

تجارب، منافع و چالش‌های پیاده سازی مدل سازی اطلاعات ساختمان در یک پروژه انبوه‌سازی

حامد خاکسار^{۱*}، احسان باجلان^۲

۱ - نویسنده مسئول: کارشناسی ارشد مهندسی عمران، دانشکده عمران دانشگاه صنعتی اصفهان
(HamedKhaksar@gmail.com)

۲ - کارشناسی مهندسی عمران، دانشکده عمران دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد
(Ehsan_Bajelan.0089@yahoo.com)

چکیده

مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) به طور گسترده‌ای به عنوان یک کاتالیزور برای نوآوری و بهره‌وری در صنعت ساخت و ساز دیده می‌شود و در حال تبدیل شدن به یک پروسه غالب جهت غلبه بر مشکلات و چالش‌های این صنعت می‌باشد، هر چند پیاده سازی چنین پروسه‌ای به علت بدیع بودن و عواملی چون مقاومت در برابر تغییر و نیاز به افزایش سطح دانش و معلومات تخصصی در تیم‌های مشاور، پیمانکار و کارفرما همواره با سختی‌های فراوانی همراه است. و از طرفی نیز داده‌ها و تجارب پیاده‌سازی این پروسه در پروژه‌های ساخت و ساز و به خصوص در ایران هنوز به طور گسترده‌ای منتشر نگردیده است. از طرفی فقدان آگاهی و آشنایی با این پروسه در میان دست‌اندرکاران امر صنعت ساخت و ساز که در کشورهای توسعه یافته تبدیل به یک روند پذیرفته شده جهت طراحی پروژه‌های ساخت از ابتدا تا زمان بهره‌برداری و فراتر از آن شده است، نیز بر عدم پذیرش فraigir این پروسه در صنعت ساخت و ساز کشورمان سایه افکنده. لذا هدف از این پژوهش بیان تجارب، منافع و چالش‌های پیاده‌سازی این پروسه در یک پروژه مسکونی با زیربنای ۸۵،۰۰۰ مترمربع و بررسی جوانب پیاده‌سازی این پروسه از زوایای مختلف در عمل و در کنار آموزش عوامل مدیریتی، فنی و اجرایی و ارائه راهکارهای لازم براساس تجارب به دست آمده جهت بهره‌مندی کلیه دست‌اندرکاران صنعت ساخت و ساز می‌باشد.

واژگان کلیدی: پیاده سازی مدل سازی اطلاعات ساختمان، صنعت ساخت و ساز، انبوه‌سازی

۱. مقدمه

مدل سازی اطلاعات ساختمان در حدود ۲۲ سال است که در صنعت ساخت و ساز مطرح شده است. اما در طی چند سال اخیر توجه ویژه‌ای از سوی این صنعت به این پروسه معطوف گردیده و این باور حاصل شده است که فناوری BIM می‌تواند صنعت ساخت و ساز را به طور قابل توجهی متحول نماید. همچنین این پروسه سبب می‌گردد تا استفاده از کامپیوتر در صنعت ساخت و ساز از صرف یک طراحی دو یا سه بعدی به یک راه حل جامع برای طراحی پارامتریک، انتخاب محصولات، برآوردهای دقیق زمانی، حجمی و مالی و یک راهکار جامع مدیریت و کنترل پروژه تبدیل شود.

مدل سازی سه بعدی در اوایل سال ۱۹۷۰ میلادی براساس طراحی با استفاده از کامپیوتر توسعه صنایع مختلف توسعه یافت. (Eastman, C., ۲۰۱۱) که به دنبال آن صنایع ساخت و ساز شروع به پیاده سازی مدل‌های دو بعدی جهت بهره‌گیری از این فناوری نمودند. و برای بهبود و ارتقا مشخصات این روش مفهوم مدل سازی اطلاعات ساختمان در اوایل سال ۲۰۰۰ میلادی معرفی گردید. (Volk R., ۲۰۱۴)

مدل سازی اطلاعات ساختمان را می‌توان به عنوان تکامل پیشرفته پروسه CAD، پروسه‌ای در جهت افزایش بهره‌وری صنعت ساخت و ساز با بهره‌گیری از افزایش قابلیت همکاری بین مشارکت کنندگان در قسمت‌های مختلف پروژه، حذف دوباره کاری‌ها و انجام اصلاحات و تغییرات سریع در روند پروژه دانست. (Ford et al., ۲۰۰۵)

مدل سازی اطلاعات ساختمان را نیز می‌توان به عنوان روشی قابل اعتماد، دیجیتالی، سه بعدی و مجازی که تصویری از پروژه برای تصمیم‌گیری در زمان طراحی، برنامه‌ریزی ساخت و ساز، برآورد هزینه و نگهداری پروژه‌های ساختمانی می‌سازد، تعريف نمود. (Images, ۲۰۰۹). و طبق تعريف کتابچه راهنمای BIM منتشر شده در سال ۲۰۰۸، مدل سازی اطلاعات ساختمان به عنوان یک فناوری مدل سازی با کمک کامپیوتر با هدف مدیریت اطلاعات پروژه ساخت و ساز با تمرکز بر تولید، ارتباط، تجزیه و تحلیل مدل‌های اطلاعات ساختمان مطرح می‌شود، که سبب می‌شود استفاده از کامپیوتر در صنعت ساخت و ساز از صرف ابزاری جهت طراحی‌های دو یا سه بعدی، به ابزاری جهت طراحی پارامتریک و راه حلی جامع جهت مدیریت، طراحی، آنالیز و بهره‌برداری تبدیل نمود.

با این حال هنوز پیاده سازی مدل سازی اطلاعات ساختمان در عرصه ساختمان و مدیریت ساخت و پروژه هنوز یک مسئله مشکل‌زا در عمل می‌باشد (Hartmann et al., ۲۰۱۲) از جمله موضع سد راه پیاده سازی این سیستم در عمل را می‌توان به ساختار آزاده صنعت ساخت و ساز اشاره کرد (Taylor, ۲۰۰۷) و ارسوی ناآشنایی دست‌اندرکاران این صنعت به خصوص در کشور عزیzman و عدم تمایل به تغییر روندهای کاری که بر دشواری‌های پیاده سازی این پروسه در صنعت ساخت و ساز می‌افزاید.

