مدلسازی چهاربُعدی اطلاعات ساختمان (4D BMI) در مدیریت پروژه های ساخت

فرزاد فانی*
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی و مدیریت ساخت، گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی (واحد کرج)، البرز، ایران.
روح اله طاهرخانی
استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره)، قزوین، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۰۸، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۱/۲۸

چکیده

صنعت ساخت در پیمودن مسیر تکامل و پیشرفت خود همچون دیگر صنایع از تکنولوژی ها و نوآوری های روز دنیا بهره می برد. مدلسازی اطلاعات ساختمان (Building Information Modeling) یکی از این نوآوری ها است که در سالهای اخیر توانسته با افزایش بهره وری، در فرآیندهای کنونی ساخت و ساز تغییر اساسی ایجاد کند. منافع حاصل از این تغییر همه ذینفعان پروژه را بهره مند می کند. با توجه به اهمیت و گرایش رو به رشد به بکارگیری بیم، هدف از این پژوهش معرفی کاربردهای آن برای مدیران ساخت و بررسی برنامه ریزی بر مبنای بیم می باشد. این مطالعه سپس به بررسی مدلسازی چهاربعدی ساختمان در برنامه ریزی بر مبنای بیم می پردازد. در یک مطالعه موردی مدل چهاربعدی سازه ای یک برج مسکونی-اداری ایجاد می شود و برنامه ریزی مبتنی بر بیم به مدل وارد و یکپارچه می گردد. در نهایت با انجام مصاحبه و تجزیه و تحلیل در مورد کاربردها، مزایا و موانع بیم و ابزارهای آن، نتایج ارائه می گردد.

کلمات کلیدی
مدلسازی اطلاعات ساختمان، مدل ۴ بعدی ساختمان، مدیریت پروژه، پروژه های ساخت و ساز

۱- مقدمه

توسعه پایدار به عنوان رویکردی همه جانبه صنعت ساخت را نیز مانند دیگر صنایع تحت تاثیر قرار داده است [۱]. این تاثیر با توجه به افزایش تولید در صنعت ساخت [۲] به عنوان یک صنعت با میزان فعالیت بسیار بالا [۳] بیش از پیش مشهود است [۴]. در این راستا، صنعت ساخت برای رسیدن به توسعه پایدار از تکنولوژی های جدید به عنوان ابزاری برای تحقق ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی پایداری بهره می برد.

دست اندرکاران صنعت ساختمان در فرآیندهای کاری خود برای ارائه پروژه های موفق با وجود بودجه های کم، نیروی انسانی محدود، برنامه شتابزده و فشرده، و اطلاعات محدود و یا متضاد به طور مداوم با مشکلاتی روبرو هستند. برخی از مهمترین آنها، عدم هماهنگی و اشتباهات و دوباره کاری ها می باشد که نهایتا علاوه بر بالابردن هزینه ساخت، منجر به پایین آمدن کیفیت کار می گردد. ضوابط و مقررات

Four-Dimensional Building Information Modeling (4D BIM) in Construction Project Management

Farzad Fani *
M.Sc. Student of Engineering & Construction Management, Department of Civil Engineering, Islamic Azad University (Karaj Branch), Karaj, Iran.
Roohollah Taherkhani
Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Imam Khomeini International University (IKIU), Qazvin, Iran.

*Corresponding author's email address: f.fani20@gmail.com

Abstract

The construction industry, like other industries, leverages cutting-edge technologies and innovations in its path of evolution and progress. Building Information Modeling (BIM) is one of these innovations that has fundamentally transformed current construction processes by increasing efficiency. The benefits of this change are enjoyed by all project stakeholders. Given the growing importance and inclination towards BIM adoption, the aim of this research is to introduce its applications for construction managers and examine BIM-based planning. This study then delves into the examination of 4D building modeling in BIM-based planning. In a case study, a 4D model of a residential-office tower is created, and BIM-based planning is integrated into the model. Finally, through interviews and analysis of applications, benefits, and barriers of BIM and its tools, the results are presented.

Keywords
Building Information Modeling (BIM), 4D Building Modeling, Project Management, Construction Projects.

