

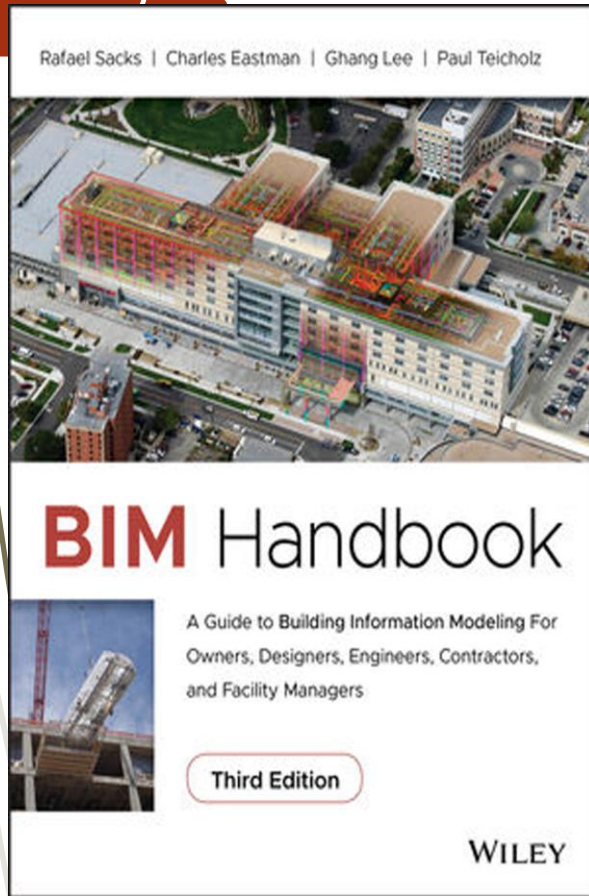
مدل سازی / مدیریت اطلاعات ساختمان

کارشناسی ارشد مهندسی عمران
مهندسی و مدیریت ساخت

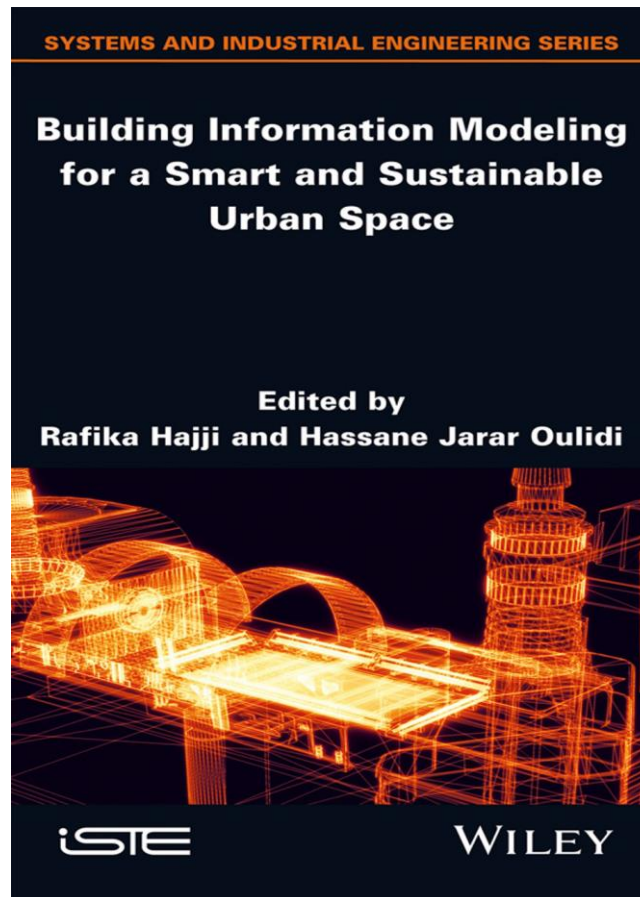
امیرمسعود تاکی

پاییز ۱۴۰۲

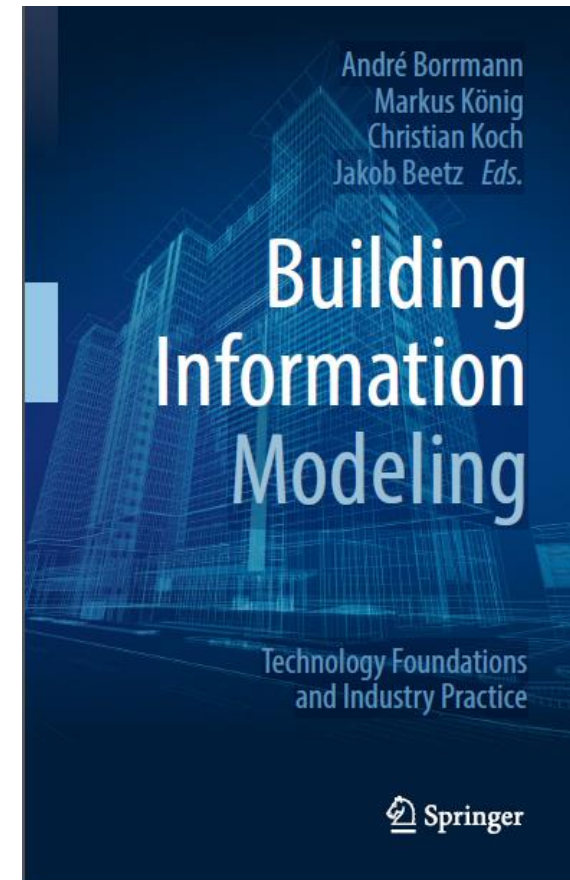
منابع آموزش درس:



BIM Handbook
A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers
Third Edition



Building Information Modeling for a Smart and Sustainable Urban Space
Edited by
Rafika Hajji
Hassane Jarar Oulidi



Building Information Modeling
Technology Foundations and Industry Practice

نحوه ارزشیابی:

حضور در کلاس: (۱۵٪ نمره)

پایانترم: (۳۰٪ نمره)

تکالیف کلاسی: (۱۵٪ نمره)

پروژه پایانی: (۴۰٪ نمره)

پرتال ارتباطی:

www.construction.blog.ir

ایمیل:

Masoud.taki07@gmail.com

- مدل اطلاعات ساخت (BIM) مدلی دیجیتال و مجازی از ساختمان (یک زیرساخت یا دارایی) می باشد، که در برگیرنده تمامی اطلاعات آن اعم از مختصات المانها، مشخصات فنی، برنامه زمانی ساخت، هزینه های مربوطه و احجام کار می باشد. این روش (مدل دیجیتال) **مرجع بهینه سازی** طراحی ها، نظارت ها، ساخت پروژه، تحویل، بهره برداری، بازسازی و حتی تخریب پروژه می باشد.
- کمیته ملی استاندارد مدلسازی اطلاعات ساختمان (NBIMS)، BIM را یک فرآیند برنامه ریزی، طراحی، ساخت، بهره برداری و نگهداری بهبود یافته با استفاده از یک مدل اطلاعاتی استاندارد شده قابل خواندن توسط ماشین برای هر تاسیسات (اعم از جدید یا قدیمی) تعریف می کند که تمام اطلاعات ایجاد شده یا جمع آوری شده در مورد آن در یک مرکز پردازش متمرکز می باشد.
- موسسه سلطنتی معماران بریتانیا (RIBA) به همراه چند موسسه دیگر BIM را اینگونه تعریف کرده اند: ارائه دیجیتال ساختارهای فیزیکی و عملکردی و امکان ایجاد منبع دانش اشتراکی برای اطلاعاتی که تصمیماتی قابل اعتماد در طول چرخه حیات پروژه از مدل مفهومی اولیه تا تخریب را شکل می دهند.

BIM is more than just 3D design, it's intelligent!

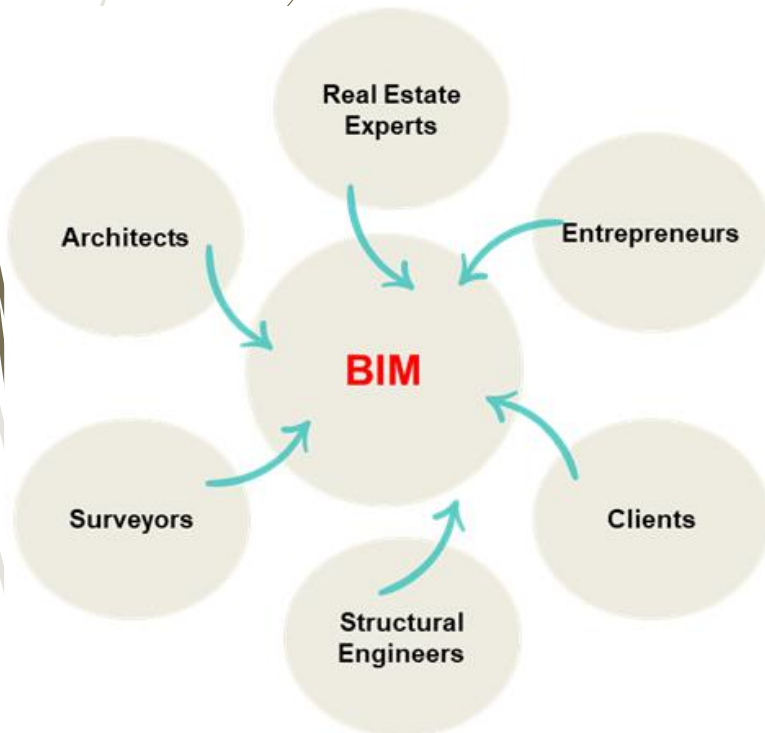
مفهوم کارکردی BIM:

5

در مفهوم کارکردی BIM، رویکرد سنتی «طراحی-پیشنهاد-ساخت» یا «design-bid-build»، که مبتنی بر یک فرآیند متوالی و تبادل دوسویه فایل‌ها است کنار گذاشته می‌شود و مدل‌های جدید به منظور توسعه همکاری عوامل پروژه از ابتدای آن ایجاد می‌شود.

