فصلنامه پژوهش در علوم، مهندسی و فناوری
دوره ۶، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹
صفحات ۴۱-۴۸
ISSN: 2476-5082
www.uctjournals.com

بررسی تلفیق مدل سازی اطلاعات ساختمان با صنعت پیش ساخته سازی در کشور های پیشرفته و ایران

اکبر رضایی۱، مجتبی کریمی۲ و حامد سلطانی۳

۱ فارغ التحصیل کارشناسی ارشد رشته عمران مدیریت ساخت دانشگاه ازاد اراک dr.andoli3301@yahoo.com

۲کارشناس ارشد عمران فارق التحصیل دانشگاه غیرانتفاعی مهر اراک

Karimi951@yahoo.com

۳کارشناسی ارشد عمران گرایش مدیریت ساخت دانشگاه ازاد اراک

چکیده

روش های نوین اجرای ساختمان ها جهت بهبود کیفیت، کاهش زمان و هزینه و افزایش بهره وری آنها همواره مورد نظر مهندسین معمار، عمران و ساخت بوده است. در قرن ۲۱ هر تکاملی در فن آوری با پیشرفت در علوم کامپیوتر بدست آمده است. مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در واقع یک مدل چند بعدی شبیه سازی شده مربوط به هندسه ساختمان، روابط فضایی، اطلاعات جغرافیایی، مقدار و خواص تمامی اجزای ساختمان و ارتباط هوشمند آنها با یکدیگر است. این فن آوری رویکردی جدید در زمینه طراحی ساختمان، اجرا و مدیریت آن به صورت همزمان با کیفیت و هماهنگی بسیار بالاست. در دنیای امروز با پیشرفت های حاصل در زمینه ی معماری دیجیتال، پیش ساخته سازی و انواع بهینه سازی در طراحی ساختمان ها، شاهد استفاده روز افزون سیستم مدل سازی اطلاعات ساختمان در پروژه های صنعت ساخت هستیم. به همین سبب مدل سازی اطلاعات ساختمان می تواند تاثیر بسزایی در پیش ساخته سازی ایجاد نماید همچنین با بررسی مدل ساختمان برنامه ریزی جهت نصب اجزای پیش ساخته ساختمان و شناسایی تداخل های اجرایی نیز وجود خواهد داشت.این مقاله با بررسی مزایا و معایب استفاده از مدل سازی ساختمان و همچنین نیاز این نوع نرم افزار ها برای صنعت ساخت جهان و ایران به ارزیابی این موارد می پردازد.

کلمات کلیدی: BIM،پیش ساخته سازی، روش های نوین، صنعت ساخت

مقدمه

مدل سازی اطلاعات ساختمان :در دهه گذشته، مدولاسیون اطلاعات ساختمان (BIM) به طور فزاینده ای مورد توجه قرار گرفته است که به عنوان یکی از دانش های نوآوری به مشکلات اجرا در صنعت ساخت اشاره می کند[۱و۲]. مدل سازی اطلاعات ساختمان در بردارنده ی اطلاعات واقعی ساختمان است و فقط نقشه های دو بعدی ساختمان که به صورت رایج در نقشه های کشیده شده با نرم افزار CAD نمی باشد[۳و۴]. تشریح جامع BIM: یک مدل شبیه سازی شده به صورت سه بعدی، تشکیل شده از اجزای پارامتریک که هر یک از اجزا دارای مفاهیم جزئیات خاص خود بوده و حاوی اطلاعات مورد نیاز از مفاهیم معماری و سازه گرفته تا چگونگی تهیه و قیمت آنها و تاریخ خرید و نصب هرچه مورد نیاز می باشد، این اطلاعات در هنگام طراحی مدل توسط تمام ذینفعان پروژه بر روی مدل پیاده می شود و از همان فاز طراحی تا انتهای دوره بهره برداری پروژه مورد بررسی قرار می گیرد. این مدل با توجه به اطلاعات زمان و هزینه ای که در خود می تواند به صورت یک مدل چهار، پنج یا چند بعدی به نمایش در آید. این امر کمک شایانی به درک صحیح کار از سوی پیمانکاران جز می نماید و انتظارات و خواسته های طراحان و مهندسان به خوبی منتقل می شود[۵].