و ترتیب طرح های معماری، سازه ای، تاسیسات مکانیکی و برقی باید به خوبی هماهنگ شود، تا در مکان و زمان یکسان تداخلی اتفاق نیفتد. استفاده از مدلسازی اطلاعات ساختمان در تشخیص تداخلات بسیار موثر بوده و با شناسایی محل دقیق این تداخلات کمک شایانی به فرآیند پروژه می کند. پروفسور ایستمن در دهه ۱۹۷۰ میلادی، مفهوم جدیدی را در صنعت ساختمان برای طراحی نقشه ها معرفی کرد که پایه و اساس رویکردی است که امروزه با نام بیم شناخته می شود [۵]. اصطلاح مدل اطلاعات ساختمان برای اولین بار در مقاله ای در سال ۱۹۹۲ توسط ندروین و تولمن مطرح شد [۶]. با این حال اصطلاح مدل اطلاعات ساختمان و مدلسازی اطلاعات ساختمان (Building Information Modeling) به طور عمومی از ۱۰ سال بعد، هنگامیکه شرکت اتودسک (Autodesk) مقاله ای تحت عنوان "مدلسازی اطلاعات ساختمان" منتشر کرد، رایج شد. جری لایسرین به فراگیر شدن و استانداردسازی این اصطلاح با نامی مشترک برای نمایش دیجیتالی فرآیند ساخت و ساز کمک کرد که پس از آن با

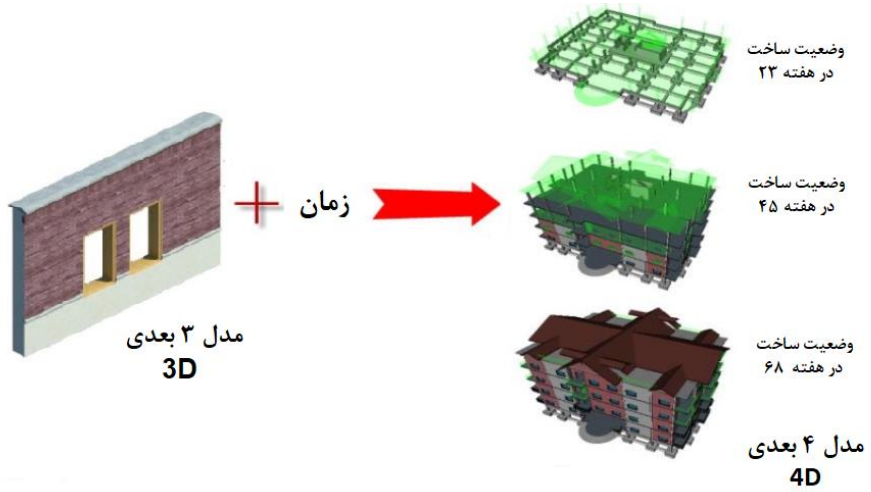
JECM
Journal of Engineering & Construction Management
3 (2), 2018
دوره ۳، شماره ۲
تابستان ۱۳۹۷
فصلنامه پژوهشی
مهندسی و مدیریت ساخت

اصطلاحات فنی متفاوتی توسط شرکت های بزرگ نرم افزاری از جمله گرافیسافت (Graphisoft) با عنوان "ساختمان مجازی"، بنتلی (Bentley) با عنوان "مدل یکپارچه پروژه" ارائه شد و توسط اتودسک و وکتورورکس (Vectorworks) با عنوان "مدلسازی اطلاعات ساختمان" مطرح شد تا تبادل و قابلیت همکاری و یکپارچگی اطلاعات را در فرمت دیجیتال تسهیل کند. کتاب راهنمای بیم نوشته ایستمن و همکارانش در سال ۲۰۱۱، بیم را به صورت زیر تعریف می کند:

عبارتی برای توصیف ابزارها، فرآیندها، فناوری هایی که با استفاده از مدارک دیجیتالی ساختمان، در بخش های مختلف عملکرد، برنامه ریزی، ساخت و نگهداری آن بکار گرفته می شود. به عبارت دیگر بیم مجموعه ای از نرم افزارهای، مدلهای سه بعدی، فرآیندها و پایگاه های اطلاعاتی است. به این معنی که بیم با یک مدل سه بعدی ساختمان شروع می شود که بیش از یک تصویر سازی ساده از هندسه و ساختار موارد که به مدل اضافه شده است، می باشد. یک مدل درست بیم، معادل مجازی بخش های واقعی ساختمان است که برای ایجاد یک ساختمان استفاده می شود، شامل عناصر مجازی در یک نمونه اولیه از عناصر فیزیکی ساختمان که امکان شبیه سازی و درک رفتار ساختمان قبل از آغاز ساخت و ساز واقعی را فراهم می آورد. با این مدل یک پایگاه داده ایجاد می شود که بیش از داده های صرفا معماری و مهندسی است. این مدل، داده هایی ایجاد می کند که برای نمایش به بیش از ۳ بعد نیاز دارند و حاوی اطلاعات برنامه ریزی هستند که نیروی انسانی، هماهنگی و هر آیتمی که در برنامه تاثیرگذار می باشد را بهتر روشن می سازد. همچنین کاربرد آن در اطلاعات هزینه که اجازه می دهد بدانیم بودجه یا هزینه برآورد شده از یک پروژه در هرزمان از پروژه چه مقدار می باشد و هنگامی که قسمتی تغییر کردف هزینه کل پروژه چه مقدار تغییر می کند.