۲. تحقیقات صورت گرفته در راستای پیاده سازی مدل سازی اطلاعات ساختمان

پیاده سازی مدل اطلاعات ساختمان در عرصه صنعت ساختمان و عده بهبود ارتباطات و روابط تیم‌های مشارکت کننده در پروژه و کلیه ذینفعان را از طریق قابلیت‌های همکاری و به اشتراک گذاری بیشتر اطلاعات پروژه را می‌دهد (Hardin, ۲۰۰۹) هرچند برای پیاده سازی مدل سازی اطلاعات ساختمان در این صنعت کلیه مشارکت کنندگان می‌باید نسبت به پیکربندی و تهیه ابزار و بستر نرم‌افزاری مبتنی بر این روش جهت کلیه فرآیندهای کار پروژه و مدل‌های کسب و کار اقدام نمایند (Hartmann, ۲۰۰۹) که در حال حاضر اطلاعات عملی اندکی جهت حمایت از این عرصه وجود دارد. و برای غلبه بر

مشکلات پیش رو محققان متعددی به گسترش دیدگاه‌های مختلفی برای پیاده سازی مدل سازی اطلاعات ساختمان جهت کمک به جنبه‌های متفاوت این زمینه برای مشارکت کنندگان مبادرت نموده‌اند. که برخی از این جنبه‌ها عبارتند از:

- ابعاد فناوری مدل سازی اطلاعات ساختمان به عنوان مثال طبقه‌بندی اجرای مدل سازی اطلاعات ساختمان با توجه به نرم‌افزار یا سخت‌افزار آن (Jung and Joo, 2011)
- تاثیرات بر کسب و کار ساخت، اینکه چه ساز و کاری جهت پیاده سازی می‌باید در زمینه یک پروژه ساختمانی یا یک شرکت عمرانی انجام پذیرد (Arayici et al., 2011)
- پیاده سازی مدل سازی اطلاعات ساختمان در ابعاد صنعتی، اینکه آیا پیاده سازی این روش در سطح صنعت یا شرکت یا پروژه رخ می‌دهد یا خیر (Jung and Joo, 2011)
- بررسی ابعاد بلوغ و پیشرفت مدل سازی اطلاعات ساختمان، مطالعه پیاده سازی عادی و پیشرفته این روش (Succar, 2009)
- مقررات و استاندارهای مرتبط با پیاده سازی مدل سازی اطلاعات ساختمان (Succar, 2009)

در طی تحقیقی که در سال ۲۰۱۲ جهت بررسی جوانب پیاده سازی مدل سازی اطلاعات ساختمان بر روی دو پروژه از دیدگاه مدیریت ریسک و برآورد هزینه صورت پذیرفت (Hartmann et al., 2012) اطلاعات گردآوری شده بیانگر این مطلب بودند که شیوه‌های مدیریت پروژه به خوبی می‌توانند راهنمایی مفید برای درک و پشتیبانی از پیاده سازی ابزار مدل سازی اطلاعات ساختمان در سطح عملیاتی یک سازمان باشند و علاوه بر آن با تمرکز بر روی شیوه‌های مدیریت پروژه موجود در سازمان محققان قادر به اجرای فن اوری‌های مبتنی بر مدل سازی اطلاعات ساختمان به شیوه‌ای قابل درک برای مدیران پروژه در پروژه‌ها گردیدند. همچنین به دست آوردن درک عمیق از رویه‌های کارهای پروژه به صورت محلی برای محققان این امکان را فراهم آورده که به طور خاص تکنولوژی‌های موجود مدل سازی اطلاعات ساختمان را با توجه به نیازهای آن پروژه‌ها اختصاصی سازی کنند.

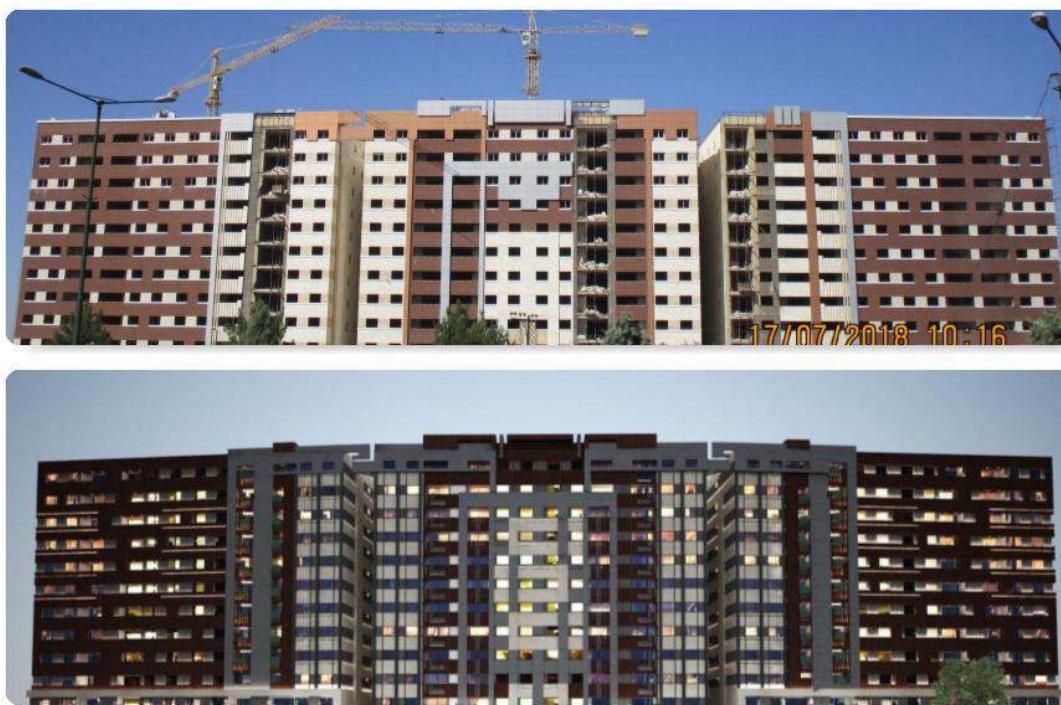
از طرفی برای پیاده سازی مدل سازی اطلاعات ساختمان در کشور با فضای موجود حاکم بر صنعت ساختمان، براساس مطالعات انجام شده موانع بسیاری پیش رو است، من جمله عدم حمایت و انگیزه از سوی بازیکنان اصلی این صنعت، نبود دانش کافی، تجربه اجرا در پروژه‌ها و مقاومت در مقابل تغییر در ساختار سازمان‌ها (شاکری، اقبال و خشیار اسدی بروجنی، ۱۳۹۵) نام برد. از سویی می‌توان عواملی دیگر چون عدم توانایی مدیران صنعت ساختمان در راضی نمودن کارفرمایان برای استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان جهت پروژه‌ها (نوایی و یوسفی خو، ۱۳۹۵) را هم در نظر گرفت.

سایر عوامل تاثیر گذار را نیز که باعث روند کند پذیرش مدل سازی اطلاعات ساختمان در کشور شده است را می‌توان به شرح زیر عنوان نمود (ستوده بیدختی، امیرحسین؛ حسین بهرامی و احسان اثنه عشری، ۱۳۹۴):

- در نظر گرفتن پروژه‌های عمرانی به صورت فازهای مجزا از هم
- عدم آموزش متناسب با سیستم مدل سازی اطلاعات ساختمان
- شیوه تقسیم‌بندی خدمات سازمان نظام مهندسی ساختمان و جداسازی طراحی، نظارت و اجرا
- عدم تعریف زبان مشترک بین ذینفعان پروژه و چگونگی همکاری در سیستم یکپارچه
- فرهنگ اقتصادگرایی در بین مدیران ایرانی و عدم تمایل اشتراک اطلاعات پروژه

۳. درباره پروژه

پروژه مسکونی تجاری ۴۰۸ واحدی مهتاب ۲ متعلق به شرکت تعاونی مسکن فرهنگیان ناحیه ۵ اصفهان، در زمینی به مساحت ۷۲۴۰ مترمربع و زیربنایی بالغ بر ۸۵،۰۰۰ مترمربع می‌باشد. برنامه‌ریزی‌های صورت گرفته جهت پیاده‌سازی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان با توجه به شرایط کار و تحويل گرفتن پروژه توسط تیم فنی از ابتدای نازک کاری پروژه صورت پذیرفت.