پیدایش

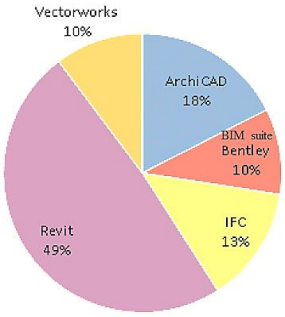
دلیل اولیه پیدایش BIM وجود برخی از مشکلات در سیستم سنتی ارائه نقشه های ساختمانی و ساخت بوده که کاربرد آن سبب رفع این مشکلات و بهبود کارایی در روند ساخت می شود[۶]. فرآیند BIM یک پیشرفت و بهبود روند کار نیست، یک تحول اساسی در زیر ساخت های کاری است[۷و۸و۹]. اولین بار اصطلاح BIM این چنین تعریف شد: به سلسله فرآیند هایی گفته می شود که شامل تولید و پردازش نمایه های دیجیتالی به منظور توصیف فضا ها و عملکرد ها است.نتیجه حاصل از مدل سازی اطلاعات ساختمان، دست اندر کاران را از اولین مراحل ایده پردازی در طراحی تا مراحل ساخت و در نهایت بهره برداری در تمام طول پروژه یاری می کند[۵]. انجمن ملی استاندارد مدل سازی اطلاعات ساختمان NBIMS , BIM را این گونه تعریف می کند: فرآیندی پیشرفته در رابطه با برنامه ریزی، طراحی، ساخت، عملکرد و مدیریت تسهیلات با استفاده از مدل اطلاعات استاندارد شده قابل خواندن توسط دستگاه ها و برنامه ریزی جدید یا قدیم، که در برگیرنده همه اطلاعات مناسب تولید یا گرد آوری شده در رابطه با آن تسهیلات در فرصتی قابل استفاده از جانب تمام ذینفعان در سراسر چرخه حیاط پروژه می باشد[۱۰]. مفهوم BIM در کتاب هند بوک BIM، در یک جمله این چنین می باشد: فناوری جدید مدل سازی و مجموعه ای مرتبط از فرآیند ها جهت تولید، ارتباط و تحلیل مدل های بنا [۱۳و۲]. مفهوم BIM شامل زیر ساختی از ابزار های IT است که طراحی را یکپارچه و مشترک می کند، همچنین ساخت و بهره برداری ساختمان را پشتیبانی می نماید[۱۴] BIM به سلسله فرآیند هایی گفته می شود که شامل تولید و پردازش نمایه های دیجیتالی به منظور توصیف فضا ها و عملکرد ها است. نتیجه حاصل از مدل سازی اطلاعات ساختمان دست اندر کاران را از اولین مراحل ایده پردازی در طراحی تا مراحل ساخت و در نهایت بهره برداری در تمام طول پروژه یاری می کند [۵و۱۵]. ابزار های موجود در زمینه BIM به سه بخش مجزا تقسیم میشوند:

- 3D – Modelers مدل سازی سه بعدی
- Viewers/ surface modelers نمایشگر/ مدل سازی سطح
- Analyzers تحلیلگر

مدل سازی سه بعدی: یک ابزار واقعی برای BIM است که با اجسام جامد، اشیا پارامتریک با جزئیات کافی برای ساختن سازه به صورت مجازی مورد استفاده قرار می گیرد.

نمایشگر / مدل سازی سطحی: تمامی زوایای پروژه نباید به یک اندازه شامل جزئیات باشند اگرچه تامین کننده مالی ممکن است دوست داشته باشد که ببیند که ساختمان به چه شکل خواهد بود و برای آن شما تنها به یک مدل سازی سطحی نیاز دارید که در آن تمامی اشیا تو خالی هستند. تنها چیزی که در آن تعریف شده است در سطح کار است و برای نمایش ایده مورد استفاده قرار می گیرد که در وحله اول تضاد ها را نمایش میدهد و دارای ارزش زیادی است.

تحلیلگر ها: معمولا یک نرم افزار تکمیلی است که به عنوان اصلی ترین ابزار BIM ایفای نقش می کند به این معنا که می تواند اطلاعات را از مدل ۳ بعدی دریافت و میزان بهره وری انرژی و نحوه نورگیری در فصول مختلف را همراه با بسیاری از موارد دیگر را آنالیز کند و تخمین بزند. در حالی که شرکت های متعددی در حوزه BIM در حال فعالیت و تولید نر افزار هستند مانند هر صنعتی هر کدام از بازار را در اختیار گرفته اند که به عنوان نمونه نمودار زیر نشان دهنده میزان دانلود ابزار های BIM شرکت های مختلف در کشور انگلستان است که در آن , IFC , Vector works , Bently BIM Suite, Archi CAD, Revit جزو اصلی ترین ارائه دهندگان خدمات BIM محسوب می شوند[۱۶]در شکل ۱ نمودار درصد تصاحب بازار توسط هر یک از شرکت های تولید کننده BIM ارائه می گردد:



