BIM Modeling Information Building
1st International Conference
مدل سازی اطلاعات ساختمان
اولین کنفرانس بین المللی
BIM 1st international conference Building Information Modeling 2018

آسیب های کنونی صنعت ساختمان کشور در طراحی و اجرای ساختمان و اثرات استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان بر کاهش هزینه و زمان

محسن پارسا[۱]، مهدی کفایتی ملک آباد[۲]، مینو ندافیان[۳]

چکیده

مقایسه زمان و هزینه ساخت ساختمان به ویژه در ساختمان های پیچیده امروزی، میان کشور ما با آنچه در کشورهای صنعتی انجام می شود، نشانگر ضعفها و آسیبهای بسیاری است که گریبانگیر صنعت ساختمان شده اند. این آسیبها در حوزه های بسیار متفاوتی قرار دارند از قبیل اقتصاد، برنامه ریزی، فرهنگ، تکنولوژی و ...، که خود در این مقاله نمی گنجد. این مقاله بر آسیبهای فنی و تکنیکی که خاصه در فرآیند طراحی و اجرای کالبد و تاسیسات یک ساختمان وجود دارند و زمان- هزینه تمام شده محصول نهایی را افزایش داده و کیفیت آن را کاهش می دهند، متمرکز خواهد بود. این آسیبها به کمک روشها و سیستم های تکنولوژی نوینی همچون مدلسازی اطلاعات ساختمان (BIM) تا حد زیادی قابل رفع است. برای درک اثرات این سیستم نوین در صنعت ساختمان کشور، باید گفت که این مقاله به بررسی چالشها و کاستیهای کنونی این صنعت پرداخته است و سعی شده این هزینه های مالی و زمانی که صرف رفع این چالشها می گردد، اندازه گیری شود. سپس اثرات تکنولوژی بیم در رفع و یا کاهش این چالشها نیز با معیار زمان و هزینه مالی سنجیده شده و منافع آن در صنعت ساختمان آشکار می گردد. در این مطالعه مروری از جستجوی کتابخانه ای و اینترنتی و مطالعات میدانی جهت جمع آوری منابع استفاده شده است. نتیجه این پژوهش بیان می کند با اندازه گیری کمی و کیفی آسیبهای وارد بر ساختمان بر اساس هزینه و زمان سربار به طراحی و اجرای پروژه، و مقایسه آنها با آنچه با پیاده سازی سیستم بیم می تواند صرفه جویی شود، اثرات مثبت سیستم بیم بر صنعت ساختمان روشن می شود.

واژگان کلیدی: مدلسازی اطلاعات ساختمان، صنعت ساختمان کشور ایران، آسیب ها، هزینه های مالی، هزینه های زمانی، صرفه جویی

*[۱]- نویسنده مسوول: کارشناس ارشد معماری دانشکده هنر و معماری دانشگاه یزد (mparsa57@gmail.com)

[۲]- کارشناس ارشد مهندسی مکانیک دانشکده مهندسی دانشگاه بیرجند (Kefayati.mahdi@yahoo.com)

[۳]- دانش آموخته کارشناسی معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد (minoo.arch@gmail.com)

۱- مقدمه

امروزه ساختمان ها پیچیده تر و حساس تر از گذشته اند. موضوع پایداری در آنها مهم است، مقاومت و دوام آنها مورد توجه زیادی است و از همه مهمتر مسایل مربوط به بهره برداری و امنیت و شرایط کاربران آنها به موضوعی جدید و مورد توجه تبدیل شده است. صنعت ساختمان در ایران متاسفانه یک صنعت عقب مانده و توسعه نیافته است. اگر چه از ظاهر بسیاری از ساختمانهایی که در دهه های اخیر ساخته شده اند، چنین چیزی برداشت نمی شود، ولی با مقایسه آماری مانند عمر مفید ساختمان در ایران با کشورهای پیشرفته، این امر کاملا آشکار می شود. هزینه و زمان صرف شده برای ساخت نیز از معیارهایی هستند که با مقایسه با استانداردهای جهانی، بخشی از ناکارآمدی صنعت ساختمان را نشان می دهند.

۲- چالشهای تکنیکی طراحی و اجرایی ساختمان در صنعت ساختمان حال حاضر کشور

صنعت ساختمان در کشور ما و با روشهایی که در حال حاضر در آن جاری است، دچار آسیبهایی است که هر روزه کلنجار رفتن با آنها به دلیل پیچیدگی هر چه بیشتر ساختمانها و افزایش انتظارات و استانداردها، دشوارتر و پرهزینه تر می شود. این آسیبها در مرحله طراحی و اجرای ساختمان در چند دسته بزرگ اصلی جای می گیرند و همگی از تکنولوژی و گردش کار سنتی در صنعت ساختمان منتج می شوند و خود سرچشمه چندین چالش و مانع دیگر در فرآیند برنامه ریزی، طراحی، ساخت، و بهره برداری از ساختمان هستند. آنها به صورت کلی عبارت اند از:

۱- ایجاد تناقض و برخورد بین سیستمهای ساختمانی در نقشه ها
۲- ایجاد بروکراسی
۳- ناسازگاری میان فرمت های مختلف نرم افزاری
۴- عدم به روز رسانی اسناد و مدارک پس از تغییرات
۵- عدم امکان ارزیابی دقیق پروژه طی فرآیند طراحی و تصمیم گیری و تغییرات مداوم
۶- کاهش توان ساخت و مونتاژ قطعات خارج از سایت

در اینجا هریک از چالشهای عمده شش گانه شرح داده شده در بالا به صورت تفصیلی مورد بررسی قرار گرفته و اثرات سیستم بیم بر آنها ارزیابی می شود.

۲-۱- چالش نخست: ایجاد تناقض و برخورد بین سیستمهای ساختمانی در نقشه ها؛

در شیوه مرسوم، نقشه ها معمولاً به صورت دوبعدی تهیه می شوند و متخصصان گوناگون از رشته های مختلف مهندسی اعم از مهندسان سازه، معماری، تاسیسات مکانیکی، برق و... نقشه های مورد نیاز پروژه را تهیه می کنند. به دلیل اینکه از سویی سیستم های ساختمانها دارای پیچیدگی بسیاری هستند و از سویی دیگر هر یک از این سیستمها توسط یک گروه طراحی جداگانه طرح می شود، تناقضات و برخوردهای فیزیکی و ضابطه ای میان این سیستمها بسیار رخ می دهد. در این زمان تطابق نقشه های انجام می پذیرد تا این برخوردها (clashes) تا حد امکان یافته و حل شوند و وارد مرحله اجرا نگردند. البته به دلیل خطاهای انسانی باز هم برخی خطاها تا زمان اجرا از چشم مهندسان پوشیده می مانند. در زمان بروز اینگونه

خطاها، علاوه بر طراحان و محاسبان و دستگاه نظارت، پیمانکاران اصلی و یا خرده پیمانکاران نیز درگیر شده و روند پروژه تحت تاثیر قرار می گیرد. ایراداتی که از این چالش نشات می گیرند عبارت اند از:

۲-۱-۱- دوباره کاری در مرحله طراحی

که به دلیل تداخل سیستمهای ساختمان و برخورد فیزیکی آنها با هم منجر به طراحی و ترسیم مجدد اسناد و نقشه ها می گردد و تغییرات ناخواسته ای را وارد طرح نهایی ساختمان می کند.