موفقیت مدلی که از هر سه نظر کیفیت، هزینه و زمان شبیه سازی و بهینه سازی شود مشروط به اجرای یک چارچوب صحیحی از همکاری است که دسترسی آسان و متقابل به مدل دیجیتال توسط ذینفعان مختلف وجود داشته باشد (شکل زیر).

همکاری چندین ذینفع در پیاده‌سازی اجرا و بهره‌برداری از یک مدل BIM

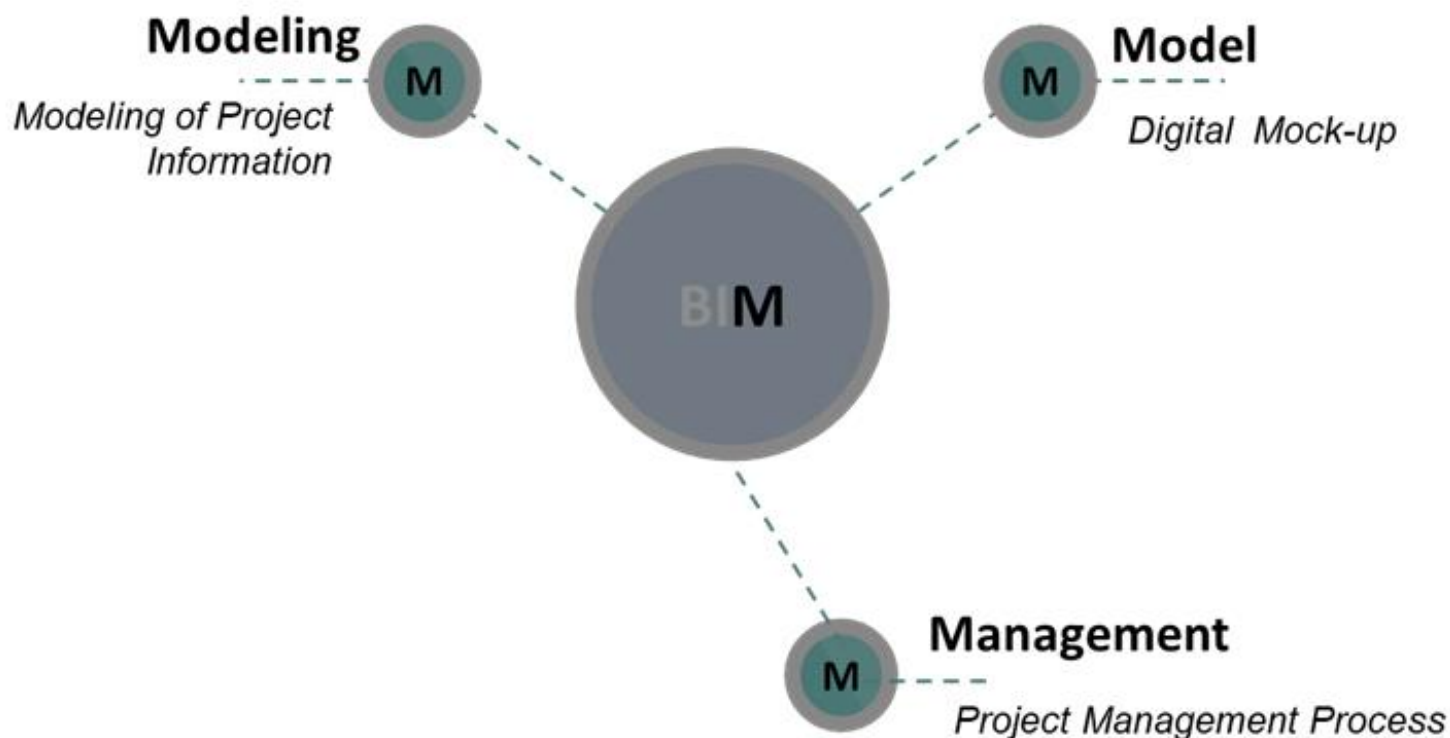


کارکرد BIM:

6

BIM یک **فرامفهوم** است که چندین تعاریف را در بر می گیرد. "M" در مخفف BIM به سه مفهوم اشاره دارد که همزمان با هم به تعریف BIM کمک می کند:

"مدل سازی" - "مدل" - "مدیریت" (شکل زیر). در واقع، BIM یک **فرآیند مدیریت مراحل چرخه عمر ساختمان** است که بر پایه مدل سازی اطلاعات با استفاده از یک مدل پایه دیجیتال (مدل سه بعدی) توسعه داده می شود. بنابراین این مفهوم دارای یک جزء دو بخشی است: «تکنولوژی» و «متدولوژی».



تاریخچه استفاده از مدل‌های BIM-۱

طراحی و ایده BIM یک رویکرد جدید نیست. ایده اولیه اولین بار در سال ۱۹۶۲ توسط داگلاس سی. انگلبارت، مهندس، مخترع و پیشگام علوم کامپیوتر آمریکایی برای کارش در توسعه رابط انسان و کامپیوتر ایجاد شد. انگلبارت روشی را توصیف کرد که در آن معمار می‌تواند تکامل پروژه خود را با تنظیم جریان اطلاعات از طریق **یک طرح شی گرا** درک کند. در سال ۱۹۷۵، ایستمن در مورد ارتباط بین طراحی معماری ساختمان‌های و علوم کامپیوتر تحقیق کرد و بنابراین مقدمات مفهوم BIM را تثبیت کرد. او یک سیستم توصیف ساختمان (BDS) را با گروهی از محققان توسعه و پیاده‌سازی کرد که اساس مدل‌سازی شی را از طریق مدلی ایجاد می‌کند که اطلاعات مختلف را در بر می‌گیرد، که در آن «هر المان» واحد اساسی است که اطلاعات به آن متصل می‌شود.

تاریخچه استفاده از مدل‌های BIM-۲

8

➤ پروژه (GLIDE Graphical Language for Interactive Design) یا به اختصار (GLIDE) یا زبان گرافیکی برای طراحی تعاملی: که در دانشگاه کارنگی ملون انجام شد، توسعه اولیه CAD (طراحی به کمک کامپیوتر) را برای ساختمان‌هایی که مدل‌سازی پارامتریک را در خود جای داده بودند، پیاده‌سازی کرد.

Object-oriented Modeling

BDS

CAD

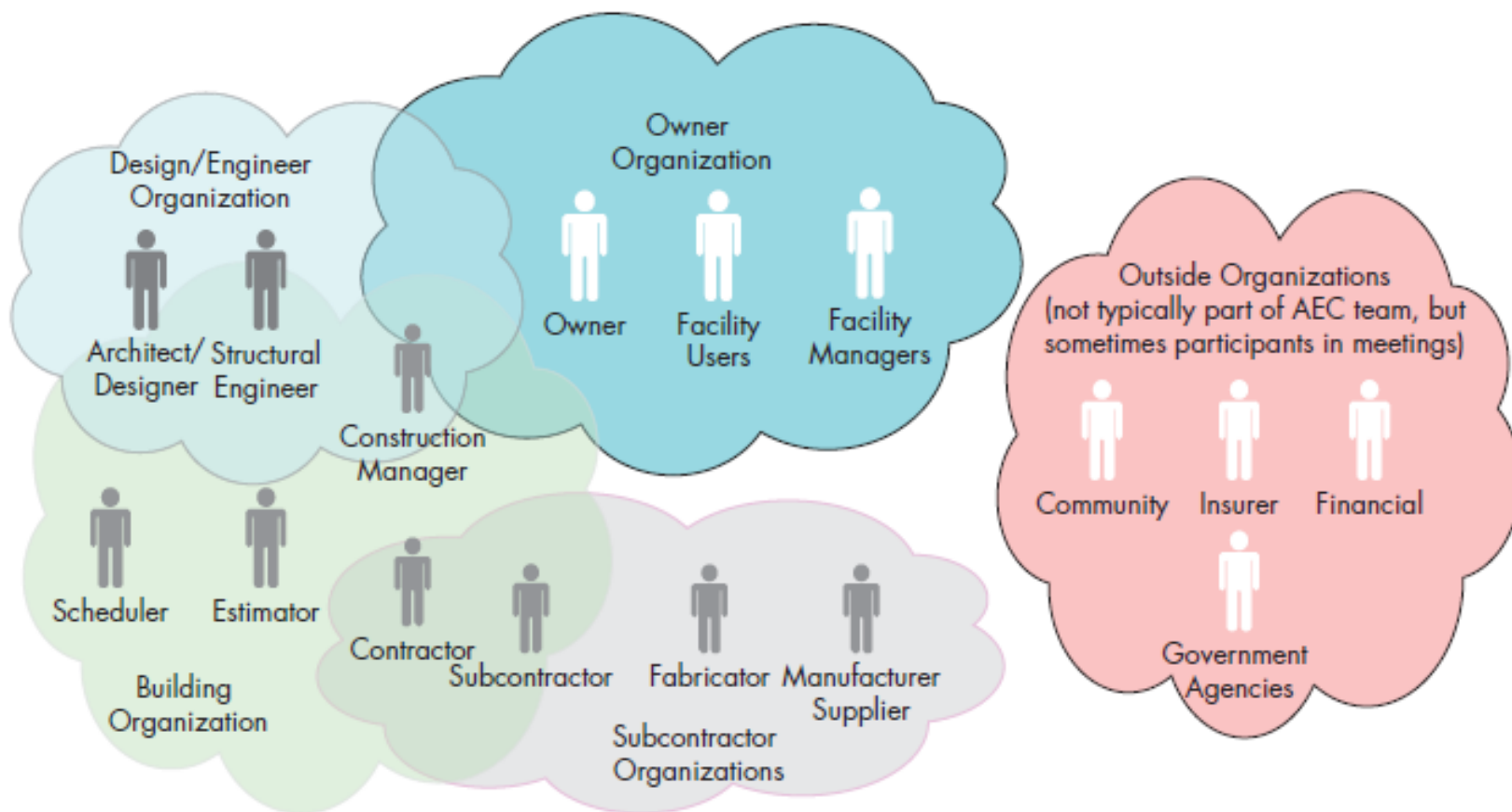
BIM

➤ از سال ۱۹۸۴، توسعه نرم افزار با ظهور اولین نرم افزار BIM، (ArchiCAD نسخه رادار) آغاز شد. پس از آن، شرکت‌های رقیب دیگری مانند Revit با Autodesk وارد صحنه رقابت شدند. اتحاد بین‌المللی برای قابلیت همکاری (IAI) که بعداً به ساختمان SMART تبدیل شد) در سال ۱۹۹۵ تاسیس شد. این اتحادیه یک انجمن از شرکت‌های ساختمانی و ناشران نرم‌افزار است که استانداردهایی را برای قابلیت همکاری BIM ایجاد کرده است که شناخته‌شده‌ترین آنها فرمت IFC (Industry Foundation Classes) است.