شکل ۱- نمودار درصد تصاحب بازار توسط هریک از شرکت های تولید کننده BIM

مروری بر مطالعات دیگر کشور ها

مطالعه ای درباره استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان در کشور های پیشرفته در زمینه صنعت ساخت در منطقه جغرافیایی آمریکای شمالی (کانادا و آمریکا) ، اروپا و شرق آسیا (کره جنوبی، هنگ کنگ و ژاپن) صورت گرفته می توان موارد زیر را برداشت کرد:

استاندارد سازی

این مطالعه نشان می دهد بسیاری از کشور ها از جمله آمریکا و انگلیس استاندارد های لازم الاجرا در زمینه BIM تدوین و تصویب شده است که باعث شده BIM نه تنها به عنوان یک روش در دسترس باشد بلکه در مواردی به یک اجبار تبدیل می شود[۱۷].

برخی استاندارد های موجود در زمینه مدل سازی اطلاعات ساختمان را می توان به شرح زیر بیان کرد:

استاندارد صنعت معماری، مهندسی و ساخت انگلستان: این استاندارد به صورت خاص برای AEC UK بر اساس BS 1192 در دسترس که آن یک استاندارد عمومی استفاده از BIM و یک استاندارد جداگانه برای کاربران Revit و BIM Suite Bentley را در اختیار کاربران قرار داده است. این استاندارد از اوایل تابستان سال ۲۰۱۲ منتشر شده است[۱۸و۱۹].

استاندارد ملی آمریکا: استاندارد ملی BIM آمریکا توسط اتحاد ساختمان هوشمند آمریکا تدوین شده نسخه اول آن در سال ۲۰۰۷ منتشر شد و از سال ۲۰۱۲ نسخه ۲ آن منتشر شده است و نسخه ۳ آن در حال تدوین است. این سند بسیار بزرگ بسیار مفید به نظر می رسد و در پروژه COBie از آن استفاده شده است [۱۰و۲۰].

استاندارد هنگ کنگ : استاندارد BIM هنگ کنگ به تشریح اهداف BIM و سطح جزئیات پرداخته است [۲۱].

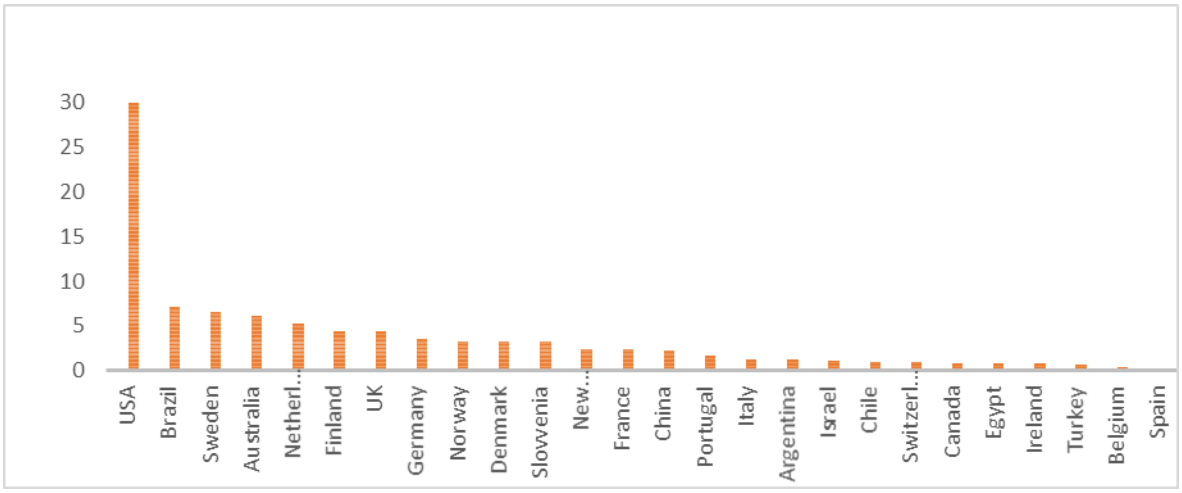
استاندارد بازنشستگان ساخت و مدیریت امکانات ارتش آمریکا: دپارتمان رسیدگی به امور بازنشستگان ساخت و مدیریت امکانات ارتش آمریکا یک راهنمای کامل BIM از منظر کارفرما فراهم کرده است. این استاندارد در سال ۲۰۱۰ تدوین شده است[۲۲و۲۳].

