

## شفاف‌سازی ۷ باورِ نادرست در خصوص مدل سازی اطلاعات در صنعت ساختمان ایران

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

### چکیده:

مدل‌سازی اطلاعات ساختمان پاسخی به چالش‌های پیش روی این صنعت در زمینه بهره‌وری و افزایش زمان و هزینه و کاهش کیفیت پروژه‌ها محسوب می‌شود. با وجودی که این امر در دنیا به طور جدی در پروژه‌های متعدد مورد توجه قرار گرفته و دستاوردهای قابل توجهی هم با خود به همراه داشته است اما در ایران عملیاتی شدن آن با چالش‌های قابل توجهی همراه بوده‌است. پیش از شروع این پژوهش و بنا به تجربیات پژوهشگر روشن شد که برخی برداشت‌های نادرست در خصوص این مقوله در بین نقش‌آفرینان صنعت ساختمان وجود دارد که هدف این پژوهش شناسایی، تدقیق و شفاف‌سازی در خصوص آنهاست. این برداشت‌های نادرست عامل مهمی برای عدم کارایی و دستیابی به اهداف متصور از مدل‌سازی اطلاعات، در صنعت ساختمان است. برای این منظور بعد از تحلیل و بررسی تجربه‌های پیشین، مصاحبه‌هایی با نقش‌آفرینان صنعت ساختمان شامل مدیران و سرمایه‌گذاران انجام شد و بعد از پیاده‌سازی و تحلیل گفتگوهای انجام شده، ۷ برداشت نادرست شناسایی شد که با مراجعه به متون تخصصی مرتبط با مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، برداشت صحیح و علمی در هر حوزه شناسایی گردید. این پژوهش نشان می‌دهد شفاف‌سازی در خصوص این برداشت‌های نادرست می‌تواند اثر قابل توجهی بر دستیابی به اهداف مدل‌سازی اطلاعات و افزایش بهره‌وری پروژه‌های ساختمانی داشته‌باشد.

کلمات کلیدی: مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، صنعت ساختمان ایران، بهره‌وری، مدیریت پروژه چاپک



## ۱. بیان مسئله

صنعت ساختمان به طور عمومی با چالش‌های عدیده‌ای نظیر بهره‌وری پایین، افزایش زمان و هزینه مواجه است (استاب و دیگران، ۲۰۱۱). مدل سازی اطلاعات ساختمان برای پاسخ‌گویی به این چالش‌ها مورد توجه قرار گرفته و پیاده سازی آن یک مقوله‌ی مدیریتی محسوب می‌شود که تغییرات قابل توجهی با خود به همراه دارد (اسکندری و دیگران، ۱۳۹۸). در عین حال باید توجه داشت که صنعت ساختمان یکی از صنایع مقاوم در برابر تغییر شناخته می‌شود (گو و لاندن، ۲۰۱۰) با این وجود در مقیاس جهانی مدل‌سازی اطلاعات، صنعت ساختمان را دگرگون کرده و بر بخش گسترده‌ای از آن چیره شده‌است. در ایران هم مدل‌سازی اطلاعات توأم با چالش‌ها و مسائلی زیادی بوده است. به عنوان مثال فقدان آگاهی و ناآشنایی با مدل‌سازی اطلاعات ساختمان یک مانع بزرگ در بهره‌مندی از مزایای مورد انتظار آن محسوب می‌شود (خاکسار و باجلان، ۱۳۹۸). همچنین درک نادرست از این روش نوین و بی‌توجهی به ملزومات آن باعث ناکامی و عدم دستیابی به اهداف و مزایای متصور از آن می‌شود (جعفری، ۱۳۹۸ الف). لذا ضروری است برداشته‌ها و تصورات حرفه‌مندان و نقش‌آفرینان صنعت ساختمان بالاخص سرمایه‌گذاران و مالکین پروژه‌ها از این پدیده نوظهور اصلاح شده تا زمینه مناسب برای بهره‌مندی و اثر بخشی مدل‌سازی اطلاعات در بهره‌وری پروژه‌های ساختمانی بدست بیاید.

## ۲. هدف تحقیق

هدف اصلی این تحقیق شناسایی برداشته‌های نادرستی است که در حرفه‌مندان و نقش‌آفرینان عمومی صنعت ساختمان در خصوص مدل‌سازی اطلاعات ساختمان شکل گرفته‌است. به باور پژوهش‌گر برداشته‌های نادرست و تصورات غلط یکی از عوامل کلیدی برای ناکارآمدی مدل‌سازی و عدم دستیابی به اهداف مورد نظر آن شامل کاهش زمان و هزینه و افزایش کیفیت پروژه‌های ساختمانی است. این پژوهش در نظر دارد از یک طرف روشن نماید که مدل‌سازی اطلاعات ساختمان چه چیزی نیست و از طرف دیگر چه ملزوماتی و اهدافی برای آن متصور است. با شفاف‌سازی و روشن کردن این موارد یکی از موانع کلیدی عدم دستیابی به اهداف مدل‌سازی اطلاعات رفع می‌شود و احتمال افزایش بهره‌وری در پروژه‌هایی که با محوریت مدل‌سازی اطلاعات ساختمان طراحی، اجرا و حتی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد.

