

تاثیر ادغام تکنولوژی مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) و فرآیند مهندسی مجدد در طرح های عمرانی

آرش داداشی

دانشجوی دکترای عمران گرایش سازه دانشگاه آزاد اسلامی واحد مراغه

نام نویسنده مسئول:

آرش داداشی

چکیده

به طور کلی، یافته های اخیر بدست آمده متناسب با شرایط فعلی صنعت ساخت و ساز، ایده ارزیابی طرح قبل از پیاده سازی واقعی آن را مورد تایید قرار می دهد. بر این اساس لازم است قبل از پیاده سازی طرح و اجرایی نمودن آن در پروژه های عمرانی، طرح از جنبه های مختلف مورد بررسی و بازبینی قرار گیرد تا موانع، مشکلات و خطاهای احتمالی از سیستم حذف گردد. روش ها و تکنیک های سنتی شامل بررسی چندباره نقشه ها و کنترل مضاعف آنها بوده است. این روش در مقایسه با روش ها و تکنولوژی های نوین زمان بر بوده و درصد خطا در آنها زیاد می باشد. لذا لازم است روش های کارآمدتری جایگزین روش های سنتی گردد. یکی از کارآمدترین تکنولوژی های روز دنیا که در سراسر جهان با استقبال بی نظیری مواجه شده است، تکنولوژی مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) می باشد. این روش دارای مزایای چشمگیر سازمانی بوده و باعث تحول سیستماتیک آن می گردد. در این مقاله به بررسی جایگاه مدل سازی اطلاعات ساختمان در پروژه های عمرانی و بلوغ سازمانی خواهیم پرداخت.

واژگان کلیدی: مدل سازی اطلاعات ساختمان^۱ (BIM)، مهندسی مجدد^۲، مدل سازی BIM، طرح های عمرانی.

^۱ Building Information Modeling

^۲ Re-engineering

مقدمه

با توجه به اینکه در حال حاضر در سراسر دنیا استفاده از تکنولوژی مدل سازی اطلاعات ساختمان به دلیل مزایای چشم گیر آن رو به افزایش است، لازم است با شناخت بهتر قابلیت ها و کارآمدی این تکنولوژی و تبعات و نتایج حاصل از به کارگیری آن در طرح های عمرانی، استفاده از آن را در طرح ها و پروژه های عمرانی مورد توجه قرار دهیم. بدین منظور لازم است با انواع روش های مدل سازی در سیستم BIM، تحویل یکپارچه پروژه و شاخص های ارزیابی بیشتر آشنا شویم. در این مقاله سعی بر آنست تا با مفاهیم و چشم انداز ویژه ای از BIM در پروژه های عمرانی آشنا شویم. لذا با شناسایی این فاکتورها و ارزیابی صحیح شاخص ها می توان با اطمینان بیشتری گام بعدی که همانا پیاده سازی BIM می باشد را آغاز نماییم.

۱- انواع مدل سازی در طرح های عمرانی

۱-۱- مدل سازی مبتنی بر اشیاء

به طور کلی، در مرحله اول BIM که در چارچوب Succar ارائه شده است، شرکت ها اقدام به تهیه مدل های تک رشته ای^۳ در فاز طراحی، ساخت و یا بهره برداری از پروژه می نمایند. به عنوان مثال، از مدل های معماری، مدل های مهندسی و یا مدل های پیش ساختگی، در مراحل اولیه، به منظور تهیه مستندات دو بعدی و سه بعدی استفاده می شود.

اولین مرحله پیاده سازی BIM در سازه های بتنی پیش ساخته بسیار مشابه روش فوق می باشد. و در عمل، این بدان معناست که نرم افزار BIM در یکی از مراحل پروژه پیاده سازی می شود. معمولاً این امر در مراحل مناقصه، طراحی و یا ساخت انجام می شود. به طور کلی در کلیه مراحل، مدل توسط دپارتمان طراحی کارخانه بتن پیش ساخته تهیه می شود.

به طور کلی، مدل سازی مبتنی بر شی، مجموعه ای استاندارد شده از علائم و روش هایی برای چیدن آن ها در قالب یک مدل از یک طراحی نرم افزار شی گرا یا طراحی سیستم است. برخی از سازمان ها از آن ها به صورت گسترده ای در ترکیب با یک متدولوژی توسعه نرم افزار برای رسیدن از یک مشخصات ابتدایی به یک طرح اجرایی و ارتباط دادن آن طرح با کل تیم توسعه دهندگان استفاده می کنند. به خاطر این که یک زبان مدل سازی واقعی است و در یک مرحله بالاتر انتزاع از کد است. استفاده از مدل ها نسلی از یک دید اشتراک گذاشته شده را تشویق می کند که ممکن است بعدها از مشکل هایی جلوگیری کند. بعضی اوقات ابزار نرم افزار مدل سازی برای ساختن این مدل ها، استفاده می شوند که ممکن است ظرفیت تبدیل اتوماتیک آن ها به کد را داشته باشد.

مراحل اولیه BIM شامل داده های اولیه ورودی و مدل های سه بعدی ابتدایی فاقد هر گونه اصلاحات پارامتری می باشد.[1]

داده های اولیه معمولاً شامل لیست مصالح، نقشه های دو بعدی و سه بعدی و نیز توالی نصب قطعات می باشد.