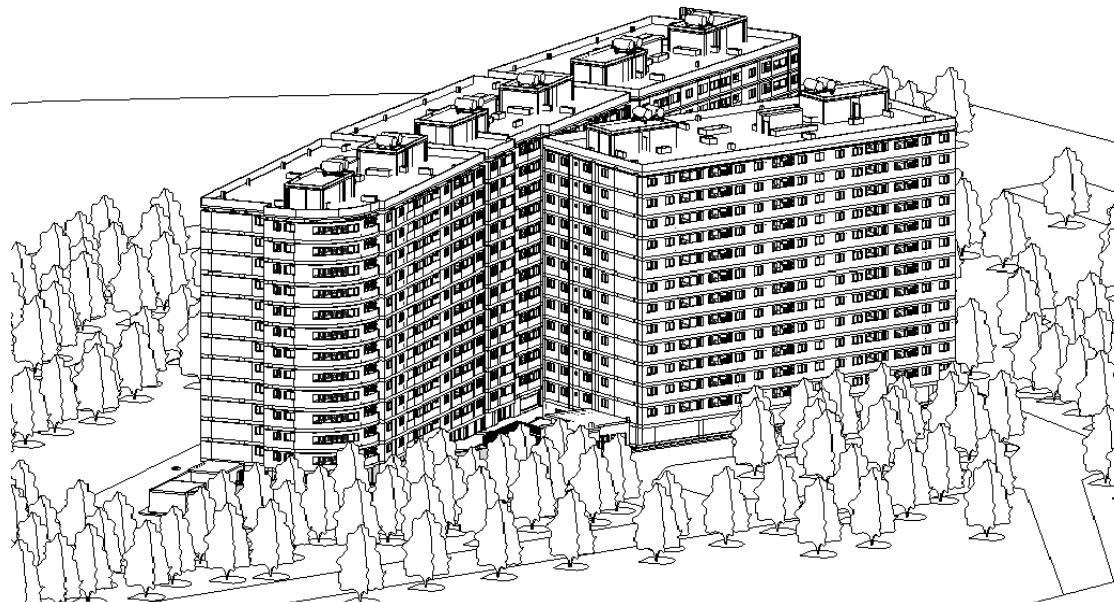


شکل ۱ پروژه مسکونی ۴۰۸ واحدی مهتاب ۲

در ابتدای امر نسبت به نقشه‌برداری از کل پروژه و به روزرسانی نقشه‌ها اقدامات لازم انجام و پس از آن مقدمات لازم جهت ساخت مدل صورت پذیرفت. براساس تحقیقات و پیگیری‌های تیم فنی جهت انتخاب نرم‌افزار از میان نرم‌افزارهای دو شرکت اتودسک و گرافیسافت، شرکت اتودسک به علت تنوع در نرم‌افزارهای ارائه شده‌ای که قابلیت کار در پروژه بیم را داشته و از طرفی به جهت مقبولیت بیشتر در میان کاربران و سهولت در تامین نیروی انسانی مسلط و همچنین وجود نرم‌افزارهای متنوع و افزونه‌های مختلفی که برای نرم‌افزارهای شرکت اتودسک تهیه گردیده‌اند، نرم‌افزار Revit و Autodesk Navisworks از این شرکت به عنوان نرم‌افزارهای پایه جهت مدل‌سازی پروژه انتخاب گردیدند.

در مرحله بعد می‌بایست بستر لازم ساخت‌افزاری را با توجه به حجم مدل‌سازی که می‌بایست صورت می‌پذیرفت مهیا نموده، که براین اساس اقدامات لازم در خصوص تهیه ساخت‌افزار با توان پردازشی بالا و همچنین با توجه به نیاز به یک شبکه پایدار و با

سرعت مناسب جهت استفاده از قابلیت‌های همکاری نرم‌افزار Revit هم به صورت داخلی در محل پروژه و هم مابین دفتر مرکزی شرکت، دفتر فنی و محل پروژه با استفاده از ارتباط نقطه به نقطه^۱ برقرار گردید. نکته‌ای که در این میان شایان ذکر است نحوه پذیرش و قبول پیاده سازی پروسه بیم در بین مدیران پروژه می‌باشد، که با توجه به ناآگاهی و عدم دید مناسب در خصوص مزايا و منافع این پروسه در بین دست‌اندرکاران و تغیب آن‌ها به قبول اجرای این کار با توجه به جدید بودن آن، که خود نیازمند پذیرش هزینه‌ها و چالش‌های ناشی از اجرای آن به لحاظ نبود تجربه قبلی در این سطح در تیم فنی بوده است، که خود امری چالش برانگیز بود، سیاست اتخاذ شده در این میان جهت اجرای موقفيت آميز پروسه، تکمیل بخشی از کار صرفا با آگاهی تیم فنی و طراحی تا مرحله‌ای که بتوان قابلیت‌های آن را در قالب کار انجام شده طی گزارشی به مدیران شرکت ارائه داد. لازم به ذکر است که سبب این گونه انعطاف پذیری جهت اجرای بخش از کار در قالب پروسه بیم گردید اجرای کار به صورت امانی بدون گزینش یک یا چند پیمانکار کلی جهت اجرای کار بود که خود سبب رفع بسیاری از چالش‌ها و موانع ناشی از تعارضات مابین کارفرما و پیمانکار به علت وجود وحدت رویه در روند اتخاذ تصمیم‌ها و استقرار کامل تیم فنی در قالب شرکت که خود کارفرمای پروژه بود، می‌باشد. لذا از دیدگاه نگارنده در صورتی که ساختار سازمانی پروژه در شرایط دیگری من جمله ساختار پیمانکار، کارفرما و مشاور به صورت کاملاً مجزا می‌بود و یا مدیرانی با سطح انعطاف پذیری کم در ساختار شرکت وجود داشتند، امكان پیاده‌سازی این پروسه با توجه به مدت زمانی که از تیم فنی طلب نمود، کاری سخت و بعض‌ا غیرممکن می‌نمود.