## ۳. روش تحقیق

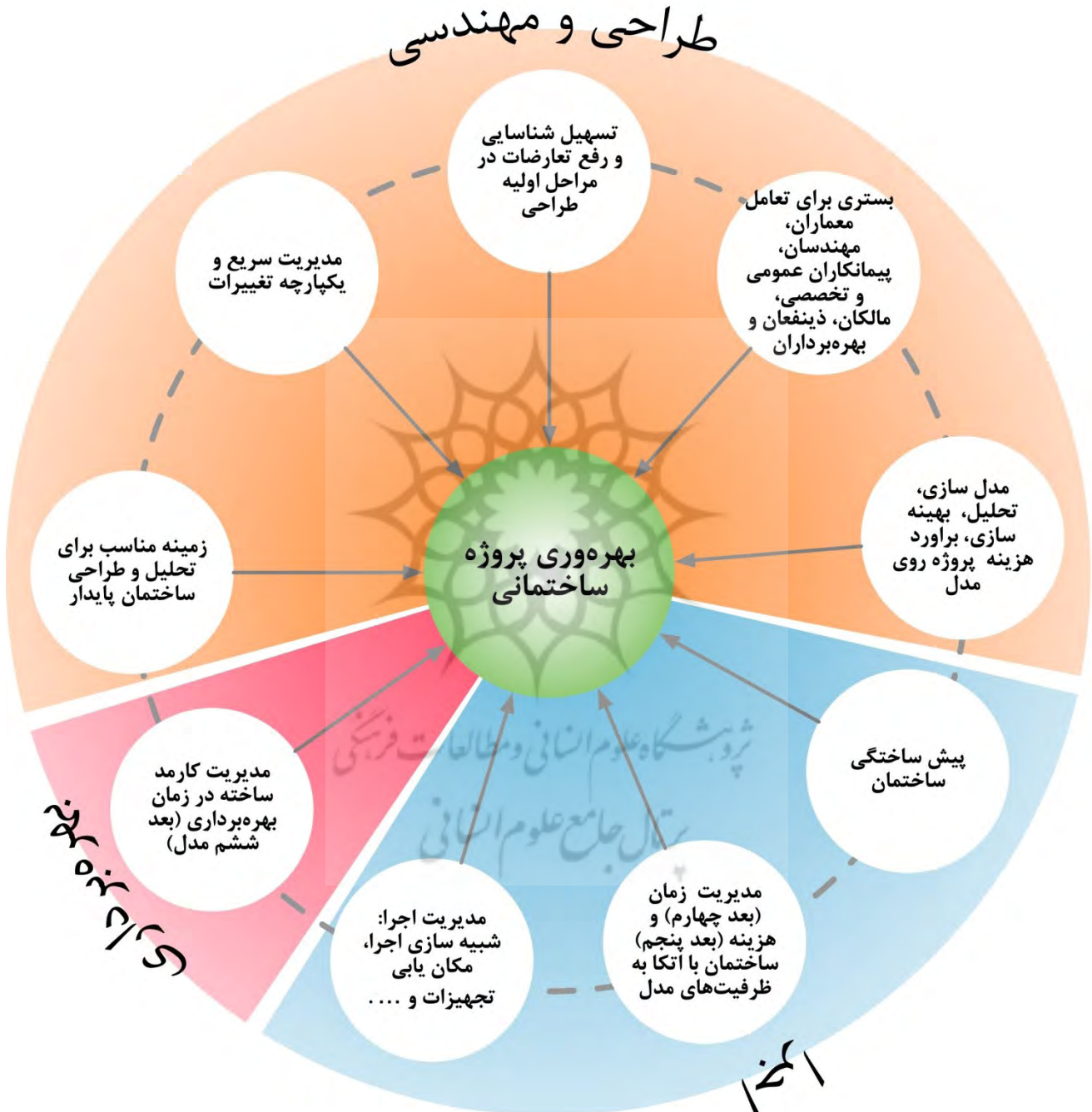
زمینه اصلی شکلی‌گیری این پژوهش گفتگوها و مباحثی است که در پروژه‌های ساختمانی توسط نگارنده با برخی نقش‌آفرینان صنعت ساختمان شامل طراح، پیمانکار و از همه مهم‌تر مدیران و سرمایه‌گذاران شکل گرفت که باعث قطعی شدن این مطلب گردید که در برخی نقش‌آفرینان کلیدی صنعت ساختمان برداشته‌های نادرستی از مقوله مدل‌سازی اطلاعات ساختمان شکل گرفته‌است که می‌تواند باعث مخاطرات جدی در دستیابی به اهداف مدل‌سازی اطلاعات گردد. برای شناسایی نظام مند این سوبرداشته‌ها بعد از یک بررسی اولیه و تعمق در گفتگوهای قبلی، ۵ مصاحبه با سرمایه‌گذاران و مدیران صنعت ساختمان انجام شد. هدف اصلی این بود که شناسایی شود مصاحبه‌شوندگان چه انتظاراتی از مدل‌سازی دارند و تا چه حد با ملزومات و اقتضانات آن و همچنین تغییراتی که با خود در پی دارد آشنا هستند. در این مصاحبه‌ها مشخص شد بین تصورات و انتظارات آنها با اصول و مبانی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان تعارضات جدی وجود دارد. برای تحلیل دقیق‌تر، گفتگوها به صورت متن پیاده شدند و در نرم افزار اطلس تی<sup>۳</sup> کد گذاری باز روی آنها صورت گرفت. در مرحله بعد تلاش شد سوء برداشته‌های شناسایی شده همگرا شده و تا حد امکان به صورت خلاصه شده، دسته بندی شوند. در پایان برای اطمینان در زمینه هر برداشت نادرست شناسایی شده به منابع معتبر مراجعه شد و برداشت درست و اصولی در آن زمینه خاص شناسایی شد که در بخش یافته‌های پژوهش مورد بحث و بررسی قرار گرفته‌اند.

## ۴. مبانی نظری

هدف نهایی و اصلی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان بهره‌وری پروژه‌های ساختمانی است (عیزی و دیگران، ۱۳۹۸). تحقق بهره‌وری از طریق زمینه‌ها و راهکارهایی فراهم می‌شود که مدل‌سازی در اختیار نقش‌آفرینان صنعت ساختمان قرار می‌دهد. مدل‌سازی امکان شبیه‌سازی ۳ بعدی ساختمان در فضای مجازی با کلیه عناصر و اجزا را به صورت پارامتریک فراهم می‌کند (ساکس و دیگران، ۲۰۱۸).<sup>۴</sup> این بعد فناورانه در مدل، بستر مناسبی برای تحلیل، تصمیم‌گیری، بهینه‌سازی و تعامل بین کلیه تیم‌های تخصصی اعم از معماران، مهندسان، پیمانکاران عمومی و تخصصی و حتی ذینفعان، مالکان و بهره‌برداران را فراهم می‌کند و از طریق ارتقای زمینه‌های همکاری و اشتراک اطلاعات، باعث بهبود ارتباطات و روابط اعضای تیم و کلیه ذینفعان پروژه می‌شود (هاردین و مک کول، ۲۰۱۵).<sup>۵</sup> مدیریت یکپارچه تغییرات یکی دیگر از حوزه‌هایی است که مدل‌سازی آن را تسهیل و تسریع نموده‌است و این امکان فراهم می‌شود که تغییرات به صورت سریع و موثر در فرآیند پروژه مدیریت شوند (لی و دیگران، ۲۰۰۶).<sup>۶</sup> مدل‌سازی اطلاعات هر چند هزینه مراحل طراحی را در مقایسه با روش‌های عرفی افزایش می‌دهد اما این افزایش در مقایسه با کاهش قابل توجه هزینه‌های اجرایی، در مجموع هزینه نهایی پروژه‌های ساختمانی را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد. به عنوان مثال در یک پروژه در هنگ هنگ استفاده از مدل‌سازی هزینه‌های طراحی را ۴۶ درصد و هزینه‌های اجرا را ۹ درصد کاهش داده‌است که در مجموع منجر به کاهش ۷ درصدی هزینه کل پروژه شده است (لو و دیگران، ۲۰۱۸).<sup>۷</sup> در فرآیند طراحی، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در ترکیب با مدیریت پروژه چابک زمینه بسیار موثری برای طراحی و بهینه‌سازی، مدیریت تغییرات و همچنین طراحی ساختمان سبز و پایدار به دست می‌دهد (سکیکلاص و استراوردیس، ۲۰۱۷).<sup>۸</sup> در این راستا برخی پژوهشگران نسبت به رایج فرآیند چابک طراحی ساختمانی پایدار با استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان را رایج نموده‌اند (جعفری، ۱۳۹۸ ب).