به طور کلی، ایده اشیاء و المان های پارامتریک مفهومی مهم و قابل توجه در درک هر چه بهتر مدل سازی اطلاعات ساختمان و تفاوت آنها با اشیاء سه بعدی در سیستم سنتی است که به شرح ذیل مشخص می شوند:

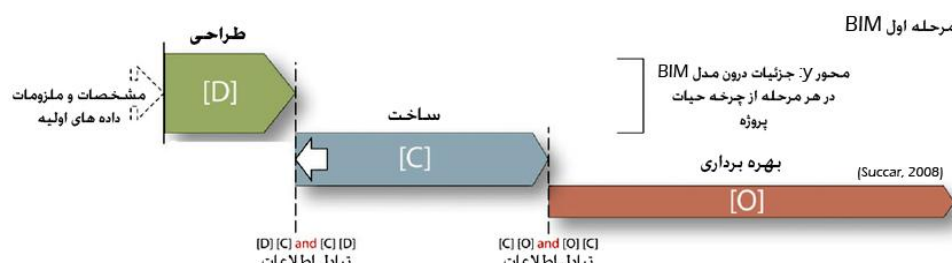
- اشیاء دارای تعاریف هندسی و اطلاعات و قوانین متصل به هم و یکپارچه می باشند.
- هندسه این اشیاء بدون اطلاعات اضافه، به صورت یکپارچه تعریف شده است.
- قوانین پارامتری، هنگام قرار دادن اشیاء در مدل، به طور خودکار اعمال می شوند.
- اشیاء را می توان با درجات مختلفی از ترکیبات تعریف کرد و یک شی را به همراه لایه ها و اجزای مختلف درون آن تعریف کرد.
- در صورت وجود تناقض، ناسازگاری موجود توسط قوانین پارامتری تشخیص داده می شود.
- اشیاء این قابلیت را دارند که برخی ویژگیها و مشخصه ها را به آنها اختصاص داده و از آنها خروجی گرفت.

بر اساس نظر Succar شیوه کار در اولین مرحله BIM مشابه مرحله Pre-BIM می باشد. معمولاً تبادل اطلاعات بین بخش های مختلف پروژه، به صورت یک جهته بوده و بیانگر این است که اگرچه گاهی اوقات به جای استفاده از نقشه های دوبعدی از نقشه های سه بعدی استفاده می شود اما بخش های مختلف کارخانجات تولید بتن پیش ساخته همچنان از طریق نقشه با یکدیگر ارتباط و همکاری دارند. به عنوان مثال، هنگام اجرای آرماتوربندی در قالب ها و یا نصب قطعات بتنی پیش ساخته در محل.

از آنجا که معمولاً تنها تغییرات جزئی در اولین مرحله پیاده سازی BIM رخ می دهد، روابط و ضوابط قراردادی، تخصیص ریسک و رفتار سازمانی معمولاً مشابه مرحله Pre-BIM می باشد. اما در روش مدل سازی بتنی بر اشیاء، امکان اجرای سریعتر مراحل و فازهای مختلف پروژه فراهم می باشد. و هنگامی که پروژه هنوز در فاز اجرا قرار دارد، معمولاً فاز طراحی و ساخت به طور همزمان انجام می شود. [2]

³ Single-discipline Method

در شکل زیر، نمایش خطی فازهای مختلف چرخه حیات پروژه در اولین مرحله BIM نشان داده شده است. بطوری که هیچ گونه هم پوشانی بین مراحل مختلف وجود ندارد. پس از پیاده سازی BIM در یکی از دپارتمان های یک کارخانه تولید کننده قطعات بتنی پیش ساخته، کاملاً واضح است که فواید و مزایای حاصل در آن دپارتمان، فعالیت های مبتنی بر مدل سازی را به بخش های دیگر شرکت منتقل خواهد کرد.



شکل ۱: مراحل مختلف چرخه حیات پروژه، در مرحله اول BIM

بر اساس نظر Venkatraman، از منظر مهندسی مجدد، در مرحله اولیه پیاده سازی BIM، شرکت ها اقدام به پیاده سازی برنامه های کاربردی فن آوری اطلاعات می نمایند و لازم است بدین منظور از نرم افزار BIM و با حداقل تغییر در روند کار استفاده شود. بر اساس نظر Hannus، در اولین مرحله (سطح) پیاده سازی BIM، راهکارهای فن آوری اطلاعات، از اهداف خاص سازمان منفک شده و در مورد اهداف داخلی سازمان مورد استفاده قرار می گیرند. [3] هر دو نظریه BIM و مهندسی مجدد، یکدیگر را حمایت می کنند و تقریباً دارای عملکردی مشابه با اولین مرحله پیاده سازی BIM می باشند.

۱-۲- مدل سازی مبتنی بر ارتباط و همکاری

هنگامی که شرکت ها روش مدل سازی تک خطی را در پیاده سازی اولین مرحله BIM مورد استفاده قرار دادند، قادر به همکاری با دیگر اعضای تیم های فعال در مرحله دوم پیاده سازی نیز شدند.

بطوریکه این روش ارتباطی و همکاری به کمک فن آوری های مختلف میسر گردید.

پس از اولین مرحله پیاده سازی BIM، دپارتمان فعال در کارخانه تولید کننده بتن پیش ساخته سازه ای، نرم افزار BIM را به عنوان بخشی از روند کاری خود مورد استفاده قرار داد و در دومین مرحله اقدام به ایجاد ارتباط و همکاری فعال بین دپارتمان های مختلف درون شرکت نمود.

اگرچه گاهی اوقات در مراحل آغازین کار، دپارتمان طراحی از روش مبتنی بر اشیاء استفاده می کند، دیدگاه مدیریت داخلی سازمان می تواند بر روش مبتنی بر همکاری و ایجاد ارتباط بین بخش ها و دپارتمان های مختلف معطوف گردد.