برنامه اجرا BIM دانشگاه پنسیلوانیا : این برنامه به عنوان پایه ای برای برنامه ریزی BIM استفاده شده است. در حال حاضر نسخه ۲ این استاندارد که در سال ۲۰۱۰ منتشر شده است در حال استفاده است [۲۴]راهنمای ملی برای مدل سازی دیجیتال استرالیا: این استاندارد توسط مرکز تحقیقات تعاونی برای نوآوری در ساخت در سال ۲۰۰۹ منتشر شده است[۲۱و۲۵].

استاندارد Revit استرالیا و نیوزلند : این استاندارد به صورت خاص بر روی Revit متمرکز شده است. نسخه ۳ این استاندارد از سال ۲۰۱۲ در دسترس قرار گرفته است.

مقالات منتشر شده در مدل سازی اطلاعات ساختمان

بر اساس تحقیقات انجام شده تا پایان سال ۲۰۱۵ ایالات متحده آمریکا به صورت قابل ملاحظه ای در تولید مستندات علمی در زمینه مدل سازی اطلاعات ساختمان نسبت به سایر کشور های جهان پیشرو است این عدد قریب به ۳۰ درصد تمامی مقالات را شامل می شود، کشور های اسکاندیناوی نیز با عدد ۱۷/۵۹ در مجموع رتبه دوم تولید علم در این زمینه را در جهان دارا هستند[۲۶و۲۷] .این موضوع با تلفیق نمودار تهیه شده در سال ۲۰۱۲ توسط carneiro et al و با بررسی بیشتر تا سال ۲۰۱۵ به روز آوری گردیده شده و همچنان این ترتیب و رتبه بندی کشور ها پا برجا می باشند. لازم به ذکر است این تفاوت زیاد که در نمودار زیر مشاهده می شود می تواند ناشی از اختلاف در نظام های عملیاتی، ارزش گذاری بیشتر برای تکنولوژی های نوین ، وجود دانشگاه ها و مراکز آموزشی دارای گرایش های ویژه مدیریت ساخت و مدل سازی اطلاعات ساختمان باشد



شکل ۲: نمودار مقالات چاپ شده در زمینه مدل سازی اطلاعات ساختمان به تفکیک کشور ها[۲۷].

در انتها مروری اجمالی بر نظریه و مطالعات دیگر پژوهشگرها در جدول ۱ می پردازیم:

جدول ۱- نظریه و مطالعات دیگر پژوهشگرها

	فرصت های کسب و کار و در آمد	کاهش هزینه های ساخت	کاهش ضایعات	تحویل سریع تر پروژه	عملکرد و کیفیت بهتر پروژه	افزایش اثر بخشی و کاهش تعارضات	کنترل میان ذینفعان
(Beck, 2011)		*	*	*			*
(Hergunsel, 2011)	*	*	*	*		*	*
(Radriguez, 2011)	*	*	*	*		*	*
(El Dado, 2011)	*	*		*	*	*	*
(Buiding Smart, 2010)	*	*	*	*			
(Giel and Issa, 2010)				*	*	*	
Ashrai,2009)	*		*	*	*	*	*
Becerik- Gerber and Rice,2009)		*	*	*			
(Azhar, Hein and Sketo, 2009)	*			*	*		*
(Hardin,2009)	*			*	*	*	*
(underwood and Isidog, 2009)	*	*	*	*	*	*	*
(Han and Damaian, 2008)		*	*	*	*		
(Herley,2008)		*	*	*			

در نگاهی دیگر و با توجه به عبارات و تعاریف ذکر شده در مورد مدل سازی اطلاعات ساختمان در جداول ۲ و ۳ مزایا و معایب احتمالی و نیز فرصت ها و تهدید های اجرای مدل سازی اطلاعات ساختمان به صورت جداول تحلیلی ارائه می گردد

جدول ۲- مزایا و معایب استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان

نقاط قوت	نقاط ضعف
افزایش بهره وری و کمک به خروج از رکود در صنعت ساخت کاهش دوباره کاری ها و افزایش سرعت انجام پروژه با توجه به تاخیرات موجود در پروژه ها تسهیل ارتباط کارفرما، مشاور و پیمانکار و تصمیم گیری سریع در مواقع تغییرات کاهش کار اداری و ثبت های معمول در مکاتبات امکان اتصال فروشندگان و تامین کنندگان مصالح جهت تدوین برنامه زنجیره تامین مصالح مورد نیاز	سنتی وار بودن فرآین های کاری و استقبال کم از تکنولوژی های جدید در پروژه های ساخت (عمدتا در کشور های جهان سوم) نیاز به آموزش کار به کارکنان و بهره برداران در شرکت های پیمانکاری ، مشاوره و دستگاه های کارفرما تعریف مدل سازی اطلاعات ساختمان در برخی از شرکت ها به معنای طراحی سه بعدی که خود یکی از موانع بکارگیری جدی آن بوده است.