1 Staub  
2 Gu & London  
3 Atlas-ti  
4 Sacks  
5 Hardin & McCool  
6 Lee  
7 Lu  
8 Sakikhlas & Stravoravdis

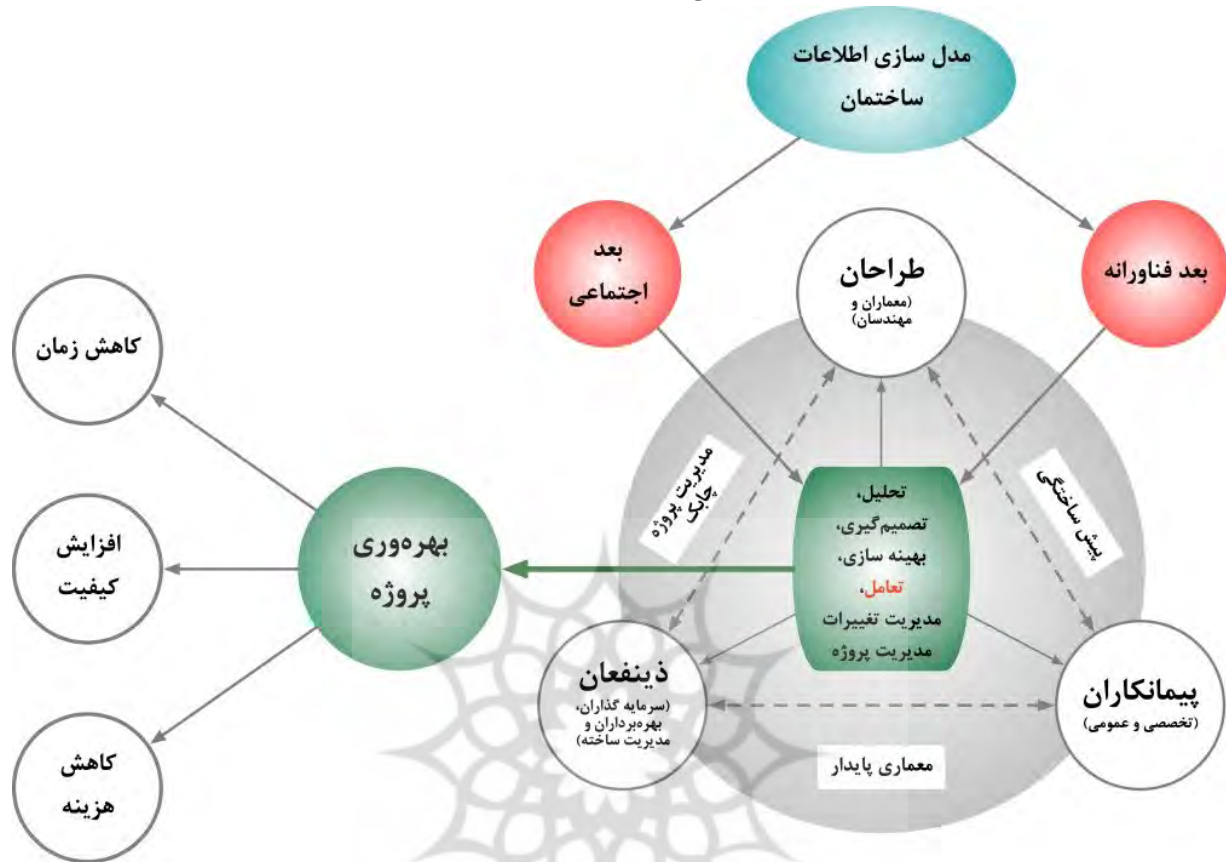
پیمانکاران عمومی با استفاده از مدل سازی می‌توانند مدیریت زمان و هزینه را به نحو مطلوب در پروژه اعمال کنند چرا که این امکان وجود دارد که زمان و هزینه به عنوان داده به اجرای ساختمان اضافه شوند و این داده‌ها به نرم‌افزارهای تخصصی مدیریت زمان و هزینه متصل شوند (ساکس و دیگران، ۲۰۱۸). پیمانکاران همچنین می‌توانند اقدامات اجرایی را با استفاده از مدل، شبیه سازی و تعارضات و مشکلات را پیش از وقوع در زمان اجرا شناسایی کنند و فرآیند اجرا را با لحاظ نمودن تمام جهات فنی، اقتصادی و ... در بهینه‌ترین حالت مدیریت نمایند تا بیشترین منافع و ارزش برای ذینفعان پروژه‌ها بدست بیاید. مدل سازی در ترکیب با تحویل یکپارچه پروژه ساز و کارهای جدیدی برای تدارکات پروژه فراهم می‌کند (فیشر و دیگران، ۲۰۱۷)<sup>۱</sup>. پیمانکاران تخصصی هم می‌توانند روی مدل و بواسطه موجود بودن جزییات و ابعاد مورد نیاز، نسبت به طراحی اجرای ساختمان به صورت پیش‌ساخته و در خارج از سایت اقدام کنند که عامل مهمی در افزایش بهره‌وری صنعت ساختمان محسوب می‌شود (وینبرگ و داهلکویست، ۲۰۱۰)<sup>۲</sup>. تصویر شماره ۱ زمینه‌هایی که مدل سازی در حوزه‌های طراحی، اجرا و بهره‌برداری باعث افزایش بهره‌وری می‌شود را نشان می‌دهد.