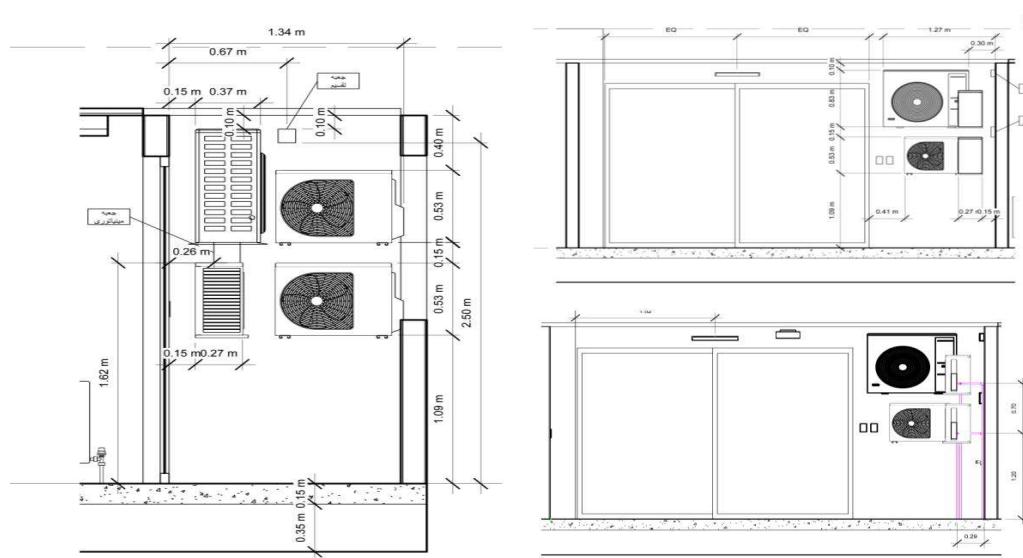


شکل ۲ مدل سازی پروژه مسکونی مهتاب ۲ در نرم افزار Autodesk Revit

۴. مزایای بهرهمندی از پیاده‌سازی پروسه بیم

در جریان اجرای پروژه با توجه به شرایط حاکم بر کار به علت سرعت اجرا و از طرفی تغییرات نقشه‌ها به علت تغییر در طراحی تاسیسات مکانیکی و الکتریکی در بد و شروع نازک کاری نظر به بکارگیری تسهیلاتی چون بازچرخانی فاضلاب خاکستری، اجرای استخر، مهدکودک، سالن‌های چندمنظوره، سالن ورزشی و... در مجموعه، بهره‌گیری از پروسه بیم در طراحی نقشه‌ها و تولید مستندات فنی کمک شایانی در جهت تغییرات و برآورده مقدار مالی و حجمی می‌نمود. لیکن از طرفی با توجه به اینکه طراحی و تولید نقشه‌های اجرایی در قالب پروسه بیم در قیاس با پروسه CAD زمان بیشتری را از تیم فنی و طراحی پروژه در اعمال تغییرات در رسته‌های ابنيه، تاسیسات مکانیکی و الکتریکی طلب می‌نمود، سبب بروز برخی مشکلات در زمان تحویل مستندات می‌شد. با این حال اعمال تغییرات در این پروسه منتج به تولید نقشه‌هایی دقیق و اجرایی به همراه برآوردهایی کاملاً منطبق بر اجرا می‌گردید که در صورت طراحی با روش‌های قبلی پس از هر بار تغییر در مشخصات نیاز به صرف زمان زیادی برآورد مجدد مالی و حجمی و مقایسه با برآوردهای قبلی نیاز بود. شایان ذکر است طراحی جزئیات در قالب پروسه بیم سبب افزایش دقت قابل توجهی در نقشه‌های ارائه شده به تیم اجرا گردید، که در مقایسه‌ای که بین پروژه‌های بهرهمند از پروسه BIM و پروژه‌هایی که از این پروسه استفاده نمی‌کنند صورت پذیرفته (Lu, ۲۰۱۴Weisheng) سبب افزایش ۴۵ درصدی دقت در مرحله طراحی می‌گردد.

از جمله مشخصات تهیه شده براين اساس می‌توان به جانمایی محل کندانسورهای کولرهای گازی واقع در تراس واحدهای مسکونی با توجه به تداخل با رایزرهای فاضلاب، لوله‌های مسی کندانسورها، جعبه‌های تقسیم برق روشنایی‌های عمومی تراس و جعبه تقسیم برق کندانسورها، کلید و پریزهای برق در ورودی تراس‌ها و از طرفی فشرده‌گی محل قرارگیری کندانسورها، بازدهی مورد انتظار از آن‌ها، محل قرارگیری دستگاه با توجه به جهت اتصال لوله به دستگاه، مسیر لوله کشی جهت جلوگیری از تداخل و بهینه کردن مقادیر کمی لوله‌های مسی دانست، که با مدل‌سازی انجام شده و جانمایی دقیق کلیه تجهیزات و مسیرهای لوله‌کشی، نقشه‌هایی کاملاً اجرایی با دقت بالا تولید گردید که حتی طبق برنامه‌ریزی‌های انجام شده براساس همین مستندات نسبت به تهیه راهنمای نصب کندانسورها جهت ساختن اقدام شده است. (شکل ۳)



شکل ۳ جزئیات جانمایی کندانسور کولرهای گازی و سایر تجهیزات در تراس واحدهای مسکونی

از جمله حائز اهمیت‌ترین قابلیت‌های پروژه BIM که در طول اجرای پروژه و اتخاذ تصمیمات در بین کلیه ذینفعان طی برگزاری جلسات کمیته فنی و اتخاذ تصمیمات تاثیر به سزایی در روند تایید نهایی طرح‌ها و مشاهده وجود تداخلات با جانمایی‌ها و مسیرهای تاسیسات مکانیکی و الکتریکی می‌نمود، ارائه طراحی‌ها در قالب واقعیت مجازی و تجربه دید همه جانبه و قرارگیری در فضای سه بعدی طرح بود. این قابلیت حائز اهمیت در پروژه BIM به خصوص در بخش طراحی معماری و ایجاد ارتباط با فضاهای و حجم‌های ساخته شده توسط مدیران و ذینفعان پروژه کمک شایانی به نهایی شدن طرح‌های ارائه شده می‌نمود.

مهندسي ارزش و اعمال تغييرات و محاسبه بار مالي بر پروژه به خصوص در شرایطی که نياز به اتخاذ تصمييمی در مورد مشخصات اجرا و به دست آوردن بهترین راه حل از لحاظ مقداری و مالي نياز بود کمک شایانی جهت تسهيل روند اتخاذ تصميمات می‌نمود. که از دید مدیران پروژه و شركت به لحاظ اعمال سريع تغييرات و برآوردهای مالی و مقداری در كمترین زمان ممکن من جمله مزاياي راهبردي پروژه BIM عنوان گردید.

کاهش درخواست اطلاعات^۱ از سوی تيم اجرا با توجه به ارائه کامل کلیه مشخصات اجرایی و شفافيت کامل نقشه‌های تولید شده در قالب پروژه که بسياري پيش‌بينی‌هايي که می‌بايست صورت پذيرد در همان مراحل طراحی اعمال و تداخلات بررسی و مرتفع می‌گردیدند و نقشه‌های کاملا اجرایی به خصوص در بخش تاسیسات مکانیکی تولید می‌شدند. (شکل ۴)



شکل ۴ تولید نقشه‌های اجرایی در رسته تاسیسات مکانیکی با بهره‌گیری از پروژه BIM

کاهش ادعاهای مطرح شده از سوی پیمانکاران جز پروژه به سبب تعیین دقیق مشخصات اجرایی و نحوه اجرای کار و از طرفی با توجه به سیاست شرکت مبني بر بکارگیری چندین پیمانکار در یک رشته به صورت موازی و همزمان جهت پیشبرد سریع تر روند اجرای کارها، تیم فنی پروژه با پیمانکاران مختلفی از یک رسته جهت ابلاغ دستور کارها و مشخصات کارهای اجرایی طرف می‌بود که مستلزم وحدت رویه و هماهنگی دقیقی در این خصوص می‌بود، که با بهره‌گیری از قابلیت‌های پروژه BIM جهت تولید کلیه مستندات مورد نیاز به صورت یکپارچه که تمامی رسته‌های اجرایی را شامل می‌شد، سبب حل بسیاری از تعارضات و تسهیل در روند ارائه دستور کارها و نقشه‌های اجرایی می‌گردد.

