

روش بهینه تحویل پروژه‌های ساختمانی با استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان

طوفان جعفری: دکترای مدیریت پروژه و ساخت، دانشگاه تهران، ایران
st.jafari@gmail.com

چکیده:

یکی از کلیدی‌ترین تصمیمات هر پروژه انتخاب روش تحویل می‌باشد. اگر روش تحویل پروژه با اقتضانات پروژه سازگار نباشد، پروژه در دستیابی به اهداف خود ناکام خواهد شد. از طرف دیگر مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به عنوان یک ضرورت مورد توجه عمده کشورهای توسعه یافته قرار گرفته‌است و در این راستا ضوابط و قوانینی وضع شده است. در ایران هم با تاخیر قابل توجه، بکارگیری مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در دستور کار نقش‌آفرینان صنعت ساختمان قرار گرفته و بعضاً تعداد معدودی پروژه با این رویکرد در کشور عملیاتی شده است. مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در حوزه‌های مختلف نیازمند زمینه‌ها و ملزوماتی است که بی‌توجهی به آن‌ها باعث کاهش اثر بخشی آن می‌شود. یکی از آن ملزومات روش تحویل پروژه است که باید با اقتضانات مدل‌سازی اطلاعات ساختمان هماهنگ شود تا زمینه مناسب برای کاهش زمان و هزینه و افزایش کیفیت اجرا که از اهداف محوری مدل‌سازی اطلاعات است فراهم شود. در این پژوهش اصول و مبانی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و روش‌های تحویل پروژه در صنعت ساختمان مورد بحث قرار گرفته‌اند. در ادامه از طریق مصاحبه با کارشناسان و خبرگان، شاخص‌های انتخاب روش پروژه بر اساس اقتضانات مدل‌سازی اطلاعات شناسایی شد و از طریق مقایسه دو بدویی، ضریب وزنی هر یک از شاخص‌ها بدست آمد. در پایان از بین چهار روش شناسایی شده برای تحویل پروژه در صنعت ساختمان، روشی که دارای بیشترین سازگاری با مدل‌سازی اطلاعات ساختمان است از طریق تحلیل سلسله مراتبی بدست آمد. نتیجه تحقیق نشان می‌دهد استفاده از نظام یکپارچه تحویل پروژه می‌تواند زمینه مناسبی برای بهره‌مندی از همه فواید مدل‌سازی اطلاعات ساختمان بدست دهد چرا که این روش اصولاً در هماهنگی با اصول و مبنای مدل‌سازی اطلاعات ساختمان تدوین شده است و در برخی پروژه‌ها با موفقیت مورد استفاده قرار گرفته و کارآمدی آن اثبات شده است. هر چند این روش در ایران از پشتوانه حقوقی و تجربی لازم برخوردار نیست اما با بکارگیری تمهیداتی می‌توان روش‌های طرح و ساخت و مدیریت پیمان را که بعد از نظام تحویل یکپارچه پروژه بیشترین سازگاری را با مدل‌سازی اطلاعات دارند در پروژه‌های ساختمانی ایران بکار گرفت. در انتهای مقاله هم بر اساس لحاظ نمودن چندین تجربه واقعی و مصاحبه با خبرگان، توصیه‌هایی برای دست‌اندرکاران صنعت ساختمان ایران ارائه شده است.

کلمات کلیدی: مدیریت پروژه، تحویل پروژه، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، صنعت ساختمان

مقدمه

بیان مسئله:

یکی از مسایل کلیدی در صنعت ساختمان ایران استفاده از روش‌های ناکارآمد طراحی و اجرای ساختمان است (جعفری، ۱۳۹۸: ۱). بر اساس پژوهش‌های موجود ضعف در اسناد فنی پروژه و ناهماهنگی بین عوامل مختلف، تبعات جدی برای صنعت ساختمان ایران در پی داشته است و بهره‌وری را به میزان قابل توجهی کاهش داده است (جعفری، ۱۳۹۶: ۱۷۹). در دنیا بالغ بر ۱۰ سال است که مدل سازی اطلاعات ساختمان به عنوان مقوله محوری در ارتقای کارآمدی این صنعت مورد استفاده قرار گرفته است اما این امر در ایران با موانع فراوانی روبرو شده و هنوز به صورت جدی نهادینه نشده است (روحانی و بنی هاشمی، ۱۳۹۷: ۱). در برخی موارد هم بواسطه بی توجهی به برخی الزامات و اقتضات، مدل سازی اطلاعات ساختمان نتوانسته تاثیر چندانی در ارتقای بهره‌وری صنعت ساختمان ایفا نماید. یکی از زمینه‌هایی که باعث کاهش اثر بخشی این موضوع شده است بی توجهی به انطباق روش تحویل پروژه^۱ با نیازهای و ملزومات مدل سازی اطلاعات ساختمان است. اگر روش درست تحویل پروژه بکار گرفته نشود اهداف مدل سازی اطلاعات محقق نمی‌شود و صرف هزینه بیشتر در بهره‌مندی از این رویکرد نوین صنعت ساختمان هم نمی‌تواند کمکی به دستیابی به اهداف پروژه بکند. برای این منظور هماهنگی روش تحویل پروژه با ملزومات مدل سازی اطلاعات یک ضرورت اجتناب ناپذیر است.

هدف تحقیق:

هدف از تدوین مقاله شناسایی روشی برای تحویل پروژه است که دارای بیشترین سازگاری با اقتضات مدل سازی اطلاعات ساختمان باشد تا بتوان با تکیه بر آن پروژه را با کیفیت بالاتر و در چارچوب زمان و هزینه پیش‌بینی شده به اتمام رساند. همچنین تلاش شده است که حسب شرایط موجود ساخت و ساز در ایران و لحاظ نمودن تجربه‌های واقعی، توصیه‌های عملی به دست اندرکاران صنعت ساختمان ایران برای اثربخشی و کارآمدی مدل سازی اطلاعات ساختمان ارائه گردد.