شکل ۱: عوامل موثر بر بهره‌وری پروژه‌های ساختمانی در بستر مدل سازی اطلاعات ساختمان (استخراج از نگارنده)

1 Fischer  
2 Winberg & Dahlqvist

مدل سازی نقش محوری در مدیریت و بهره‌برداری ساختمان دارد که از آن به بعد ششم مدل سازی هم یاد می‌شود (نیکال و وودیانسکی، ۲۰۱۶) مدل چون ساخت<sup>۲</sup> بعد از پایان پروژه و منطبق بر ساختمان اجرا شده در اختیار بهره‌بردار و مدیر ساخته قرار می‌گیرد تا بر اساس آن بهره‌برداری و مدیریت ساختمان به مطلوب‌ترین وجه صورت گیرد. مدل حتی می‌تواند در کاهش خطرات و آسیب دیدگی نیروی انسانی درگیر در بهره‌برداری ساختمان اثربخش باشد (وتزل و تابت، ۲۰۱۵).<sup>۳</sup> حتی توصیه شده است که با هدف کاهش هزینه‌های نگهداری ساختمان تیم مدیریت ساخته‌ها از ابتدای فرآیند طراحی، نقش‌آفرینی نماید تا اطمینان حاصل شود نکات و ظرائف بهره‌برداری ساختمان از ابتدای مراحل طراحی مورد توجه قرار گرفته و در مدل نمود یابند. (وانگ و دیگران، ۲۰۱۳).<sup>۴</sup>



شکل ۲: ابعاد، نقش‌آفرینان، جنبه‌ها و اهداف مدل سازی اطلاعات ساختمان (استخراج از: نگارنده)

شکل شماره ۲ جمع‌بندی ابعاد، نقش‌آفرینان، اهداف و سایر موارد مرتبط با مدل سازی اطلاعات ساختمان را نشان می‌دهد. در درجه اول باید اذعان نمود مدل سازی دارای ۲ بعد اصلی فناورانه و اجتماعی است که بعضاً مشاهده می‌شود بعد اجتماعی آن چندان مورد توجه قرار نمی‌گیرد. در مدل سازی اطلاعات ساختمان تعامل، گفتگو، دریافت بازخورد توسط کلیه نقش‌آفرینان پروژه شامل: مالکان، بهره‌برداران، معماران، مهندسان، پیمانکاران عمومی و تخصصی در کل چرخه حیات پروژه در بستر مدل صورت می‌گیرد تا مطلوب‌ترین طرح ممکن بدست آمده و با حداقل زمان و هزینه، و بهترین کیفیت ساخته‌شود. مباحثی چون معماری پایدار هم که از مباحث کلیدی و محوری امروز صنعت ساختمان محسوب می‌شوند و همچنین مدیریت پروژه چابک که طرح را در چرخه‌های تکراری آرایه و بازخورد و به صورت انباشتی تکمیل می‌کند با مدل سازی سازگاری قابل توجهی دارند. پیمانکاران عمومی با مدیریت زمان و هزینه روی مدل فرآیند ساخت پروژه را مدیریت می‌کنند و پیمانکاران تخصصی هم می‌توانند بحث بسیار مهم پیش‌ساختگی را در بستر مدل با سرعت، دقت و سهولت بیشتری عملیاتی کنند. در نهایت بهره‌برداران ساختمان از مدل چون ساخت به عنوان ابزاری برای مدیریت و بهره‌برداری بهینه ساختمان استفاده می‌کنند.

#### ۵. یافته‌های پژوهش

به طور کلی بر اساس یافته‌های این پژوهش در صنعت ساختمان ایران ۷ باور نادرست شناسایی شد که در عمل باعث می‌شوند در موارد بسیاری نه تنها قابلیت‌های مدل سازی اطلاعات در پروژه بروز نیافته بلکه با توجه به عدم درک درست، در عمل مشکلات و مسایل زیادی را پیش روی دست‌اندرکاران صنعت ساختمان قرار می‌دهد. این سوءبرداشت‌ها و شفاف‌سازی در خصوص آنها بر اساس منابع روز و تجربیات عملی به شرح زیر است:

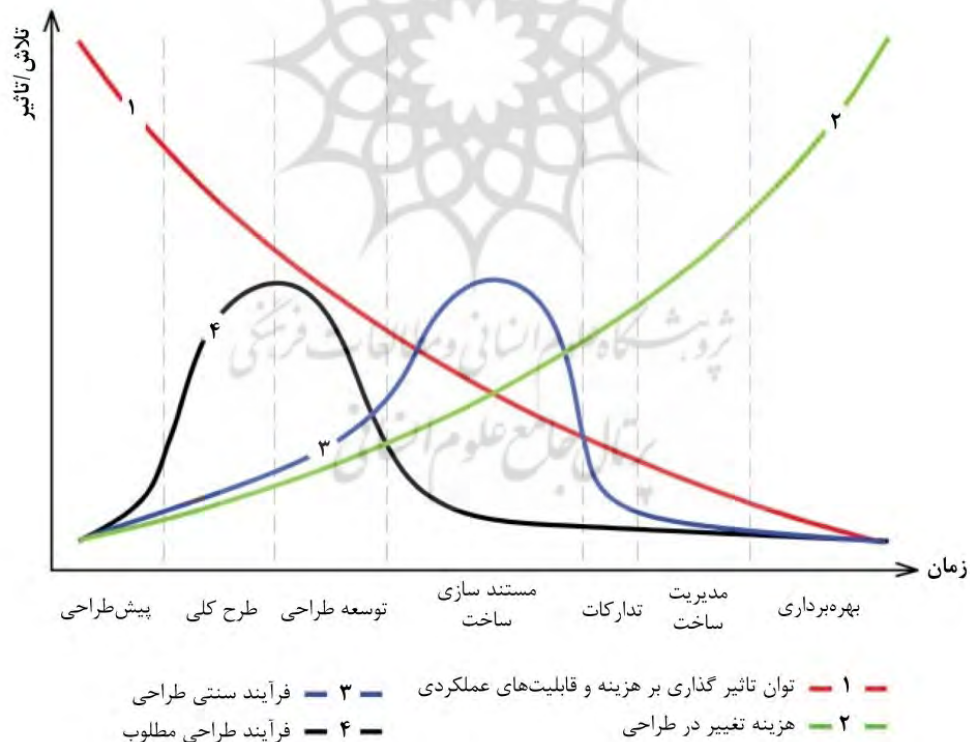
1 Nical & Wodyński  
2 As-Built  
3 Wetzel & Thabet  
4 Wang