۲- پیشینه تحقیق

مدلسازی و برنامه ۴ بعدی یک روش ارتباط دادن عناصر مدل ۳ بعدی با فعالیت های برنامه ساخت برای تجسم و تصویرسازی است. زمان، بعد چهارم در مدلهای ۴ بعدی است (شکل ۱). این روش مزایای زیادی نسبت به روش های سنتی برنامه ریزی دارد. روش های سنتی مانند نمودار گانت و شبکه CPM (Critical Path Method) نمی تواند ویژگیهای فضایی پروژه را نشان دهد. زمانی که طرح در ۲ بعد نشان داده شود، هریک از اعضای گروه روش متفاوتی برای درک طراحی و نقشه ها دارند. همه ایده مورد نظر را به شیوه ای یکسان درک نمی کنند که این باعث تفاوت در درک تصویر بزرگتر از پروژه می شود. مدلسازی ۴ بعدی به گروه پروژه در تجسم ویژگی های فضایی و مکانی پروژه و در شناسایی مشکلاتی که با نگاه کردن به نمودار گانت و یا شبکه های CPM قابل درک نمی باشند، مانند درگیری ها و تداخلات فضایی، کمک می کند. این روش به بهینه سازی نیروی کار، مواد، تجهیزات و فضا برای تمام فاز ساخت پروژه کمک می کند.



شکل ۱ شبیه سازی ۴ بعدی مدل اطلاعات ساختمان

بیم به توسعه روش های ناب مدیریت پروژه، نیز مرتبط است. بدین ترتیب که افزایش همکاری و به اشتراک گذاشتن اطلاعات می تواند در رسیدن به هدف مدیریت ناب در کاهش اتلاف فعالیت های غیر ارزش آفرین کمک کند [۷]. بیم دارای توان بالقوه استفاده در تمام مراحل چرخه عمر پروژه می باشد و می تواند توسط مالک برای درک نیازهای پروژه، توسط تیم طراحی برای تجزیه و تحلیل، طراحی و توسعه پروژه، توسط پیمانکار برای مدیریت ساخت پروژه و توسط مدیر بخش تاسیسات در جریان عملیات و مرحله انهدام استفاده شود [۸].

مدل بیم به دسته ای از پایگاه داده های جداگانه که توسط برنامه های مستقلی ایجاد شده اند، دسترسی دارد. به عنوان مثال، تمام اطلاعات مورد نیاز جهت تخمین مالی پروژه در برنامه مستقل مربوطه قرار دارد. این برنامه جهت انجام کار خود احتیاج به یک ارتباط دوطرفه با مدل ۳ بعدی بیم دارد تا به مبادله اطلاعات لازم بپردازد. این کار در همان مراحل اولیه طراحی امکانپذیر می باشد. بنابراین با وجود استفاده از منابع مستقل داده به دلیل خاصیتی به نام Interoperability (قابلیت کار با قسمت های مختلف)، تمام اطلاعات گروه های مختلف درگیر در پروژه یکپارچه می گردند. به

JECM
Journal of Engineering & Construction Management
3 (2), 2018
دوره ۳، شماره ۲
تابستان ۱۳۹۷
فصلنامه پژوهشی
مهندسی و مدیریت ساخت

این ترتیب گروه های طراحی شامل معماری، سازه، تاسیسات برقی و مکانیکی مدلهای خود را به صورت جداگانه در نرم افزارهایی از قبیل Autodesk Revit تهیه نموده و در نهایت به کمک نرم افزارهایی مانند Autodesk Navisworks، با یکدیگر تلفیق می شوند تا مدل یکپارچه بیم بدست آید. به دلیل کاربرد وسیع بیم، تعداد زیادی نرم افزار مرتبط با آن وجود دارد. برخی از این نرم افزارها در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱ نرم افزارهای BIM در شاخه های مختلف مهندسی