پیشینه تحقیق:

به طور کلی در ایران تحقیقی در خصوص رابطه نظام تحویل پروژه و کارآمدی مدل سازی اطلاعات ساختمان انجام نشده است اما پژوهشگران زیادی ضرورت توجه به مدل سازی اطلاعات ساختمان و شناسایی مشکلات و موانع آن را مورد بررسی قرار داده‌اند که به تعدادی از آن‌ها در بخش بیان مسئله اشاره شد. پژوهشگران خارجی این موضوع را به صورت جدی‌تری مورد توجه قرار داده‌اند. به عنوان مثال گلیگ و گایگس^۲ (۲۰۰۹) مدل سازی و تحویل یکپارچه پروژه را به مثابه دو بازوی مکمل در نظر گرفته‌اند که در کنار هم توفیق پروژه را تضمین می‌کنند. در دستورالعمل‌ها و اسناد بالادستی مرتبط با مدل سازی اطلاعات ساختمان هم بحث سازگاری مدل سازی اطلاعات و روش تحویل پروژه مورد توجه قرار گرفته است (ساکس^۳ و دیگران، ۲۰۱۸: ۲-۹). برخی از پژوهشگران هم پلت‌فرم‌های بیم را مورد توجه قرار داده‌اند و ساز و کارهایی برای انطباق پلت‌فرم‌هایی نظیر رویت^۴ به عنوان یکی از پرکاربردترین پلت‌فرم‌های مدل سازی اطلاعات با رویکرد نظام تحویل یکپارچه پروژه ارائه کرده‌اند (شیواداتا و کانده^۵، ۲۰۱۸). فیشر^۶ و دیگران (۲۰۱۷) هم نظام تحویل پروژه یکپارچه را از منظرهای گوناگونی مانند یکپارچگی بین همه نقش‌آفرینان، خلق ارزش و رهبری تیم‌های یکپارچه مورد بحث قرار داده‌اند و رهنمودهای عملیاتی برای آن ارائه کرده‌اند.

روش تحقیق:

در این تحقیق ابتدا ۵ مصابه نیمه ساختار یافته با سرمایه‌گذاران و مالکین صنعت ساختمان در محیط کارگاه ساختمانی انجام شد. بر اساس تحلیل محتوای این مصاحبه‌ها استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان به عنوان یک مقوله محوری که می‌تواند تاثیر قابل توجهی بر دستیابی به اهداف پروژه و افزایش بهره‌وری صنعت ساختمان داشته باشد شناسایی شد. همچنین مشخص شد که اثر بخشی مدل سازی اطلاعات و دستیابی به اهداف آن صرفاً در صورتی محقق می‌شود که روش درست تحویل پروژه مورد استفاده قرار گیرد.

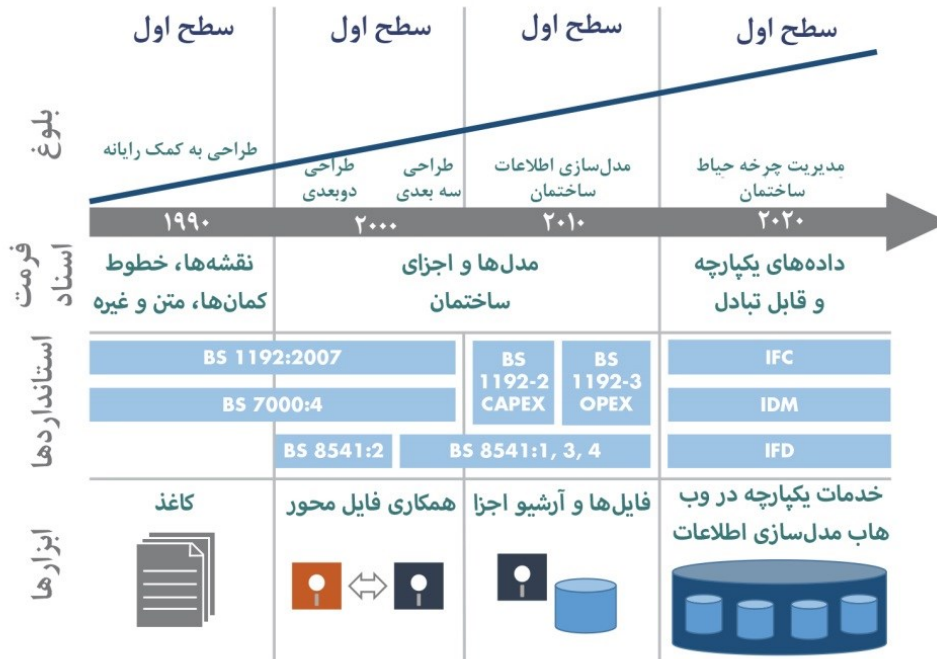
بعد از بررسی اسناد، چهار روش اصلی تحویل پروژه در صنعت ساختمان شناسایی شد. برای بررسی انطباق هر یک از این روش‌های مجدداً از طریق مصاحبه با کارشناسانی که دارای تجربه عملی استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان در ایران بودند شاخص‌های ارزیابی شناسایی شدند. برای شناسایی روشی که دارای بیشترین انطباق با اقتضات مدل سازی اطلاعات ساختمان است از تحلیل فرآیند سلسله مراتبی^۷ استفاده شد. در ابتدا از طریق مقایسه دودویی ضریب وزنی شاخص‌ها بدست آمد و در ادامه امتیاز هر روش در هر شاخص از طریق مقایسه دودویی محاسبه شد و از جمع امتیازهای هر روش در نهایت روشی که دارای بیشترین سازگاری با مدل سازی اطلاعات ساختمان است بدست آمد. نظر به اینکه روش بهینه بدست آمده در ایران هنوز چندان شناخته شده نیست در جمع بندی پژوهش و بر اساس مصاحبه‌های انجام شده راهکارهایی جهت بهره‌مندی بیشتر از مزایای مدل سازی اطلاعات ساختمان در هماهنگی با روش‌های ساخت مرسوم و شرایط حاکم بر صنعت ساختمان ایران ارائه گردید.