نحوه محاسبه هزینه و زمان: معمولاً تغییرات و اصلاحاتی که در مرحله طراحی توسط مشاور و به واسطه برخورد سیستمها ایجاد می شود، ۲۰ ٪ کل هزینه طراحی را شامل می شود. این میزان نسبت مستقیم با میزان پیچیدگی، وسعت و تراکم سیستمهای تاسیساتی ساختمان دارد. البته این هزینه تابعی از زمان صرف شده نیز هست و با آن نسبت مستقیم دارد چرا که هزینه های مربوط به هر روز بیشتر کار در کارگاه و یا دفاتر مرتبط را شامل می شود. بخشی از این هزینه ها نیز مربوط به پرداخت حق الزحمه مجدد به مهندسان مربوطه است، اعم از مهندسان طراح، اپراتورهای نرم افزار و همچنین ناظران. به علاوه، گاه برای جبران زمان دوباره کاری ها، ضرورت استخدام نیروهای جدید و یا قراردادهای پیمانکاری خارج از برنامه احساس می شود. میزان صرف زمان برای حل تناقضات سیستم های ساختمان در مرحله طراحی حدود ۳۵ ٪ ازکل زمان در نظر گرفته شده برای طراحی است[۱].

۲-۱-۲- دوباره کاری در مرحله اجرا

دوباره کاری در مرحله اجرا، در پی خطاهای انسانی و بی دقتی های حاصل از تعدد کاربران (که در شیوه سنتی و مرسوم برای پیشبرد سریع کار ضروری و بدیهی به نظر می رسد)، از قلم افتادگی ها و دوباره کاری ها با پیشرفت پروژه در اجرا اتفاق می افتاده است. این امر نه تنها موجب اتلاف هزینه و زمان نیروهای کاری از سوی پیمانکاران جزء و کل و در نتیجه فشارهای مالی بیشتر بر روی آنها و در نهایت سرمایه گذار پروژه است، بلکه بهم ریختگی و تاخیر در برنامه فیزیکی پروژه نیز می شود. از سویی دیگر خواه نا خواه کیفیت محصول پایین می آید.

عمده عواملی که باعث دوباره کاری در اجرا می شوند عبارت اند از:

- تداخل فیزیکی میان سیستمهای ساختمانی
- کمبود اطلاعات و اسناد اجرایی که باعث اجرای اشتباه می شود
- ناتوانی پیمانکار در درک درست نقشه و تفسیر اشتباه آن
- تغییر نظر کارفرما پس از اجرا
- تغییرات قیمت و یا دسترسی به مصالح در بازار که باعث تغییر در طرح می گردد

بخش دیگری از هزینه ها مربوط به مرحله اجرا است، در این مرحله هزینه ها شامل هزینه های تخریب بخش نادرست، ساخت دوباره و توقف بخشی از کارگاه (برای اختصاص زمان تصمیم گیری و شور ما بین نیروهای متخصص و گاه مشورت گرفتن از تکنیسین های اجرایی برای حل مشکل) است. همانگونه که در بخش پیشین دیدیم دوباره کاری به معنای اتلاف وقت

[۱] محاسبه این اعداد با مطالعات میدانی بر روی چند پروژه نمونه و نتایج پرسشنامه از متخصصان این امر انجام گرفته است.

نیز هزینه هایی را در بر دارد. دوباره کاری در مرحله اجرا حدود ۳/۵ درصد افزایش هزینه و ۷ درصد طولانی شدن زمان را به نسبت هزینه و زمان کل ساخت[۱]، به پروژه تحمیل می کند.

۲-۱-۳- تعدد کارشناسان دفتر فنی

در شیوه مرسوم با توجه به نواقصی که در اسناد طراحی وجود دارد، به تعداد بیشتری از نیروهای مستقر در کارگاه نیاز است، که مدیریت این تعداد نیرو و هماهنگی بین آنها علاوه بر تحت فشار قرار دادن جریان کار سازمان، بودجه بیشتری را نیز بر سرمایه گذار پروژه تحمیل می کند. استقرار دفتر فنی متشکل از نیروهای متخصص، اعم از مهندسان، کارشناسان نرم افزار و نیروهای دفتری از نیازهای اصلی پروژه است اما در شیوه رایج و خصوصاً در پروژه های بزرگ گاه این تعداد از حد قابل قبول و استاندارد بالاتر می رود که تبعاتی نیز در پی دارد:

- نیاز به تفکیک حوزه های گوناگون و به تبع نیاز به حرایم و فضای بیشتر.
- احتمال بالارفتن تنش های کاری مابین شخصیت های گوناگون در محیط کار که تابعی از تعداد افراد است.
- معضلات مدیریتی در ایجاد تعادل بین حوزه های گوناگون کاری، خصوصاً در زمان بروز اختلافات حرفه ای.
- نیاز به برگزاری جلسات و جلب نظرات تمامی تیم های مرتبط با موضوع و در نتیجه صرف زمان بیشتر و تأخیر در انجام امور.
- نیاز به ایجاد و تقویت بخش هایی چون مدیریت منابع انسانی به منظور ایجاد تعادل در حق و حقوق کارکنان.

این چالش به لحاظ مالی حدود ۱/۴ درصد هزینه های ساخت را افزایش می دهد.

۲-۱-۴- تعدد ناظران اجرایی

به دلیل عدم قطعیت نقشه ها و امکان وجود خطا و از قلم افتادگی در اسناد، معمولاً برای نظارت بر اجرای دقیق پروژه نیاز به بکارگیری تعداد بیش از معمول متخصصان نظارت وجود دارد که این امر خود هزینه های پروژه را افزایش می دهد. تعداد بیشتر ناظران اجرایی در پروژه های بزرگ، امری اجتناب ناپذیر تلقی می شده است و اختلافات بین ناظران این چالش ها در زمینه های گوناگونی نمایان می شوند. هزینه ای که ناظران اجرایی بر پروژه تحمیل می کنند، به لحاظ دستمزد و زیرساختهای لازم، حدود ۲/۵ درصد از هزینه ساخت است.

۲-۱-۵- نیاز به نقشه های اجرایی (shop-drawing)

تقریباً در تمام پروژه های ساختمانی به ویژه در مقیاس متوسط و بزرگ، نقشه های اجرایی دقیقی تهیه می شوند. تهیه نقشه های اجرایی بسته به نوع سیستم ساختمانی به روشهای متفاوتی انجام می شود. پیچیدگی و تراکم سیستمهای ساختمانی مختلف در ساختمان های امروزی ضرورت وجود این اسناد را دو چندان می کند.

در هنگام تهیه نقشه های اجرایی، مهندسان و پیمانکاران تمام رشته های ساختمان درگیر ترسیم می شوند و در نهایت تطابق و تدقیق این نقشه ها (بررسی خطاهای احتمالی و همچنین تطابق نقشه ها با نقشه های اجرایی سایر گروه های

---

[۱] با توجه به اینکه ارزیابی هزینه های دوباره کاری کفایت متخصصان صنعت را زیر سوال می برد، در اسناد پروژه و تراز مالی آنها چنین ارزیابی ای وجود ندارد. مولفان این مقاله با توجه به سابقه کاری و اندازه گیری چند پروژه به این عدد دست یافته اند. شایان ذکر است که این عدد در حداقل در نظر گرفته شده است و بسیاری از پروژه تا ۱۰ درصد از هزینه را صرف دوباره کاری می کنند.

ساختمانی) به عهده مهندسان ناظر طراحی و یا عامل چهار پروژه است. در این بخش نیرو و زمان زیادی صرف اصلاح تداخل ها و جلساتی برای حل اختلافات مابین گروه ها مختلف ساختمانی می شود. هزینه های مربوط به زمان افزوده شده برای ترسیم مجدد نقشه ها قابل توجه است. مطابق مطالعات میدانی انجام شده، تهیه نقشه های اجرایی (shop drawings) چیزی معادل ۱۸ درصد زمان طراحی پروژه را افزایش داده و بار مالی آن حدود ۱۰ درصد کل هزینه های طراحی خواهد بود.