از منظر مزاياي هنگام بهره‌برداری با توجه به پيچيدگی‌های تاسیسات مکانیکی و الکتریکی پروژه و کاربری‌هايي غير از کاربری مسکونی من جمله سالن ورزشی، استخر و تجهیزات مرتبط، سالن همایش‌ها، مهدکودک و فضاهای آموزشی، نگهداری مرکزی، کافی‌شان و فضاهای تفریحی مجموعه که هر کدام بنابر ماهیت خود نیازمند برنامه‌ریزی‌های خاصی جهت بهره‌برداری می‌باشند،

برنامه ریزی های لازم جهت تهیه مستندات و دفترچه بهره برداری هم برای ساکنین و هم جهت بهره بردار برای نگهداری مجموعه پراساس پرسه بیم صورت پذیرفت است.

در نهایت من جمله مهم ترین تاثیراتی که اجرای پرسه بیم در روند اجرای پروژه بر جا گذاشت می توان از به دست آوردن دید کامل و همه جانبی مشاورین، کارفرما و پیمانکاران نسبت به آنچه که قرار بود ساخته شود اشاره نمود، که به واسطه بهره گیری از مزایای این پرسه کلیه ذینفعان از دیدی که در ابتدا میتوان از آن به یک دید نامفهوم و تقریبی نام برد، به یک دید کامل و شفاف و با اشرافیت همه جانبی از کلیه جوانب پروژه که خود بارها سبب رفع برخی ناهمگونی ها و ایرادات طراحی ها و بهینه کردن بسیاری از مراحل اجرا انجامید شد.

۵. چالش ها و موانع

در کنار کلیه منافع بکار گیری پرسه بیم، در عمل شاهد موانع و چالش هایی جهت پیاده سازی در طول اجرای پروژه بودیم، که در زیر به بررسی این عوامل از جوانب مختلف می پردازیم.

مخالفت با تیم فنی و طراحی پروژه از سوی تیم اجرایی، با توجه به جدید بودن برخی روندها که علت اینگونه مشکلات را می توان ناشی از عدم اشرافیت و ناآشنایی با پرسه بیم از جانب تیم اجرایی، مقاومت در مقابل برخی تغییرات، تعریف مسئولیت های جدید و نیز نبود تجربه قبلی از سوی تیم فنی و طراحی در این سطح جهت پیاده سازی پرسه بیم دانست. همچنین یکی از مهم ترین مسائل در این میان پذیرش پیاده سازی این پرسه در میان ذینفعان اصلی پروژه بود، که با توجه به عملکرد سنتی برخی اعضای تیم پروژه و عدم پذیرش برخی روال هایی که از سوی تیم فنی جهت روند اتخاذ تصمیمات و نهایی شدن طراحی ها ارائه می گردید، در بسیاری موارد سبب سختی در پیشبرد پرسه و یا عدم قبول روند تصمیم گیری و حل معضلات و ادامه کار با روش های قبلی می گردید. لذا براساس تجربه به دست آمده می باشد جهت سهولت در پیاده سازی پرسه بیم در شروع پروژه نسبت به برگزاری جلساتی با حضور کلیه ذینفعان و تشریح روندهایی که در طول فاز های مختلف کار از ابتدای تا با انتهای نیازمند است و نقش، مسئولیت و حوزه عملکرد هر یک از اعضای تیم اقدام نمود.

مقاومت در مقابل تغییر در کادر طراحی و فنی به علت نیاز به تعریف برخی مسئولیت های جدید یا همپوشانی برخی مسئولیت ها که با توجه به فضای بسته موجود در میان برخی مشاورین وجود نداشت رویه به اشتراک گذاری اطلاعات و کار تیمی سبب بروز مشکلاتی جهت یکپارچه سازی اطلاعات در مدل مرکزی پروژه می گردید. البته این نکته راهنم نمی باشد از نظر دور داشت که نگرانی برخی از مشاورین در خصوص به اشتراک گذاری اطلاعات و جزئیات فنی با توجه به فضای حاکم بر عدم رعایت قانون حق نشر اطلاعات، به جا و صحیح می باشد. لیکن یکی از ارکان اصلی پیاده سازی پرسه بیم، یکپارچه سازی کلیه اطلاعات پروژه و به اشتراک گذاری اطلاعات است که می توان با اتخاذ قوانین مناسب جهت حق بهره برداری و تعریف دسترسی های لازم در قالب این پرسه نسبت به برطرف نمودن این موانع اقدام نمود. با این حال از میان کلیه مشاورین پروژه مشاور معمار طرح به واسطه دید باز و رویه همکاری تیمی تعامل سازنده ای را با تیم فنی در طول اجرای پروژه برقرار نمود. زمان بر بودن تهیه برخی مشخصات اجرایی در قالب مدل و از طرفی نیاز به ساخت برخی آجکت های جدید که خود نیازمند صرف زمان و یا تأخیر در تهیه مشخصات مورد نیاز بود.

تولید مدل با حجم زیاد با توجه به وسعت پروژه و نیاز به کنترل نمودن تمامی جوانب جهت جلوگیری از بروز اشتباہ و نیز نیاز به آموزش نیروهای فنی به خصوص در زمینه روش پیاده سازی پرسه و کار با نرم افزار و از طرفی آموزش نیروهای اجرایی جهت تعامل با تیم فنی و مشاورین در قالب پرسه بیم.

تحریم نرم افزاری کشور جهت بهره گیری از قابلیت های آنلاین شرکت اتودسک برای به اشتراک گذاری فایل ها به صورت آنلاین در بین مشاورین و سایر ذینفعان که سبب اجبار به پیاده سازی یک شبکه point to point با هزینه های جانی گردید.

صرف زمان زیاد جهت تبدیل نمودن نقشه‌های CAD به مدل بیم، از یک سو به علت پیاده‌سازی پروسه از ابتدای مراحل نازک-کاری اجرایی گردید و از طرفی هم دوباره کاری ناشی از عدم ارائه مشخصات از سوی مشاورین ناآشنا به پروسه بیم، اعمال تغییرات در پس بسته شدن طراحی‌ها و در حین اجرای کار که عمدتاً براساس اعمال نظرات سلیقه‌ای و یا بنابر کم-هزینه‌تر اجرا شدن برخی آیتم‌ها می‌بود، که با توجه به اینکه در پروسه بیم نقشه‌ها و مستندات با جزئیات بالایی که خود نیازمند صرف زمان در مرحله طراحی می‌باشند تهیه می‌گردد، این گونه تغییرات سبب انجام دوباره کاری برای تیم فنی و طراحی جهت تغییر نقشه‌ها می‌گردید.