مبانی نظری:

هدف اصلی از مدل سازی اطلاعات ساختمان کاهش زمان و هزینه و افزایش کیفیت ساختمان و همچنین توجه به مسایل محیط زیستی است (ککانا^۸ و دیگران، ۲۰۱۴). در دستورالعمل مدل سازی اطلاعات ساختمان که به صورت گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد مدل سازی اطلاعات ساختمان فناوری مدل سازی و فرآیندهای مرتبط با آن برای تولید، ارتباط و تحلیل مدل‌های ساختمانی تعریف شده است (ساکس و دیگران، ۲۰۱۸: ۱۴). در تعریف ارائه شده چند نکته قابل توجه است. اولین نکته بر فرآیندی بودن مدل سازی حکایت دارد که به این معناست که این امر یک کار ایستا و خطی نیست بلکه فرآیندی است که مرتب

1 Project Delivery system
 2 Glick & Guggemos
 3 Sacks
 4 Revit
 5 Shivadatta & Kanade
 6 Fischer
 7 analytic hierarchy process (AHP)
 8 Kekana

تکرار می‌شود تا محصول ساختمانی به تکامل برسد. در این فرآیند تکراری^۱ و انباشتی^۲ اعمال تغییرات ناشی از تغییر خواسته‌های کارفرما/مالکین، تغییر شرایط محیطی و همچنین تغییرات در چارچوب بهینه‌سازی طرح اعمال می‌شود. این امر حاکی از انطباق اصول و مبانی مدل سازی اطلاعات ساختمان با مدیریت چابک است که بر استفاده از چرخه‌های سریع بازخورد برای تکمیل طرح از طریق تکرار و با رویکرد انباشتی تاکید دارد (پی. ام. آی، ۲۰۱۷: ۲-۱۵). بر همین اساس تلفیق مدل سازی اطلاعات ساختمان با مدیریت چابک مورد توجه قرار گرفته است (سکیکلاص و استراوردیس^۳ ۲۰۱۷: ۷۵) و برخی پژوهشگران هم مدل عملیاتی برای طراحی ساختمان پایدار با تلفیق مدل سازی اطلاعات ساختمان و رویکرد مدیریت پروژه چابک ارائه داده‌اند (جعفری، ۱۳۹۸: ۶). بر اساس برخی برآوردها مدیران پروژه بین ۷۵ تا ۹۰ درصد زمان خود را صرف ارتباط می‌کنند (اسکانلین^۴، ۱۹۹۸). مدل سازی اطلاعات پایه‌ای برای تسهیل تبادل اطلاعات بدست می‌دهد تا از این منظر همه نقش‌افزینان در یک پروژه ساختمانی بتوانند اطلاعات را در یک بستر مناسب دریافت و تکمیل نمایند.



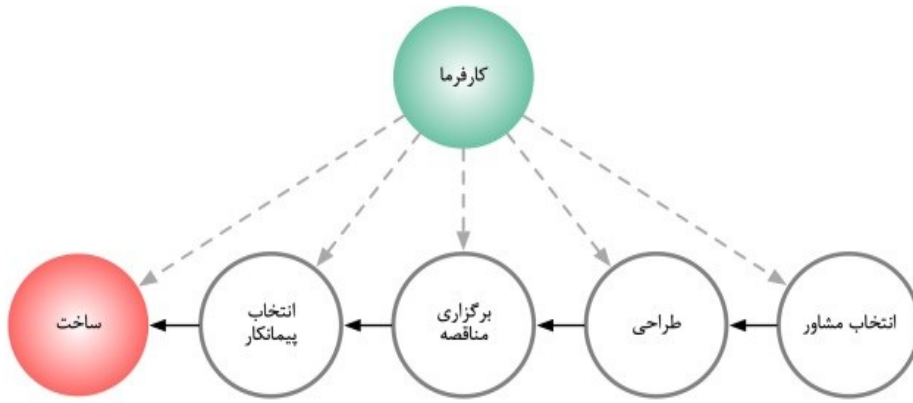
شکل ۱: سیر تکاملی رسیدن به بلوغ مدل سازی اطلاعات ساختمان (منبع: ساکس و دیگران، ۲۰۱۸: ۱۵)