جدول ۳- تهدید ها و فرصت های استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان

فرصت ها	تهدید ها
یکپارچه سازی اطلاعات در پروژه های ساخت برای تامین مصالح، برآورد مالی و حتی در سطوح کلان برنامه ریزی های استراتژیک جهت احداث صنایع وابسته مورد نیاز بر اورد دقیق و کاهش تاخیرات باعث تقویت شرکت های ساختمانی فعال شده و کاهش زیان دهی را در پی خواهد داشت. استفاده بخش خصوصی در پروژه های متوسط و بزرگ کاهش اثرات زیست محیطی پروژه های ساخت با کمک آنالیز های انرژی، نور و کمک به تحقق سیاست های بالا دستی محیط زیستی توان مطرح شدن به عنوان یک استارت آپ جهت تاسیس شرکت های کوچک که به صورت تخصصی به پیاده سازی این موضوع در پروژه ها می پردازند.	عدم وجود پتانسیل مالی مناسب در شرایط کنونی عدم وجود قوانین الزام آور برای پروژه های خاص که منافع شرکت ها را در جهت گیری به سمت مدل سازی اطلاعات ساختمان تامین کند. عدم نظارت دقیق بر اجرای قوانین ساخت با فرض تصویب قوانین حمایت کننده نبود آشنایی مناسب در بین مسئولین و تصمیم گیران دستگاه های اجرایی بکارگیری مدل سازی اطلاعات ساختمان در برخی پروژه ها به عنوان نمایشگر سه بعدی و مقایسه آن با 3D MAX و .. کمبود زیر ساخت ارتباطی قوی جهت تعاملات تحت وب گسترده (عمدتا در کشور های جهان سوم)

نگاهی بر تحقیقات انجام شده در ایران و نیاز های تحقیقاتی

در مطالعه و بررسی مدل سازی اطلاعات ساختمان در ایران پرداخته شده است بدین صورت می باشد که در ایران از اواخر سال ۱۳۹۱ مدل سازی اطلاعات ساختمان به عنوان زمینه جدید برای تحقیقات مورد توجه محققین قرار گرفته استف برا ی آشنایی با هر موضوع جدید و نو نیازمند یکسری مطالعات کیفی برای گسترش دانش مربوطه و آگاهی از اثرات آن نیاز است که درباره مدل سازی اطلاعات ساختمان می توان گفت در اکثر زمینه های یاد شده به جز مباحثی مانند یکپارچه سازی تحویل پروژه، تعمیر و نگهداری، تبادل اطلاعات بین نرم افزاری و اصلاح فرآیند های کاری مطالعات کیفی مناسبی در ایران انجام شده است و اکنون نیاز به کاربرد عملی با مطالعات کمی مدلینگ و موردی جهت درک عمیق از اثرات به کارگیری این فناوری در جوانب مختلف صنعت ساخت است که خلا تحقیقاتی در این باره مشاهده می شود و تنها موردی که می توان آن را تلاش برای اجرای مدل سازی اطلاعات ساختمان به صورت مطالعه موردی انجام شده مربوط به مدل سازی سه بعدی پل کارون ۴ است که پس از طراحی و ساخت طرح از این فناوری استفاده شده است که خیلی نتایج ملموسی نداشته و ارزش کسب شده قابل استنادی از این فناوری در پروژه را نمایان نمی کند. دلیل عدم استقبال صنعت ساخت از ورود ای فناوری را می توان به مواردی چون رکود موجود ، وجود پیمانکاران تجربی و ساخت های سنتی، نیاز اجرای فناوری مدل سازی اطلاعات ساختمان به تغییرات در قوانین ، استاندارد ها، روش های کاری، ارتباطات در پروژه، تعریف فرآیند های کاری بر پایه فلسفه های جدید (مانند ساخت ناب) دانست که بدون این تغییرات پیاده سازی کامل آن ممکن نخواهد بود و اثر مدل سازی اطلاعات ساختمان در حد یک مدل سه بعدی نمایشی از پروژه ها نشان داده می شود[۲۸و۲۹].