۲-۲- چالش دوم: بروکراسی در فرآیند طراحی و ساخت

در آغاز پروژه، طراحی در دفاتر مهندسان مشاور صورت می گیرد و تأیید گرفتن از بالادست، برای طراحان و محاسبان فرایندی زمانبر است. تا این مرحله مهندسان برای متقاعد کردن و تأیید گرفتن طرح از کارفرما و سایر ارگانهای بالادستی زمان زیادی را صرف می کنند و در این فرآیند تغییرات و اصلاحات زیادی را در طرح اولیه اعمال می کنند. پس از ورود به مرحله اجرایی، پیمانکاران و دستگاه نظارت وارد عمل می شوند و کاغذ بازی ها و بروکراسی اداری بین آنها و کارفرما آغاز می شود. مسلماً باز هم تمامی این ها برای سرمایه گذار پروژه بار مالی نیز خواهد داشت. بسیاری از این مکاتبات غیرضروری اتلاف زمان بسیاری را موجب می شوند و علاوه بر آن در پروژه های بزرگ، نیاز به تعریف بخشی در پروژه به عنوان بخش اداری، برای رتق و فتق امور مربوط به این کاغذبازی ها، تسهیل مکاتبات و پیگیری مطالبات ضروری به نظر می رسد. چالشهای این بخش به دو دسته بروکراسی در مرحله طراحی و بروکراسی در مرحله اجرا تقسیم می شوند:

۲-۲-۱- بروکراسی در مرحله طراحی

بروکراسی در مرحله طراحی عبارت است از هدر رفت زمان برای انتقال اطلاعات، هماهنگی و نیز أخذ تأییدات لازم. در فرآیند طراحی به ویژه در پروژه های متوسط و بزرگ مقیاس و پیچیده که تعداد زیادی متخصص طراحی در زمینه های مختلف فعالیت می کنند و باید مداوم طرح و محاسبات خود را با دیگران به اشتراک گذارده و بررسی کنند و از ارگانهای بالادستی تاییدیه اخذ کنند. به دلیل اثرات متقابل و به هم وابسته بودن این طرح ها، چالشها و دعوی های بسیاری در فرآیند طراحی رخ می دهد که نیازمند یک ساختار منظم و دقیق است. این ساختار دقیق باید اسناد متفاوت و پراکنده هر طراح را به دیگران انتقال دهد، ویرایش های مختلف را از هم تفکیک کند، و به تأیید نهایی سازمانهای بالادست برساند. وجود این سیستم بسیار ضروری است ولی از سوی دیگر خود باعث کندی ارتباطات و هماهنگی ها و انتقال اطلاعات می شود. به عبارت ساده‌تر، با یک تغییر ساده در معماری، با نامه و سند کاغذی باید به مراجع بالا دستی اطلاع داده شود و پس از تأیید او، این تغییر به اطلاع سایر گروه های طراحی پروژه برسد و اصلاح طرح به آنان ابلاغ گردد. آنان نیز به نوبه خود باید با یکدیگر هماهنگ شوند و طرح را اصلاح کنند. این فرآیند ممکن است چندین بار رفت و برگشت کند و با سیستم سنتی ارتباطات بر پایه اسناد کاغذی، زمان زیادی هدر می رود. بروکراسی در فرآیند طراحی حداقل ۱۰ درصد زمان طراحی را افزایش می دهد. به دلیل پیچیدگی و مزمن بودن این چالش، محاسبه هزینه های آن بر روند طراحی در دامنه این مقاله نمی گنجد و محاسبه نشده است.

۲-۲-۲-بروکراسی در مرحله ساخت

در زمان ساخت که معمولاً در کشور ما بسیار بیشتر از زمان طراحی طول می کشد، اثر منفی بروکراسی بر اطاله زمان کمتر است و دلیل عمده آن تمرکز نیروهای متخصص در سایت پروژه است. آنها خود بسیاری از انتقال اطلاعات و هماهنگی ها را با هم به صورت چهره به چهره و شفاهی انجام می دهند و نیاز به استفاده از سیستم های اداری مبتنی بر اسناد کاغذی

ندارند. ولی با این حال به دلایلی چون پراکندگی اطلاعات، و سرمایه گذار یا سازمانهای بالادستی دولتی، ساختار بوروکراتیک خود به خود در ساختار اجرایی پروژه نفوذ می کند. مثلاً در بخش صورت وضعیت پیمانکاران، پیمانکار باید ابتدا احجام و مقادیر را اندازه گیری و فهرست کرده و پس از محاسبه قیمت به ناظر ارائه نماید. ناظر باید این ارقام را بررسی و گاه دوباره اندازه گیری کند و به بخش مالی ارجاع دهد. معمولاً بین فهرست پیمانکار و آنچه ناظر می پذیرد، تفاوت وجود دارد برای توافق طرفین چندین بار رفت و برگشت لازم است. تمام اینها با اسناد کاغذی انجام می شود و زمان را هدر می دهد.

محاسبه هزینه های سربار زمانی بروکراسی بر پروژه به از نتایج پرسشنامه و محاسبه تقریبی انتقال اسناد کاغذی در چند پروژه، استخراج شده است که حدود ۵ درصد از زمان ساخت را شامل می شود. هزینه مالی این چالش به تحقیقات مفصل و همه جانبه نیاز دارد.

۲-۳- چالش سوم: ناهمخوانی فرمت های فایلهای سیستم های مختلف ساختمان

از دیگر مشکلات در شیوه های سنتی که بخش مهندسی پروژه همواره با آن دست و پنجه نرم می کند، ناسازگاری میان فرمت های مختلف نرم افزاری است. به این معنا که نرم افزارهای مورد استفاده مهندسان سازه و مهندسان معمار و مهندسان تاسیسات یکی نیستند و معمولاً این چند گروه طراحی اسناد خود را به یک فرمت توافقی که در کشور ما پی.دی.اف. (PDF) و دی.دبلیو.جی. (DWG) است ارایه می دهند. به خاطر طبیعت و ساختار نرم افزارها، در میانه این نقل و انتقال ها مشکلاتی به وجود می آید؛ برخی اطلاعات ارزشمند از میان می رود و به برداشت های اشتباه از نقشه منجر می شود. مهندسان طراح مجبور به نقشه کشی مجدد و یا کمک گرفتن حرفه ای از متخصصان نرم افزاری می شوند. در پروژه های عظیم، پروژه های واقع در اقلیم های نامطلوب و یا با کاربری های خاص به مدارک دیگری نیز نیاز است، برای مثال آنالیز انرژی یا برآورد مصرف منابع و امثال اینها، تحلیل سیرکولاسیون در مواقع بحران، تحلیل مدیریت و کنترل امنیت فضایی و دیگر شبیه سازی ها و آنالیزهای دیگر در ساختمان های خاص، نرم افزارهای خاص خود را می طلبد و مستلزم مدل سازی دوباره است. ریز چالشهایی که از این طریق برای پروژه ایجاد می شوند، به شرح زیر هستند:

۲-۳-۲- از دست رفتن بخشی از اطلاعات هنگام تبدیل فرمت فایلها

اسناد و نقشه های سیستم های ساختمان باید بین رشته های مختلف تبادل شود. این متخصصان هریک با نرم افزارهای تخصصی خود کار می کنند و اطلاعات جداگانه ای را وارد فایل ها می کنند ولی هنگامی که این اطلاعات به دیگران انتقال می یابد، چون باید در فرمتی باشد که آنها هم قادر به خواندن فایل باشند، بسیاری از اطلاعات انتقال نمی یابند. مثلا مهندسان سازه ابعاد، جنس و رفتار سازه ای عناصر سازه ساختمان را در نرم افزار ایتَبز (ETABS) مدل کرده و کل سازه را محاسبه می کنند. ولی برای آماده سازی اسناد خود، آنرا وارد فرمت دی.دبلیو.جی. (DWG) کرده و به طراح معماری انتقال می دهند. فرمت دی.دبلیو.جی. (DWG) به جز هندسه، اطلاعات دیگری را قبول نمی کند و در واقع در فرآیند انتقال و تبدیل فرمت نرم افزاری، این اطلاعات انتقال نمی یابند. متاسفانه محاسبه بار مالی و زمانی این چالش به راحتی قابل محاسبه عددی نیست و در این مقاله از آن صرف نظر شده است.