تاریخچه استفاده از مدل‌های BIM-۳

- به طور سنتی، فرآیند تحویل طرح و اسناد پروژه با استفاده از نقشه‌های دوبعدی است. **اشتباهات و عدم همخوانی یا همپوشانی المان‌ها در اسناد کاغذی (Document clashes)** اغلب باعث هزینه‌های میدانی پیش‌بینی نشده، تاخیرها و دعاوی زیادی بین عوامل مختلف در یک تیم پروژه می‌شود. این مشکلات باعث ایجاد ناهماهنگی بین عوامل پروژه، هزینه‌های مالی مازاد و تاخیرات عدیده می‌شود. در فاز اولیه تلاش برای رسیدگی به چنین مشکلاتی در مدل توسعه قراردادها شامل **ایجاد ساختارهای سازمانی جدید و جایگزین مانند روش قراردادهای طراحی-ساخت (دوعاملی - مدیریت طرح ...)** نمود یافته است.
- استفاده از فناوریهای جدید، مانند وب سایت های پروژه برای به اشتراک گذاری طرح ها و اسناد و پیاده سازی ابزارهای سه بعدی راهکار دیگری برای حل این مساله بود. استفاده از روش طراحی با کمک رایانه یا اصطلاحاً CAD اگرچه این روش‌ها تبادل به‌موقع نقشه‌ها را بهبود بخشیده‌اند، اما برای کاهش شدت و فراوانی درگیری‌های ناشی از استفاده از اسناد کاغذی یا معادل‌های الکترونیکی آن‌ها کار چندانی انجام نداده‌اند.

پیشینه حرکت به سمت توسعه مدل‌های BIM-۱



عوامل و ذینفعان مداخله گر در یک پروژه ساخت و ساز

پیشینه حرکت به سمت توسعه مدل‌های BIM-۲

سه روش قراردادی غالب در پروژه‌های صنعت ساخت وجود دارد:

- طراحی - پیشنهاد-ساخت (DBB)،
- طراحی-ساخت (DB) و
- مدیریت ساخت و ساز در معرض ریسک (CM@R)

همچنین تنوع زیادی از این نوع قراردادها وجود دارد ولی قالب کلی در این سه دسته است.

روش چهارم، کاملاً متفاوت از سه روش اول، به نام «تحويل پروژه یکپارچه (IPD)» به طور فزاینده‌ای در بین مالکان ساختمان‌های بزرگ و با تنوع فعالیت‌ها محبوب می‌شود. اکنون این چهار رویکرد با جزئیات بیشتری جهت پاسخ به سوال زیر توضیح داده می‌شود:

به منظور استفاده از BIM، چه نوع قرارداد ساختمانی بهترین است؟

بستر پیاده‌سازی توسعه مدل‌های BIM

➤ روش طراحی - پیشنهاد-ساخت (DBB):

یک روش سنتی و پرکاربرد برای تحویل پروژه است که شامل سه مرحله مجزا است: **طراحی**، **مناقصه و ساخت** در اینجا برخی از ویژگی‌های اصلی روش DBB آورده شده است:

- **طراحی:** در این مرحله کارفرما با مهندس طراح قرارداد می‌بندد تا پروژه را طراحی و اسناد ساخت و ساز را از طرف او تهیه کند. مهندس طراح یا معمار از نزدیک با کارفرما برای درک دیدگاه و الزامات آنها مشورت می‌کند و خواست آنها کارفرما را به مجموعه‌ای جامع از نقشه‌ها و مشخصات مهندسی تبدیل می‌کند که پیمانکاران می‌توانند برای ساخت پروژه از آنها استفاده کنند.
- **مناقصه:** در این مرحله کارفرما یا نمایندگی از پیمانکاران برای انجام کار بر اساس اسناد ساخت و ساز تهیه شده **درخواست پیشنهاد** می‌دهد. کارفرما پیشنهادات را ارزیابی می‌کند و پیمانکاری را انتخاب می‌کند که کمترین قیمت را ارائه دهد و شرایط و استانداردها را داشته باشد. سپس کارفرما با پیمانکار منتخب قراردادی امضا می‌کند که پیمانکار مسئولیت ساخت و ساز را بر عهده می‌گیرد.
- **ساخت:** در این فاز پیمانکار کار ساخت و ساز را طبق مدارک ساخت و شرایط قرارداد اجرا می‌کند. پیمانکار عوامل فرعی را استخدام و مدیریت می‌کند. همچنین مشاور در فاز اجرا هرگونه تغییر، تاخیر یا اختلافی را که ممکن است در طول ساخت و ساز بین کارفرما و پیمانکار ایجاد شود را رسیدگی می‌کند. پیمانکار پروژه تکمیل شده را به کارفرما تحویل می‌دهد و تا دوره‌ای بهره‌برداری از آن را تضمین می‌کند.

بستر پیاده‌سازی توسعه مدل‌های BIM-۲

روش DBB برای پروژه‌هایی مناسب است که الزامات واضح و مشخصی دارند و به انعطاف پذیری یا نوآوری زیادی نیاز ندارند. DBB از دیدگاه کارفرما مزایایی مانند موارد زیر دارد:

- **شفافیت:** کارفرما یا آژانس از قبل از هزینه و محدوده پروژه مطلع است و می‌تواند پیشنهادات مختلف را از پیمانکاران بر اساس معیارهای یکسان مقایسه کند.
- **کنترل:** کارفرما یا آژانس کنترل بیشتری بر طراحی و کیفیت پروژه دارد و می‌تواند قبل از فرآیند مناقصه تغییرات یا اصلاحات را انجام دهد.
- **رقابت:** کارفرما یا نماینده آن می‌تواند از فرآیند مناقصه رقابتی بهره‌مند شود که ممکن است منجر به کاهش قیمت و کیفیت بالاتر از سوی پیمانکاران شود.

بستر پیاده‌سازی توسعه مدل‌های BIM-۳

با این حال، روش DBB همچنین دارای برخی از **خطرات و معایب بالقوه است**، مانند:

زمان: ممکن است تکمیل پروژه بیش از حد طول بکشد، زیرا مرحله ساخت و ساز شروع نمی‌شود تا اینکه مرحله طراحی به پایان برسد و پیشنهادی پذیرفته شود (فرآیند مناقصه تا انعقاد قرارداد و تحویل زمین به اتمام برسد) زیرا هیچ همپوشانی یا همکاری بین مراحل طراحی و ساخت وجود ندارد.

ریسک: کارفرما ریسک ارائه اسناد طراحی کامل و دقیق به پیمانکاران را بر عهده دارد و در صورت ناقص یا نادرست بودن اسناد طراحی ممکن است با سفارش تغییر، تاخیر یا هزینه‌های اضافی مواجه شود.

تضاد: کارفرما ممکن است با پیمانکار یا مهندس طراح یا معمار با درگیری یا اختلاف مواجه شود، زیرا قراردادها و منافع جداگانه‌ای دارند. همچنین ممکن است **پیمانکار انگیزه کمتری برای ارائه بازخورد یا پیشنهاد در مرحله طراحی داشته باشد**.

بستر پیاده‌سازی توسعه مدل‌های BIM-۴

15

■ روش دو عاملی یا طراحی - ساخت (DB):

این تیپ قرارداد با هدف **تجمع مسئولیت طراحی و ساخت در یک نهاد پیمانکاری واحد و ساده‌سازی مدیریت وظایف برای کارفرما** ایجاد شد. در این مدل، کارفرما مستقیماً با تیم طراحی-ساخت (معمولاً عامل دوم یک پیمانکار با توانایی طراحی یا کار با یک مشاور دارای توان اجرایی است) قرارداد می‌بندد تا یک برنامه و طرح اجرایی قابل دفاع که نیازهای کارفرما را برآورده می‌کند، ایجاد کند. سپس عامل دوم کل هزینه و زمان مورد نیاز برای طراحی و ساخت ساختمان را برآورد می‌کند. پس از انجام کلیه اصلاحات درخواستی مالک، طرح تصویب و بودجه نهایی پروژه تعیین می‌شود. توجه به این نکته حائز اهمیت است که از آنجایی که مدل DB **اجازه می‌دهد تا تغییراتی در طراحی ساختمان در مراحل اولیه انجام شود**، مقدار پول و زمان مورد نیاز برای گنجاندن این تغییرات نیز کاهش می‌یابد. عامل دوم روابط قراردادی با طراحان تخصصی و پیمانکاران فرعی در صورت نیاز برقرار می‌کند. پس از این مرحله، ساخت و ساز آغاز می‌شود و هرگونه تغییر بیشتر در طرح (در محدوده‌های از پیش تعیین شده) به عهده عامل دوم می‌شود. **در مورد خطاها و تداخل فعالیت‌ها هم همینطور است**. لازم نیست مثلاً در شروع ساخت یا عملیات اجرای پی، نقشه‌های دقیق ساختمانی برای تمام قسمت‌های ساختمان کامل باشد. در نتیجه این ساده‌سازی‌ها، ساختمان معمولاً سریع‌تر، با عوارض قانونی کمتر و با هزینه کلی تا حدودی کمتر ساخته می‌شود.