آرین خصال و مجروحی سردرود با بررسی مشکلات پیش ساخته سازی و با در نظر گرفتن ویژگی های منحصر به فرد فن آوری مدل سازی اطلاعات ساختمان، به ارزیابی و پژوهش بر روی تاثیر استفاده از این فن آوری در کاهش مشکلات پیش ساخته سازی پرداخته است[۲۹].

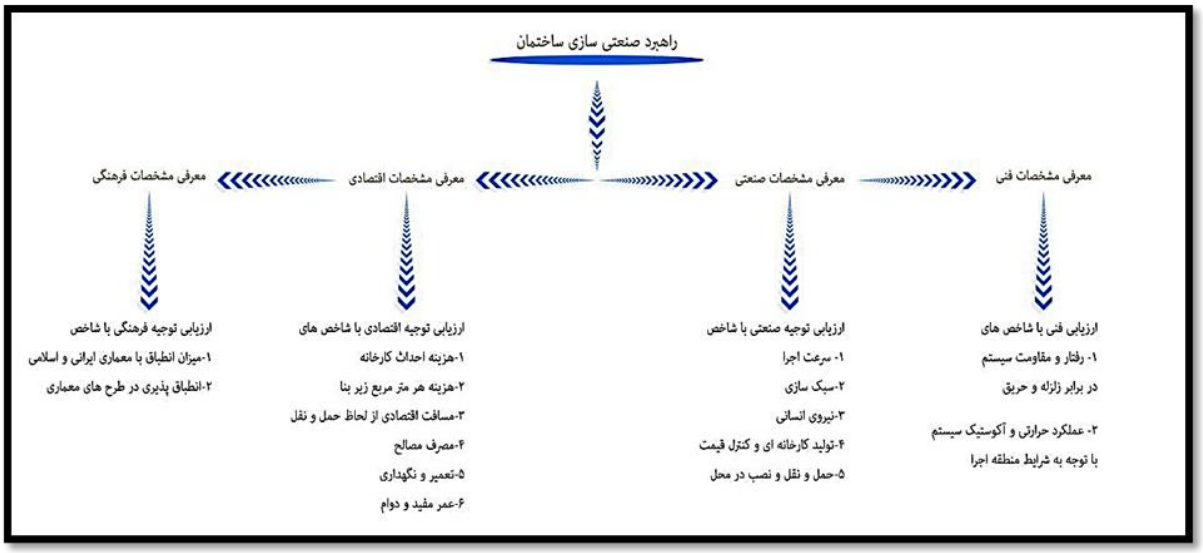
پیش ساخته سازی

پیش ساختگی قطعات ساختمانی به عنوان درجه ای از ساخت صنعتی، روش نوین در ساخت است که امروزه در کشور های توسعه یافته به صورت گسترده مورد استفاده قرار می گیرد، کاهش هزینه های ساخت با توجه به مکانیزه شدن روند ساخت، کاهش نیروی انسانی درگیر، کاهش قابل ملاحظه زمان ساخت، افزایش کیفیت و دوام سازه با توجه به ساخت قطعات در کارخانه، کاهش مصالح مصرفی و در نتیجه تخریب کمتر محیط زیست از ویژگی های این صنعت است.مهم تر از همه این سیستم از نظر آلودگی زیست محیطی و استفاده از منابع در دوره ی ساخت و بهره وری نیز قابل توجه است و مصارف انرژی و اشغال فضا و همچنین تولید آلودگی های آن بالاتر از ظرفیت زیست محیطی نبوده و عدالت بین نسلی را در نظر قرار می دهد[۳۰و۳۱و۳۲].

پیش ساخته سازی در صنعت ساختمان طراحی و ساخت سازه های پیش ساخته و پیچیده بتنی و فلزی ،دیوار های پیش ساخته، تجهیزات الکتریکی و مکانیکی پیش ساخته نمونه ای از کاربرد های این تکنولوژی می باشد. تحولات کیفی و کمی احداث سرپناه و فضای مناسب مسکونی با تحولات اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی مناطق مختلف، همبستگی داشته و از یکدیگرقابل تفکیک نیست. علاوه بر آن، ذوق و هنر و تکنولوژی، از عوامل موثر در تولید کمی و کیفی مسکن بوده است و با توجه به رشد جمعیت و نیاز روزافزون به مسکن و مهاجرت به شهرها، تحولات بنیادین و عمیق در این صنعت به وجود آمده است. در این حین یک روش ساختمان سازی نوین تحت عنوان پیش ساخته سازی در صنعت ساختمان (Perfabricating)، به سرعت جایگاه خود را در صنعت ساختمان باز کرد و دامنه ی آن چنان گسترده شد که در حال حاضر در برخی کشورها بیش از ۷۰ درصد ساختمان سازی با استفاده از این روش می باشد.