۲-۳-۴- نیاز به نقشه کشی مجدد

یکی از معضلاتی که در مرحله طراحی ساختمان وجود دارد، نقشه کشی چندباره از موضوعات یکسان است. دلایل این امر ناهمخوانی فرمتهای نرم افزارهای مختلف طراحی و نیز پراکندگی اطلاعات است. مثلا ستون های یک ساختمان یکبار در

نرم افزار محاسبه سازه ترسیم می شود. سپس در نرم افزار اتوکد ترسیم مجدد شده و به طراح معمار انتقال می یابد. مثال دیگر به ترسیم دیوارها باز می گردد. دیوارها توسط معمار ترسیم می شوند ولی محاسب تأسیسات برای به دست آوردن بار انرژی ساختمان، باید مجدداً آن ها را در نرم افزارهای خود ترسیم کند. این کار برای بسیاری از اجزای ساختمان بارها تکرار می شود که خود علاوه بر سربار هزینه مالی و زمانی، احتمال رخ دادن خطای انسانی را بالا می برد. این کار هزینه های طراحی را به راحتی حدود ۱۷ درصد افزایش داده و زمان آن را نیز ۲۰ درصد طولانی تر می کنند.

۲-۲-۵- نیاز به تهیه مدل جدید برای شبیه سازی های خاص مانند شبیه سازی بصری یا آنالیز انرژی

بخشی از هزینه های مالی و زمانی سربار ساختمان در پی تصمیم کارفرما به انجام شبیه سازی هایی به جز آنچه معمول است، بر پروژه تحمیل می شود. مثلاً ساخت انیمیشن از پروژه یا تصاویر سه بعدی، یک فرآیند گران و پرهزینه است. در ساختمانهای درمانی شبیه سازی سیرکولاسیون در پروژه و یا رفتار کاربران در مواقع بحران در آن ها ضروری است. برای اینکار متخصص شبیه سازی و آنالیز باید دوباره آنچه را که لازم است مدل کرده و ترسیم نماید. این مدل سازی دوباره تقریبا زمان را ۲۰ درصد و هزینه را ۱۴ درصد در بخش طراحی افزایش می دهد.

۲-۴- چالش چهارم: عدم به روز رسانی اسناد و مدارک پس از تغییرات در مرحله اجرا

در طی فرایند ساخت، تغییرات پیش بینی نشده ای رخ می دهد، دلایل این تغییرات عمدتاً باز می گردد به :

- گاه نظر کارفرما پس از مشاهده ساختمان پس از ساخت تغییر کرده و بازنگری هایی را طلب می کند.
- تغییرات قیمت ها در بازار موجب تغییر عقیده مالک می شود و ممکن است تغییراتی را در نقشه و یا حتی کالبد پروژه موجب شود.
- ورود مصالح جدید باعث تغییر عقیده کارفرما یا متخصصان امر می شود و به دلیل تفاوت مشخصات مصالح جدید، تغییراتی در مشخصات اجرایی آن نیز پدیدار می شود که باید در مدارک و نقشه ها بازتاب پیدا می کند.
- گاه به دلیل مشکلات اجرایی، مانند بی دقتی در نصب قطعات، ساختمان ساخته شده با طرح مغایر است.

به هر روی، یک چیز در اجراهای مرسوم مسلم است: پس از اجرایی شدن طرح باید نقشه های چون ساخت (as-built) را تهیه کرد. نقشه های چون ساخت برپایه اسناد طراحی ولی مطابق بر آنچه در واقع ساخته شده است، تهیه می شوند. ولی این کار به دلایل زیر در فرآیند ساخت انجام نشده و به مرحله پس از اجرا – زمانی که بسیاری از سیستمها از دسترس خارج شده پشت نازک کاری ساختمان پنهان شده اند- موکول می شود:

- اطلاعات پراکنده و در دست افراد گوناگون دست اندرکار پروژه هستند.
- نقشه ها دوبعدی هستند و تغییرات بازتاب یافته در نقشه های دوبعدی نیز اغلب دید واقعی از تغییر رخ داده را ارائه نمی دهند.
- اطلاعات هر جزء یا مصالح ساختمانی در اسناد مختلف پراکنده اند و به هم ارتباطی ندارند.
- برخی تغییرات در قالب نامه های اداری ابلاغ شده اند که برداشت صحیحی از آنها صورت نپذیرفته و یا شفاهاً در کارگاه مطرح شده اند.

- به دلیل عدم وجود سیستم بایگانی صحیح در کارگاه، برخی مدارک مفقود می شوند و یا در طبقه بندی نادرست قرار می گیرند و از دسترس خارج می شوند. تغییر نیروها و تیم های اجرایی و یا تعدیل و اخراج نیز بر سردرگمی موجود دامن می زند.

پس از اجرای پروژه نیز اسناد طراحی با ساختمان موجود همخوان نیستند و باز هم تطابق کامل اتفاق نمی افتد و این امر پیمانکار اصلی را در محاسبه و برآورد هزینه هایش و همچنین تحویل به موقع کارش با مشکل مواجه می نماید و بار مالی بیشتری را بر سرمایه گذار تحمیل می کند. در کل مطالعات و برداشتها نشان می دهد که زمان صرف شده حدود ۱۰ درصد از زمان طراحی و هزینه آن ۵ درصد هزینه طراحی برای تهیه نقشه های چون ساخت است، با توجه به اینکه آنچه در انتها تهیه می شود کیفیت لازم را نداشته و بسیاری از اطلاعات را از قلم انداخته است.

۲-۵- چالش پنجم: عدم امکان ارزیابی دقیق تراز مالی پروژه طی فرآیند طراحی و تصمیم گیری

یکی از بزرگترین مشکلات در پروژه های ساختمانی کشور، عدم قطعیت آن در بسیاری از زمینه ها و به تبع آن ایجاد تغییرات کوچک و بزرگ بسیار در پروژه ها چه در مرحله طراحی و چه در مرحله ساخت است. تغییرات معمولاً هزینه مالی و زمانی بر پروژه تحمیل می کنند. بسیاری از تغییرات به دنبال تصمیم گیری های نادرست اولیه و اصلاح آنها در زمان اجرای پروژه رخ می دهد. این گزارش بر ارزیابی و برآورد مالی پروژه ها متمرکز شده است و از دیگر آنالیزها و ارزیابی های ساختمان می گذرد.

۲-۵-۱- عدم امکان برآورد هزینه در طی فرآیند طراحی

در شیوه معمول، برای برآورد هزینه از روش متره و برآورد استفاده می شود و مرجع مهندسان نیز فهرست بهای ساختمان است که با توجه به آن هزینه های احتمالی برآورد می شود، به این شیوه نیز ایراداتی وارد است از جمله اینکه:

- برخی مصالح و فناوری های جدید در فهرست بها تعریف نشده اند و تخمین هزینه های مربوط به آنها کار ساده ای نیست و گاه هزینه های مربوط به اجرای آنها بیش از حد انتظار است.
- این روش مانند تمامی محاسبات دستی مبتنی بر تجربه و تخصص انسانی، عاری از خطاهای انسانی نیست و معمولاً نیاز به بازبینی مجدد دارد، با توجه به گردش کار در کارگاه و تضاد منافع گروه های گوناگون، تفاوت در اعداد به دست آمده در محاسبات بر شک و شبهه ها و دعواهای مابین پیمانکاران و محاسبان دامن می زند.
- به دلیل زمانبر بودن متره، این کار معمولاً یک بار انجام می گیرد و تغییرات به وجود آمده در اجرا نیز به صورت تخمین بر آن اعمال می شود.
- متره هزینه بر است و برای سرمایه گذار به صرفه نیست که این فرآیند را در طی فرآیند طراحی و اجرا نیز از مهندسان درخواست کند، از مهندسان انتظار می رود که از همان ابتدای پروژه، هزینه ها را یک بار برای همیشه به طور صحیح برآورد کنند.
- پیمانکار اصلی درصورت بالاتر بودن هزینه ها در پایان پروژه، باید نسبت به هزینه های برآورد شده بابت مابه تفاوت پاسخگو باشد.
- برنامه ریزی پروژه با نداشتن چشم انداز درستی از هزینه های آتی با خلل مواجه خواهد شد.