**۵-۱- مدل سازی اطلاعات ساختمان یک فرآیند و نظام جدید طراحی است و صرفا به معنای ترسیم پروژه در پلت فرم تخصصی نیست:**  
 تلقی عمومی در سرمایه گذاران و کارفرمایان صنعت ساختمان ایران این است که چنانچه پروژه در پلت فرم های تخصصی مدل سازی اطلاعات ساختمان نظیر رویت<sup>۱</sup> یا آرشی کد<sup>۲</sup> ترسیم شود اهداف مدل سازی اطلاعات محقق شده است و این سوء برداشت به حدی گسترده است که بعضا تعداد زیادی از شرکتها و گروه های تخصصی بعد از طراحی یک ساختمان به صورت عرفی و سنتی، اعلام آمادگی می کنند تا پروژه را در پلت فرم تخصصی ترسیم نموده و بعد از رفع تعارضات مدل را تحویل کارفرما بدهند. مدل سازی اطلاعات ساختمان بیش از آنکه ترسیم پروژه در یک پلت فرم تخصصی باشد یک فرآیند مبتنی بر مشارکت برای مدل سازی ساختمان به صورت مجازی با هدف تعامل کلیه تیم های درگیر بالاخص در مراحل اولیه طراحی است. اینکه یک پروژه به روش سنتی طراحی شود و بعد با ترسیم در پلت فرم تخصصی تازه فرآیند رفع تعارضات و بهینه سازی شروع شود کاملا در تعارض با اصول و مبانی مدل سازی اطلاعات ساختمان است که تاکید دارد طراحی و مدل سازی باید توسط تیم مهندسی ذیصلاح از ابتدای پروژه و به صورت یکپارچه انجام شوند.

**۵-۲- در مدل سازی اطلاعات نقشه کشی به معنای سنتی وجود ندارد بلکه نقشه ها و اسناد فنی خروجی های مدل محسوب می شوند.**  
 یکی از کلیدی ترین مسایل در مدل سازی این است که نقشه ها و اسناد فنی عرفی که در حال حاضر در صنعت ساختمان ایران مبنای حقوقی و فنی دارند، شان مستقل ندارد بلکه خروجی های مدل هستند. در مدل سازی اطلاعات ساختمان باید تلاش شود تا هر چه زود تر فرآیند مدل سازی در پلت فرم های تخصصی شروع شود تا بر اساس مدل ساخته شده که مرور تکمیل و اصلاح می شود زمینه مشارکت، تحلیل، بهینه سازی و انطباق طرح با شرایط و خواسته های کارفرما فراهم شود. جز در مراحل اولیه ابتدایی و بنا به شرایط و ضرورت اصولا نقشه کشی سنتی در مدل سازی اطلاعات ساختمان جایگاهی ندارد. البته جزئیات اجرایی را می توان در مراحل پایانی در نرم افزارهای قدیمی و عرفی مانند اتوکد ترسیم و به مدل اصلی مرتبط نمود.

**۵-۳- بر خلاف روش عرفی/سنتی بیشترین تلاش و کار فکری در مراحل اولیه طراحی (مفهومی) صورت می گیرد نه در مرحله پایانی و طراحی جزئیات**

در فرآیند طراحی یک ساختمان در ایران عموما بیشترین زحمت و تلاش طراحی در مرحله آخر و برای تهیه نقشه های فاز ۲ و جزئیات اجرایی صورت می گیرد. بسیاری از مشاوران با توجه به ابهاماتی که در مراحل قبلی طراح حل نشده اند متحمل تلاش و زحمات و بعضا بازبینی های فراوانی در این مرحله می شوند و چه بسا که بخش عمده ای از مسایل و تعارضات در مرحله طراحی هم مورد توجه قرار نگرفته و با شروع اجرای پروژه که گاهی قبل از نهایی شدن طرح هم صورت می گیرد مخاطرات جدی بروز پیدا کرده و زمان و هزینه قابل توجهی برای حل مسایل صرف می شود. این در حالی است که منطق حاکم بر مدل سازی دقیقا عکس این مطلب را اقتضا می کند.



1 Revit  
2 ArchiCAD

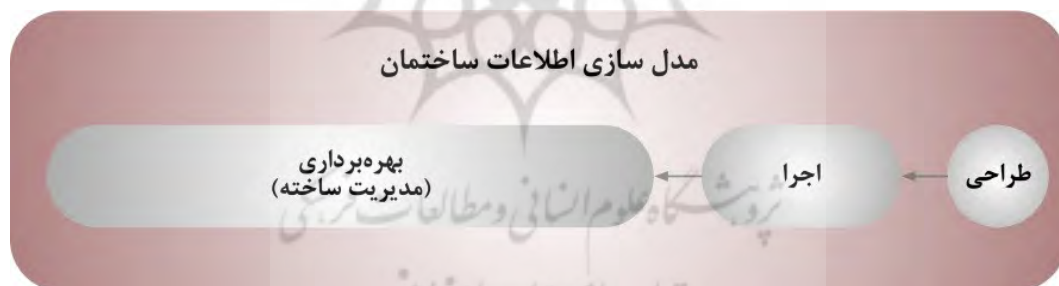
شکل شماره ۳ نشان می‌دهد با پیشرفت پروژه ساختمانی از مرحله طراحی تا اجرا و بهره‌برداری به تدریج توان تغییر و ارتقای کیفیت و بهینه‌سازی پروژه کمتر شده و متعاقباً هزینه تغییرات افزایش می‌یابد. این به این معنی است هر نوع تلاش فکری و تعامل گروهی توسط کلیه تیم‌های تخصصی برای افزایش بهره‌وری، بهینه‌سازی و ارتقای کیفیت یک پروژه باید هر چه زودتر انجام گیرد چرا که با پیشرفت پروژه توان تاثیر گذاری تیم طراحی و ایده پرداز بر پروژه کمتر شده و هزینه تغییرات افزایش می‌یابد. با این فرض هرچقدر در مراحل اولیه طراحی کار فکری و تلاش بیشتری صورت گیرد و طرح در مراحل اولیه تکمیل تر و پخته‌تر باشد ارزش بیشتری برای مشتری خلق می‌شود و احتمال بروز مخاطرات و تغییرات در پروژه به دلیل بی‌توجهی به جنبه‌های فنی و اقتصادی بسیار کمتر می‌شود. در پروژه‌های که بر بستر مدل‌سازی اطلاعات ساختمان طراحی و ساخته می‌شود تلاش می‌شود تا هر چه زودتر تصمیمات مهم و کلیدی بر اساس مدل و تحلیل‌هایی که روی آن انجام می‌شود گرفته شوند. مواردی مانند معماری داخلی، جدول نازک‌کاری و جزئیات اجرایی ساختمان باید هر چه زودتر تعیین تکلیف شوند تا مدل بر اساس آنها ساخته شود و محاسبات سازه‌ای و تاسیساتی که دقت آنها وابسته به این موارد است بر همین اساس انجام شوند. در پروژه‌های که در این رویکرد طراحی می‌شود در مراحل اولیه طراحی باید نهایت هماهنگی بین معماران، مهندسان، پیمانکاران و حتی بهره‌برداران انجام شود و همه جنبه‌ها در طرح و مدل لحاظ شوند. این بعد مدل‌سازی اطلاعات ساختمان که بیش از جنبه فنی، از جنبه اجتماعی برخوردار است در مرحله طراحی کلیدی‌ترین و مهم‌ترین موضوع محسوب می‌شود.

