.
- ستوده بیدختی، امیرحسین. بهرامی، حسین و اثنی عشر، احسان. ۱۳۹۵. مروری بر مطالعات مدل سازی اطلاعات ساختمان در ایران. مقالات تحلیلی آموزشی مؤسسه ۸۰۸.
- ستوده بیدختی، امیرحسین (۱۳۹۴) کاربرد مدل سازی اطلاعات ساختمان BIM در فاز اجرای پروژه های ساخت. کنفرانس بین المللی دستاوردهای نوین در مهندسی عمران، معماری، محیط زیست و مدیریت شهری
- شریعتمداری، داوود و تدین نژاد، حسین. ۱۳۹۳. نقش مدیریت ریسک جهت انجام پروژه های تعمیر و نگهداری ساختمان. ششمین همایش مقررات ملی ساختمان.

- عاصمی اصفهانی، امین؛ حسنعلی مسلمان یزدی و علیرضا مسلمان یزدی. (۱۳۹۳). پتانسیل‌های بکارگیری فناوری مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) ، دومین کنگره بین المللی سازه، معماری و توسعه شهری، تبریز، دبیرخانه دائمی کنگره بین المللی سازه، معماری و توسعه شهری،
- عظمتی، حمیدرضا، جواهرپور، حسام. ۱۳۹۴. مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در مدیریت ساخت پروژه های ساختمانی. کنفرانس بین المللی انسان، معماری، عمران و شهر.
- منیر عباسی، آرمین، اولیلی، مریم، دستیار، باقر، عسگری سرشکی، علیرضا. ۱۳۹۴. سیستم مدل سازی اطلاعات ساختمان BIM راهکاری کارا در افزایش پایداری در معماری، از طراحی تا استفاده. اولین کنفرانس ملی جغرافیا و برنامه ریزی، معماری و شهرسازی نوین.

— Azhar, S. , 2011. Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. Leadership and Management in Engineering

— Azmi, N. F. , Chai, C. S. , & Chin, L. W. (2018). Building Information Modeling (BIM) in Architecture, Engineering and Construction (AEC) Industry: A Case Study in Malaysia. In Proceedings of the 21st International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate(pp. 401-412). Springer, Singapore.

— B. Nadri& M. Zandieh& S. M. T. Fatemi Ghomi ،Scheduling sequene-dependent setup time job shops with preventive maintenance, springer-verlag London limited. ,(2008)

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

— Becerik-Gerber, B. & Rice, S. , 2010. The Perceived Value of Building Information Modeling in the U. S Building Industry. Journal of Information Technology in Construction, Volume 15, p. 185. .

— Chin, L. , Chai, C. , Chong, H. , Yusof, A. M. , & bt Azmi, N. (2018). The Potential Cost Implications and Benefits from Building Information Modeling (BIM) in Malaysian Construction Industry. In Proceedings of the 21st International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate (pp. 1439-1454). Springer, Singapore

— Enegbuma, W. I. , Dodo, Y. A. , & Ali, K. N. (2014). Building information modelling penetration factors in Malaysia. International Journal of Advances in Applied Sciences, 3(1), 47-56.

— Hyuk Ham و Nam .Min Min, Kyung .Kim, Ju-Hyung .Lee,Yoon-Sun . Kim, Jae-Jun .2008 .A Study on Application of BIM(Building Information Modeling) to Pre-design in Construction Project .Third 2008 International Conference on Convergence and Hybrid Information Technology

— Latham, S. M. , 1994. Constructing the team. s. l.:HM Stationery Office.

- ___ Maghrebi, M & Waller, T& Sammut, C , (2013), Integrated building information modeling(BIM) with supply chain and feed- forward control, YBL jounal of built environment Vol. 1 Issue 2, pp. 34-25
- ___ Saieg, P. , Sotelino, E. D. , Nascimento, D. , & Caiado, R. G. G. (2018). Interactions of building information modeling, lean and sustainability on the architectural, engineering and construction industry: a systematic review. Journal of Cleaner Production, 174, 788-806.
- ___ Smith, D. K. & Tardif, M. , 2012. Building information modeling: a strategic implementation guide for architects, engineers, constructors, and real estate asset managers. s. l.:John Wiley & Sons.
- ___ Smith, D. K. & Tardif, M. , 2012. Building information modeling: a strategic implementation guide for architects, engineers, constructors, and real estate asset managers. s. l.:John Wiley & Sons.
- ___ Volk, R. , Stengel, J. & Schultmann, F. , 2014. Building Information Modeling (BIM) for existing buildings-Literature review and future needs. Automation in Construction, pp. 38,109-127.