امکان برآورد دقیق هزینه ها در طی فرآیند طراحی وجود ندارد و تنها در خوش بینانه ترین حالت می توان به تخمینی نزدیک به واقعیت دست پیدا کرد. پیمانکار اصلی معمولاً وظیفه محاسبه این هزینه ها را به عهده دارد چرا که در صورت اشتباه ضرر اصلی متوجه او خواهد بود اما این برآورد اگر به نحوی غیرواقعی بالا باشد نیز از نظر سرمایه گذار منطقی به نظر نمی رسد. پس پیمانکار با چالش بزرگی روبروست و باید در محاسبه اش بین هزینه های خودش و پیمانکاران جزء، توقعات کارفرما و سرمایه گذار و همچنین نظر مهندسان، موازنه برقرار نماید. برنامه ریز نیز باید بین توانایی های مهندسان، تعداد نیروهای فعال در پروژه و بودجه اختصاص یافته به عددی معقول دست پیدا کند و برنامه فیزیکی مطلوبی را ارائه نماید. تمامی این ها چالش هایی هستند که می توان در فناوری بیم آنها را به حداقل ممکن رسانید و از ایجاد تنش های بین گروه های ساختمانی گوناگون (که گاه منافع متضادی دارند) جلوگیری کرد. در برنامه های نرم افزاری مبتنی بر بیم، در هر مرحله از مدلسازی و با کوچکترین تغییر در مدل اصلی، می توان هزینه ها را محاسبه نمود. نرم افزار به صورت خودکار ، کار متره را با دقت انجام می دهد و در این میان، هیچ یک از گروه های درگیر در پروژه نمی توانند دیگری را متهم به دست بردن در اعداد و ارقام متره کنند. در عین حال متره در بیم به بخشی از فرآیند طراحی، برای رسیدن به طرحی به صرفه و در عین حال ایمن و کارآمد تبدیل می شود، نه صرفاً بخشی از تشریفات آغاز به کار هر پروژه ای برای تهیه صورت وضعیت ها. در مورد پیمانکاران جزء و مجریان موقت نیز متره با نرم افزار کمک می کند تا واقعی ترین صورت وضعیت ها تحقق یابند نه صرفاً ارزان ترینشان.

۲-۵-۲-عدم امکان برآورد دقیق سطح و حجم فضا

سطح زیربنا و حجم فضای قابل استحصال در یک پروژه، یکی از مهمترین پارامترهایی است که سود و زیان یک پروژه را معین می کند. آنچه در انتها درآمد پروژه محسوب می شود، سطح قابل استفاده یک ساختمان است. ازین رو کارفرمایان همواره نگران این پارامترها هستند و در تنظیم تراز مالی پروژه خود همواره با مشکل مواجه می شوند. همچنین به خاطر دشواری و وقت گیر بودن محاسبه سطوح و احجام فضایی پروژه، امکان بررسی سناریوهای مختلف طراحی در پروژه و تأثیر آن ها در تراز مالی وجود ندارد. این عدم قطعیت خود منجر به ایجاد تغییرات در مراحل پیشرفته تر کار گشته و پروژه را با تأخیر زمانی و سربار هزینه مواجه می کند.

سیستم بیم می تواند از همان مراحل اولیه طراحی، ابعاد دقیق زیربنا و حجم فضاهای مختلف ساختمان را به تفکیک ارائه دهد. اینها همه به صورت خودکار و توسط ماشین انجام می گردد و بسیار دقیق است. علاوه بر آن، این پارامترها همگی به صورت آنی و با اعمال کوچکترین تغییرات به روز رسانی می شوند و اثرات هر تغییری بلافاصله می تواند مشاهده و بررسی شود. طبق برآوردها آنچه در طراحی یک ساختمان برای رفع این چالش می شود، از نظر هزینه معادل ۳ درصد و از نظر زمان ۶ درصد افزایش به دنبال دارد.

۲-۶- چالش ششم: کاهش توان ساخت و مونتاژ قطعات خارج از سایت

در شیوه مرسوم ساخت قطعات مورد نیاز پروژه در همان محل اجرای پروژه انجام می پذیرد. شاید این امر با توجه به پیشرفت روزافزون علم، غیرمنطقی به نظر برسد اما بنا به دلایل زیر در شیوه مرسوم قطعی است:

- ناقص و نادقیق بودن نقشه های اجرایی
- عدم به روزرسانی اسناد حین اجرا
- اجرای نادقیق

ساخت قطعات خارج از کارگاه ساختمانی از نظر زمان حداقل ۲۵ درصد زمان ساخت را کوتاه می کند. از نظر کاهش هزینه نیز مسلما اثرات چشمگیری دارد ولی محاسبه آن خارج از توان این مقاله بوده و از آن صرف نظر شده است.

۲-۶-۱- ساخت قطعات به روش سنتی و غیر صنعتی

بنابراین اجرای قطعات در پروژه در محل و بنا به نیازهای همان زمان، امری پذیرفته شده در شیوه مرسوم است. چرا که در غیراینصورت ممکن است قطعات ساخته شده با محل تعبیه شده برای آن ها جای نگیرند و به تغییراتی نیاز داشته باشند که خود مستلزم اندازه گیری مجدد و رفت و برگشت قطعات و صرف هزینه و زمان بیشتر است.

۲-۶-۲-نیاز به فضا برای دپو مصالح و قطعات و فضای کار

اما ساخت قطعات در محل، مستلزم اختصاص فضا برای دپوی مصالح مورد نیاز، ابزارآلات و قطعات کار و همچنین در نظر گرفتن محلی برای کار کارگران قطعه ساز است. اشغال بخشی از فضای کارگاه برای ساخت قطعات، برنامه ریزی های مربوط به کارهای روزانه کارگاه را با دردسرهایی مواجه می کند برای مثال در برخی روزهای خاص مانند زمان بتن ریزی و یا فعالیت تیم های کاری دیگر که ماشین آلات خاص خود را طلب می کنند، مدیریت ورود و خروج ماشین آلات سنگین به داخل کارگاه و نیز نیروهای انسانی مربوطه، از معضلات برنامه ریزان پروژه است. علاوه بر این، گاه به دلیل عدم فضای کافی، پیمانکاران مربوطه وادار به توقف کار خود خواهند شد که این به معنای تأخیر در تحویل کار نهایی و ضرر مالی برای پیمانکاران و در نهایت سرمایه گذاران پروژه است.

۲-۶-۳-نیاز به نیروی انسانی بیشتر در محیط کارگاه

بالا رفتن تعداد نیروهای انسانی درگیر در پروژه منجر به سنگین تر شدن وظیفه ناظران می شود و همچنین تعداد بیشتر کارگران به معنای نیاز به نظارت دقیق تر به مسائل ایمنی کارگاهی است. از آنجایی که نیروهای کاری متغیر هستند آسیب های زیادی متوجه بخش نظراتی و پیمانکاری پروژه خواهد بود. تعداد بیشتر نیروهای انسانی به معنای ایجاد تنش های بیشتر در روزهای سخت کاری و اختلافات خصوصاً در زمان بروز خطاهای کاری، بیشتر خواهد بود.
شلوغ شدن کارگاه و همه این آشفتگی ها هزینه و زمان بیشتری را بر سرمایه گذار اصلی تحمیل می کند و فشار کاری بر پیمانکار اصلی بیشتر می شود.