بستر پیاده‌سازی توسعه مدل‌های BIM-۵

16

برخی از ویژگی‌های اصلی روش طراحی-ساخت (DB):

- **قرارداد منفرد و فرآیند یکپارچه:** مراحل طراحی و ساخت با یکدیگر همپوشانی دارند و به‌عنوان یک فرآیند مشترک و تکراری پیش می‌روند، نه به‌عنوان مراحل جداگانه و متوالی. این امکان انعطاف‌پذیری و سازگاری بیشتر با تغییرات و همچنین تحویل سریع‌تر و اختلافات کمتر را فراهم می‌کند.
- **حداکثر قیمت تضمین شده:** طراح سازنده حداکثر قیمت تضمین شده (GMP) را بر اساس الزامات پروژه و استانداردهای عملکرد به کارفرما ارائه می‌دهد.
- **انتخاب بر اساس صلاحیت‌ها:** کارفرما طراح سازنده را بر اساس صلاحیت، تجربه، رویکرد فنی و سایر عوامل انتخاب می‌کند، نه بر اساس کمترین پیشنهاد. این امر نوآوری و مهندسی ارزش را تشویق می‌کند و تضمین می‌کند که طراح طراح مهارت‌ها و منابع برای ارائه پروژه را با موفقیت دارد.
- **طراحی-ساخت برای پروژه‌هایی با هر اندازه و نوع مناسبی است،** به ویژه پروژه‌هایی که شرایط پیچیده و نامشخصی دارند و نیاز به یکپارچگی و هماهنگی بالایی دارند. طراحی-ساخت همچنین می‌تواند از استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) بهره‌مند شود.

بستر پیاده‌سازی توسعه مدل‌های BIM-۶

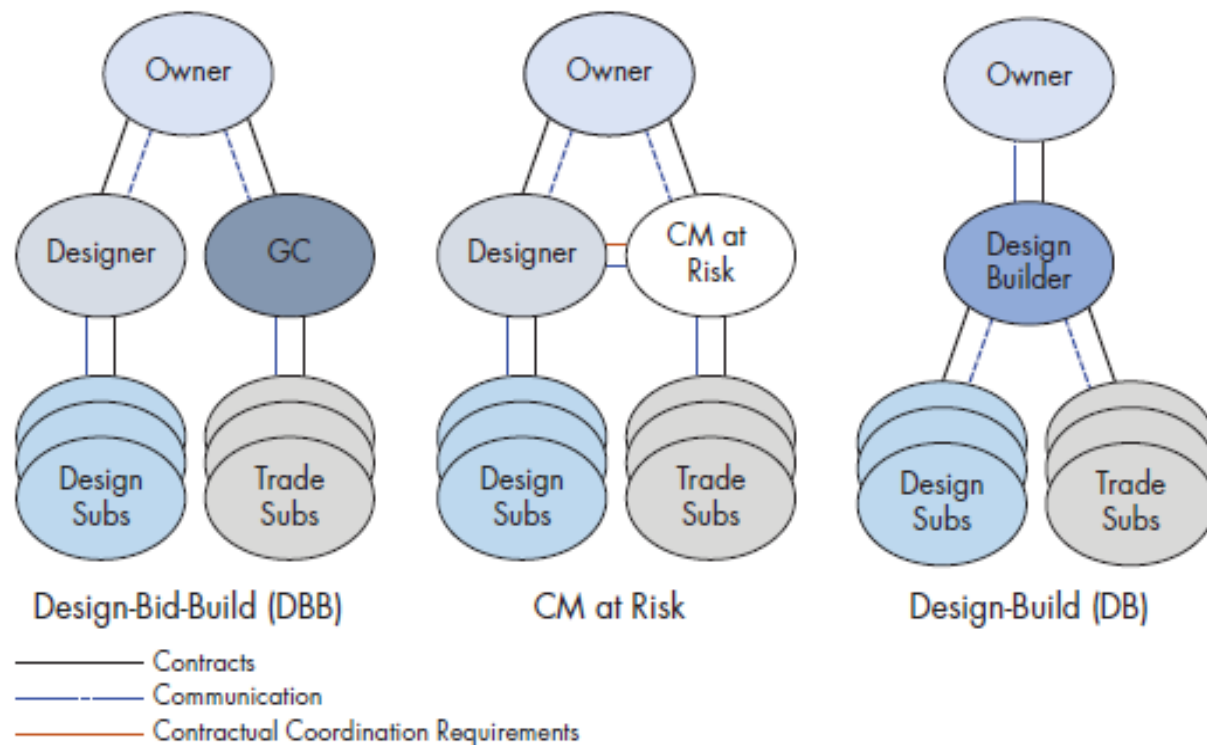
➤ مدیریت ساخت و ساز در معرض ریسک (CM@R):

پروژه مدیریت ساخت و ساز در معرض ریسک روشی است که در آن کارفرما یک مشاور / طراح را برای ارائه خدمات طراحی استخدام می‌کند و همچنین یک **مدیر ساخت و ساز** را برای ارائه خدمات مدیریت ساخت و ساز در طول مراحل پیش ساخت و ساخت بکار می‌گیرد. این خدمات ممکن است شامل تهیه و هماهنگی بسته‌های پیشنهادی، برنامه ریزی، کنترل هزینه، مهندسی ارزش و مدیریت ساخت و ساز باشد. مدیر ساخت و ساز معمولاً یک پیمانکار عمومی دارای مجوز است و هزینه پروژه (قیمت تضمینی) را تضمین می‌کند. کارفرما مسئول طراحی قبل از تنظیم قیمت تضمینی است. برخلاف DBB، CM@R سازنده را در مرحله‌ای وارد فرآیند طراحی می‌کند که می‌تواند با قیمت مشخص **ورودی قطعی** داشته باشند. این روش از **دخالت زودهنگام پیمانکار** و **کاهش مسئولیت کارفرما در قبال اعمال مازاد هزینه‌ها** جلوگیری می‌کند.

بستر پیاده‌سازی توسعه مدل‌های BIM-۷

شکل زیر به طور شماتیک فرآیند تدارکات DBB معمولی را در مقایسه با فرآیندهای CM@R و DB معمولی نشان می‌دهد.

FIGURE 1-2 Schematic diagram of Design-Bid-Build, CM at Risk, and Design-Build processes.



بستر پیاده سازی توسعه مدل های BIM-۸

19

تحويل پروژه یکپارچه (IPD)

- روشی برای مدیریت پروژه های ساختمانی است که شامل همکاری و ادغام همه ذینفعان مانند کارفرما، طراح، پیمانکار و سایر عوامل است. هدف IPD بهینه سازی نتایج پروژه، افزایش ارزش برای کارفرما، کاهش ضایعات و به حداکثر رساندن کارایی در تمام مراحل طراحی و ساخت است. IPD بر اساس برخی مفاهیم کلیدی زیر ایجاد شده است:
- **قرارداد چند طرفه:** این قرارداد همچنین ساختار غرامت، مکانیسم اشتراک ریسک و اهداف عملکرد پروژه را تعریف می کند و سهم و نقش هر کدام از عوامل را در این قالب مشخص می کند.
- **فرهنگ مشارکتی:** فرهنگ مشارکتی مستلزم مشارکت زودهنگام و ورودی همه ذینفعان و همچنین دیدگاه مشترک و تعهد به نتایج پروژه است.
- IPD برای پروژه های پیچیده و نامطمئن که نیاز به انعطاف و سازگاری و همچنین تمرکز قوی بر کیفیت و ارزش دارند مناسب است.
- **ایرادات و چالشها:** قیمت تضمینی و رقابتی - بحث بیمه قرارداد - عدم وجود تیپ قراردادی و روال قانونی رسیدگی به تخلفات عوامل و جبران خسارت - روش و سازوکار برگزاری مناقصه از جنبه ها و ملزومات این قراردادهاست.

به منظور استفاده از BIM، چه نوع قرارداد ساختمانی بهترین است؟

20

- رویکرد DBB بزرگترین چالش را برای استفاده از BIM ارائه می‌کند، زیرا پیمانکار در فرآیند طراحی شرکت نمی‌کند و بنابراین باید پس از تکمیل طراحی، یک مدل BIM جدید برای ساختمان بسازد.
- رویکرد DB ممکن است فرصتی عالی برای بهره‌برداری از فناوری BIM فراهم کند، زیرا یک واحد نهاد مسئول طراحی و ساخت است. اما کاملاً به رویکرد کارفرما در اجرای BIM و توانمندی عامل دوم در ساخت مدل کامل برای BIM بستگی دارد (چون کارفرما وارد موضوع ساخت مدل نمیشود).
- رویکرد CM@R امکان مشارکت اولیه سازنده در فرآیند طراحی را فراهم می‌کند که مزیت استفاده از BIM و سایر ابزارهای همکاری را افزایش می‌دهد. با توجه به سازوکار و عوامل موجود در صورت خواست کارفرما امکان موفقیت در پیاده‌سازی BIM بیشتر از DBB است. (مدیر ساخت یا CM وجود دارد تا بین کارفرما و طراح خواسته‌ها و شرایط ساخت مدل را هماهنگ کند منتها تضمینی برای ساخت مدل BIM کامل و منطبق بر نیازها وجود ندارد)
- اشکال مختلفی از تحویل پروژه یکپارچه (IPD) برای به حداکثر رساندن مزایای BIM و فرآیندهای "ناب" (ارتقای کیفیت - حذف فعالیتهای بیهوده، و پرهزینه) استفاده می‌شود. سایر روش‌های تدارکات نیز می‌توانند از استفاده از BIM بهره‌برند، اما ممکن است تنها به مزایای جزئی دست یابند، به‌ویژه اگر فناوری BIM به طور مشترک در مرحله طراحی استفاده نشود.