نرم افزارهای BIM	گروه های تخصصی
Revit Architectural	معماری
Tekla Structures	سازه
Revit MEP	تاسیسات برقی
Revit MEP	تاسیسات مکانیکی
Navisworks MS Project	مدیریت پروژه
Cost-X	متره و برآورد

ابزار بیم تمام برنامه های نرم افزاری است که به منظور کسب یک نتیجه خاص مدل را درست می کنند. نمونه هایی از آن ابزارها که این قابلیت ها را دارند برای رسم طرح، ارائه، تصویرسازی، نوشتن مشخصات، تشخیص تداخل و خطا، تجزیه و تحلیل انرژی، برآورد هزینه، برنامه ریزی استفاده می شوند. برای ایجاد یک مدل اطلاعاتی ساختمان نرم افزارهای کاربردی مانند Bentley Architecture, Graphisoft ArchiCAD, Tekla, Autodesk Revit و غیره وجود دارند. همچنین از نرم افزارهایی مثل Autodesk NavisWorks برای نمایش چند بعدی مدلهای ساخته شده و تشخیص تداخل و موارد دیگر استفاده می شود. با نگاه به آینده، این امکان وجود دارد که بیم در نهایت منجر به روش های طراحی و ساخت مجازی پروژه خواهد شد، به این صورت که پروژه قبل از اجرای واقعی به طور کامل شبیه سازی شود [۹].

۳- روش تحقیق

هدف از این پژوهش معرفی کاربردهای بیم برای مدیران ساخت و بررسی برنامه ریزی بر مبنای بیم می باشد. پس از شناسایی و معرفی کاربردها، به بررسی مدلسازی ۴ بعدی ساختمان در برنامه ریزی بیم پرداخته می شود. در یک مطالعه موردی مدل ۴ بعدی سازه ای یک برج مسکونی-اداری ۱۷ طبقه ساخته می شود. علاوه بر این، برنامه ریزی مبتنی بر بیم به مدل وارد و یکپارچه می شود. در نهایت، با تجزیه و تحلیل در مورد کاربردها، مزایا و موانع بیم و ابزارهای آن، نتایج ارائه می گردد. برخی از نرم افزارهایی که در زمینه بیم، به خصوص برای برنامه ریزی ۴ بعدی پروژه کاربرد دارند در جدول ۲ آمده اند.

جدول ۲ نرم افزارهای BIM در زمینه برنامه ریزی و مدیت ساخت [۱۰]

نام نرم افزار	شرکت سازنده	کاربرد در بیم
Navisworks Manage	Autodesk	برنامه ریزی، کشف تداخل، متره و برآورد
ProjectWise	Bentley	برنامه ریزی، کشف تداخل
Digital Project Designer	Gehry technologies	هماهنگ سازی مدل ها
Visual Simulation	Innovaya	برنامه ریزی
Solibri Model Checker	Solibri	هماهنگ سازی فیزیکی مدل ها
Synchro	Synchro Ltd.	برنامه ریزی و طراحی
Tekla Structures	Tekla	مدلسازی سازه ای، نقشه های شاپ برای سازه، وارد کردن اطلاعات برنامه ریزی
Vico Office	Vico Software	هماهنگ سازی، برنامه ریزی، متره و برآورد

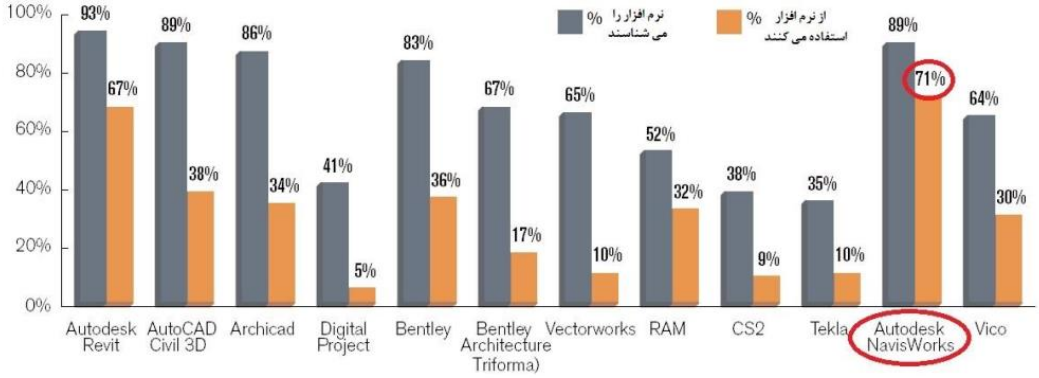
همانطورکه در شکل ۲ نشان داده شده است، طبق پژوهش شرکت ساختمانی مک گراهیل درباره کاربران و استفاده کنندگان بیم، پرکاربردترین نرم افزار، Navisworks می باشد که بکارگیری آن توسط شرکت های پیمانکاری بیشتر بوده است [۱۲].