مدل سازی اطلاعات ساختمان یک فرآیند تکمیلی را در چهار مرحله سپری کرده است که در شکل شماره ۱ نشان داده شده است. در این سیر تکاملی مدل سازی اطلاعات ساختمان از طراحی با کمک رایانه به سمت مدل سازی ۳ بعدی عناصر ساختمانی و در نهایت یکپارچگی همه جانبه و تبادل اطلاعات حرکت کرده است. سطح سوم مرحله کمال یافته مدل سازی اطلاعات ساختمان است که هنوز به صورت کامل عمومیت نیافته است اما تعداد قابل توجهی از پروژه‌ها هر ساله در این سطح در دستور کار قرار می‌گیرند. ابزارها، اسناد و استانداردها هم در این سیر تکامل پیدا کرده‌اند. هر ساله تعداد قابل توجهی از کشورها از طریق تصویب قوانین و مقررات، استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان را با هدف افزایش بهره‌وری صنعت ساختمان در دستور کار قرار داده‌اند (تیچولز^۵، ۲۰۰۴). در عین حال باید توجه کرد که مدل سازی اطلاعات ساختمان صرفاً محدود به طراحی یک پروژه نیست و مرحله اجرا و از آن دو مهم‌تر مرحله بهره‌داری از ساختمان را هم در بر می‌گیرد که تحت عنوان مدیریت ساخته‌ها^۶ از آن یاد می‌شود. در مرحله بهره‌داری مدل چون ساخت^۷ به همراه کلیه اطلاعات مورد نیاز در اختیار بهره‌بردار ساختمان قرار می‌گیرد تا مدیریت ساختمان را بر اساس آن انجام دهد. در واقع اهمیت مدیریت ساخته‌ها تا حدی است که برخی منابع مهم آن را مقدم بر مباحث مدل سازی اطلاعات ساختمان در طراحی و پیمانکاری مورد بررسی قرار داده‌اند (ساکس و دیگران، ۲۰۱۸). در صنعت ساختمان چهار روش تحویل پروژه به شرح زیر بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد (همان ۴):

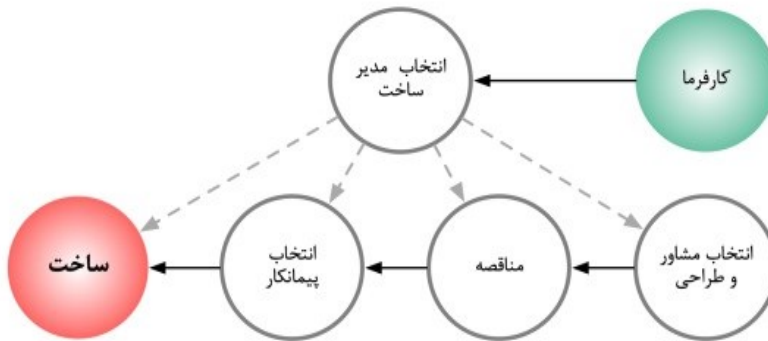
۱. طراحی - مناقصه - ساخت
۲. مدیریت ساخت (ریسک پذیر)
۳. طرح و ساخت
۴. تحویل یکپارچه پروژه

1 iterative
2 Incremental
3 Sakikhales & Stravoravdis
4 Scanlin
5 Teicholz
6 Facility management (FM)
7 As-Built

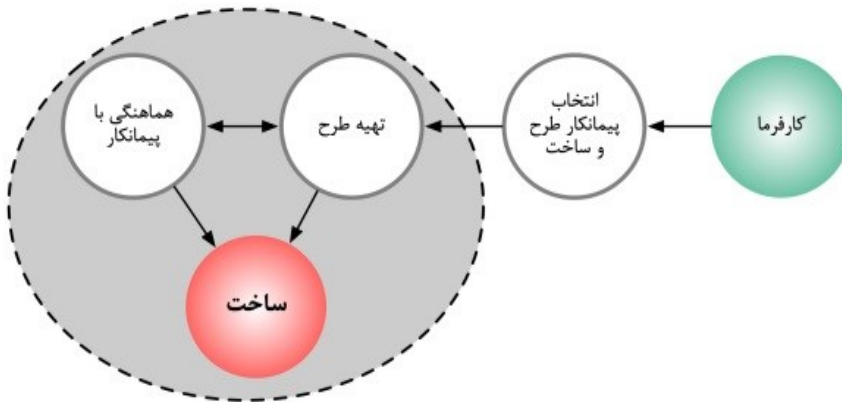
طراحی - مناقصه - ساخت



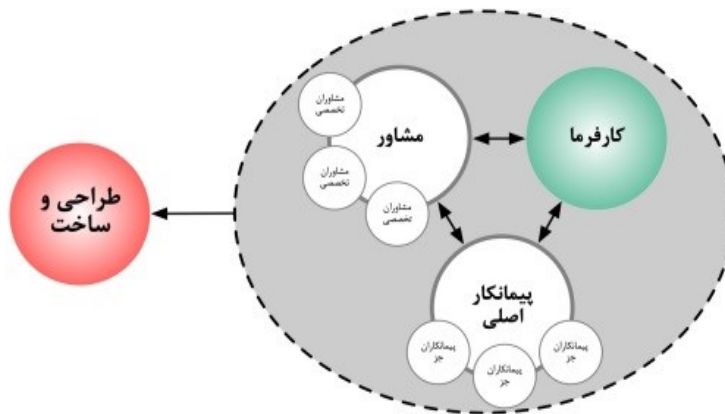
مدیریت ساخت (عامل چهارم)



طرح و ساخت



تحویل یکپارچه پروژه



شکل ۲: روش‌های تحویل پروژه در صنعت ساختمان (منبع: نگارنده)

شکل ۲ به صورت کلی فرآیند تحویل پروژه و نحوه مرادده نقش آفرینان صنعت ساختمان را در هر یک از این روش‌ها نشان می‌دهد. در روش طراحی- مناقصه- ساخت^۱ کارفرما در ابتدا نسبت به انتخاب مشاور ذیصلاح اقدام می‌کند و بعد از تهیه طرح، پیمانکار طی مناقصه و عموماً بر اساس کمترین قیمت انتخاب شده، و پروژه را اجرا می‌کند. کارفرما ناگزیر خود در تمام مراحل نقش نظارتی و کنترلی ایفا می‌کند و مسئولیت هماهنگی بین دو رکن طراح و پیمانکار را برعهده می‌گردد. در روش مدیریت ساخت کارفرما نقش مدیریتی و نظارتی خود را به یک شرکت ذیصلاح که پیمانکار یا مشاور صاحب صلاحیت است تفویض می‌کند و این شرکت به نمایندگی از کارفرما فرآیند خطی طراحی و اجرای پروژه را مشابه روش طراحی- مناقصه- ساخت به پیش می‌برد و به عنوان عامل چهارم تلاش می‌کند بین نقش آفرینان^۳ گانه پروژه هماهنگی ایجاد کند.