به نظر Succar، مدل مبتنی بر همکاری و ارتباطات، ممکن است بین دو فاز مختلف در چرخه حیات پروژه مورد استفاده قرار گیرد. (در مرحله دوم BIM)

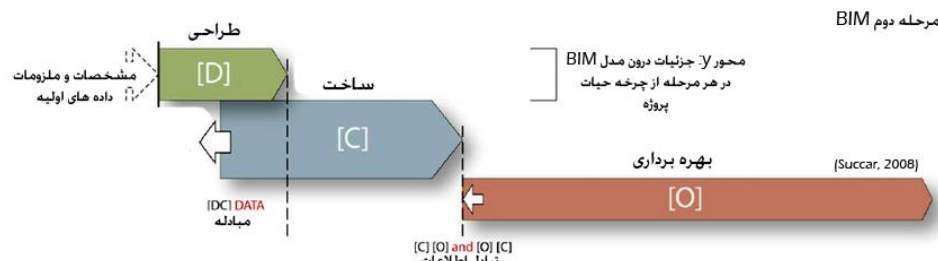
این روش، ممکن است هم شامل مدل های تبدیلی که بین تیم های مختلف مبادله می شوند و حتی شامل فرمت های غیر تخصصی شوند. در مورد تولید کنندگان بتن پیش ساخته، این بدان معناست که مدل هایی که توسط بخش طراحی تهیه شده اند، بین گروه های اجرایی به اشتراک گذاشته خواهد شد. در اغلب اوقات، وجود همکاری بین دپارتمان طراحی و اجرا، نیازمند وجود مدل های کلی طرح می باشد، در حالی که دپارتمان اجرایی نیازمند اطلاعات مربوط به کل پروژه می باشند.

در عین حال، در صورتی که بخش طراحی با بخش های دیگر همکاری و ارتباط داشته باشد، مدل های جزئی طرح (مربوط به بخش خاصی از پروژه)، معمولاً بر مدل های کلی ترجیح داده خواهند شد. این در حالی است که دپارتمان های مختلف پروژه بر روی بخش هایی از پروژه کار کنند (نه کل پروژه). در عین حال، در مراحل آغازین کار نیز نیاز به اطلاعات و داده های جزئی بر داده های کلی ارجحیت خواهد داشت.

اگرچه همکاری و ارتباطات بین کاربران BIM در یک پروژه ممکن است به صورت غیر همزمان باشد، محدودیت ها و مرزبندی های مرحله Pre-BIM که باعث تفکیک و جداسازی ضوابط و معیارها می گردد، باعث محو تدریجی مراحل چرخه عمر پروژه خواهد شد.

در شکل شماره ۲، نمایش خطی فازهای مختلف چرخه حیات پروژه در دومین مرحله BIM نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می کنید، بر خلاف اولین مرحله پیاده سازی BIM، در این مرحله بین مراحل مختلف پروژه، هم پوشانی وجود دارد. برای سازندگان و

تولیدکنندگان بتن پیش ساخته، وجود این هم پوشانی بدان معناست که در مرحله دوم پیاده سازی BIM، نیازمند تعریف و سیاست گذاری در مورد نحوه ارتباط و همکاری تیم های مختلف پروژه (نه فقط تهیه مدل) می باشند. در عین حال تولیدکنندگان بتن پیش ساخته باید در مراحل کاری خود، مطابق با جریان کار مبتنی بر مدل، مراحل کاری خود را مهندسی مجدد نمایند تا بدین وسیله از تمامی مزایا و فواید پیاده سازی BIM بهره مند شوند.



شکل ۲: مراحل مختلف چرخه حیات پروژه، در مرحله دوم BIM

به نظر Venkatrama، از دیدگاه مهندسی مجدد، مرحله دوم پیاده سازی BIM، بیانگر تلاش سیستماتیک بیشتری در جهت پیاده سازی تکنولوژی اطلاعات در مراحل مختلف کاری می باشد. لذا در مرحله دوم پیاده سازی، وابستگی متقابل بین بخش های فنی و تجاری کاملاً مشهود می باشد زیرا هیچیک به تنهایی کافی نبوده و مزایای پیاده سازی تکنولوژی اطلاعات به طور کامل منعکس نخواهد شد. بنابراین، به نظر Hannus، در مرحله دوم پیاده سازی BIM، یکپارچه سازی فن آوری اطلاعات در داخل شرکت، بدون توجه به ساختار و مراحل موجود کار، روشی صحیح و اصولی به منظور پیاده سازی تکنولوژی اطلاعات محسوب می شود. [4] در عین حال، تولیدکنندگان بتن پیش ساخته، قبل شروع مراحل واقعی پیاده سازی BIM، به این نکته توجه می کنند هنگام یکپارچه سازی نرم افزار BIM به عنوان بخشی از فعالیت و جریان کار داخلی شرکت، کدام مراحل باید تغییر کنند تا به سطح مناسب بهره وری دست پیدا کنند.

۱-۳- مدل سازی مبتنی بر شبکه

در مرحله سوم BIM، با استفاده از فن آوری های مختلف، پایگاه داده ها و یا خدمات نرم افزاری، مدل های حاوی اطلاعات یکپارچه سازی تهیه و به اشتراک گذاری شده و در تمام مراحل عمر مفید پروژه نگهداری می شوند. پیش نیاز ورود به این مرحله، تکامل تکنولوژی های نرم افزاری و شبکه ای می باشد تا بواسطه آنها بتوان اطلاعات موجود را به اشتراک گذاشت. این بدان معناست که در این مرحله از پیاده سازی BIM، تولیدکنندگان بتن پیش ساخته، اقدام به تهیه، اشتراک گذاری و نگهداری مدل های یکپارچه در بخش های مختلف پروژه و دپارتمان های داخلی خواهند نمود. در مرحله سوم BIM، مدل ها، تبدیل به مدل های چند بعدی (nD models) می شوند تا امکان تحلیل های پیچیده در مراحل اولیه طراحی و ساخت فراهم گردد.