۲-۶-۴-پایین آمدن ایمنی کارگاه

مسلماً انجام کارها و ساخت قطعات و اجزای ساختمان در محل کارگاه ساختمانی، از آنجایی که کارگاه ساختمان جایی مناسب برای ساخت نیست، ایمنی کار پایین می آید. این امر را می توان به وضوح در صنعت ساختمان به لحاظ آماری مشاهده کرد. به گفته وزارت کار مورخه در سال ۱۳۹۴، حدود نیمی از مرگ و میر ناشی از حوادث کار در بخش صنعت ساختمان است که رقمی نزدیک به ۷۰۰ نفر در سال می شود. معنای این رقم، نا ایمن بودن صنعت ساختمان است. این میزان فوت ناشی از حادثه خود علاوه بر نابود کردن بخشی از نیروی کار، منجر به تحمیل هزینه های مالی بر پروژه های ساختمانی می شود. با توجه به آمار ساخت بنا در کشور که چیزی معادل ۵۰ میلیون مترمربع در سال، آمار فوت حادثه از کار حدود ۷۰۰ نفر سالانه و مبلغ بیمه پرداختی به بازماندگان، می توان محاسبه کرد که چیزی حدود نیم درصد هزینه ساخت فقط بابت جبران خسارت فوت شدگان به صنعت ساختمان تحمیل می گردد.

۲-۷- جمع بندی میزان هدررفت بودجه مالی و افزایش زمان طراحی و ساخت پروژه ناشی از آسیب های کنونی صنعت ساختمان در کشور

آنچه تاکنون شرح داده شده است، بررسی تفصیلی برخی چالش های موجود در صنعت ساختمان و أثرات منفی آنها بر فرآیند طراحی، ساخت و بهره برداری از آن بوده است که گاه می توان آنها را با صرف زمان و هزینه مالی بیشتر رفع کرد. ارزیابی هایی نیز از این هزینه های مالی و زمانی تحمیل شده به پروژه محاسبه شده است که در جدول زیر به طور خلاصه جمع بندی شده اند. باید توجه داشت که این هزینه های مالی و زمانی بر اساس نسبتی از هزینه و زمان طراحی و اجرای پروژه – بسته به مرحله ای که گریبانگیر پروژه می شوند – محاسبه شده است تا بتوان آنها را به راحتی با توجه به زمان و بودجه کلی در نظر گرفته شده برای پروژه محاسبه کرد.

با توجه به جمع بندی مطالب فوق، چالشهای موجود در صنعت ساختمان و ریزچالشهای نشات گرفته از آنها هزینه هایی را بر بودجه و زمان مقرر طراحی و ساخت پروژه تحمیل می کند. به طور خلاصه می توان گفت:

- چالشهایی که در فرآیند طراحی در پروژه پیش می آیند و برای آنها باید راه حلی اندیشیده شود، فقط آنهایی که در این مقاله شمارش شده و ارزیابی شده اند، حداقل ۷۶ ٪ هزینه های طراحی را افزایش می دهند.
- چالشهای وارد شده در فرآیند اجرا حدود ۸ ٪ از هزینه های اجرا را به پروژه تحمیل می کند.
- زمان طراحی پروژه حدود ۱۳۵ ٪ نسبت به زمان مقرر طراحی افزایش می یابد.
- زمان اجرای پروژه نیز حداقل ۳۷ ٪ بیش از موعد مقرر ساخت به طول می انجامد.

۳- جمع بندی و نتیجه گیری

۳-۱- بیم (BIM) چیست و چگونه از آسیب های صنعت ساختمان می کاهد؟

بیم (Building Information Modeling) عبارت است از "یک فرآیند پیشرفته برای برنامه ریزی، طراحی، ساخت، بهره برداری، و تعمیر و نگهداری ساختمان ، که با استفاده از مدلسازی اطلاعاتی سازگار با ابزارهای استاندارد برای تمامی بخشهای ساختمان اعم از جدید یا قدیمی تهیه شده است. تمام بخشهای ساختمان باید حاوی اطلاعات لازم ایجاد شده یا جمع آوری شده در فرمت مناسب قابل استفاده در طول عمر آن ساختمان باشند." [1](NIBS 2008). دامنه عمل بیم مستقیم و غیر مستقیم بر سرمایه گذاران صنعت ساختمان اثر می گذارد. بیم اساسا یک روش متفاوت در ایجاد، استفاده و به اشتراک گذاری اطلاعات ساختمان در طول حیات آن است.

در واقع بیم پیشرفتی شگرف در صنعت ساختمان اعم از معماری، مهندسی و ساخت است که به تهیه یک یا چند مدل عینی دیجیتالی از ساختمان و امکان تحلیل و کنترل بسیار بهتر از روشهای سنتی پیشین شامل قیمتها و اطلاعات لازم جهت ساخت و خرید مصالح و خدمات ساختمان و پایه ریزی شرایطی برای طراحی و ساخت جدید و تغییرات نقشه ها و ارتباطات میان دست اندرکاران پروژه می انجامد. اجرای دقیق بیم منجر به یکپارچه سازی فرآیند طراحی و ساخت و افزایش راندمان در بخش مالی و زمانی می شود.

[1] BIM handbook : a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors / Chuck Eastman . . . [et al.]. — 2nd ed.

در تکنولوژی مدلسازی اطلاعات ساختمان تمام اطلاعات پروژه اعم از اطلاعات هندسی و غیر هندسی در یک مرکز دیجیتالی مدلسازی شده و به هم پیوند می یابند. یک زبان مشترک تمام این اطلاعات را که از نرم افزارهای مختلف بیرون می آیند، با نام آی.اف.سی. (IFC) به هم تبدیل کرده و متصل می کند. به عبارتی ساده تر، ساختمان یکبار به صورت مجازی به وسیله کامپیوتر ساخته می شود و تمام فرآیندهای آن مانند زمانبندی، بودجه مصرفی، نیروی انسانی مورد نیاز و مانند آنها شبیه سازی شده و تمام چالشهای مراحل طراحی و اجرا به صورت دیجیتالی بررسی، کنترل و رفع می شوند. بنابراین جریان طراحی و اجرای پروژه بسیار روان و تحت کنترل است و بسیاری از مشکلات پیش از رخ دادن شناسایی و حل می شوند.
تکنولوژی بیم دارای مزایای بسیاری است و می تواند صنعت ساختمان را متحول کند. آنچه در این جا مورد بررسی قرار گرفته است، اثرات سیستم بر چالشهایی است که در صفحات گذشته به تفصیل مورد بررسی و سنجش قرار گرفتند و به لحاظ زمانی و مالی ارزیابی شدند. در این بند، نگارنده با توجه به روشهای سیستم بیم اثرات آنرا در کاهش هزینه های مالی و زمانی صنعت ساختمان بررسی و ارائه کرده است. باید توجه داشت که این اثرات در بازه کنونی صنعت ساختمان کشور و زیرساختهای آن بررسی شده اند.
دستاوردهای پیاده سازی سیستم بیم (BIM) در پروژه های ساختمانی:

- اصلاح خودکار هنگام تغییرات ساده در طرح
- دیدهای زودهنگام و دقیقتر به طرح
- ایجاد نقشه های ۲ بعدی درست و نامتناقض در هر مرحله از طراحی
- کشف خطاها و ازقلم افتادگی های طراحی پیش از آغاز ساخت
- هماهنگ سازی تدارکات (تهیه منابع) با طراحی و ساخت و ساز
- برآورد هزینه ها در مراحل طراحی
- همکاری زودهنگام رشته های مختلف طراحی (معماری، سازه، تاسیسات و ...)
- یافتن تمام تناقضات و برخوردهای میان معماری، سازه و تاسیسات
- ایجاد نقشه های تلفیقی از تمام سیستمهای ساختمان در یک زمان
- ایجاد سیستم پویا در به روز رسانی اسناد و نقشه ها در طول اجرای پروژه
- ارایه جداول دقیق متره و برآورد به تفکیک موضوع، قیمت، زمان، مصالح، فضا و موقعیت و ...
- پشتیبانی کامل از خروجی های سه بعدی
- امکان ارزیابی زیربنایی و اقتصادی پروژه در تمامی مراحل طراحی و ساخت بلافاصله پس از اعمال تغییرات
- قابلیت استخراج نقشه های بسیار دقیق اجرایی در رشته های چهارگانه (Shop Drawing)

اثرات پیاده سازی سیستم بیم (BIM) در بهینه کردن فرآیند طراحی و ساخت پروژه های ساختمانی به صورت عمومی ، به طور خلاصه به شرح زیر است. البته نتایج تفصیلی در در جداول شماره ۱ تا ۴ برای هر چالش هم در بخش طراحی و هم اجرا از نظر زمان و هزینه ارزیابی و ارایه شده است. در اینجا تنها به کلیت نتایج اشاره می شود:

۱- در بخش طراحی هزینه های سربار از ۷۶ ٪ در روش های سنتی به ۲۳/۵ ٪ در صورت به کارگیری سیستم بیم (BIM) کاهش می یابد.