#### ۴-۵- بعد فناوریانه مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به تنهایی نمی‌تواند مسایل پروژه‌ها را حل و فصل نماید بلکه مدل‌سازی از یک سویه قوی فرهنگی/اجتماعی مبتنی بر همکاری و مشارکت برخوردار است.

مدل‌سازی اطلاعات یک فناوری جدید مبتنی بر فناوری اطلاعات است که جنبه ابزاری آن را شکل می‌دهد. این بعد فناوریانه به تنهایی نمی‌تواند مسایل و مشکلات صنعت ساختمان ایران را حل نماید بلکه بستری فراهم می‌کند که تعامل و همکاری مهندسان و همه نقش‌آفرینان پروژه ساختمانی روی آن انجام می‌شود تا طرح در مراحل ابتدایی، تکمیل و بهینه شود. اگر هم‌کاری و تعامل نباشد مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به اهداف خود نمی‌رسد. معنی این امر این است که کلیه نقش‌آفرینان از ابتدایی‌ترین مرحله طراحی باید درگیر مدل‌سازی شوند و کلیه ملاحظات و نکات فنی، اقتصادی و حتی فرهنگی و اجتماعی مورد نظر خود را به بحث گذاشته و در خصوص آن به صورت جمعی گفتگو کنند تا تصمیم‌های بهینه اتخاذ شود.

#### ۵-۵- مدل‌سازی کل چرخه حیات ساختمان (طراحی-اجرا-بهره‌برداری) را شامل می‌شود نه صرفاً مرحله طراحی:

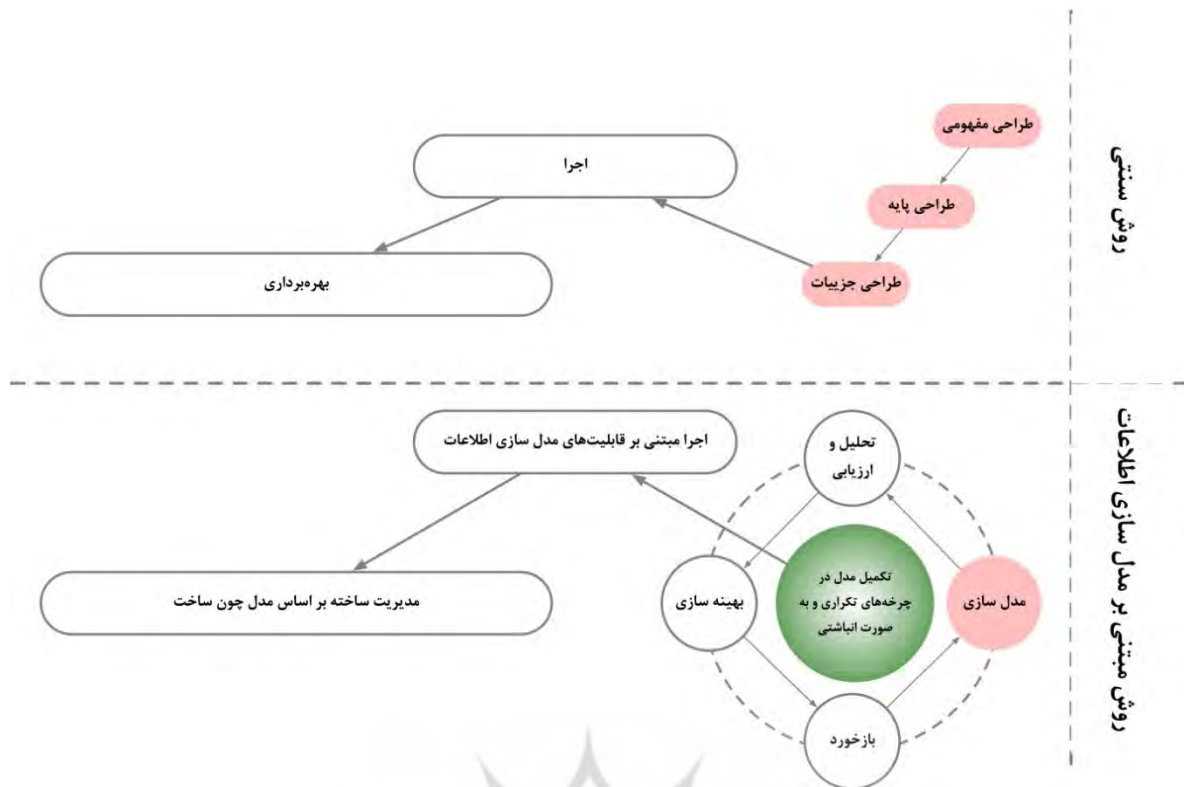
در ایران عمدتاً مدل‌سازی اطلاعات ساختمان مقوله‌ای مرتبط با طراحان و مهندسان مشاور تلقی می‌شود. این در حالی است که مدل‌سازی اطلاعات ساختمان کل چرخه حیات ساختمان را شامل می‌شود و قابلیت‌ها و اثر بخشی آن در مرحله ساخت و بهره‌برداری بسیار بیشتر از مرحله طراحی است. پیمانکاران باید در طراحی مدل مشارکت کنند و نقطه نظرات فنی و اجرایی خود را در تکمیل مدل و تهیه اسناد اجرایی اعمال نمایند. مدل همچنین مبنایی برای برنامه زمان‌بندی و مدیریت هزینه‌های اجرای پروژه است که توسط پیمانکاران انجام می‌شود. در نهایت مدل در پایان پروژه باید توسط پیمانکار منطبق بر اجرا شده و در اختیار بهره‌بردار قرار می‌گیرد تا مدیریت ساخته<sup>۱</sup> را بر اساس آن در دستور کار قرار دهد. عملکرد مدل و اثر آن در بهره‌وری پروژه در مرحله بهره‌برداری که به چندین دهه می‌رسد بسیار بیشتر از مراحل طراحی و ساخت است. شکل شماره ۴ شامل مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در کلیه چرخه حیات ساختمان را نشان می‌دهد.