بر این اساس، استفاده از مدل های چند بعدی (به عنوان مثال، بعد چهارم و پنجم BIM که به ترتیب مربوط به زمان و هزینه می باشند)، بر خلاف کاربرد ویژگی های اشیاء سنتی در طرح، باعث ایجاد مبانی ساخت ناب، سیستم های سبز (دوستدار محیط زیست) و نیز امکان تخمین هزینه پروژه در چرخه عمر مفید آن خواهد شد.

در مورد مراحل پیاده سازی BIM، این امر بدان معناست که تولیدکنندگان بتن پیش ساخته، باید به فاکتورهای متفاوتی که هر بخش از پروژه به آنها نیازمند هستند توجه نموده و آنها را در محاسبات خود لحاظ کنند.

از نظر Succar، تبادل همزمان مدل و داده های مستند موجود باعث می شود که مراحل مختلف چرخه حیات پروژه به طور گسترده با هم هم پوشانی شوند. که در نهایت به یک فرآیند تک مرحله ای تبدیل خواهد شد. (شکل زیر)

یکپارچه سازی مبتنی بر شبکه باعث می شود که مراحل مختلف ساخت به طور همزمان انجام گیرد خصوصاً هنگامی که کلیه فعالیت های پروژه به صورت یکپارچه بوده و تمام جنبه های طراحی، ساخت و بهره برداری به صورت همزمان طرح ریزی شوند تا بدین وسیله ارزش توابع هدف بیشینه شود.

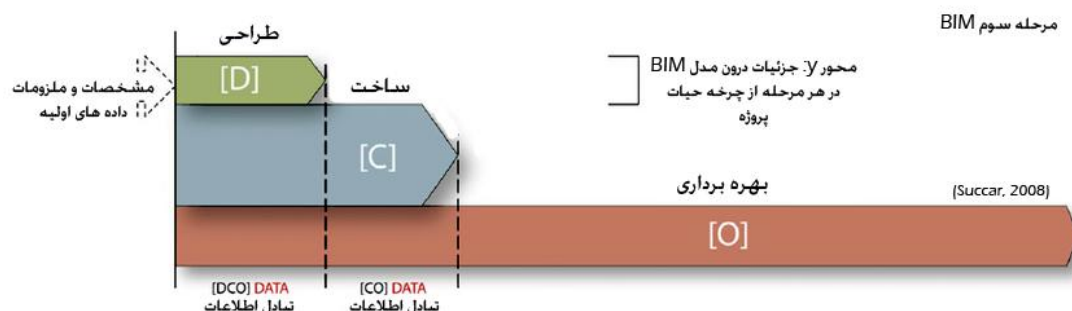
به اعتقاد Succar، پیاده سازی مرحله سوم BIM مستلزم تجدیدنظر در مورد روابط قراردادی، مدل های تخصیص ریسک و جریان رویه کار می باشد. سومین مرحله پیاده سازی BIM بر سیاست گذاری ها، خصوصا از منظر شبکه تمرکز دارد. در این میان لازم است بر روی برخی مراحل موجود، تغییراتی اعمال شود.

از نظر Eastman، چهار روش به منظور انتقال اطلاعات مدل بین دو نرم افزار وجود دارد که عبارتند از: [4]

- لینک های مستقیم موجود بین ابزارهای ویژه BIM
- تبادل اختصاصی فرمت فایل (فایل های با فرمت DXF)
- فرمت های انتقال در سطح عمومی (مربوط به نرم افزارهای Revit Architecture، Architecture Bentley، ArchiCAD و ...)
- فرمت های فایل با اساس XML

جدول ۱: انواع فرمت های تبادل اطلاعات در AEC

فرمت های تصویر (Raster)	توضیحات
JPG, GIF, TIF, BMP, PIC, PNG, RAW, TGA, RLE	این فرمت ها در فشردگی و تعداد رنگ ممکن در هر پیکسل متغیر می باشند.
فرمت های دو بعدی (برداری)	توضیحات
DXF, DWG, AI, CGM, EMF, IGS, WMF, DGN	فرمت های برداری بر اساس فشردگی، ضخامت خط، رنگ و ... متغیر می باشند.
فرمت های اشکال و سطوح سه بعدی	توضیحات
3DS, WRL, STL, IGS, SAT, DXF, DWG, OBJ, DGN, PDF(3D), XGL, EWF, U3D, IPT, PTS	فرمت های اشکال و سطوح سه بعدی بر اساس نوع سطوح و نحوه نمایش لبه ها، مشخصات مصالح (رنگ، بافت و...) متغیر می باشند.
فرمت های انتقال و تبادل موضوعات سه بعدی	توضیحات
STP, EXP, CIS/2	مربوط به اشیاء دو بعدی و سه بعدی بوده و معمولا حاوی ویژگیهای موضوع و ارتباط این آنها می باشد.
فرمت بازی	توضیحات
RWQ, X, GOF, FACT	فرمت فایل های بازی بر اساس انواع سطوح، ساختار سلسله مراتبی آنها، انواع ویژگی های مصالح، بافت، انیمیشن ها و... متغیر است
فرمت های GIS	توضیحات
SHP, SHX, DBF, DEM, NED	سیستم فرمت های اطلاعاتی ژئوگرافیکی
فرمت های XML	توضیحات
AexXML, Obix, AEX, bcXML, AGCxml, IFCxml	انتقال اطلاعات ساختمان- بسته به اطلاعات مبادله شده و جریان کاری، متغیر می باشد.



شکل ۳: مراحل مختلف چرخه حیات پروژه، در مرحله سوم BIM

به اعتقاد Venkatraman، مراحل پیشین مهندسی مجدد و BIM، بیشتر بر ایجاد تحول در روند کار در یک شرکت یا سازمان منفرد تمرکز دارند. اما سومین مرحله مهندسی مجدد شامل تمرکز بر طراحی مجدد شبکه کاری و بهبود عملکرد آن از طریق اجرای قابلیت های فن آوری اطلاعات می باشد.