از علل بروز مشکلات را در طی پیاده‌سازی پروسه بیم در طول پروژه که کماکان برخی از آنها به قوت خود باقی است، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱. جدید بودن پروسه و نبود تجربه و دید قبلی در این خصوص و نیاز به تغییر در برخی روندهای کاری که طی سالیان تجربه به آن‌ها عادت شده است.
۲. تمایل به مشخص نمودن جزئیات کار در محل اجرا براساس دیدگاه سنتی موجود، نه تعیین مشخصات و جزئیات براساس نقشه‌های اجرایی و بررسی موارد لازم قبل از اجرای کار که یکی از مهمترین عوامل آن را می‌توان عادت به اتخاذ تصمیمات در حین اجرای کار دانست، به خصوص تمایل مدیران به تغییر برخی موارد فنی یا مشخصات به خصوص در زمینه معماری در حین اجرای کار بنابر سلیقه و عدم بررسی همه جوانب تصمیمات. این مسئله یکی از پرچالش‌ترین موانع جهت پیاده‌سازی اصولی پروسه بیم در طی اجرای پروژه بوده و هست که سبب ایجاد موانع بسیاری برای تیم فنی و صرف زمان جهت تغییرات که بعضاً با دشواری‌های فراوانی همراه است گردید.
۳. نبود نگرش سیستمی و سازمانی در بین مدیران شرکت که سبب تداخل مسئولیت‌ها و گاهای بروز تنש‌هایی مابین تیم اجرایی و فنی می‌گردد.
۴. عدم وجود روحیه کار تیمی در میان برخی از مجریان، کارشناسان و مدیران که در تضاد کامل با پروسه بیم که برمنای کار تیمی و به اشتراک گذاری اطلاعات شکل گرفته است.
۵. وجود نداشتن زبان مشترک بین ذینفعان پروژه
۶. ناآگاهی در مورد نحوه به اشتراک گذاری استناد پروژه که به خصوص در مورد پروژه‌های بزرگ که نیازمند تعریف روندی در این مورد می‌باشد.

علاوه بر موارد ذکر شده جهت به دست آوردن دید جامع‌تری در خصوص چالش‌های پیاده‌سازی پروسه بیم و مقایسه‌ای با عوامل تاثیر گذار بر پیاده‌سازی آن در کشور و سایر کشورهای پیش رو در این زمینه، براساس جدول شماره ۱ (Langar, ۲۰۱۷) نسبت به بررسی مهم‌ترین چالش‌ها از منظر ارائه راه حل و تاثیرگذاری بر روند پیاده‌سازی پروسه بیم صورت گرفته است.

۱. زمان مورد نیاز برای آموزش یا استخدام پرسنل که به عنوان بالهیت‌ترین عامل از میان ۳۶ چالش ذکر شده براساس جدول ۱ می‌باشد، در وهله اول پیاده‌سازی در پروژه جز مهم‌ترین مسائل برای تیم اجرایی بود. که نظر به سیاست-های شرکت جهت تامین نیروی انسانی و از طرفی نبود نیروی متخصص در بین تیم مشاورین پروژه و نیز زمان محدود جهت ساخت مدل نظر به شروع عملیات اجرایی تاثیر فراوانی بر روند اجرای کار می‌گذاشت، که بهترین راهکار با توجه به محدودیت‌هایی من جمله تامین هزینه نیرو، آموزش پرسنل به خصوص در میان تیم دفترفنی با توجه به زمان بودن آن به عنوان بهترین راهکار انتخاب گردید و نیز از طرفی با توجه به زمان بودن ساخت و

تکمیل مدل در مراحل ابتدایی روند اجرا، مقرر شد نقشه‌ها و مشخصات اجرایی تاحد امکان در قالب پروسه بیم و در مواردی که به علت آماده نبودن مشخصات و تعجیل در اجرا نیاز به ارائه نقشه می‌باشد، به صورت دستور کاری و در قالب پروسه CAD صورت پذیرد.

۲. از منظر هزینه استخدام یا آموزش پرسنل، با توجه به اجرای کار در قالب امانی (به علت منافع ناشی از حذف پیمانکار اصلی و کاهش هزینه‌های بالاسری) و همچنین در قیاس با هزینه‌های کلی پروژه با توجه به زیربنای آن و اهتمام تیم فنی و طراحی بر عملی نمودن پیاده‌سازی پروسه بیم، قادر به مرتفع نمودن این پارامتر در عین تاثیر بسزایی که در شروع اجرای کار داشت، گردیدیم.

جدول ۱ چالش‌های پیاده‌سازی پروسه بیم و ارتباط آن با پروژه، سازمان یا هر دو (Criminale and Langar, ۲۰۱۷)

قابلیت اجرا چالش				چالش
سازمان و پروژه	پروژه	سازمان	براساس تکرار	
		۱	۹	زمان مورد نیاز برای استخدام یا آموزش پرسنل
		۱	۸	هزینه استخدام یا آموزش پرسنل جهت بکارگیری پروسه بیم
		۱	۸	وجود نداشتن استاندارد رسمی یا پروسه‌های جهت ارزیابی پیاده‌سازی پروسه بیم
	۱		۷	قانون حق طبع و نشر برای مالک داده‌ها
	۱		۷	تعیین اینکه چه کسی صاحب امتیاز اجزای مورد استفاده است
	۱		۷	مراجعةه به مسائل عمومی یا قرارداد
	۱		۶	مراجعةه به مسائل قانونی یا قرارداد
		۱	۶	مسئولیت مدیریت و ورود اطلاعات
۱			۶	هزینه‌های مرتبط با سخت‌افزار
۱			۵	مسائل سازگاری نرم‌افزارهای مختلف
		۱	۵	مسئولیت اشتیاهات و خطاهای
		۱	۵	محوزه‌های قانونی نرم‌افزار و بهای آنها
		۱	۴	عدم تمايز به تغییر یا مقاومت در جهت بکارگیری پروسه بیم
	۱		۳	نیاز به سخت‌افزار با کیفیت مناسب
	۱		۳	مسئولیت به روزرسانی و نگهداری از مدل
۱			۳	سختی در جهت تعیین نمودن اینکه چه زمانی و چه کسی مسئول خطاهای است
			۳	پیچیدگی پروسه بیم
			۳	نیاز به صرف زمان زیاد جهت مدل‌سازی دقیق جزیبات
			۳	عدم آگاهی مشتریان جهت چگونگی بکارگیری پروسه بیم
		۲		وجود نداشتن استانداردی جهت تنظیم قراردادهای پروسه بیم
		۲		چه کسی اجازه دسترسی و استفاده از اطلاعات را دارد
		۲		شرکت‌های بیمه‌ای هیچ‌گونه سیاستی جهت بیمه کردن جنبه‌های پروسه بیم ندارد
		۲		کارمندان مناسب / کارآمد آموزش دیده
		۲		توانایی استفاده چندگانه از نرم‌افزارها
		۲		از دست رفتن بخشی از اطلاعات در انتقال اطلاعات مابین نرم‌افزارها
		۲		کسب و کارهای کوچک قادر اعتبارات لازم جهت پیاده‌سازی پروسه بیم می‌باشند
		۱		چگونگی تاثیر مسئولیت‌ها و وظایف جدید بر نرخ بهره
		۱		مسائل مربوط به همکاری با چندین شرکت کننده
		۱		از بسیاری پروژه‌های موجود، ذینفعان دیگری جهت بکارگیری پروسه بیم ندارند