تکلیف کلاسی:

➤ با استفاده از بخش ۱.۲ کتاب دستنامه BIM، مزایای پیاده‌سازی صحیح BIM را در یک پروژه ساخت و ساز از دیدگاه تمام عوامل پروژه (کارفرما، مشاور و پیمانکار) به تفکیک عنوان کنید؟
هر کدام از مزایای عنوان شده را در قالب تیپ قراردادهای عنوان شده بحث کنید.

➤ BIM بر اساس یک فرآیند مشترک است که در آن چندین تخصص (معماران، مهندسان عمران، نقشه برداران، مهندسان سازه و غیره) حول یک مدل دیجیتال BIM که به عنوان یک عنصر مرکزی برای پشتیبانی از فرآیندهای مدیریت یک پروژه ساخت و ساز عمل می کند، همکاری می کنند.

➤ BIM یک منبع مرکزی از دانش متنوع در مورد ساختمان را فراهم می کند که به عنوان مبنایی برای تصمیم گیری در طول چرخه عمر آن، از طراحی تا تخریب، از جمله نگهداری و بهره برداری عمل می کند. همکاری در یک فرآیند BIM مستلزم استفاده از فرآیندهای استاندارد شده است که نحوه ساختاردهی اطلاعات را برای اطمینان از دسترسی، قابلیت اطمینان، دوام و قابلیت همکاری تبادلات بین ذینفعان مختلف و در طول مراحل مختلف یک پروژه ساخت و ساز تعریف می کند.

➤ BIM نیازمند فرآیندهای استاندارد تبادل و ساختار اطلاعات است. چندین پلتفرم مانند BIM Server برای به اشتراک گذاری و همکاری پیرامون مدل BIM در دسترس هستند، جایی که چندین ذینفع می توانند به روزرسانی، اعلان ها و شبیه سازی ها را انجام دهند. این فرآیند توسط یک مدیر BIM که کنترل مدل را بر اساس توافقنامه و منشور پروژه BIM دارد، نظارت می کند. در یک محیط مشترک، فرآیندها را می توان برای مدیریت مدل و به روزرسانی مداوم آن توسعه و ادغام کرد. BIM بر اساس استانداردهای مختلفی از جمله IFC است که استاندارد اولیه BIM است. Industry Foundation Classes (IFC)

سطوح کارکرد BIM در قالب فرآیندهای استاندارد:

23

► BIM Level 0: این سطح به عنوان CAD مدیریت نشده تعریف می شود. اطلاعاتی که توسط نقشه‌های کاغذی سنتی به اشتراک گذاشته می شود یا در برخی موارد، به صورت دیجیتالی از طریق PDF یا DWG، منابع اطلاعاتی که اساساً اطلاعات دارایی‌های پایه را پوشش می دهند، به اشتراک گذاشته می شوند. صنعت ساختمان در حال حاضر بسیار جلوتر از این سطح است.

► BIM Level 1: این سطحی است که بسیاری از شرکت ها در حال حاضر در آن فعالیت می کنند. این سطح ترکیبی از CAD سه بعدی برای کار مفهومی و دو بعدی برای تهیه نقشه ها و تأیید قانونی اطلاعات است. استانداردهای CAD بر اساس BS 1192:2007 مدیریت می شوند. **مدل** ها بین اعضای تیم پروژه به اشتراک گذاشته نمی شود و فقط خروجی و نقشه‌ها تحویل داده می شوند. این سطح امکان هماهنگی و رفع خطاها و تعارضات را از بین می برد و خلاقیت و دانش همه عوامل را در توسعه مدل و به تبع آن پروژه ار بین می برند.

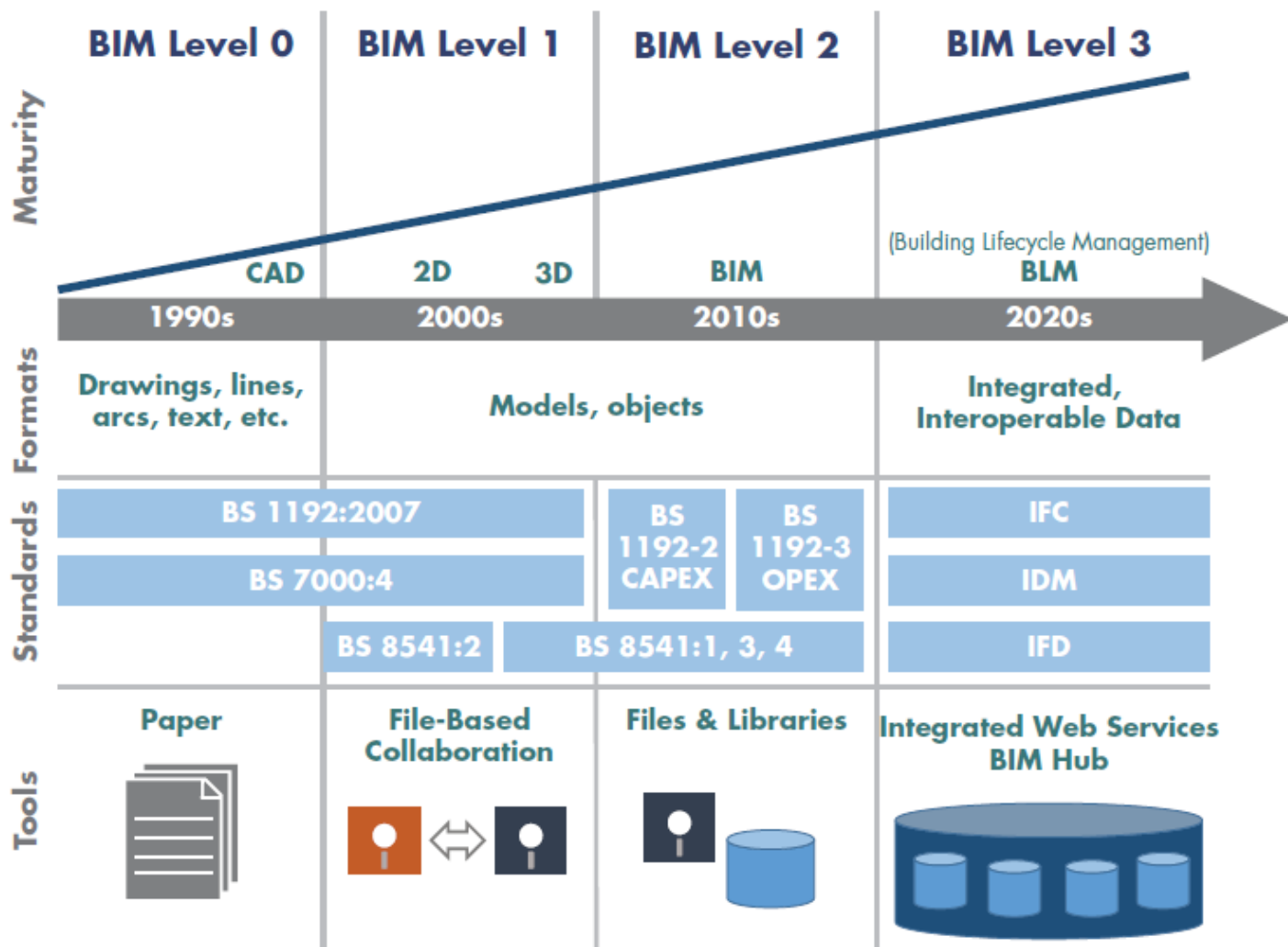
سطوح کارکرد BIM در قالب فرآیندهای استاندارد:

24

➤ **BIM Level 2:** در این سطح همه طرف ها از مدل های سه بعدی جداگانه خود استفاده می کنند و روی یک مدل واحد و مشترک کار نمی کنند و داده ها بین طرف های مختلف رد و بدل می شود (اصلاح فایل در این فرایند تبادل جنبه حیاتی این سطح است). اطلاعات طراحی از طریق یک فرمت فایل مشترک به اشتراک گذاشته می شود، که به هر سازمانی امکان می دهد آن داده را با داده های خود ترکیب کند تا یک مدل BIM جامع ایجاد کند و کنترل های مدنظر خود را روی آن انجام دهد. از این رو هر نرم افزار CAD که توسط هر یک از طرفین استفاده می کند باید بتواند به یک فرمت فایل رایج مانند (IFC کلاس بنیاد صنعتی) یا COBie (کلاس مبادله اطلاعات ساختمان عملیات ساختمانی) صادر کند. این سازوکاری است که توسط دولت بریتانیا برای تمام کارهای مربوط به بخش عمومی تا سال ۲۰۱۶ به عنوان حداقل هدف تعیین کرده است.

➤ **BIM Level 3:** این سطح نشان دهنده همکاری کامل بین همه رشته ها با استفاده از یک مدل پروژه مشترک و واحد است که در یک پایگاه متمرکز (معمولاً یک پایگاه داده در ذخیره سازی ابری) نگهداری می شود. همه طرف ها می توانند به همان مدل دسترسی داشته باشند و آن را اصلاح کنند، و مزیت آن این است که **ریسک وجود تعارضات را در اثر انجام طراحی متضاد حذف می کند.** این به عنوان **"Open BIM"** شناخته می شود.