از دیدگاه Hannus، نقطه شروع این مرحله مهندسی مجدد، طراحی مجدد فرآیندها و ساختارهای اصلی موجود که ممکن است در داخل شرکت و یا از طریق همکاری با دیگر شرکت ها و سازان ها انجام شود، می باشد. از دیدگاه مهندسی مجدد، در سومین مرحله پیاده سازی BIM، تولیدکنندگان بتن پیش ساخته، نیازمند ایجاد ارتباط و همکاری با دیگر بخش های پروژه به منظور شروع اجرای مرحله مهندسی مجدد می باشند. در نهایت، رشد و پیشرفت تکنولوژی ها، مراحل کاری و سیاست گذاری ها، باعث تسهیل روند اجرایی پروژه خواهد شد.

۲- تحویل یکپارچه پروژه

از دیدگاه Succar، تحویل یکپارچه پروژه (IPD)، یک ابزار مناسب جهت نمایش چشم انداز بلند مدت BIM، به عنوان تلفیقی از تکنولوژی های مختلف، مراحل کاری و سیاست گذاری ها محسوب می شود.

به طور مختصر IPD را می توان به عنوان یک هدف از روند پیاده سازی BIM که شروع آن از مرحله Pre-BIM بوده و تا پایان سه مرحله پیاده سازی ادامه می یابد، تعریف کرد.

در شرکت های تولید کننده قطعات بتنی پیش ساخته، آخرین مرحله پیاده سازی BIM را می توان به عنوان هدف آتی شرکت در نظر گرفت.

از دیدگاه مهندسی مجدد، آخرین مرحله پیاده سازی BIM، نشان دهنده تعریف مجدد ایده ها و اهداف شرکت ها می باشد. هر دو عامل مذکور، باید بر اساس قابلیت های تکنولوژی اطلاعات ارزیابی می شوند.

۳- شاخص های ارزیابی

Venkatraman پیشنهاد می کند هنگام فعال سازی فن آوری اطلاعات، اولین چیزی که هر شرکت باید انجام دهد، شناسایی و تعیین میزان و سطح تحول، که در آن منافع سازمان مرتفع گردد، می باشد.

از طرف دیگر، به اعتقاد Coates، قبل از آغاز پیاده سازی واقعی مهندسی مجدد، و تهیه یک استراتژی مصوب برای آن، لازم است شرکت ها تصمیماتی را در خصوص شناسایی اهداف و مشخصه های پیاده سازی اخذ نمایند. بر اساس یافته های فوق، لزوم انجام برخی ارزیابی ها قبل از اقدام به پیاده سازی BIM امری اجتناب ناپذیر است. در این راستا، طرح ریزی هزینه های بالقوه، نیاز به نیروی انسانی و میزان تغییرات باید مدنظر قرار گیرد.

به موازات در نظر گرفتن شاخص های قابل اجرا، بدیهی است که تنها به کمک یک شاخص نمی توان کلیه موارد اجرایی در پیاده سازی را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد لذا به منظور ارزیابی کامل شکاف موجود بین شرایط فعلی و اهداف آتی شرکت، نیاز است که از شاخص های متعدد ارزیابی استفاده شود.

شاخص های مناسب و سازگار با صنعت بتن پیش ساخته، در چارچوب پیاده سازی BIM که توسط Succar ارائه شده است، ذکر شده اند.

Succar سه بخش را برای BIM شناسایی کرده است که عبارتند از:

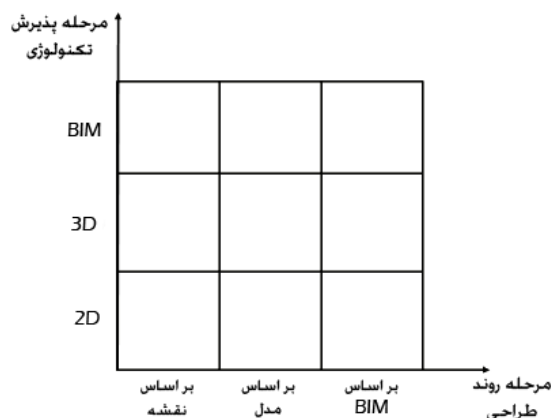
- تکنولوژی
- روند (مراحل کار)
- سیاست گذاری ها

در عین حال، سه مرحله را نیز در پیاده سازی BIM تعریف کرده است که عبارتند از:

- مدل سازی مبتنی بر شی
- مدل سازی مبتنی بر همکاری
- مدل سازی مبتنی بر شبکه

هنگامی که این دو (بخش ها و مراحل) با هم ترکیب شوند، سه شاخص معتبر حاصل خواهد شد که از آنها می توان به منظور تجزیه و تحلیل ها استفاده نمود. اولین شاخص تحلیلی، از ترکیب جنبه فناوری BIM (یکی از بخش های BIM) و جنبه مدل سازی مبتنی بر شی (یکی از مراحل پیاده سازی BIM) بدست می آید.