این روش مشابه روش طراحی- مناقصه- ساخت است که وظایف کارفرما را عامل چهارم انجام می‌دهد و عموماً دارای ۲ گونه است: در گونه اول مدیر ساخت به عنوان نماینده کارفرما عمل می‌کند و درصدی از هزینه‌های پروژه را به عنوان حق الزحمه دریافت می‌کند اما در گونه دوم که مدیر ساخت ریسک‌پذیر^۲ نامیده می‌شود مدیر ساخت طی سندی حداکثر قیمت تضمین شده^۳ را به کارفرما تضمین می‌دهد و مسئولیت هرگونه ریسک افزایش قیمت را بر عهده می‌گیرد که البته در کارهای ساختمانی ایران این گونه کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

یکی از مشکلات کلیدی در اجرای پروژه‌های ساختمانی تعارض بین طراح و پیمانکار است که عمدتاً در اجرا بروز کرده و کارفرمایان را با مخاطرات جدی مواجه می‌سازد. روش طرح و ساخت با هدف رفع این مشکل و ایجاد یکپارچگی بین طراح و پیمانکار مورد توجه قرار گرفته است که در آن مسئولیت کلی پروژه اعم از طراحی و ساخت به پیمانکار واگذار می‌شود و پیمانکار در فرآیند طراحی دخالت بیشتری دارد (بهیمی و صابری، ۱۳۹۲: ۲۸۵). با این وجود و با هدف ایجاد یکپارچگی بیشتر در دنیا روش تحویل یکپارچه پروژه^۴ تدوین شده است که در آن عناصر سه گانه کارفرما، پیمانکار عمومی (و پیمانکاران تخصصی در صورت نیاز) و مشاور اصلی (و مشاوران تخصصی در صورت نیاز) در یک تیم کاری با هم یکپارچه می‌شوند تا نهایت هماهنگی حاصل شده و کلیه نقش آفرینان از طریق بکارگیری ابزارهای مشارکتی که مدل سازی اطلاعات ساختمان در اختیار آن‌ها قرار داده است از ابتدای پروژه با همکاری و تبادل نرم و روان اطلاعات، پروژه‌ها را با حداقل تعارضات در قالب یک تیم کاری منسجم و هماهنگ در چارچوب زمان و هزینه تعیین شده و با بهترین کیفیت به سرانجام برسانند (ساکس و دیگران، ۲۰۱۸: ۷).

یافته‌های پژوهش:

جدول ۱ نتیجه نهایی تحلیل سلسله مراتبی انتخاب روش بهینه تحویل پروژه در هماهنگی با شاخص‌های کارآمدی مدل سازی اطلاعات ساختمان را نشان می‌دهد. در این پژوهش ۷ شاخص شناسایی شده است که شاخص‌های کاهش تعارضات اجرایی و کاهش زمان و هزینه اجرا از بیشترین امتیاز برخوردار شدند و در سطح دوم شاخص‌های تسهیل اعمال تغییرات و تسهیل مشارکت نقش آفرینان بیشترین امتیاز را بدست آوردند. شاخص‌های تلفیق دانش مشاور و تجربه پیمانکار، پیش ساختگی و پشتوانه حقوقی هم کمترین امتیاز را بدست آوردند. در نهایت هر روش اجرا در هر شاخص مقایسه شده است که با جمع امتیازها، روش‌های دارای بیشترین سازگاری با مدل سازی اطلاعات ساختمان بدست آمده است.

جدول ۱: ماتریس ارزیابی میزان انطباق روش‌های تحویل پروژه با اقتضانات مدل سازی اطلاعات ساختمان به روش تحلیل سلسله مراتبی

شاخص	وزن	طراحی- مناقصه- اجرا		طرح و ساخت		مدیریت طرح		تحویل یکپارچه پروژه	
		امتیاز	امتیاز*ضریب	امتیاز	امتیاز*ضریب	امتیاز	امتیاز*ضریب	امتیاز	امتیاز*ضریب
کاهش تعارضات اجرایی	۰.۲	۱۰	۲	۳۰	۶	۲۰	۴	۴۰	۸
تلفیق دانش مشاور با تجربه پیمانکار	۰.۱	۱۰	۱	۳۵	۳.۵	۲۰	۲	۳۵	۳.۵
تسهیل اعمال تغییرات	۰.۱۵	۱۵	۲.۲۵	۲۵	۳.۷۵	۲۵	۳.۷۵	۳۵	۵.۲۵
کاهش زمان و هزینه اجرا	۰.۲	۵	۱	۲۵	۵	۳۰	۶	۴۰	۸
تسهیل مشارکت همه نقش آفرینان	۰.۱۵	۱۵	۲.۲۵	۲۵	۳.۷۵	۲۵	۳.۷۵	۳۵	۵.۲۵
پیش ساختگی (صنعتی سازی ساختمان)	۰.۱	۱۵	۱.۵	۳۰	۳	۲۵	۲.۵	۳۰	۳
پشتوانه حقوقی	۰.۱	۳۰	۳	۳۵	۳.۵	۲۵	۲.۵	۱۰	۱
امتیاز نهایی (جمع امتیاز*ضریب وزنی)		۱۳.		۲۸.۵		۲۴.۵		۳۴.	