۲- در بخش طراحی سربار زمان تحمیل شده به پروژه از ۱۳۵ ٪ به روش های کنونی سنتی به حدود ۳۱ ٪ با جریان یافتن تکنولوژی بیم در فرآیند طراحی کاهش می یابد.

۳- در بخش اجرا که گردش مالی بسیار سنگینی دارد، کاهش هزینه های سربار به غیر از بخش بهره برداری از ۸ ٪ به ۳/۷ ٪ از هزینه های اجرا می رسد که با توجه به کل هزینه های اجرا، بیش از ۴ ٪ صرفه جویی انجام می شود.

۴- در بخش اجرا کاهش زمان دیرکرد پروژه از ۳۷ ٪ به ۸/۵ ٪ خواهد رسید.

۳-۲- مقایسه کاهش هزینه های تحمیل شده در فرآیند طراحی و ساخت پروژه در روش سنتی با روش بیم

در جداول زیر خلاصه ای از مباحث پیش گفته که ابتدا به بررسی هزینه های مالی و زمانی ناشی از کاستیهای روش کار در طراحی و ساخت ساختمان پرداخته شد، آمده است. به کمک سیستم بیم می توان بسیاری از این هزینه ها را کاهش داد و به عبارتی بهتر صرفه جویی هایی را در این فرآیند به دست آورد. این کاهش هزینه و زمان به نسبت هزینه ها و زمان کل مراحل طراحی و ساخت ساختمان سنجیده شده است.

	سر منشاء چالش	چالش	زمان تحمیل شده با سیستم سنتی	زمان تحمیل شده با سیستم بیم

			نسبت از زمان کل ساخت (درصد)	نسبت از زمان کل ساخت (درصد)	چگونگی کاهش زمان
۱	ایجاد تناقض و برخورد بین سیستمهای ساختمانی در نقشه ها	دوباره کاری در مرحله طراحی	-	-	-
۲		دوباره کاری در مرحله اجرا	٪ ۷	٪ ۲	یافتن اتوماتیک برخوردهای سیستمهای ساختمان
۳		تعدد کارشناسان دفتر فنی	-	-	انجام بسیاری از کارها توسط نرم افزار
۴		تعدد ناظران اجرایی	-	-	انجام بسیاری از کارها توسط نرم افزار
۵		نیاز به نقشه های اجرایی (shop drawing)	-	-	-
۶	ایجاد بروکراسی	بروکراسی در فرآیند طراحی	-	-	-
۷		ایجاد بروکراسی در فرآیند ساخت	٪ ۵	٪ ۱/۵	ایجاد پایگاه اطلاعات و دسترسی همه به آن
۸	ناسازگاری میان فرمت های مختلف نرم افزاری	از دست رفتن بخشی از اطلاعات هنگام تبدیل فرمت فایلها	-	-	-
۹		نیاز به نقشه کشی مجدد	-	-	-
۱۰		نیاز به تهیه اسناد جدید برای آنالیزهای خاص مانند آنالیز انرژی	-	-	-
۱۱	عدم به روز رسانی اسناد و مدارک پس از تغییرات	نیاز به تهیه نقشه های ازبیلت	-	-	-
۱۲	عدم امکان ارزیابی دقیق پروژه طی فرآیند طراحی و تصمیم گیری	عدم امکان برآورد هزینه در طی فرآیند طراحی	-	-	-
۱۳		عدم امکان برآورد دقیق سطح و حجم فضا	-	-	-
۱۵	کاهش توان ساخت و مونتاژ قطعات خارج از سایت	ساخت قطعات به روش سنتی	٪ ۲۵	٪ ۵	امکان ساخت قطعات به روش صنعتی و خارج از کارگاه ساختمان
۱۶		نیاز به فضا برای دپو مصالح و قطعات و فضای کار	محاسبه نشده	محاسبه نشده	کاهش فضای انبار با زمان بندی دقیق مصرف مصالح – ساخت صنعتی قطعات
۱۷		نیاز به نیروی انسانی بیشتر در محیط کارگاه	محاسبه نشده	محاسبه نشده	کاهش نیروی انسانی برای ساخت قطعات – نیاز به نیرو تنها برای مونتاژ
۱۸		پایین آمدن ایمنی کارگاه	محاسبه نشده	محاسبه نشده	کاهش کار بدنی در کارگاه ساختمان
۱۹	نتیجه		٪ ۳۷	٪ ۸/۵	

جدول (۱) مقایسه هزینه های مالی سربار در بخش طراحی میان سیستم سنتی و سیستم بیم

ردیف	سر منشاء چالش	چالش	هزینه های مالی تحمیل شده با سیستم سنتی	هزینه های مالی تحمیل شده با سیستم بیم	
			نسبت از هزینه کل طراحی (درصد)	نسبت	چگونگی کاهش هزینه های مالی

۱	ایجاد تناقض و برخورد بین سیستمهای ساختمانی در نقشه ها	دوباره کاری در مرحله طراحی	٪ ۲۰	٪ ۷	ایجاد پایگاه اطلاعات و دسترسی همه به آن- آنالیز مداوم طراحی
۲		دوباره کاری در مرحله اجرا	-	-	-
۳		تعدد کارشناسان دفتر فنی	-	-	-
۴		تعدد ناظران اجرایی	-		-
۵		نیاز به نقشه های اجرایی (shop drawing)	٪ ۱۰	٪ ۳	ایجاد اتوماتیک بیشتر نقشه های اجرایی توسط نرم افزار
۶	ایجاد بروکراسی	بروکراسی در فرآیند طراحی	محاسبه نشده	محاسبه نشده	ایجاد پایگاه اطلاعات و دسترسی همه به آن
۷		ایجاد بروکراسی در فرآیند ساخت	-	-	-
۸	ناسازگاری میان فرمت های مختلف نرم افزاری	از دست رفتن بخشی از اطلاعات هنگام تبدیل فرمت فایلها	محاسبه نشده	محاسبه نشده	انتقال کامل اطلاعات با فرمتهای مخصوص
۹		نیاز به نقشه کشی مجدد	٪ ۱۷	٪ ۸	امکان تبادل مدل ساختمان بین نرم افزار های مختلف
۱۰		نیاز به تهیه اسناد جدید برای آنالیزهای خاص مانند آنالیز انرژی	٪ ۱۴	٪ ۳/۵	انتقال مدل ساختمان به نرم افزارهای آنالیز کننده
۱۱	عدم به روز رسانی اسناد و مدارک پس از تغییرات	نیاز به تهیه نقشه های ازبیلت	٪ ۵	٪ ۰	مدل طراحی در حین ساخت اصلاح شده و به مدل ازبیلت تبدیل می شود
۱۲	عدم امکان ارزیابی دقیق پروژه طی فرآیند طراحی و تصمیم گیری	عدم امکان برآورد هزینه در طی فرآیند طراحی	٪ ۷	٪ ۲	نرم افزار به صورت اتوماتیک و لحظه ای هزینه را برآورد می کند.
۱۳		عدم امکان برآورد دقیق سطح و حجم فضا	٪ ۳	٪ ۰	نرم افزار به صورت اتوماتیک و لحظه ای مقادیر را محاسبه می کند.
۱۵	کاهش توان ساخت و مونتاژ قطعات خارج از سایت	ساخت قطعات به روش سنتی	-	-	-
۱۶		نیاز به فضا برای دپو مصالح و قطعات و فضای کار	-	-	-
۱۷		نیاز به نیروی انسانی بیشتر در محیط کارگاه	-	-	-
۱۸		پایین آمدن ایمنی کارگاه	-	-	-
۱۹	نتیجه		٪ ۷۶	٪ ۲۳/۵	-