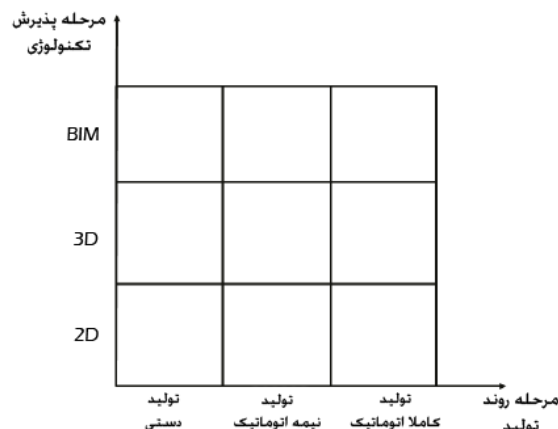
در مرحله مدل سازی مبتنی بر شی، داده ها توسط تیم ها و پرسنل درون شرکت مورد استفاده قرار می گیرند. در مورد شرکت های تولید کننده قطعات بتنی پیش ساخته، این بدان معناست که بخش طراحی، BIM را درون شرکت مورد استفاده قرار می دهد اما طراحی که از آن استفاده می کنند مبتنی بر نقشه ها می باشد. بعلاوه، این بدان معناست که در BIM Fields که مربوط به انواع بخش های BIM می باشد، هنوز روند و یا شبکه ای تعریف نشده است، لذا تنها راهکار موجود، استفاده از تکنولوژی (نرم افزارهای BIM) می باشد. در شکل شماره ۴، اولین شاخص مورد استفاده در تجزیه و تحلیل ها نشان داده شده است.



شکل ۴: شاخص فرآیندهای اصلی- در این شاخص، محور X نشان دهنده مراحل پروسه طراحی (مبتنی بر نقشه، مبتنی بر مدل، مبتنی بر BIM)، و محور Y نشان دهنده مراحل پذیرش تکنولوژی (دو بعدی، سه بعدی و یا BIM) می باشد

محور X نشان دهنده مراحل پروسه طراحی در یک شرکت می باشد. در مرحله مبتنی بر نقشه، طراحی توسط نرم افزار اتوکد دو بعدی (CAD 2D) انجام شده و روند طراحی و ارتباط بین بخش های مختلف پروژه، کاملاً به نقشه ها وابسته خواهد بود. در مرحله مبتنی بر مدل، طراحی توسط نرم افزار اتوکد سه بعدی (CAD 3D) و BIM انجام شده و روند طراحی و ارتباط بین بخش های مختلف پروژه، همچنان به نقشه ها وابسته خواهد بود. در نهایت، در روش مبتنی بر BIM، طراحی توسط نرم افزار BIM انجام شده و روند طراحی و ارتباط بین بخش های مختلف پروژه، کاملاً به اطلاعات و داده های مدل، که با استفاده از مدل اطلاعاتی ساختمان تهیه می شود، وابسته خواهد بود. محور Y در شکل فوق، نشان دهنده مرحله پذیرش تکنولوژی در شرکت می باشد. در مرحله دو بعدی (2D)، روند و مراحل کاری شرکت ها، مبتنی بر نقشه ها و جزئیات دو بعدی، قراردادهای و دیگر مستندات کاغذی که بر تصمیم گیری تأثیرگذار هستند، می باشد. در مرحله سه بعدی (3D)، روند و مراحل کاری شرکت ها، به طور قابل توجهی مبتنی بر روش های دو بعدی می باشد اما در برخی بخش های شرکت، از مدل های سه بعدی که از قبل تهیه شده است نیز استفاده می شود. در مرحله BIM، روند و مراحل کاری شرکت ها، به روشی طراحی مجدد می شود که آنها را قادر به استفاده موثر از داده ها و اطلاعاتی که در مدل اطلاعاتی ساختمان در دسترس می باشد، می نماید.

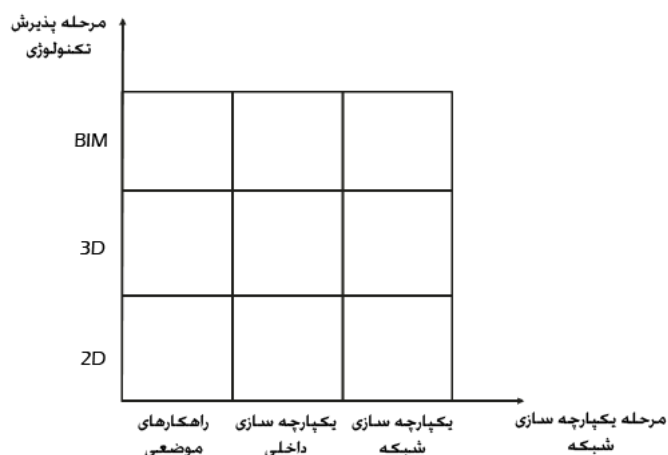
دومین شاخصی که در تحلیل ها مورد استفاده می شود حاصل ترکیب بخش های مختلف BIM که تحت عنوان BIM Fields نامیده می شود، و مدل مبتنی بر همکاری و ارتباطات می باشد. از نظر Succar، در مرحله ای که مدل مبتنی بر همکاری و ارتباطات می باشد، تیم ها و واحدهای مختلف سازمان با هم ارتباط و همکاری برقرار می کنند. در مورد تولیدکنندگان بتن پیش ساخته، این امر بدان معناست که اولاً، ترکیبی از روش های مختلف همکاری ممکن است بین واحدهای مختلف سازمان و دیگر اجزای تشکیل دهنده تیم همچون معماران و مهندسان ایجاد شود. ثانیاً، ارتباط و همکاری خاصی ممکن است بین واحد طراحی و واحد ساخت اجرایی (ساخت) ایجاد شود بطوری که می تواند شامل همکاری و ارتباط در زمینه های تدارکات، تولید و نصب گردد. ثالثاً، امکان برقراری ارتباط و همکاری بین واحد طراحی و مالک پروژه نیز برقرار می باشد. در این روش تحلیلی، بیشتر توجهات بر برقراری ارتباط و همکاری داخل سازمانی بین واحد طراحی و واحد اجرایی (ساخت) معطوف می باشد. در BIM Fields، در حال حاضر از تکنولوژی استفاده می شود و تهیه روند و مراحل کاری نیز شروع شده، اما شبکه هنوز ایجاد نشده است. در شکل زیر دومین شاخص تحلیلی نشان داده شده است.