پیدایش

پیش ساخته سازی در صنعت ساختمان اولین بار تحت عنوان بتن پیش تنیده (Prestressed Concrete) در سال ۱۸۸۶ در کشور امریکا مورد توجه قرار گرفت و عیوب و نواقص آن نیم قرن بعد برطرف شد. گرچه پیش ساخته سازی در صنعت ساختمان از اهرام مصر، معابد رومی و یونان و کاخ های ساسانی و هخامنشی آغاز شد، ولی توسعه صنعتی آن پس از انقلاب صنعتی و اختراع بتن و فولاد و پیدایش فنون جدید ساختمانی بوده است. نخستین مکان های پیش سازی و بتنی در انگلستان ایجاد شد که از آن می توان به ساخت مدارس توسط کنسرسیوم CLASP و SCOLLAو SEACاشاره کرد. به طور کلی، توسعه ی پیش ساخته سازی در صنعت ساختمان در اروپا پس از جنگ جهانی دوم بوده است که برنامه های بازسازی مناطق آسیب دیده مورد توجه قرار گرفت. دامنه ی استفاده از این صنعت در برخی کشور ها چنان بوده که به کلی جایگزین صنعت ساختمان سازی به شیوه سنتی شده است. امروزه سال‌هاست که این روش نوین در کشورهای اروپایی و پیشرفته دنیا مورد استفاده قرار می گیرد و با آزمایش‌های فنی و تجربه های قابل قبولی که به دست آمده، جایگاه خود را استحکام بخشیده است. قطعات پیش‌ساخته علاوه بر استفاده در ساختمان های مسکونی، در احداث سالن‌های صنعتی، پل‌ها و سایر موارد مورد استفاده قرار می گیرند.صنایع ساختمانی پیش ساخته و سیستم‌های پیشرفته، سرعت فوق‌العاده ای را در اجرای برنامه‌های ساختمانی به وجود می آورند.



شکل ۳- نمودار شمای کلی از راهبرد صنعتی سازی ساختمان

در مورد تاریچه ی پیش ساخته سازی در صنعت ساختمان ، باید اشاره کرد که تولید ساختمان یا ساختمان سازی در داخل کشور به دو روش انجام میگیرد:

روش سنتی

روش صنعتی

روش سنتی ساختمان سازی شامل روش‌های متداول و مرسوم ساخت در کشور می‌باشد که در ساختمان‌های بتن مسلح شامل مراحل خاکبرداری و اجرای فونداسیون، ستون، تیر، سقف، قالب بندی و بتن ریزی می‌باشد که هر کدام از مراحل، بسته به عوامل مختلف زمان زیادی لازم دارند و در مورد ساختمان‌هایی با اسکلت فولادی مراحل خاکبرداری و اجرای فونداسیون و برپایی اسکلت و جوشکاری آن، خود مستلزم صرف زمان طولانی می‌باشد.

علاوه بر مسائل فوق نحوه اجرای اسکلت بتنی و فولادی در کارگاه مشکلات خاص خود را دارد. در سازه های بتنی مهمترین مساله ساخت بتن و طرح اختلاط آن و نحوه بتن ریزی و عمل آوری بتن می‌باشد و در مورد اسکلت فولادی، جوشکاری اتصالات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است که توسط کارگران نیمه ماهر صورت می‌گیرد. روش‌های صنعتی در ایران بیشتر شامل سازه های بتنی می باشد و در سه مورد مطرح می شوند:

بتن ریزی درجا

بتن ریزی در کارخانه(پیش ساخته)

تلفیق مدل سازی اطلاعات ساختمان و پیش ساخته سازی

حال به مزایایی که در ارتباط با سازه های پیش ساخته و نیمه پیش ساخته بتنی و فولادی و امکاناتی که برخی از نرم افزارهای مورد استفاده در BIM برای اجرای سریع، موفق و با کیفیت پروژه های ساختمانی که با استفاده از فن آوری‌های مدل سازی اطلاعات ساختمان طراحی و اجرا می شوند می پردازیم.