جدول (۲) مقایسه زمان سربار در بخش طراحی میان سیستم سنتی و سیستم بیم

ردیف	سر منشاء چالش	چالش	زمان تحمیل شده با سیستم سنتی	زمان تحمیل شده با سیستم بیم	
			نسبت از زمان طراحی (درصد)	نسبت	چگونگی کاهش زمان طراحی

۱	ایجاد تناقض و برخورد بین سیستمهای	دوباره کاری در مرحله طراحی	٪ ۳۵	٪ 13	ایجاد پایگاه اطلاعات و دسترسی همه به آن- آنالیز مداوم طراحی
۲	ساختمانی در نقشه ها	دوباره کاری در مرحله اجرا	-	-	-
۳		تعدد کارشناسان دفتر فنی	-	-	-
۴		تعدد ناظران اجرایی	-	-	-
۵		نیاز به نقشه های اجرایی (shop drawing)	٪ ۱۸	٪ ۴/۵	ایجاد اتوماتیک بیشتر نقشه های اجرایی توسط نرم افزار
۶	ایجاد بروکراسی	بروکراسی در فرآیند طراحی	٪ ۱۰	٪ ۲	ایجاد پایگاه اطلاعات و دسترسی همه به آن
۷		ایجاد بروکراسی در فرآیند ساخت	-	-	
۸	ناسازگاری میان فرمت های مختلف نرم افزاری	از دست رفتن بخشی از اطلاعات هنگام تبدیل فرمت فایلها	محاسبه نشده	محاسبه نشده	انتقال کامل اطلاعات با فرمتهای مخصوص
۹		نیاز به نقشه کشی مجدد	٪ ۲۰	٪ ۳	امکان تبادل مدل ساختمان بین نرم افزار های مختلف
۱۰		نیاز به تهیه اسناد جدید برای آنالیزهای خاص مانند آنالیز انرژی	٪ ۲۰	٪ ۵/۵	انتقال مدل ساختمان به نرم افزارهای آنالیز کننده
۱۱	عدم به روز رسانی اسناد و مدارک پس از تغییرات	نیاز به تهیه نقشه های ازبیلت	٪ ۱۰	٪ ۰	مدل طراحی در حین ساخت اصلاح شده و به مدل ازبیلت تبدیل می شود
۱۲	عدم امکان ارزیابی دقیق پروژه طی فرآیند طراحی و تصمیم گیری	عدم امکان برآورد هزینه در طی فرآیند طراحی	٪ ۱۵	٪ ۳	نرم افزار به صورت اتوماتیک و لحظه ای هزینه را برآورد می کند.
۱۳		عدم امکان برآورد دقیق سطح و حجم فضا	٪ ۷	٪ ۰	نرم افزار به صورت اتوماتیک و لحظه ای مقادیر را محاسبه می کند.
۱۵	کاهش توان ساخت و مونتاژ قطعات خارج از سایت	ساخت قطعات به روش سنتی	-	-	-
۱۶		نیاز به فضا برای دپو مصالح و قطعات و فضای کار	-	-	-
۱۷		نیاز به نیروی انسانی بیشتر در محیط کارگاه	-	-	-
۱۸		پایین آمدن ایمنی کارگاه	-	-	-
۱۹	نتیجه		٪ ۱۳۵	٪ ۳۱	-

جدول (۳) مقایسه هزینه های مالی سربار در بخش اجرا میان سیستم سنتی و سیستم بیم

	سر منشاء چالش	چالش	هزینه های مالی تحمیل شده با سیستم سنتی	هزینه های مالی تحمیل شده با سیستم بیم	
			نسبت از هزینه کل ساخت (درصد)	نسبت از هزینه کل ساخت (درصد)	چگونگی کاهش هزینه های مالی
۱	ایجاد تناقض و برخورد بین سیستمهای ساختمانی در نقشه ها	دوباره کاری در مرحله طراحی	-	-	-
۲		دوباره کاری در مرحله اجرا	٪ ۳/۵	٪ ۱/۲	یافتن اتوماتیک برخوردهای سیستمهای ساختمان
۳		تعدد کارشناسان دفتر فنی	٪ ۱/۴	٪ ۰/۸	انجام بسیاری از کارها توسط نرم افزار
۴		تعدد ناظران اجرایی	٪ ۲/۵	٪ ۱/۵	انجام بسیاری از کارها توسط نرم افزار
۵		نیاز به نقشه های اجرایی (shop drawing)	-	-	-
۶	ایجاد بروکراسی	بروکراسی در فرآیند طراحی	-	-	-
۷		ایجاد بروکراسی در فرآیند ساخت	محاسبه نشده	محاسبه نشده	ایجاد پایگاه اطلاعات و دسترسی همه به آن
۸	ناسازگاری میان فرمت های مختلف نرم افزاری	از دست رفتن بخشی از اطلاعات هنگام تبدیل فرمت فایلها	-	-	-
۹		نیاز به نقشه کشی مجدد	-	-	-
۱۰		نیاز به تهیه اسناد جدید برای آنالیزهای خاص مانند آنالیز انرژی	-	-	-
۱۱	عدم به روز رسانی اسناد و مدارک پس از تغییرات	نیاز به تهیه نقشه های ازبیلت	-	-	-
۱۲	عدم امکان ارزیابی دقیق پروژه طی فرآیند طراحی و تصمیم گیری	عدم امکان برآورد هزینه در طی فرآیند طراحی	-	-	-
۱۳		عدم امکان برآورد دقیق سطح و حجم فضا	-	-	-
۱۵	کاهش توان ساخت و مونتاژ قطعات خارج از سایت	ساخت قطعات به روش سنتی	محاسبه نشده	محاسبه نشده	امکان ساخت قطعات به روش صنعتی و خارج از کارگاه ساختمان
۱۶		نیاز به فضا برای دپو مصالح و قطعات و فضای کار	محاسبه نشده	محاسبه نشده	کاهش فضای انبار با زمان بندی دقیق مصرف مصالح – ساخت صنعتی قطعات
۱۷		نیاز به نیروی انسانی بیشتر در محیط کارگاه	محاسبه نشده	محاسبه نشده	کاهش نیروی انسانی برای ساخت قطعات – نیاز به نیرو تنها برای مونتاژ
۱۸		پایین آمدن ایمنی کارگاه	٪ ۰/۵	٪ ۰/۲	کاهش کار بدنی در کارگاه ساختمان
۱۹	نتیجه		٪ ۷/۹	٪ ۳/۷	

جدول (۴) مقایسه زمان سربار در بخش اجرا میان سیستم سنتی و سیستم بیم

منابع و مراجع

[۱] BIM handbook : a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors / Chuck Eastman . . . [et al.]. — 2nd ed.

IRAN AEC Industry, Challenges & Problems in Design & Costruction Processes & Impact of BIM on Cost & Time

Abstract (Times New Roman pt.12 Bold)
Body text : (Times New Roman pt.12)

Keywords: Building Information Modeling, AEC Industry Of IRAN, Challenges, Costs, Time, Improvment