شکل ۵: شاخص مربوط به روند و مراحل تولید- در این شاخص، محور X نشان دهنده روند تولید (تولید دستی، تولید نیمه اتوماتیک و یا تولید کاملاً اتوماتیک)، و محور Y بیانگر مرحله پذیرش تکنولوژی (دو بعدی، سه بعدی و یا BIM) می باشد.

در شکل فوق، محور X نشان دهنده روند تولید در کارخانه بتن پیش ساخته می باشد. در روش تولید دستی، مرحله تولید المان های پیش ساخته، به طور دستی و بر اساس نقشه هایی که از بخش طراحی ارسال شده است، انجام می شود. در مرحله تولید نیمه اتوماتیک، بخشی از تولید المان های پیش ساخته به صورت دستی و بخشی دیگر به صورت اتوماتیک انجام می شود. در این حالت، بخش اتوماتیک به کمک نقشه های سه بعدی و BIM انجام می شود. به عنوان مثال، آرماتورهای تقویتی، مش ها و قفسه های آرماتور را می توان با استفاده از تجهیزات و ماشین آلات خاص تولید نموده و تنها قبل از بتن ریزی، آنها را سرهم بندی کرد. در مرحله تولید اتوماتیک، تولید المان های پیش ساخته، با استفاده از تجهیزات و ماشین آلات پیچیده انجام می شود. در این روش، نیازی به وجود کارگر ماهر نمی باشد زیرا تجهیزات اتوماتیک، فرآیند تولید قطعات بتنی پیش ساخته را تحت کنترل قرار دارند. محور Y در این شکل نیز مشابه شکل فوق می باشد.

سومین شاخصی که در تحلیل ها مورد استفاده می شود حاصل ترکیب بخش های مختلف BIM که تحت عنوان BIM Fields نامیده می شود، و روش یکپارچه سازی مبتنی بر شبکه می باشد. از نظر Succar، در مرحله ای که مدل مبتنی بر شبکه می باشد، تیم ها و واحدهای مختلف، اقدام به ایجاد، اشتراک گذاری (انتقال) و نگهداری مدل های اطلاعاتی ساختمان می کنند. در BIM Fields، تکنولوژی ها مورد استفاده قرار می گیرند، اما سیاست های درست همچون تنظیم قراردادهای و آیین نامه ها هنوز در این سطح گسترش نیافته اند. در شکل زیر سومین شاخص تحلیلی نشان داده شده است.

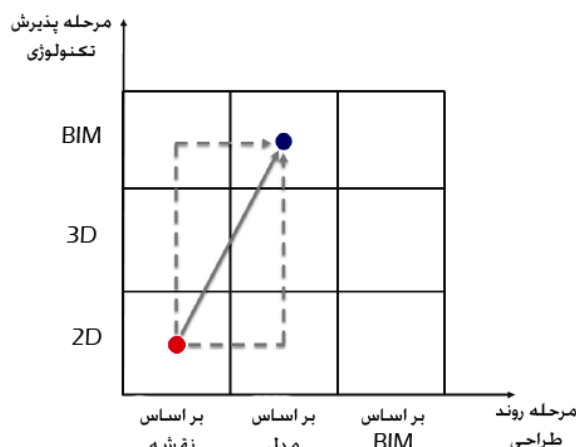


شکل ۶: شاخص مربوط به یکپارچگی شبکه- در این شاخص، محور X نشان دهنده مرحله یکپارچه سازی شبکه (راهکارهای موضعی، راه حل های داخلی، یکپارچگی شبکه)، و محور Y بیانگر مرحله پذیرش تکنولوژی (دو بعدی، سه بعدی و یا BIM) می باشد.

در شکل فوق، محور X نشان دهنده مرحله یکپارچه سازی شبکه می باشد. در راه حل های موضعی، شبکه سازی و انتقال داده ها به بخش هایی از شرکت محدود می شود. به عنوان مثال، در یک دپارتمان طراحی، اطلاعات و داده ها به طور موثر به صورت درون سازمانی به اشتراک

گذاشته می شود و به خارج از شرکت منتقل نمی گردد. در مرحله یکپارچگی داخلی، شبکه بندی و اشتراک گذاری داده ها، به صورت درون سازمانی انجام میشود و هیچ گونه اطلاعاتی به خارج از شرکت منتقل نمی گردد. در مرحله یکپارچه سازی شبکه، شبکه بندی و اشتراک گذاری داده ها در کل زنجیره اطلاعاتی شرکت انجام می شود که خود شامل شرکا و بخش های مختلف شرکت می باشد. محور Y در این شکل نیز مشابه شکل فوق می باشد.

بر اساس این سه شاخص، امکان ارزیابی روند فعالیت های جاری شرکت فراهم بوده و در عین حال، امکان بررسی اهداف آتی و تخمین نحوه پیاده سازی نیز فراهم خواهد بود. در شکل زیر، مثالی مطرح شده است که نشان دهنده اینست که چگونه این سه شاخص، می توانند هنگام ارزیابی تاثیر پیاده سازی BIM بر شرکت، مورد استفاده قرار گیرند. هنگام استفاده از این سه شاخص، شرکت، هر شاخص را بوسیله دو نقطه علامت گذاری می کند که بعدها بیانگر وضعیت جاری (نقطه قرمز رنگ) و شرایط آتی (نقطه آبی رنگ) آن خواهد بود. بعلاوه، به کمک این اطلاعات، امکان نمایش شکاف ها در پیاده سازی (فلش خاکستری رنگ) و نیز بررسی چگونگی آغاز و اجرای پیاده سازی BIM (دو خط چین خاکستری رنگ) فراهم خواهد بود.