سطوح کارکرد BIM در قالب فرآیندهای استاندارد:



کاربرد و اهمیت سطح چهارم BIM در قالب فرآیندهای استاندارد:

26

BIM و PLM (product lifecycle management) دو فرآیند مدیریت ساخت هستند که هر دو بهبود کیفیت و کاهش ضایعات و ریسک را از طریق **یکپارچه سازی فرآیندهای طراحی و مهندسی و استفاده مجدد از اطلاعات هدف قرار می دهند**. این دو مفهوم به قدری شبیه هستند که بسیاری BIM را به عنوان مدیریت چرخه عمر پروژه (PLM) یا مدیریت چرخه عمر ساختمان (BLM) یاد می کنند. BIM در سطح ۳ نقش پلتفرم چرخه حیات را با ارائه یک پایگاه اطلاعاتی واحد ایفا می کند، که شرکت کنندگان پروژه را قادر می سازد تا اطلاعات فعلی را جستجو، مشاهده و (دوباره) استفاده کنند.

با این حال، با فناوری و رویه تجاری فعلی، اطلاعات هنوز توسط سیستم های متعدد و چندین طرف در مراحل مختلف یک پروژه تولید و مدیریت می شود. در نتیجه، داشتن **قابلیت همکاری و فناوری های یکپارچه سازی داده ها** که می تواند از دست دادن داده ها را در طی فرآیندهای تبادل، اشتراک گذاری و یکپارچه سازی را به حداقل برساند، حیاتی است. **تبادل داده از طریق یک قالب داده استاندارد مانند IFC یکی از رویکردها است**. یک پایگاه داده یکپارچه پروژه **مانند یک سیستم مبتنی بر ابر** یکی دیگر از این موارد است. پایگاه داده جامع یا توزیع شده رویکرد سوم است. تبادل داده از طریق فرمت های فایل اختصاصی یا پیوندهای مستقیم داده بین سیستم های مختلف از طریق یک رابط برنامه نویسی کاربردی (API) نیز در عمل **یک رویکرد رایج** است. اگرچه هیچ یک از این روش ها عاری از دست دادن داده ها نیست، نقش BIM به عنوان یک پلتفرم چرخه عمر دارایی ها در حال رشد است و در نتیجه اصطلاحات جدیدی مانند BIM با رویکرد مدیریت تسهیلات (FM)، BIM، سبز، BIM محیط کار یا فیلد و BIM تا ساخت هر روز توسعه داده می شوند.

کاربرد و اهمیت سطح چهارم BIM در قالب فرآیندهای استاندارد:

27

با توجه به اینکه مدلسازی اطلاعات ساختمان BIM شامل اطلاعات هندسی، فیزیکی، کاربردی، زمانی، اقتصادی و محیطی یک ساختمان است که می‌تواند در تمام مراحل ساخت، از طراحی تا بهره‌برداری، مورد استفاده قرار گیرد در مقابل اینترنت اشیا یا IoT یک فناوری است که امکان اتصال و ارتباط اشیا و دستگاه‌های مختلف را با استفاده از اینترنت فراهم می‌کند. این فناوری می‌تواند در ساختمان‌ها برای افزایش کارایی، امنیت، راحتی و **کاهش مصرف انرژی** به کار گرفته شود.

استفاده از BIM در پیاده‌سازی IoT در ساختمان‌ها می‌تواند مزایای زیادی داشته باشد. برخی از این مزایا عبارتند از:

- امکان تجسم و شبیه‌سازی ساختمان هوشمند قبل از اجرا و ارزیابی عملکرد و تأثیرات مختلف سناریوهای IoT
- امکان هماهنگی و ادغام اطلاعات مربوط به IoT با سایر اطلاعات ساختمانی مانند سازه، معماری، تاسیسات و...
- امکان مدیریت و کنترل بهتر وسایل و تجهیزات هوشمند در ساختمان با استفاده از برنامه‌های مبتنی بر وب
- امکان بهره‌برداری بهینه و نگهداری و تعمیرات ساختمان با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده از IoT

تکلیف کلاسی:

هفته بعد ضمن مطالعه مقاله زیر تاثیر استفاده از BIM را در پیاده‌سازی اینترنت اشیا در ساختمان‌ها بررسی و در قالب یک صفحه متن فارسی گزارش دهید.

“The Building Information Modelling Trajectory in Facilities Management: A Review.”

Table 1-2 Lean Construction Principles (Sacks et al., 2010)

Principal Area	Principle
<u>Flow process</u>	Reduce variability Get quality right the first time (reduce product variability) Improve upstream flow variability (reduce production variability) Reduce cycle times Reduce production cycle durations Reduce inventory Reduce batch sizes (strive for single-piece flow) Increase flexibility Reduce changeover times Use multiskilled teams Select an appropriate production control approach Use pull systems Level the production Standardize Institute continuous improvement Use visual management Visualize production methods Visualize production process Design the production system for flow and value Simplify Use parallel processing Use only reliable technology Ensure the capability of the production system
<u>Value generation process</u>	Ensure comprehensive requirements capture Focus on concept selection Ensure requirement flow down Verify and validate
<u>Problem-solving</u>	Go and see for yourself Decide by consensus, consider all options
<u>Developing partners</u>	Cultivate an extended network of partners

BIM و ساخت و ساز ناب

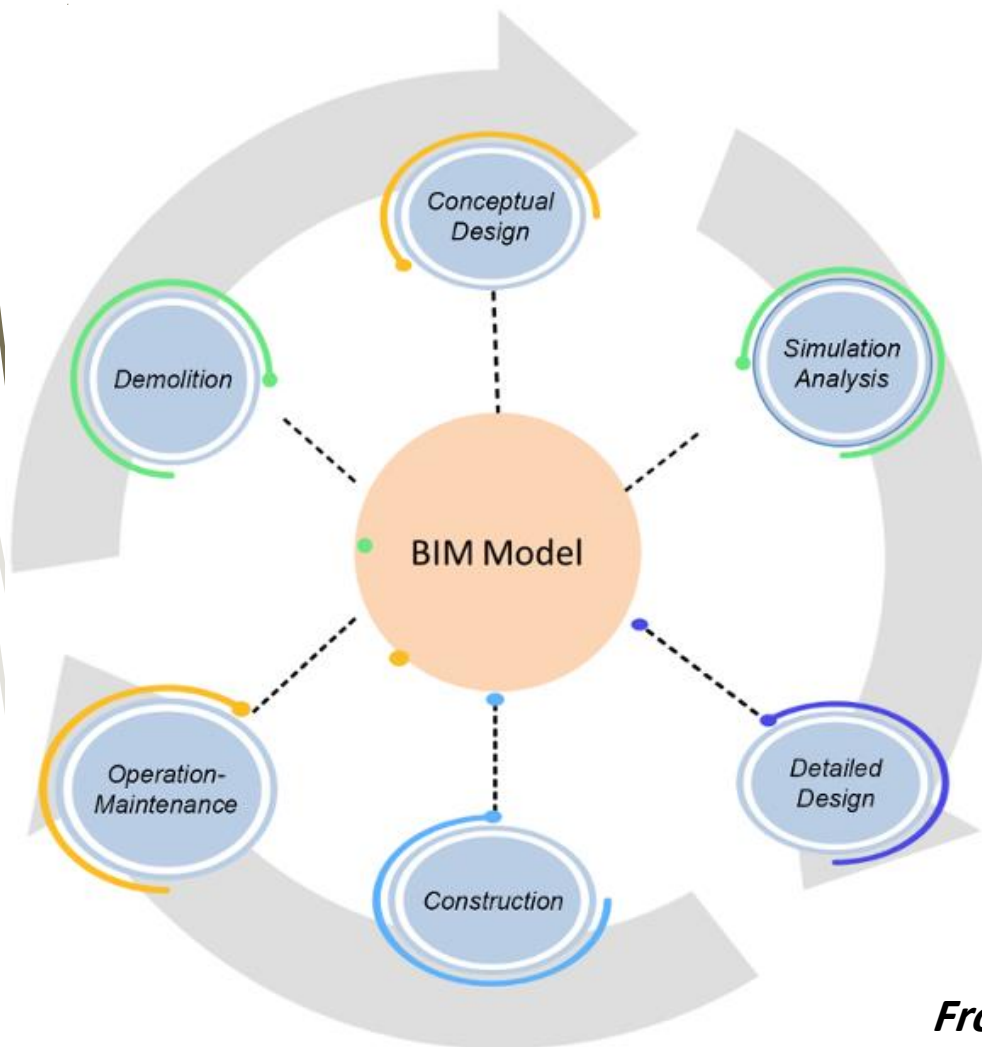
ساخت و ساز ناب یک روش بهینه سازی ارزش است که با **بهبود مستمر فرآیند**، هزینه ساخت را بهینه می کند و **تلفات منابع** را کاهش می دهد. این روش از تولید ناب و سیستم تولید شرکت تویوتا الهام گرفته است. این روش یک هم افزایی قوی بین روش ساخت و ساز و BIM بوجود می آورد، به طوری که **استفاده از BIM برخی از اصول ساخت و ساز ناب را برآورده می کند** و اجرای سایر اصول ناب را تا حد زیادی تسهیل می کند. دلایل زیادی برای ضایعات در ساخت و ساز وجود دارد که ناشی از نحوه ساخت، مدیریت و انتقال اطلاعات با استفاده از نقشه ها است، مانند ناهماهنگی بین اسناد طراحی، جریان محدود اطلاعات طراحی در دسته های بزرگ و زمان های طولانی برای درخواست اطلاعات. BIM تنوع، چرخه عمر و ضایعات را کاهش می دهد، تجسم، شبیه سازی و تجزیه و تحلیل را امکان پذیر می کند و جریان اطلاعات را بهبود می بخشد. BIM به پیش ساخته سازی، ساخت مدولار و افزایش کارایی در ساخت و ساز کمک می کند.