(منبع: نگارنده)

بر اساس نتایج پژوهش، تحویل یکپارچه پروژه دارای بیشترین امتیاز سازگاری با مدل سازی اطلاعات ساختمان می‌باشد و در ادامه روش‌های طرح و ساخت و مدیریت ساخت از بیشترین سازگاری برخوردار هستند. لازم به ذکر است روش سنتی طراحی- مناقصه- ساخت که در حال حاضر در تعداد قابل توجهی از پروژه-

1 Design-Bid-Construction
 2 Construction Manager at Risk (CMAR)
 3 Guaranteed Maximum Price (GMP)
 4 Integrated Project Delivery (IPD)

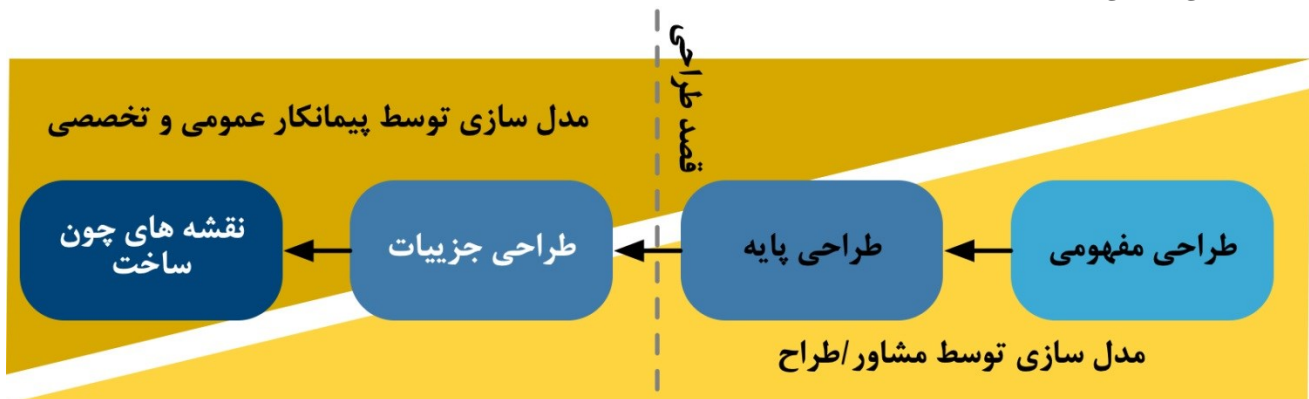
های دولتی و خصوصی ساختمانی در ایران استفاده می‌شود به هیچ عنوان روش قابل اتکایی برای اثربخشی مدل سازی اطلاعات ساختمان نمی‌باشد و حتی می‌تواند صرفاً به افزایش هزینه و زمان قابل توجه برای اجرای پروژه منجر شود. در این روش زمینه‌های لازم برای درگیر کردن کلیه نقش‌آفرینان پروژه و اعمال دانش و تجربه آنها در مدل فراهم نمی‌شود و تعارضات قابل توجهی در اجرای پروژه بروز پیدا می‌کند. این روش همچنین زمینه‌های مناسب برای تولید صنعتی ساختمان و پیش ساختگی را فراهم نمی‌کند. درگیر شدن هر چه زودتر پیمانکاران عمومی و تخصصی در فرآیند مدل سازی اطلاعات یک نکته محوری است که در رویکردهای طرح و ساخت و سیستم تحویل پروژه یکپارچه فراهم می‌شود. تنها نکته منفی قابل ذکر در سیستم تحویل یکپارچه پروژه سابقه کم آن در نظام فنی اجرایی کشور است چراکه این نوع نظام تحویل پروژه دارای پیچیدگی و ملزومات حقوقی است که شرایط آن در ایران فراهم نیست.

نتیجه‌گیری

هر چند روش تحویل یکپارچه پروژه در پروژه‌های ساختمانی دارای انطباق کامل با مفهوم مدل سازی اطلاعات ساختمان است اما در حال حاضر این روش در ایران از پشتوانه حقوقی قابل توجهی برخوردار نیست و بر خلاف سایر روش‌ها، در مورد آن شرح‌خدمات، دستورالعمل و تیپ‌های قراردادی وجود ندارد اما با بکارگیری تمهیداتی می‌توان قراردادهای طرح و ساخت یا مدیریت ساخت را به سمت ایجاد یکپارچگی بیشتر برای دستیابی به اهدافی نظیر کاهش زمان و هزینه و افزایش کیفیت در پروژه‌های ساختمانی که از اهداف کلیدی مدل سازی اطلاعات است هدایت کرد. در ادامه و بر اساس بررسی‌های انجام شده در پژوهش و لحاظ نمودن چندین تجربه اجرایی توصیه‌هایی در این خصوص به دست‌اندرکاران صنعت ساختمان ارائه می‌گردد:

• ضرورت درگیر کردن هر چه زودتر کلیه نقش‌آفرینان در فرآیند مدل‌سازی از ابتدای شروع پروژه