			۱	معماران با روش‌های سنتی خوب هستند
			۱	ناآشنايی یا کمبود اطلاعات در خصوص پروسه بیم
			۱	فقدان شواهد مطالعاتی در خصوص منافع مالی پروسه بیم
			۱	بیم یک اتلاف وقت و منابع است
			۱	زمان بیشتری جهت نقل و انتقال اطلاعات بین ذیعنوان پروژه مورد نیاز است
			۱	ترس از عدم ناآشنايی با بیم منجر به شکست پروسه می‌شود
			۱	اعتقاد برخی در خصوص اینکه بیم برای پروژه مناسب نمی‌باشد
۱۰	۱۰	۱۶		مجموع
%۲۷,۸	%۲۷,۸	%۴۴,۴		میزان تاثیر

۳. در خصوص تاثیر عاملی چون وجود نداشتن استانداردی جهت ارزیابی پیاده‌سازی پروسه بیم، من جمله مواردی بود که جهت ارزیابی کیفیت و دستیابی به اهداف پیاده‌سازی از تمامی جوانب مدنظر برای تیم فنی حائز اهمیت بود. لیکن من جمله موارد قابل اهمیت در این خصوص در وهله اول نبود استانداردهای داخلی و در وهله بعد پراکندگی استانداردهای موجود جهانی و بعضاً عدم انطباق با روندهای داخلی بوده است. من جمله مسائلی که در این رابطه خلا آن در طی تهیه مستندات به خوبی جهت تیم فنی آشکار گردید، نبود روند و پرتوکلی جهت سیر تهیه مستندات با چه سطحی از جزئیات در هر مرحله از اجرای کار بود، که بعضاً مشاهده می‌گردید در برخی موارد سطح جزئیات تهیه شده در ابتدای طراحی بیش از مقادیر مورد نیاز بوده و بنابر تغییری که براساس صلاحیت مدیران و یا مشاورین سبب صرف وقت زیاد جهت اصلاحات با توجه به پیچیدگی‌های مدل بوده است.

۴. در خصوص مسئولیت مدیریت و ورود اطلاعات و همچنین مسئولیت اشتباها و خطاهای در مدل، با توجه به ساختار سازمانی شرکت این وظیفه از همان ابتدای امر در جهت مدیریت و صحبت اطلاعات وارد شده، در وهله اول بر عهده سرپرست تیم فنی مستقر در پروژه با توجه به اینکه تنها مأخذ پیمانکاران و مدیران جهت اخذ نقشه‌ها و دستور کارها این واحد بوده، قرار گرفت و در سطح بعدی متوجه مشاورینی که در این قالب ملزم به ارائه نقشه به واحد فنی شرکت بوده‌اند قرار گرفت. از این رو با توجه به ساختار سازمانی تعریف شده در جهت بهره‌گیری از پروسه بیم در پروژه می‌توان گفت سرپرست دفتر فنی پروژه در نقش مدیر بیم ایفای نقش می‌نمود. با این حال به علت وجود تداخل در برخی مسئولیت‌ها و بعض اشتباها برخی عدم انعطاف پذیری‌های لازم از سوی ذیعنوان پروژه در جهت کار تیمی، قبول اشتباها و خطاهای رخ داده و روند به اشتراک گذاری اطلاعات، سبب بروز موانع در طول اجرای کار می‌گردید، که در این میان می‌بایست مدیر بیم پروژه توانایی ایفای نقش خود در قالب مدیری دارای اشرافیت بر تمامی مسائل و کلیه رسته‌ها و همچنین قابلیت حل مشکلات و مرتفع نمودن تعارضات را داشته باشد.

۵. مسئله مقاومت در جهت بکارگیری پروسه بیم، که براساس جدول شماره ۱ دارای درجه اهمیت ۴ می‌باشد، به زعم نگارنده و براساس تجربه به دست آمده در ابتدای امر شروع پیاده‌سازی پروسه بیم و نیز الزام مشاورین جهت بهره‌مندی از آن، یکی از حائز اهمیت‌ترین و چالش برانگیز ترین موانع پیش رو بود. من جمله مهم‌ترین مسائلی که سبب بروز چنین موانعی می‌گردید می‌توان به ناآشنايی بر روند کلی پروسه، نبود پرسنل کارآزموده جهت کار در نرم-افزار و به خصوص مقاومت در برابر تغییر روندهای جاری دانست.

۶. از منظر هزینه‌های مرتبط با تامین سخت‌افزار، با توجه به اینکه در ابتدای امر بودجایی جهت تجهیز کارگاه از سوی شرکت در نظر گرفته شده بود و با مذاکرات صورت گرفته، تامین هزینه‌های مرتبط با این امر به خوبی مرتفع گردید. با این حال لازم به ذکر است در شرایطی که شرکت یا مشاورینی که نیاز به ارتقا تجهیزات سخت‌افزاری خود جهت بهره‌مندی از این پروسه را داشته باشند، تامین هزینه‌های سخت‌افزاری مطمئناً تاثیر بسزایی بر روند پیاده‌سازی این پروسه دارد.

۷. از لحاظ پیچیدگی پروسه بیم، در بسیاری از بخش‌های اجرای به لحاظ زمان بر بودن تهیه مشخصات و اسناد و اعمال تغییرات از سوی کارفرما که سبب تغییر در بسیاری از نقشه‌ها و لزوم به تصحیح اسناد به صورت دوباره و گاهای چندین بار می‌شد با توجه به پیچیدگی‌های نرم‌افزاری و مشخصات، بر روی کارایی و روند تهیه مستندات تیم درگیر با پروسه تاثیر فراوانی می‌گذاشت. که میتوان مهم‌ترین علت آنرا تغییر نظر و سلائق مدیران و کارفرمای پروژه دانست.

۶. نتیجه گیری

این مقاله نسبت به بررسی جوانب، چالش‌ها و منافع پیاده‌سازی پروسه مدل سازی اطلاعات ساختمان در عمل در یک پروژه مسکونی انبوه‌سازی واقع در استان اصفهان پرداخت. کمالاً اینکه تمامی جوانب این پروسه در تمامی رسته‌ها و به صورت ۷ بعدی به طور کامل در پروژه به واسطه گستردگی و ابعاد پروژه، نبود تجربه قبلی به این شکل، وجود برخی پیچیدگی‌ها و موانع پیش‌روی تیم فنی پیاده‌سازی نگردید، با این حال با توجه به اینکه پیاده‌سازی پروسه بیم هم برای سازمان و هم ذینفعان اصلی پروژه در این سطح به عنوان تجربه اول قلمداد می‌گردید، با این حال دید مناسب و تجارب ارزنده‌ای را جهت بهره‌گیری تمام جانبه پروسه بیم در پروژه‌های آتی برای کلیه اعضای مرتبه با پروژه به همراه داشت.