۴- بیم و برنامه ریزی ۴ بعدی بر مبنای آن

طبق کتاب مدلسازی اطلاعات ساختمان ایستمن، ویژگی های یک مدل اطلاعات ساختمان عبارت اند از:

- اجزاء ساختمان که با اشیاء دیجیتالی هوشمند به نمایش در می آیند و با مشخصه های گرافیکی و قوانین برداری مرتبط هستند.
- اجزاء حاوی اطلاعاتی هستند که ویژگی ها و رفتارهایشان را بیان می کنند و برای تجزیه و تحلیل فرآیندهای کاری مفید می باشند. مانند اطلاعاتی که از آن ها برای تحلیل سازه و تحلیل انرژی استفاده می شود.
- داده هایی پایدار و هوشمند که اگر در یک جزء ساختمان تغییر کنند، دیگر داده های مرتبط تحت تاثیر قرار خواهند گرفت [۱۳].

بسیاری از نرم افزارهای سه بعدی که امروزه از آنها استفاده می شود قابلیت هایی دارند که می توانند در شاخه بیم طبقه بندی شوند. اما در حال حاضر استفاده از این قابلیت ها میان کاربران مرسوم نیست و تمام پتانسیل های موجود به کار گرفته نمی شوند که در صورت استفاده می توانند سودمند باشند. این امکان وجود دارد که میزان هزینه و مقدار کاری که انجام شده را در مقابل کمیت هایی متناظر در مدل بیم تعریف نمود. بنابراین وقتی که کمیتی در مدا تغییر می کند، مقدار کار، زمان و هزینه نیز تغییر خواهد کرد. این کار می تواند به مقدار چشمگیری زمانی که صرف تخمین و برنامه ریزی مجدد می شود را کاهش دهد.



شکل ۲ میزان آگاهی و استفاده از نرم افزارهای BIM [۱۲]

در ادامه برخی از نتایج و فوایدی که شرکت ساختمانی جری با بکارگیری بیم در فرآیندهای کاری خود بدست آورده است بیان می شود:

- حذف ۴۰ درصدی تغییرات خارج از برنامه حاصل شد
- دقت برآورد و تخمین هزینه در حدود ۳ درصد بود
- افزایش هزینه های فاز اولیه پروژه کمتر از ۱ درصد شد
- پیشنهاد مناقصه با دقت ۲،۵ درصدی هزینه های واقعی ساخت انجام گرفت
- ۶۰ درصد نیاز به گزارش گیری اطلاعات جدید کمتر شد
- مدت زمان انجام متره و برآورد هزینه ۸۰ درصد کمتر شد
- صرفه جویی کلی ناشی از بکارگیری کشف نقاط تداخل به مقدار ۱۰ درصد مبلغ قرارداد بود
- هزینه برنامه ریزی کاهش ۷ درصدی داشت
- بازگشت سرمایه ۱۰ تا ۲۰ برابری به دلیل وجود آنالیز چرخه عمر پروژه حاصل شد [۱۴].

۵- مدلسازی ۴ بعدی اطلاعات ساختمان

با برآورد زمان، که بعضا 4D نامیده می شود، اجسام در یک مدل اطلاعات ساختمان به برنامه زمانی متصل می شوند. پیوند به برنامه زمانی این امکان را فراهم می آورد که برنامه پروژه ها به صورت تصویری دیده شود و کاربران می توانند هر نقطه از محل و ساختمان را در واحد زمان شبیه سازی کنند. اینگونه شبیه سازی تصویری از برنامه در ذهن ایجاد می کند که می تواند منجربه تشخیص زودهنگام خطاهای برنامه ریزی شود. به جای اینکه اشتباهات و کاستی های برنامه ریزی در حین اجرا شناخته شوند و در محل کارگاه ساخت به اصلاح آنها و حل مشکلات برنامه ریزی پرداخته شود که هزینه های زیادی را بر پروژه تحمیل می کند، اشتباهات می توانند در همان مرحله طراحی و قبل از فاز ساخت رفع شوند. علاوه بر آن، برآورد زمان می تواند برای بهینه سازی فرآیندهای ساخت نیز به کار گرفته شود. می توان با شبیه سازی سناریوهای مختلف ساخت، آنها را در مقابل یکدیگر ارزیابی کرد و اقتصادی ترین سناریو و روش ساخت را انتخاب نمود.