کارکرد BIM در چرخه عمر یک ساختمان:

امروزه فرآیند BIM، یک مدل دیجیتال (Digital Twins) است که در محوریت طراحی پروژه تا تخریب آن قرار دارد. این مدل منحصر به فرد است و تمام اطلاعات هندسی و معنایی ساختمان را از طراحی تا بهره برداری و در نهایت تخریب مدل می کند. به لطف این مدل که به طور مداوم به روز می شود، هماهنگی ها و تبادلات اطلاعات و مشخصات بهبود می یابد، خطاها قبل از اعمال اثر آنها بر هزینه شناسایی و برطرف می شوند و شبیه سازی هایی برای آزمایش انواع واریانت ها (گزینه های قابل طرح) پروژه انجام می شود.

مزایای رویکرد BIM در **طول چرخه عمر یک ساختمان یا دارایی** پیش بینی شده است که در قالب فازهای زیر تقسیم بندی می شود:

از طراحی تا پیش ساخت
از ساخت تا دوره بهره برداری



From design to pre-construction
From construction to operation

خلاصه کارکرد BIM در دوره طراحی تا پیش از ساخت:

- ذینفعان مختلف یک پروژه ساخت و ساز می توانند از BIM در مرحله طراحی بهره مند شوند مدل های **سه بعدی**، انیمیشن ها و تورهای مجازی ابزارهایی هستند که BIM به واسطه آنها به اشتراک طراحی مشترک پروژه بین ذینفعان مختلف کمک می کنند.
- توانایی BIM در **ارتباط دادن اطلاعات مختلف با عناصر هندسی مدل** به طراح اجازه می دهد تا معیارهای فنی و عملکرد را در مرحله مقدماتی پروژه همزمان کنترل کند و با شبیه سازی های تکراری مدل بهتری بسازند. در این سطح، تجزیه و تحلیل های خاصی، به ویژه عملکرد انرژی و هزینه ساختمان، و همچنین تحلیل های سازه ای، برای انتخاب بین سناریوهای ممکن انجام می شود
- در مرحله پیش ساخت، از مدل BIM برای کنترل و شبیه سازی پروژه قبل از اجرای آن در محل پروژه استفاده می شود. این به ذینفعان امکان می دهد تا کیفیت و هزینه را قبل از ساخت از منظرهای مختلف برآورد کنند. در این مرحله هماهنگی در محل برای کنترل اجرا و ایجاد **طرح جانمایی سایت** و همچنین **طرح ایمنی حین کار ایجاد** می شود.

برخی از کاربردهای جنبی اما تاثیر گذار BIM:

رد: طراحی، برنامه

لف ذینفعان پروژه

سیم بندی ارائه می

عان مختلف و در

سعه داده شده اند

سه بعدی مدل را

انجام می شود که

شبیه سازی شده به



در حال حاضر

ریزی، ساخت

ایجاد شده است

BIM در قالب

دهد که در ما

مراحل مختلف

عبارتند از:

۱. بصری

تشکیل ه

امکان افز

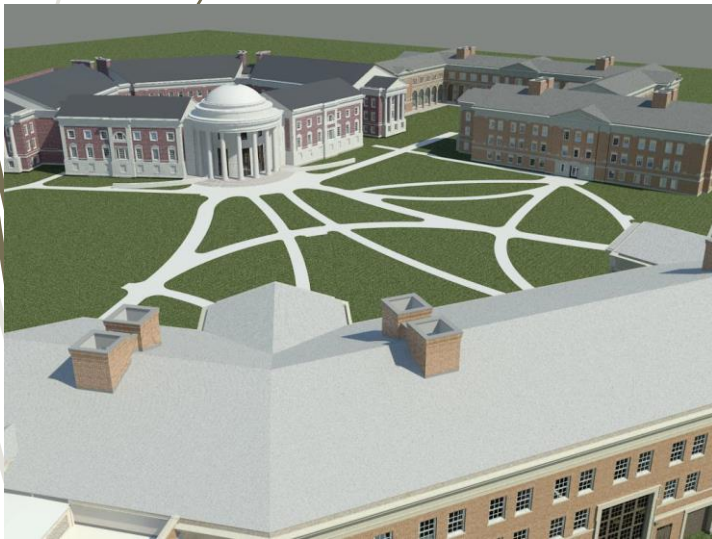
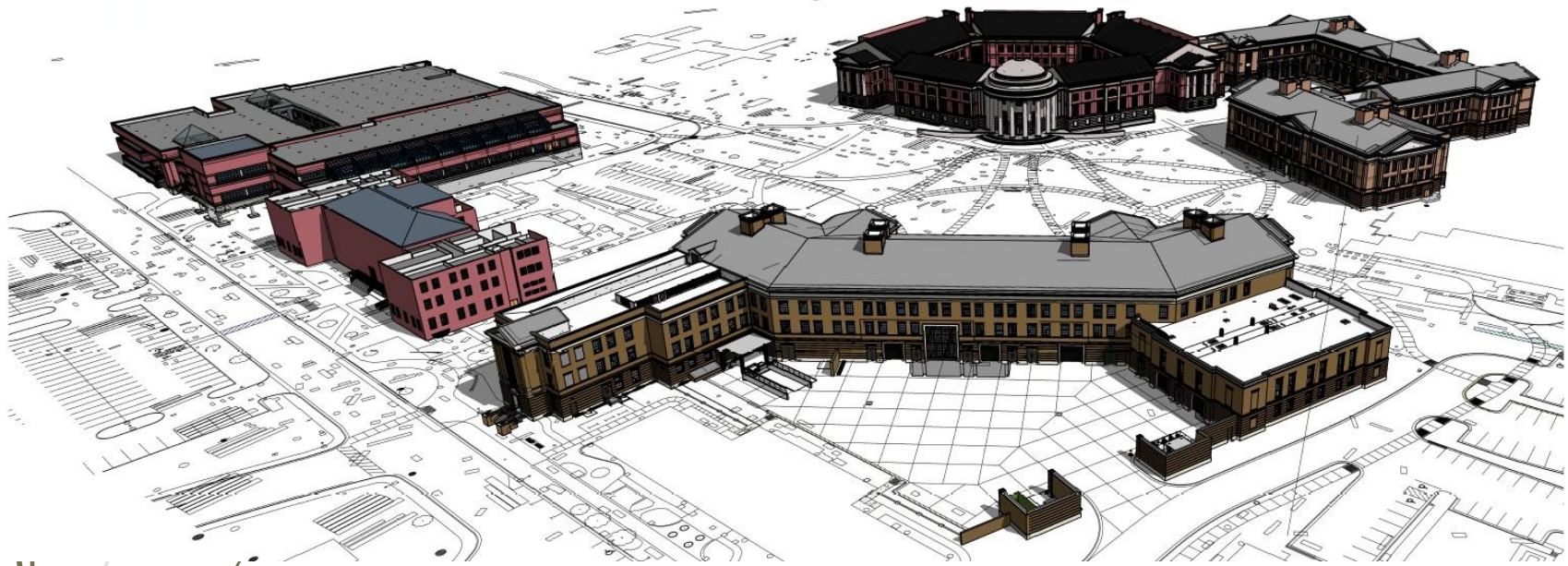
هندسه و

برخی از کاربردهای جنبی اما تاثیر گذار BIM: -ادامه

32

۲. هماهنگی و همکاری (Coordination and collaboration): BIM فرآیندی است که چندین ذینفع را حول یک مدل دیجیتال واحد متحد می کند. فرآیند ایجاد شده توسط BIM هماهنگی بین تخصصهای مختلف را تضمین می کند: کارفرما، معماران، مهندسان سازه، مهندسان عمران، نقشه برداران، مالکان و غیره. چندین بار در طول مرحله طراحی، ذینفعان **انسجام و انطباق بین موضوعات مختلف پروژه** را بررسی کرده و با یکدیگر همکاری می کنند. حل تعارضات احتمالی این مرحله بسیار مهمی است که در آن BIM مزایای بهره وری واقعی خود را ارائه می دهد.

برای اطمینان از هماهنگی مؤثر، **پلتفرمهای مشارکتی** مانند BIMServer، مدل سازی اطلاعات ساختمان توسعه پذیر (xBIM)، BIM 360، Trimble connect و غیره برای به اشتراک گذاشتن مدل در یک زمان معین به کار گرفته می شوند و به همکاران مختلف اجازه می دهند تا تغییرات خود را یکپارچه کنند. برخی از برنامه ها مانند برنامه های BIM: BIMX®، Bentley Navigator®، Buzzsaw و Autodesk 360® (در حال حاضر به نام نرم افزار Autodesk NavisWorks درآمده است)، به کاربران اجازه می دهند مدل های BIM را در **یک محیط وب** با ویژگی هایی مانند **تشخیص تضاد**، **تورهای مجازی** و غیره به اشتراک بگذارند.



These are two aerial views of the SEC area of campus showing Shelby Hall, SEC, SERC, HM Comer and Bevill. As we complete buildings, we will have the ability to view existing conditions of any zone on campus.