من‌جمله مهم‌ترین معیارهایی که سبب امکان پیاده‌سازی پروسه بیم در پروژه گردید، استقرار بخشی از تیم فنی آشنا با پروسه در محل پروژه و همچنین اجرای کار به صورت امانی توسط کارفرمای پروژه بوده است. همچنین فاصله زمانی کم مابین زمان ساخت مدل و اجرای کار سبب می‌گردید که در بسیاری موارد مدل سازی انجام شده با کار اجرا شده مطابقت خوبی داشته باشد. از طرفی همکاری و تعامل سازنده مشاورین پروژه به خصوص مشاور معماری، سبب شد در بسیاری موارد در زمینه طراحی‌ها و تولید مدل راه برای تیم فنی هموار گردد.

مهم‌ترین تاثیرات مثبت پیاده‌سازی پروسه بیم را می‌توان از به دست آوردن دید کامل و همه جانبه کلیه ذینفعان پروژه، کاهش در خواست اطلاعات، کاهش دعاوی با پیمانکاران جز به خصوص در زمینه تاسیسات مکانیکی و الکتریکی به واسطه تولید نقشه‌های دقیق و کاملاً اجرایی و امکان انجام دقیق روند مهندسی ارزش در بسیاری از آیتم‌های کاری داشت که در مجموع سبب گردیده است نحوه نگرش مدیران و مشاورین درگیر در پروژه جهت بهره‌مندی در پروژه‌های آتی دستخوش تغییرات مثبتی گردد. با این حال چالش‌ها و مسائل فراوانی نیز در پیش روی بهره‌مندی کامل از تمامی مزایای پروسه بیم نیز در پیشروی دست‌اندرکاران صنعت ساختمان می‌باشد، که از مهم‌ترین مواردی که در طی بهره‌مندی از پروسه بیم برای تیم فنی چالش و مانع بود مقاومت در مقابل تغییر روندهای جاری در پروژه‌ها و تیم‌های مشاورین، نا‌آشنایی و عدم اطمینان از موفقیت آمیز بودن اجرای پروسه بیم و سلیقه‌ای عمل نمودن مدیران در طراحی‌ها نام برد.

با این حال امید است به واسطه تلاش کلیه دست‌اندرکاران صنعت ساخت و ساز بتوانیم همگام با پیشگامان این عرصه، سهم کوچکی در پیشبرد این دانش داشته باشیم.



منابع و مراجع

شاکری، اقبال و خشایار اسدی بروجنی، ۱۳۹۵، بررسی وضعیت کنونی مدل سازی اطلاعات ساختمان در کشور ایران جهت پیاده سازی و پذیرش آن در صنعت ساخت و ساز کشور، چهارمین کنگره بین المللی عمران، معماری و توسعه شهری، تهران، دبیرخانه دائمی کنفرانس، دانشگاه شهید بهشتی

- [۱] Arayici, Y., Coates, P., Koskela, L., Kagioglou, M., Usher, C. & O'reilly, K. ۲۰۱۱. Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice. *Automation in Construction*, ۲۰, ۱۸۹-۱۹۵.
- [۲] Criminale, A. & Langar, S. (۲۰۱۷). Challenges with BIM Implementation: A Review of Literature.
- [۳] Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. ۲۰۰۸. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modelling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- [۴] Eastman C, T. P., Sacks R, Liston K (۲۰۱۱). *BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors.*, New Jersey, USA, John Wiley & Sons.
- [۵] Ford, S., Aouad, G., Kirkham, J., Brandon, P., Brown, F., Child, T., Cooper, G., Oxman, R. & Young, B. ۲۰۰۰. An information engineering approach to modelling building design. *Automation in Construction*, ۴, ۵-۱۵.
- [۶] Hardin, B. (۲۰۰۹). *BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows*, Wiley.
- [۷] Hartmann, T., Fischer, M & Haymaker ۲۰۰۹. Implementing information systems with project teams using ethnographic-action research. *Advanced Engineering Informatics*, ۲۲, ۵۷-۶۷.
- [۸] Hartmann, T., Van Meerveld, H., Vossebeld, N. & Adriaanse, A. ۲۰۱۲a. Aligning building information model tools and construction management methods. *Automation in Construction*, ۲۲, ۶۰۵-۶۱۳.
- [۹] Hartmann, T., Van Meerveld, H., Vossebeld, N. & Adriaanse, A. ۲۰۱۲b. Aligning building information model tools and construction management methods. *Automation in Construction*, ۲۲, ۶۰۵-۶۱۳.
- [۱۰] Images, W. (۲۰۰۹). *Building Information Modeling: Understanding and Operating in a New Paradigm*, The Foundation of Wall and Ceiling Industry, Falls Church.
- [۱۱] Jung, Y. & Joo, M. (۲۰۱۱). Building information modelling (BIM) framework for practical implementation.
- [۱۲] Sucar, B. (۲۰۰۹). Building Information Modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders.
- [۱۳] Taylor, J. ۲۰۰۷. Antecedents of successful three-dimensional computer-aided design implementation in design and construction networks. *Journal of Construction Engineering and Management* ۱۳۳, ۹۹۳-۱۰۰۴.
- [۱۴] Volk R, S. J., Schultmann F ۲۰۱۴. Building Information Modeling (BIM) for existing buildings — literature review and future needs. ۳۸, ۱۰۹-۲۷.
- [۱۵] Weisheng Lu, A. F., Yi Peng, Cong Liang, Steve Rowlinson. ۲۰۱۴. Cost-benefit analysis of Building Information Modeling implementation in building projects through demystification of time-effort distribution curves. *Building and Environment*.



Experience, challenges and advantages of implementing building information modeling in a mass construction project

Building information modeling (BIM) is being widely acknowledged as a catalyst for improving innovation and efficiency in construction industry and it is becoming a dominant process for overcoming the difficulties and challenges of this industry. However, implementation of the aforesaid process has a multitude of difficulties due to its novelty and some various factors including the resistance to change and the necessity to increase the information and technical knowledge of consultants, contractors and employers. Besides, the experience and details derived from the implementation of the aforementioned process in construction projects of Iran have not been widely informed yet. Also, while this process in developed countries is recognized as a legitimate procedure from the initial stages of design to the last stages of construction and operation the lack of familiarity with this process among the experts in Iran's construction industry has led to absence of acknowledgement for the aforementioned process. Hence, this study aims to explain and share the challenges, benefits and experience of implementing the aforesaid process in an $80,000 \text{ m}^2$ residential project and analyze various aspects of this process considering a practical point of view as well as benefiting technical, management and operational parties.

Key words: implementing building information modeling (BIM), construction industry, Mass construction