فناوری بیم در حال گسترش از دنیای معماری و مهندسی به دیکر عرصه های مرتبط با ساخت و ساز می باشد. بیم ۴ بعدی به عنوان ابزاری کاربردی برای ایمنی کارگاه نیز شناخته می شود که نکات ایمنی را به برنامه ریزی فعالیت ها نزدیک تر می کند و ترتیب قرارگیری ایمن در زمان های مختلف فرآیند ساخت را به صورت مصور نشان می دهد. به نظر می رسد که فناوری بیم می تواند شیوه ای جدید برای حل مشکلات مربوط به حوزه ایمنی در صنعت ساخت و ساز باشد [۱۵]. تکنولوژی موجود توانسته است که روش های یکپارچه مدیریت ایمنی کارگاه را توسعه دهد. در ابتدا، بیم با مستندسازی مطمئن تر اسناد، مدارک و اطلاعات پروژه شرایط را برای ساخت به روش پیش ساخته و صنعتی ساختمان ها فراهم می کند که به طبع آن، باعث کاهش زمان مورد نیاز ساخت و بالاخره کاهش پتانسیل وقوع حوادث در کارگاه می شود.

۶- تجزیه و تحلیل نتایج

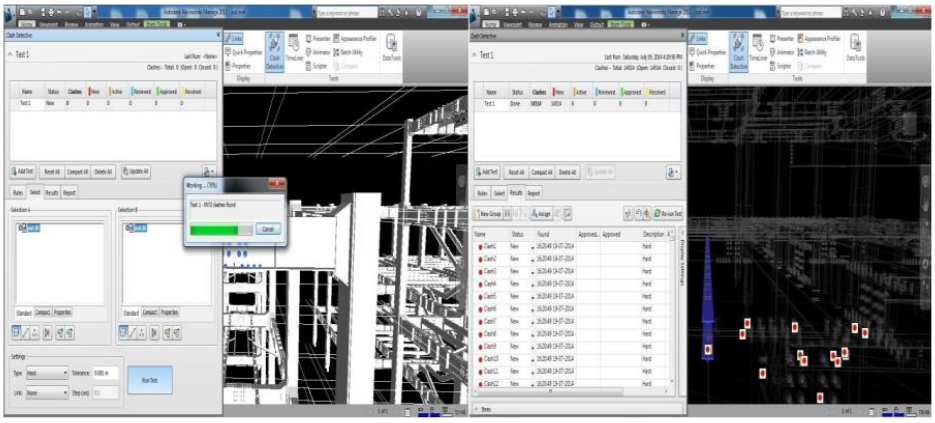
در مطالعه موردی انجام شده از اطلاعات و مدلهای موجود در پروژه برج مسکونی-اداری ۱۷ طبقه استفاده شد که مشخصات آن در جدول ۳ نمایش داده شده است.

جدول ۳ مشخصات پروژه مورد مطالعه

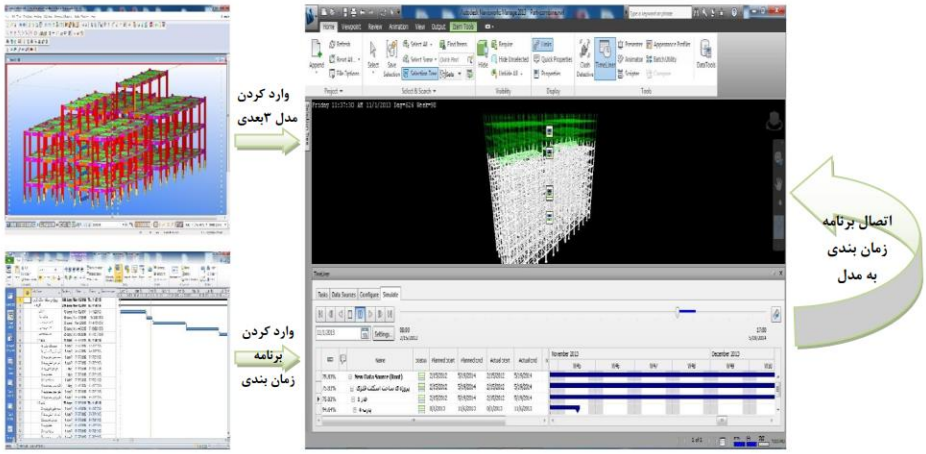
نوع سازه	سازه فلزی دارای ستون درختی با اتصالات پیچ و مهره ای مستقیم و غیرفلنچی به تیرهای اصلی و فرعی
سیستم سازه ای	دارای سیستم دوگانه قاب خمشی ویژه و مهاربندی شده در دو جهت
تعداد سازه	۲ بلوک با نام های A , B
تعداد طبقات	هریک از برجها دارای ۱۷ طبقه (۱۵ طبقه دارای کاربری مسکونی و ۲ طبقه دارای کاربری پارکینگ)
زیربنا	۲۲۶۲۱ مترمربع (مساحت کل زیربنا)