مزایای مرتبط با انجام کار در یک محیط کاری کنترل شده: کار در یک محیط کنترل شده انجام می شود. جایی که ابزار، فضای کاری و توالی ساخت از پیش تعیین شده است. در نتیجه می توان قابلیت پیش ساختگی را تا جایی برد که حتی تمام لایه های نازک کاری را به صورت کامل اجرا کرده و زمان اجرای پرژه را در مرحله ی نازک کاری کاهش داد. این ویژگی باعث افزایش ایمنی و نظم اجرایی بیشتری در محل سایت پروژه می شود، به طوری که استفاده از تجهیزاتی مانند نردبان ها، بالابر ها و دیگر تجهیزات در سایت، محدود و کار به شیوه خط مونتاژ انجام شود.

اجتناب از تاخیر ناشی از شرایط نامساعد جوی: مکان تولید و ساخت قطعات پیش ساخته اغلب مسقف و محصور شده است،که اجرای کار را در هر شرایط نامساعد هوایی ممکن می‌سازد، که این خود یکی از دلایل رونق گرفتن این شیوه ی ساختمان سازی در مناطق سردسیر شده است.

افزایش سرعت مونتاژ قطعات در سایت: هر چند که تولید و ساخت قطعات با استفاده از تکنولوژی های جدید ساخت و عمل آوری بتن را سرعت داد، ولی می توان گفت زمان بیشتری را در مونتاژ قطعات در محل نصب صرفه جویی کرد.

تاقبل از استفاده از BIM و نرم افزارهای مورد استفاده در آن، قطعات پیش ساخته با استفاده از CAD هماهنگ و قطعه قطعه شده، که در تجسم کامل نحوه ساخت این سازه های سه بعدی دارای محدودیت هایی بود، ولی پس از ظهور BIM و نرم افزارهای مورد استفاده در آن مانند Tekla Structures که این امکان را می دهد برای پیکربندی باردهی(حمل قطعات)، نقشه های ساختی، اسمبل کردن و حتی در مواردی که سازه ی مورد نظر از نوع فولادی است، برنامه برش را نیز جهت ماشین CNCارائه می دهد، این رویه به طور کلی تغییر کرد و می توان گفت که پویایی بالایی را به فازهای طراحی و ساخت این سازه ها بدهد.

مراحل پیش ساخته سازی در صنعت ساختمان بر اساس BIM به شرح ذیل است:

- ✓ طراحی کلی ساختمان توسط تیم طراحی که مانند ساختمان های رایج انجام می شود و برای متخصصان پیش ساز برای تهیه طرح پیش ساختگی ارسال می شود.
- ✓ سپس قطعات ساختمان به تکه های قابل ساخت و البته با قابلیت حمل با رعایت محدودیت های ترافیکی تقسیم می شود
- ✓ در نهایت سازه‌ای که به صورت پیش ساخته تبدیل شده است، برای تصمیم گیری نهایی و تامین تجهیزات و مصالح مورد نیاز به واحد طراحی ارجاع داده می شود
- ✓ قطعه های پیش ساخته بر اساس دستورالعمل هایی که معمولا بر اساس زمان بندی اجرای پروژه تهیه می شود، بر روی خط مونتاژ قرار می گیرد و تولید می شود
- ✓ پس از ساخت قطعات، آنها را بسته بندی، شمارش و نام‌گذاری کرده و براساس برنامه مدون به سایت ارسال می شود
- ✓ قطعات در سایت نصب می شود

نتیجه گیری

مدل سازی اطلاعات ساختمان یکی از نوید بخش ترین پیشرفت های حاصل شده در صنعت ساخت بوده است. با استفاده از این تکنولوژی یک یا چند مدل مجازی با دقت بسیار بالا از ساختمان بصورت دیجیتالی تولید می گردد و به رویه طراحی کمک می کند و ترکیب BIM با پیش ساخته سازی به پیمانکاران یک فرصت استثنایی را می دهد تا قبل از شروع پروژه، روش های پیش ساخته سازی شامل تولید و نصب و تجهیزات مورد نیاز خود را برنامه ریزی کنند.کل تیم اجرایی شامل پیمانکاران اصلی، پیمانکاران جز و سازندگان در هر بخش تولید و نصب می توانند در کنار هم با استفاده از امکانات شبیه سازی مجازی فرآیند ساخت به تمرین توالی اجرا(تولید و نصب)، تعیین محل های تولید، دپو، تاور ها، بالابر ها و مدیریت سایت پروژه بپردازند و اثرات تصمیمات خود را قبل از شروع اجرا ارزیابی نمایند