به طور کلی و بر خلاف روال جاری طراحی پروژه‌های ساختمانی در کشور، در رویکرد مدل سازی اطلاعات ساختمان بیشترین زحمت و تلاش تیم طراحی با مشارکت باقی نقش‌آفرینان در مرحله طراحی مفهومی (فاز صفر) باید صورت گیرد تا ایده اصلی طرح بر اساس خواسته‌های کارفرما و به بهینه‌ترین صورت در طرح مفهومی متبلور شود. برای این منظور تلفیق دانش مشاوران و طراحان با تجربه پیمانکاران عمومی و تخصصی یک ضرورت است تا بهترین نتایج ممکن حاصل شود و منافع کارفرما به خاطر ناهماهنگی بین طراحان و پیمانکاران از بین نرود. این امر تعارضات اجرایی را کاهش می‌دهد و باعث صرفه جویی قابل توجه در زمان و هزینه اجرای ساختمان می‌شود. برای رسیدن به این اهداف انتخاب تیم اجرایی پروژه و قرارگیری آنها در کنار تیم طراحی از ابتدای شروع طراحی ضروری است. بر اساس منطق توصیه در دستورالعمل‌های مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، مشاورین طرح را با هماهنگی و مشاوره تیم اجرایی تا حد متعارف مدل سازی کرده و با انتقال قصد طراحی^۱ خود به پیمانکاران، تکمیل جزئیات و نقشه‌های اجرایی را پیمانکاران زیر نظر مشاور جلو می‌برند تا بتوانند تجربیات اجرایی و ملاحظات فنی را روی مدل اعمال کنند. در بستر مدل سازی اطلاعات همکاری و مشارکت نقش‌آفرینان برای تکمیل مدل و اجرای پروژه بپوشد فراهم می‌شود اما لازم است ظرفیت‌های انسانی و سخت‌افزاری لازم در تیم مشاوره و پیمانکاری فراهم باشد. شکل ۳ به صورت گرافیکی میزان نقش‌آفرینی طراحان و پیمانکاران را در فرآیند تکمیل مدل‌سازی یک پروژه ساختمانی نشان می‌دهد.



شکل ۳: نقش طراحان و پیمانکاران در مدل‌سازی بر اساس فرآیند تکمیل طرح یک پروژه ساختمانی (منبع: نگارنده)

جنبه حقوقی این امر می‌تواند از طریق قرارداد طرح و ساخت یا از طریق امضای تفاهم‌نامه اولیه با پیمانکاران مورد نظر کارفرما محقق شود. با این ملاحظات بخش عمده‌ای از شاخص‌های کلیدی که در جدول ارزیابی شناسایی شدند نظیر کاهش تعارضات، صرفه جویی در زمان و هزینه و پیش ساختگی محقق خواهند شد. در قرارداد طرح و ساخت و مدیریت ساخت با لحاظ نمودن تمهیداتی می‌توان هماهنگی و همکاری بین کلیه نقش‌آفرینان پروژه ساختمانی را محقق نمود.

• صنعتی سازی و پیش‌ساختگی

هر چه قدر در کارهای ساختمان کار در سایت کاهش یافته و عناصر ساختمانی در خارج از سایت در محیط‌های قابل کنترل و ایمن تر کارگاهی ساخته و در سایت نصب شوند بهره‌وری و ایمنی افزایش می‌یابد. برای پیش ساختگی ضروری است که پیمانکاران تخصصی در کنار پیمانکار عمومی یا مدیر ساخت درگیر موضوع شده و همزمان با تکمیل مدل‌سازی نسبت به طراحی عناصر ساختمانی با رویکرد صنعتی و پیش ساختگی اقدام نمایند. برای این منظور باید پیمانکاران عمومی یا کارفرمایان، پیمانکاران تخصصی را هر چه زودتر درگیر پروژه نمایند تا ضمن دریافت بازخورد، اصلاح و بهینه سازی طرح برای بهره‌مندی بیشتر از مزایای

1 design intent

پیش‌ساختگی صورت‌گیرد. مدل سازی اطلاعات زمینه مناسبی برای پیمانکاران تخصصی فراهم می‌کند تا بر اساس شرایط پروژه، نقشه‌های اجرایی پیش‌ساختگی را تهیه کنند و در صورتی که نیاز به اصلاحات و تمهیداتی باشد تیم طراحی، اصلاحات و تمهیدات لازم را در همان مراحل اولیه در طرح و مدل اعمال کنند. این امر بالاخص در پروژه‌های بزرگ مقیاس که پیش‌ساختگی دارای توجیه اقتصادی و فنی بیشتری است دارای اهمیت است.

• ایجاد ساز و کار اعمال تغییرات

تغییرات در هر پروژه‌ای بواسطه تغییر خواسته‌های کارفرما، تغییر شرایط محیطی اعم از شرایط بازار، ضوابط و مقررات و ... اجتناب ناپذیر است اما مدل سازی اطلاعات در ابتدا سعی می‌کند با تمرکز بیشتر و همه جانبه‌نگری و مشارکت کلیه ذینفعان، در مرحله طراحی مفهومی احتمال وقوع تغییرات را در مراحل بعدی پروژه کاهش دهد. مدل سازی در عین حال بستر مناسبی برای کنترل و تسهیل اعمال تغییرات فراهم می‌کند چرا که بر خلاف روش‌های سنتی در این روش نقشه‌ها و اسناد ساختمان به صورت مستقل تولید نمی‌شوند بلکه این اسناد از یک مدل واحد مستخرج می‌شوند و لذا با اعمال هر تغییری در مدل کلیه نقشه‌ها و اسناد با تغییرات سازگار شده و بروز می‌شوند. کلیه نظامات درگیر در پروژه هم می‌توانند تبعات تغییرات را در کار خود مشاهده و در صورت نیاز اقدامات تطبیقی و اصلاحی را انجام دهند. در نتیجه ناهماهنگی بین نقشه‌ها و اسناد تیم‌های مختلف کاری که در زمان اجرا باعث افزایش زمان و هزینه می‌شوند به طور طبیعی موضوعیت نخواهد داشت. برای این منظور کلیه تیم‌های تخصصی اعم از مشاورین و پیمانکاران باید ضمن ایجاد زیرساخت‌های لازم با هم همکاری و همدلی نمایند تا تغییرات در پروژه به بهترین صورت مدیریت شوند. در واقع یکی از مزایای کلیدی مدل سازی اطلاعات ساختمان امکانی است که برای مدیریت بهتر تغییرات در پروژه فراهم می‌کند.