در فرآیند مدلازی اطلاعات ساختمان ابتدا با جمع آوری داده های اطلاعاتی در دسترس و افزودن اطلاعات مورد نیاز و یا اصلاحات لازم، مدل ۳ بعدی پروژه با نرم افزار Tekla Structure اجرا شد و بخش های مختلف آن که شامل ۶ بخش ۳ طبقه ای بودند به فرمت IFC تبدیل شدند که پروسه ای زمان‌بر بود. سپس از نرم افزار Navisworks برای وارد کردن مدلها و یکپارچه سازی آنها استفاده شد. پس از وارد کردن مدلها و یکپارچه سازی، عمل کشف تداخل انجام شد، که نتایج، تداخلات سختی بود که در ناحیه اتصالات و در قسمت پیچ ها وجود داشت که با رواداری مجاز قابل چشم پوشی

بودند. سپس برنامه زمانبندی پروژه متناسب با نام و شناسه اجزاء مدل به روز رسانی گردید و اتصال متناظر بین اجزاء مدل با فعالیت هایی که در نرم افزار MS Project تعریف شده بودند برقرار گردید. سپس با وارد کردن اطلاعات برنامه ریزی پیش بینی شده و گزارشات واقعی انجام کارها و اجرای سازه مدل ۴ بعدی اجرای سازه پروژه با شبیه سازی زمانی در هر مرحله قابل مشاهده گردید. از فواید مشهود شبیه سازی ۴ بعدی، قابل فهم بودن درصد پیشرفت واقعی و گزارشات پروژه در هر بازه زمانی تعریف شده برای افراد غیر متخصص و خصوصا مشتریان می باشد که در پروژه مطالعه موردی مذکور، یکی از جذاب ترین ویژگیهای بیم بود که مدیران ارشد پروژه خواستار آن بودند.



شکل ۳ کشف تداخل در مدل یکپارچه ساخته شده



شکل ۴ ایجاد مدل ۴ بعدی و شبیه سازی زمان پروژه

بکارگیری نرم افزارهای بیم و برنامه ریزی ۴ بعدی بر مبنای آن، فوایدی برای همه ذینفعان پروژه به همراه داشت که در زیر به مهمترین آنها اشاره می گردد:

- کاهش هزینه کلی پروژه
- مدیریت موثرتر پروژه در تمام فازهای چرخه عمر آن
- گزارش‌گیری و پایش پیشرفت پروژه با سرعت بیشتر و در هر بازه زمانی
- قابل فهم بودن گزارشات با نمایش ۴ بعدی به خصوص برای مشتریان
- افزایش بهره وری و دقت در عین کاهش زمان
- کاهش اتلاف در فرآیندهای کاری اجرایی

و علاوه بر اینها می توان بیم را ابزاری سودمند برای رسیدن به توسعه پایدار در صنعت ساختمان به شمار آورد.

در مصاحبه هایی که با متخصصین و عوامل درگیر در پروژه درباره بکارگیری بیم شد آنها درباره موانع و مشکلاتی که در پیاده سازی بیم با آن مواجهند در موارد زیر عنوان کردند:

- سختی کار با نرم افزارها به دلیل عدم آشنایی قبلی
- کمبود افراد حرفه ای برای کار با نرم افزارها
- نبود تقاضا از سوی مشتریان
- بازگشت سرمایه استفاده از بیم مشخصا تعریف نشده است
- مقاومت در برابر تغییر
- پیچیدگی مدل بیم
- مشخص نبودن موضوعات حقوقی مانند مالکیت مدل بیم

JECM
Journal of Engineering & Construction Management
3 (2), 2018
دوره ۳، شماره ۲
تابستان ۱۳۹۷
فصلنامه پژوهشی
مهندسی و مدیریت ساخت