شکل ۷: مثالی از چگونگی استفاده از سه شاخص ارزیابی - نقطه قرمز رنگ بیانگر وضعیت موجود شرکت می باشد. نقطه آبی رنگ نیز بیانگر اهداف آتی شرکت می باشد. فلش خاکستری رنگ نشان دهنده شکاف و فاصله بین شرایط موجود و اهداف آتی شرکت می باشد که به کمک آن می توان تصمیم گیری هایی در مورد اعمال تغییر حین پیاده سازی BIM اتخاذ نمود. دو خط چین خاکستری رنگ نیز بیانگر راه های جایگزین مورد استفاده جهت پیاده سازی BIM می باشد.

به طور کلی، اولین شاخص، نشان دهنده شکاف موجود بین میزان منابع و اقدامات مورد نیاز در مرحله اول پیاده سازی BIM، در شرایطی که BIM هنوز در بخشی از شرکت پیاده سازی شده است (مثلا در دپارتمان طراحی) می باشد. دومین شاخص نیز بیانگر شکاف موجود بین میزان منابع و اقدامات مورد نیاز در مرحله دوم پیاده سازی BIM، در شرایطی که BIM در بخش های متعددی از شرکت پیاده سازی شده است و اطلاعات مربوط به مدل اطلاعاتی ساختمان به راحتی بین دیگر دپارتمان های شرکت به اشتراک گذاشته می شود. سومین شاخص نیز بیانگر شکاف موجود بین میزان منابع و اقدامات مورد نیاز در مرحله سوم پیاده سازی BIM، در شرایطی که اجرای پیاده سازی BIM بین دو یا چند شرکت آغاز شده است تا بدین وسیله اطلاعات بدست آمده از مدل، بدون خطا و دارای بهره وری بیشتری باشد.

به طور کلی، این روش نسبی و در عین حال ساده ارزیابی، برای شرکت هایی که در مرحله پذیرش BIM می باشند، سه موضوع اساسی را به شرح ذیل مشخص می کند:

- (۱) از سه بخش موجود BIM که تحت عنوان BIM Fields نامیده می شود، موقعیت و جایگاه شرکت کجا قرار دارد؟
- (۲) اهداف و برنامه های آتی شرکت کدامند؟
- (۳) بین دو نقطه، چه نوع شکافی وجود دارد؟

نکاتی که در ارزیابی موقعیت و جایگاه شرکت ها در بازار موثرند عبارتند از:

- (۱) موقعیت و جایگاه رقبا بر اساس سه شاخص معرفی شده
- (۲) آیا با استفاده از BIM می توان سهم بیشتری از بازار را به خود اختصاص داد؟
- (۳) آیا در این روش و تکنولوژی جدید فرصت های کسب و کار جدیدی نیز وجود دارد؟

ارزیابی سه شاخص مذکور کمک می کند که شرکت ها متوجه شوند که کجا و چه زمانی چالش های بزرگی در حین پیاده سازی BIM اتفاق می افتد.

این روش ارزیابی، نقطه شروع مناسبی به منظور ایجاد طرح پیاده سازی BIM فراهم می نماید. در عین حال، پس از انجام مرحله ارزیابی، منابع موردنیاز، حجم تغییرات موردنیاز و ... را می توان تعیین کرد. به طور خلاصه، به عنوان یک نتیجه حاصل از مرحله ارزیابی، باید یک طرح روشن و واضح از نحوه پیاده سازی BIM تهیه شود بطوری که در مراحل بعد، با استفاده از آن بتوان روش برنامه ریزی، نیروی انسانی موردنیاز و دیگر منابع موردنیاز جهت پیاده سازی موفق BIM را تعریف کرد.

نتیجه گیری

استفاده از تکنولوژی مدل سازی اطلاعات تاثیر بسیار چشم گیری بر تسهیل روند اجرایی پروژه دارد بطوری که بواسطه ترسیم سه بعدی طرح و اختصاص مشخصه های هر یک، می توان از دوباره کاری ها و خطاهای احتمالی در مرحله اجرا کاست. این تکنولوژی متکی بر سه نوع روش مدل سازی می باشد که عبارتند از مدل سازی مبتنی بر اشیاء، شبکه و مدل سازی مبتنی بر ارتباط و همکاری. بطوری که در روش مدل سازی مبتنی بر اشیاء، شرکت ها اقدام به تهیه مدل های تک رشته ای در فاز طراحی، ساخت و یا بهره برداری از پروژه می نمایند. در روش مدل سازی مبتنی بر شبکه نیز با استفاده از فن آوری های مختلف، پایگاه داده ها و یا خدمات نرم افزاری، مدل های حاوی اطلاعات یکپارچه سازی تهیه و به اشتراک گذاری شده و در تمام مراحل عمر مفید پروژه نگهداری می شوند. در مدل سازی مبتنی بر ارتباط و همکاری نیز شرکت ها اقدام به ایجاد ارتباط و همکاری فعال بین دپارتمان های مختلف درون شرکت نمود. نتیجه این تلفیق و مدل سازی های پیشرفته، ایجاد پل ارتباطی موثر بین کلیه عوامل دخیل در اجرای پروژه، اعم از مهندسین معمار، سازه و تاسیسات خواهد بود.

منابع و مراجع

- [1] (Succar,p.364; Succar 2010a, p.7). A research and delivery foundation for industry stakeholders. Automation in Construction(2009)
- [2] Succar B., Sher W. & Williams A. 2012. Measuring BIM performance: five metrics. Architectural Engineering and Design Management, 8, pp. 120-142.(2012)
- [3] Hannus J.. Prosessijohtaminen: Ydinprosessien uudistaminen ja yrityksen suorituskyky. (4th edition), Jyväskylä, Gummerus Kirjapaino Oy. 368 p.(1994)
- [4] Eastman C.M., Sacks R. & Lee G.. Development and implementation of advanced IT in the North American precast concrete industry. ITcon, 8, pp. 247-262. (2003)