• تدوین برنامه اجرایی مدل سازی اطلاعات ساختمان^۱

برای تحقق اهداف مدل سازی اطلاعات و جلوگیری از ایجاد ناهماهنگی بین تیم‌های کاری مشاوره و اجرایی باید تیم یا شخص ذیصلاح طی یک سند که سند اجرایی مدل سازی اطلاعات ساختمان نامیده می‌شود کلیه مناسبات اجرایی، نحوه تعاملات، سخت افزارها و نرم‌افزارهای مورد نیاز، نظام رفع تعارضات و اعمال تغییرات، سطح مورد نیاز برای مدل سازی توسط هر یک از نقش‌آفرینان و ... را به طور دقیق مشخص کند تا هدایت مدل سازی و اجرای پروژه بدون ابهام بر اساس آن فراهم شود. عموماً این نقش را فردی تحت عنوان مدیر اطلاعات ساختمان^۲ و در ابتدای پروژه انجام می‌دهد.

• توصیه به دست اندرکاران ساخت و ساز بخش خصوصی:

بخش قابل توجهی از پروژه‌های ساخت و ساز شهری در ایران با سرمایه بخش خصوصی ساخته می‌شوند. این دسته از پروژه‌ها تابع ضوابط شهری و تحت نظارت سازمان‌های نظام مهندسی هستند. بکارگیری رویکرد مدل سازی اطلاعات ساختمان در این دست پروژه‌ها می‌تواند با سهولت بیشتری انجام گیرد چرا که آزادی عمل مالکین پروژه در مقایسه با پروژه‌های دولتی که از بودجه‌های عمرانی استفاده می‌کنند بالاتر است. آن‌ها علاوه بر روش‌های مدیریت ساخت و مدیریت پیمان و تلاش برای یکپارچه کردن پروژه می‌توانند بخشی از کار را به مدیر پروژه ذیصلاح که می‌تواند طراح پروژه هم باشد واگذار نمایند تا مدیر پروژه راساً نسبت پیشبرد پروژه در بستر مدل سازی اطلاعات و با رویکرد مدیریت یکپارچه اقدام نمایند. مدیر پروژه باید در مرحله طراحی، پیمانکاران ذیصلاح و مورد تایید کارفرما را درگیر پروژه کرده تا فرآیند تهیه طرح و متعاقباً اجرای طرح با رویکرد مدیریت یکپارچه پروژه سازگاری بیشتری داشته باشد. بخش خصوصی همچنین می‌تواند در چارچوب ضوابط و مقررات موجود، ساخت و ساز را به مجری ذیصلاح واگذار نماید و از مجری، پیشبرد پروژه در بستر مدل سازی اطلاعات ساختمان و با رویکرد تحویل یکپارچه پروژه را مطالبه نماید.

منابع:

۱. بهیمی، محمد علی و صابری، روح الله (۱۳۹۲). قرارداد طرح و ساخت و مقایسه آن با سایر شیوه‌های پیمانکاری. تحقیقات حقوقی ۱۳، ۲۷۱-۳۰۸.
۲. جعفری، طوفان. (۱۳۹۶). رهبری اخلاقی و بهره‌وری پروژه‌های ساختمانی. رساله برای دریافت دکترای مدیریت پروژه و ساخت در دانشگاه تهران. تهران.
۳. جعفری، طوفان. (۱۳۹۸). فرآیند چابک طراحی ساختمان پایدار با استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان. نشریه معماری شناسی. ۱۰-۸۱.
۴. روحانی، نیلوفر و بنی‌هاشمی، سید یاسر. (۱۳۹۶). دسته بندی موانع پیاده سازی مدل سازی اطلاعات ساختمان با دو رویکرد نوع موانع و سطح تصمیم‌گیری. اولین کنفرانس بین‌المللی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان.
5. Fischer, M., H. W. Ashcraft, D. Reed and A. Khanzode (2017). Integrating Project Delivery, Wiley.
6. Glick, S. and A. Guggemos (2009). IPD and BIM: benefits and opportunities for regulatory agencies. Proceedings of the 45th ASC National Conference, Gainesville, Florida, April.
7. Kekana, T., C. Aigbavboa and W. Thwala (2014). Building information modelling (BIM): Barriers in adoption and implementation strategies in the South Africa construction industry. International Conference on Emerging Trends in Computer and Image Processing, Pattaya, Thailand.
8. P.M.I. (2017). Agile Practice Guide, Project Management Institute
9. Sacks, R., C. Eastman, G. Lee and P. Teicholz (2018). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers, Wiley.
10. Sakikhales, M. H. and S. Stravoravdis (2017). Using agile project management and BIM for improved building performance. Building Information Modelling, Building Performance, Design and Smart Construction, Springer: 65-78.
11. Scanlin, J. J. P. M. J. (1998). "The Internet as an enabler of the Bell Atlantic project office." 29(2): 6-7.
12. Shivadatta Yadav, P. and G. Kanade (2018). "Application of Revit as Building Information Modeling (BIM) for Integrated Project Delivery (IPD) to Building Construction Project-A."
13. Teicholz, P. (2013). "Labor-productivity declines in the construction industry: causes and remedies (a second look)."

1 BIM Execution Plan (BEP)

2 BIM Manager