شکل ۴: شامل مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در کل چرخه حیات یک پروژه ساختمانی (منبع: نگارنده)

#### ۵-۶- در مدل‌سازی اطلاعات طرح در چرخه‌های متناوب بمرور تکمیل می‌شود نه یک فرآیند خطی

تلقی عمومی و شرح خدمات‌های تیپ مورد استفاده در ایران به فرآیند خطی طراحی و اجرای یک پروژه ساختمانی صحنه می‌گذارند به این معنا که طرح مرحله به مرحله تکمیل و اجرا می‌شود. این در حالی است که در مدل‌سازی اطلاعات ساختمان همزمان با شروع ساخت مدل زمینه‌ای فراهم می‌شود تا با دریافت بازخورد از کارفرما و سرمایه‌گذاران و سنجش شرایط، مدل بمرور تکمیل شده و بهینه شود. از این منظر مدل‌سازی اطلاعات سازگاری قابل توجهی با اصول و مبانی مدیریت پروژه چابک دارد که به تکمیل یک پروژه در چرخه‌های تکراری دریافت بازخورد تکیه دارد نه یک فرآیند کاملاً تعیین شده خطی و این امر سازگاری فرآیند طراحی را با شرایط پیچیده و متغیر بیرونی به صورت بهتری فراهم می‌کند. در واقع مدل‌سازی بستر مناسب‌تری برای مدیریت و اعمال تغییرات در فرآیند طراحی و اجرای یک پروژه ساختمانی فراهم می‌کند تا روش‌های سنتی. در شکل شماره ۵ روش سنتی طراحی ساختمان با روش مبتنی بر مدل‌سازی اطلاعات ساختمان از بعد فرآیند طراحی مقایسه شده است.



شکل ۵: مقایسه روش سنتی و روش مبتنی بر مدل سازی اطلاعات ساختمان از بعد فرآیند طراحی ساختمان (منبع: نگارنده)

#### ۵-۷- مدل سازی اطلاعات ساختمان با روش های عرفی تحویل پروژه در ایران مانند طراحی - مناقصه - ساخت سازگاری ندارد.

به طور کلی روش تحویل پروژه یکی از مباحث بسیار کلیدی در خصوص هر پروژه است. در ایران عمدتاً از سه روش: طراحی-مناقصه-ساخت، روش مدیریت ساخت، روش طرح و ساخت در پروژه های ساختمانی استفاده می شود. در دنیا اما روش تحویل یکپارچه پروژه هم در پروژه های ساختمانی مورد استفاده قرار می گیرد که دقیقاً بر اساس شرایط و اقتضات مدل سازی اطلاعات ساختمان طراحی شده است. از آنجا که مشارکت و همکاری پیمانکاران و کلیه نقش آفرینان در این رویکرد یک اصل است روش هایی نظیر طرح و ساخت و مدیریت یکپارچه پروژه که زمینه هایی برای همکاری و مشارکت طراحان و پیمانکاران از ابتدای شروع را پروژه فراهم می کنند با مدل سازی اطلاعات سازگاری بیشتری دارند تا روش هایی نظیر طراحی-مناقصه-ساخت و یا مدیریت ساخت. در دو روش آخر اصولاً پیمانکاران در زمانی که پروژه ورود می کنند که طرح تکمیل شده است و زمینه برای دریافت نقطه نظرات و اعمال تجربیات اجرایی آنها از بین رفته است. جدول شماره ۱ به طور خلاصه باورهای نادرست ۷ گانه از مدل سازی اطلاعات ساختمان به همراه برداشت صحیح و علمی را که در خصوص آنها بحث شده به طور خلاصه نشان می دهد.

جدول ۱: خلاصه باورهای نادرست در خصوص مدل سازی اطلاعات ساختمان به همراه برداشت درست و علمی

باور نادرست	برداشت درست و علمی
۱ مدل سازی اطلاعات به معنای ترسیم پروژه در نرم افزارها/پلت فرم های تخصصی نظیر رویت و آرشی کد می باشد.	ترسیم پروژه در نرم افزار پلت فرم فقط بخش کوچکی از فرآیند گسترده و پیچیده مدل سازی اطلاعات ساختمان است.
۲ مدل سازی اطلاعات ساختمان و تولید نقشه های عرفی پروژه هر کدام شان مستقل دارند.	در مدل سازی اطلاعات ساختمان شامل پلان ها، نماها و ... شان مستقل ندارند بلکه خروجی های مدل اصلی محسوب می شود. در مدل سازی اطلاعات ساختمان اصل بر این است که نقشه کشی سنتی کنار گذاشته شود و اسناد و نقشه های مورد نیاز از مدل اصلی استخراج شوند.
۳ بیشترین تلاش و زحمات طراحان همانند فرآیند عرفی طراحی ساختمان در ایران، در مرحله فاز ۲/جزئیات و اجرای پروژه صورت می گیرد.	بیشترین کار فکری و تلاش طراحان در مراحل آغازین پروژه که امکان تولید ارزش افزوده و اثر بخشی بیشتر فراهم است صورت می گیرد. با ساخت مدل از ابتدای مرحله طراحی امکان تحلیل و بهینه سازی طرح متناسب با شرایط و نیازهای مالک براحتی صورت می گیرد.
۴ مدل سازی اطلاعات یک فناوری نوین است که می تواند کلیه مسائل و مشکلات پیش روی صنعت ساختمان را حل نماید.	مدل سازی در کنار بعد فناورانه از سویه فرهنگی و اجتماعی قوی برخوردار است و اساس آن بر تعامل و مشارکت کلیه نقش آفرینان یک پروژه ساختمانی اعم از مشاور، پیمانکار، سرمایه گذار و بهره بردار از ابتدای پروژه است.
۵ مدل سازی اطلاعات صرفاً در مرحله طراحی پروژه مصداق دارد.	مدل سازی اطلاعات کل چرخه حیات پروژه شامل طراحی، ساخت و بهره برداری را شامل می شود و منافع آن در مراحل ساخت و بهره برداری بسیار بیشتر از طراحی است.
۶ رسیدن به طرح مطلوب در یک فرآیند تعریف شده شروع و به پایان می رسد.	مدل ساختمان به تدریج تکمیل شده و در چرخه های متناوب از مالکین بازخورد می گیرد و به صورت انباشتی تکمیل می شود. مدل سازی اطلاعات در مرحله طراحی