۷- نتیجه گیری

با توجه به مزایای بالقوه متعدد و مختلفی که بیم برای همه ذینفعان و گروه های درگیر در صنعت ساخت دارد می بایست مورد حمایت قرار گرفته و گسترش یابد. اگرچه ممکن است ذینفعان به دلیل بازگشت سرمایه بهتر و افزایش سود از این فناوری حمایت کنند، اما مدیران و متخصصان پروژه علاوه بر سود بیشتر به دلایل دیگری از جمله بهره وری بیشتر، ارتباطات موثرتر، مدیریت یکپارچه پروژه و نهایتا انجام فعالیت های ارزش آفرین برای پروژه، راغب به استفاده از بیم هستند. پیاده سازی بیم، با چالش هایی همراه است از جمله سرمایه گذاری اولیه مورد نیاز، هزینه های سخت افزاری و نرم افزاری و آموزش، که این عوامل باعث کندی گسترش فناوری بیم می گردد. به همین خاطر در کشورهایی که بخش خصوصی در صنعت ساخت از توان بالایی برخوردار نیست، بدون حمایت دولت، بعید است که بیم در آینده نزدیک به روشی رایج در صنعت ساخت تبدیل شود. در هر حال، مدیران ساخت و کارفرمایان باید بیشتر با مدلسازی اطلاعات ساختمان و کاربردهای آن در صنعت ساخت و ساز به عنوان ابزاری برای موفقیت و مدیریت موثرتر پروژه ها آشنا شوند، چرا که طبق تحقیقات و نظرسنجی های صورت گرفته در دیگر کشورها، تمایل دست اندرکاران صنعت ساختمان به استفاده از بیم در چند سال اخیر رشد فزاینده ای داشته است و همچنان در حال افزایش است.

۸- مراجع

[1] Taherkhani, R.; Saleh, A.L.; Mansur, S.A.; Nekooie, M.A.; Noushiravan, M.; Hamdani, M. 2012. “A Systematic Research Gap Finding Framework: Case Study of Construction Management”, J. Basic Appl. Sci. Res. 2: 5129–5136.

[2] Taherkhani, R. 2013. “Development of a Social Sustainability Model in Industrial Building System (IBS)”, Universiti Teknologi Malaysia, Johor Bahru, Malaysia.

[3] Zandiye, Keyvan, Roohollah Taherkhani, and Reza Ziaie Moayed. 2016. “History of Safety in Iranian Construction Industry (in Farsi)”, Journal of Engineering and Construction Management (JECM) 1(1): 13–20.

[4] Taherkhani, R., 2014. “A Strategy towards Sustainable Industrial Building Systems (IBS): The Case of Malaysia”, J. Multidiscip. Eng. Sci. Technol. 1: 86–90.

[5] Eastman C., (1975), The use of computers instead of drawings in building design, Journals of the American institute of architects.

[6] Van Nederveen, G.A.; Tolman, F.P. (1992). "Modelling multiple views on buildings". Automation in Construction 1 (3): 215–24.

[7] Olatunji, O.A., 2011.Modelling the costs of corporate implementation of building information modelling. Journal of Financial Management of Property and Construction 16 (3), 211–231.

[8] Grilo, A., Jardim-Goncalves, R., 2010. Value proposition on interoperability of BIM and collaborative working environments. Automation in Construction 19 (5), 522–530.

[9] Froese, M., 2010. The impact of emerging information technology on project management for construction. Automation in Construction 19 (5), 531–538.

[10] Reinhardt, Jan. "Appendix C: BIM Tools Matrix." The Contractor's Guide to BM. 2nd. AGC of America, 2009. 57-67

[11] Steve Jones, AIA Technology in Architectural Practice Building Connections Workshop, McGrawHill Construction Research on BIM Users, 2008.

[12] McGraw-Hill, Building Information Modelling (BIM) Transforming Design and Construction to Achieve Greater Industry Productivity, 2008.

[13] Eastman, C. , P. Teicholz, et al. (2011), BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors , John Wiley & Sons, Inc.

[14] KUEHMEIER J. , BUILDING INFORMATION MODELING AND ITS IMPACT ON DESIGN AND CONSTRUCTION FIRMS, M.Sc THESIS, UNIVERSITY OF FLORIDA, 2008.

[15] Kiviniemi M. , et al. , BIM-based Safety Management and Communication for Building Construction, Research Centre of Finland, 2011.