سازگاری قابل توجهی با مدیریت پروژه چابک دارد.	
مدل سازی اطلاعات ساختمان با روش های طرح و ساخت و تحویل یکپارچه پروژه سازگاری دارد که زمینه ای برای مشارکت و تلفیق دانش مشاور و تجربه پیمانکار فراهم می کنند. روش های عرفی تحویل پروژه این زمینه را به نحو مطلوب فراهم نمی کنند.	۷

(منبع: نگارنده)

### ۶. نتیجه گیری:

همانطور که در بخش مقدمه و مبانی نظری ذکر شد استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان یک ضرورت اجتناب ناپذیر است و تا کنون تیم های کاری و شرکت های متعددی تلاش کرده اند که با استفاده از این رویکرد نوین صنعت ساختمان پروژه ها را با کیفیت بهتر، تعارضات کمتر و زمان و هزینه مورد انتظار به نتیجه برسانند. در این بین اما باورهای نادرستی شکل گرفته است که باعث شده است در برخی موارد بکارگیری مدل سازی اطلاعات ساختمان نتواند به اهداف مورد نظر خود دست یابد و حتی برخی کارفرمایان و سرمایه گذاران هم که تلاش کرده اند از این روش و ابزار نوین استفاده کنند با چالش های جدی مواجه کرده به طوری که علی رغم صرف زمان و هزینه بیشتر نتوانسته اند به اهداف مورد نظر دست یابند. شناسایی این باورهای نادرست و جایگزینی آنها با فهم درست و اصولی در مورد مدل سازی اطلاعات ساختمان می تواند زمینه ساز افزایش بهره وری و کیفیت ساختمان ها در ایران شود و ضریب موفقیت پروژه های ساختمانی را به میزان قابل توجهی افزایش دهد. باید توجه داشت در نظام جهانی و عمده کشورهای توسعه یافته، مدل سازی اطلاعات از مرحله انتخاب به مرحله الزام رسیده است و در پروژه های کلاس جهانی تلاش می شود با استفاده درست و معقول از مدل سازی اطلاعات ضریب موفقیت پروژه های ساختمانی افزایش یابد.

### منابع:

- اسکندری، پ. حسینعلی پور، م. و حافظی، م. ر. (۱۳۹۸). بررسی تأثیر پتانسیلهای پیاده سازی BIM بر ارتقاء عملکرد شرکت های مهندسی مشاور ایران. دومین کنفرانس بین المللی مدل سازی اطلاعات ساختمان. تهران. اردیبهشت ۱۳۹۸.
- جعفری، ط. (۱۳۹۸الف). روش بهینه تحویل پروژه های ساختمانی با استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان. معماری شناسی، ۱۲(۲) ۷-۱.
- جعفری، ط. (۱۳۹۸ب). فرآیند چابک طراحی ساختمان پایدار با استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان (نمونه موردی: پروژه تتر). معماری شناسی، ۱۰(۲) ۴۲-۴۹.
- خاکسار، ح. و باجلان، ا. (۱۳۹۸). تجارب، منافع و چالشهای پیاده سازی مدل سازی اطلاعات ساختمان در یک پروژه انبوه سازی. دومین کنفرانس بین المللی مدل سازی اطلاعات ساختمان. تهران. اردیبهشت ۱۳۹۸.
- عزیزی، م. ، صابر، ک. و طاهری پور، س. (۱۳۹۸). ارزیابی منافع حاصل از پیاده سازی کارکردهای مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در پروژه های ساختمانی ایران از طریق تحلیل هزینه-منفعت (CBA). دومین کنفرانس بین المللی مدل سازی اطلاعات ساختمان. تهران. اردیبهشت ۱۳۹۸.
- Fischer, M., Ashcraft, H. W., Reed, D., & Khanzode, A. (2017). Integrating Project Delivery: Wiley.
- Gu, N., & London, K. (2010). Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry. Automation in Construction, 19(8), 988-999.
- Hardin, B., & McCool, D. (2015). BIM and construction management: proven tools, methods, and workflows: John Wiley & Sons.
- Lee, G., Sacks, R., & Eastman, C. M. (2006). Specifying parametric building object behavior (BOB) for a building information modeling system. Automation in Construction, 15(6), 758-776.
- Lu, W., Fung, A., Peng, Y., Liang, C., & Rowlinson, S. (2014). Cost-benefit analysis of Building Information Modeling implementation in building projects through demystification of time-effort distribution curves. Building and environment, 82, 317-327.
- Nicał, A. K., & Wodyński, W. (2016). Enhancing facility management through BIM 6D. Procedia engineering, 164, 299-306.
- Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers: Wiley.
- Sakikhales, M. H., & Stravoravdis, S. (2017). Using agile project management and BIM for improved building performance. In Building Information Modelling, Building Performance, Design and Smart Construction (pp. 65-78): Springer.
- Staub-French, S., Forges, D., Iordanova, I., Kassaian, A., Abdulaal, B., Samilski, M., . . . Nepal, M. (2011). Building Information Modeling (BIM)'Best Practices' Project Report. University of British Columbia, École de Technologie Supérieure.
- Wang, Y., Wang, X., Wang, J., Yung, P., & Jun, G. (2013). Engagement of facilities management in design stage through BIM: framework and a case study. Advances in Civil Engineering, 2013.
- Wetzel, E. M., & Thabet, W. Y. (2015). The use of a BIM-based framework to support safe facility management processes. Automation in Construction, 60, 12-24.
- Winberg, A., & Dahlqvist, E. (2010). BIM-the next step in the construction of civil structures.