خلاصه کارکرد BIM از ساخت تا دوره بهره برداری:

- از طریق مدل BIM، شبیه‌سازی‌های **۴ بعدی** به ما این امکان را می‌دهند که پروژه را نظارت کنیم و از پیگیری تکامل آن اطمینان حاصل کنیم. همانطور که پروژه پیشرفت می‌کند، مدل BIM باید به روز نگه داشته شود تا **واقعیت روند ساخت** را منعکس کند.
- این مرحله به **مدیریت پروژه در زمان ساخت** مربوط می‌شود.
- صورت وضعیت دوره ای برای به‌روزرسانی مداوم مدل در نظر گرفته شده است. یک فرآیند «پایش پیشرفت در BIM» برای کنترل اجرا انجام می‌شود.
- در پایان پروژه، مدل BIM انتهای اجرا به عنوان مدل نهایی تحویل بهره‌بردار می‌شود که به مدیران تاسیسات اجازه می‌دهد تا برنامه های نظارت، بهره برداری و نگهداری ساختمان را تهیه کنند.
- این مدل وارد چرخه عمر دیگری از ساختمان می‌شود که مربوط به بهره برداری و نگهداری است. از جمله کاربردهای BIM در مرحله پس از ساخت می‌توان به نگهداری، مدیریت و پیشگیری ریسک (بیمه)، برنامه ریزی فضا، مدیریت تعارض ذینفعان، ارزیابی املاک و ... اشاره کرد.

برخی از کاربردهای جنبی اما تاثیر گذار BIM: -ادامه

35

۳. برنامه ریزی ساخت و ساز: شبیه سازی ۴ بعدی (Construction planning: 4D simulation): هدف از برنامه ریزی پروژه ساخت و ساز، هماهنگی مداخله ذینفعان مختلف در یک پروژه ساخت و ساز، در مراحل مختلف آن است. برای تعیین **جانمایی بهینه فضا**، ضمن اجتناب از ازدحام و در نتیجه افزایش بهره وری، عوامل مختلفی باید در نظر گرفته شوند. شبیه سازی فرآیند ساخت و ساز امکان برنامه ریزی و هماهنگی ساخت و ساز مجازی و نظارت بر پیشرفت آن را در زمین فراهم می کند.

همچنین برخلاف روش های سنتی مانند نمودارهای گانت که امکان تجسم محدودیت های فضایی و بسیج منابع توسط یک فعالیت را نمی دهند، مدل **BIM امکان زمان بندی بهینه و نظارت شده** را از طریق پایش وضعیت مصرف مصالح و... در قالب ویژگی های شبیه سازی ۴ بعدی فراهم می کند. این استفاده از بعد ۴ **BIM**، **بحث زمان را با مدل BIM ادغام کرده** و نقش های تعریف شده در انجام یک فعالیت های زمانبر مانند ساخت و ساز را به هم مرتبط می کند.

برنامه ریزی با عناصر مدل **BIM** از طریق یک ابزار کامپیوتری تخصصی که رابط ۴ بعدی را ارائه می دهد انجام میشود.

برخی از کاربردهای جنبی اما تاثیر گذار BIM: —ادامه

36

۴. برآورد هزینه: شبیه سازی ۵ بعدی (Cost estimation: 5D simulation): در فرآیند BIM، مدل می تواند به طور خودکار خروجی از هزینه ساخت و ساز در آینده ارائه دهد. رویکرد مدل سازی شی گرای اتخاذ شده توسط BIM به ما اجازه می دهد تا شاخص زمانی پیشرفت برای عناصر معماری، عناصر سازه ای و سایر اجزای پروژه تعریف کنیم. این مقادیر را می توان در مراحل مختلف ساخت دخالت داد: در مرحله توسعه مدل اولیه برای برآورد بودجه و همچنین برای برآورد مالی تغییرات وارد شده در مدل و تأیید کارکردها. ابزارهای تخمین هزینه از یک مدل BIM عبارتند از:

Open BIM Cost estimate, BIM C, BIM Office, BIM Estimate, Vico Office, BIM Vision, Innovaya, JustBIM, Cost X, Cost OS, Dprofiler, Autodesk Quantity Take-off and Autodesk Navisworks.

برخی از کاربردهای جنبی اما تاثیر گذار BIM: -ادامه

37

۶. مدیریت و نگهداری ساختمان (Building management and maintenance): در پایان مرحله ساخت، ساختمان وارد مرحله بهره برداری و نگهداری می شود. تحقیقات نشان می دهد که ۸۵ درصد از هزینه چرخه عمر یک ساختمان در مرحله پس از ساخت است. سالانه حدود ۱۰ میلیارد دلار در ایالات متحده در این مرحله به دلیل عدم دسترسی به اطلاعات و عدم قابلیت همکاری از بین می رود. مدل نهایی BIM نشان دهنده نسخه ساخته شده پروژه است بنابراین می تواند به عنوان یک پایگاه داده مرجع برای انجام عملیات مدیریت و نگهداری از طریق **شبیه سازی دیجیتال گزینه ها و هزینه ها** عمل کند. در حالی که تعمیر و نگهداری متعارف، با توجه به ماهیت اغلب رویداد محور خرابی ها، باعث می شود بدون هیچ گونه آگاهی قبلی از نقشه ها و اطلاعات مانند شبکه های آب و برق و...، تعمیر انجام شود و در نتیجه به احتمال زیاد به سایر قسمت های ساختمان آسیب برسد، تعمیر و نگهداری مبتنی بر BIM این امکان را می دهد تا با **برنامه ریزی عملیاتی و توجه به شبکه ها و روابط بین اجزای مختلف** و **همچنین انجام برآورد قبلی هزینه ها** تعمیرات صورت گیرد. مدل نهایی BIM حاوی انبوهی از اطلاعات است که می تواند توسط مدیران بهره بردار برای نگهداری بهتر مورد استفاده قرار گیرد. به عنوان مثال، اطلاعات استخراج شده برای سیستم گرمایش/سرمایش مکان، نام تجاری، شماره سریال، دفترچه راهنمای بهره برداری و نگهداری، داده های عملکرد و غیره است که مدیر تعمیر و نگهداری را قادر می سازد تا نقش خود را به طور موثر انجام دهد.

ابعاد BIM و سطوح جزئیات:

38

۱. بعدهای مختلف BIM “xD”:

یکی از قابلیت‌های BIM توانایی آن برای انجام شبیه‌سازی‌های چند بعدی است که می‌تواند در فازهای مختلف پروژه انجام شود. این شبیه‌سازی‌ها چندین موضوع را به منظور بهینه‌سازی هزینه و زمان پروژه و در عین حال اطمینان از الزامات کیفیت پوشش می‌دهند.

از سه بعدی که مدل سازی هندسی است تا xD، مدل BIM می‌تواند ابعاد مختلفی را با هم ادغام کند که می‌تواند با شبیه سازی های مختلف مرتبط شود. مفهوم BIM-4D زمان را با مرتبط کردن زمان‌بندی‌های اجرای فازهای مختلف پروژه ($4D = 3D + Time$) در مدل BIM یکپارچه می‌کند.

اصل شبیه سازی ۴ بعدی این است که وظایف یک برنامه ساخت و ساز را با عناصر مدل BIM از طریق یک ابزار کامپیوتری تخصصی که یک رابط ۴ بعدی ارائه می‌دهد، مرتبط کند. شبیه‌سازی‌ها برای تخمین زمان مورد نیاز برای انجام فعالیت‌ها استفاده می‌شوند و بنابراین به ما اجازه می‌دهند زمان‌های تحویل را کنترل کنیم و تأثیر تغییرات احتمالی در مدل را بر مهلت‌های از پیش تعیین‌شده ارزیابی کنیم (یعنی تاخیرات).

ابعاد BIM و سطوح جزئیات: —ادامه

39

۱. بعدهای مختلف BIM “xD”:

دو روش اصلی کنترل زمانی پروژه را می توان برای مدلسازی پروژه چهار بعدی استفاده کرد: روش مسیر بحرانی (CPM) روش خط تعادل (LOB). CPM یک تکنیک تحلیلی است که هدف آن شناسایی مسیر بحرانی و نقاط عطف مرجع است که نشان دهنده مهم ترین ریسک از نظر تاخیر زمانی پروژه است: هر فعالیت با زمان اجرای مرتبط و با مشخص کردن روابط آن با سایر فعالیت ها فهرست می شود. LOB یک روش برنامه ریزی گرافیکی است که در مقایسه با روش های کلاسیک مانند نمودار گانت، جنبه های زیر را امکان پذیر می کند: افزودن ویژگی های دیگر، مکان های متعدد، نمایش مداوم فعالیت ها، برنامه ریزی تیمی، تجسم یکپارچه و نمایش بهره وری.

BIM-5D امکان **برآورد هزینه پروژه** را فراهم می کند. رویکرد **مدل سازی شی** اتخاذ شده توسط BIM اجازه می دهد تا استخراج های کمی برای عناصر معماری، عناصر ساختاری و سایر اجزای پروژه در مراحل مختلف پروژه تولید شوند. ارزیابی مالی یک پروژه BIM را می توان در سه گزینه انجام داد: (۱) ورود مقادیر به نرم افزار تخمین. (۲) ابزار برداشت کمیت های BIM (ابزار اندازه گیری ابعاد و احجام) یا (۳) یک پیوند مستقیم بین ابزار BIM و نرم افزار تخمین.

ابعاد BIM و سطوح جزئیات: —ادامه

40

۱. بعدهای مختلف BIM “xD”:

سطح توسعه در مقابل سطح جزئیات (Level of Development vs Level of Details)

در مفاهیم کارکردی BIM سطح توسعه اغلب به اشتباه به عنوان سطح جزئیات درک می شود، اما هر دو با یکدیگر متفاوت هستند. در یک پروژه BIM، مدل سازی باید به گونه ای طراحی شود که اهداف از پیش تعریف شده برای پروژه را برآورده کند. بنابراین مدل BIM باید فقط شامل اطلاعات و عناصر لازم برای پروژه باشد. مخفف LOD به دو مفهوم مختلف اشاره دارد: "سطح جزئیات" و "سطح توسعه". مفهوم اول با مدل BIM و مفهوم دوم مربوط به فرآیند BIM است. به طور کلی، سطح توسعه به مقدار اطلاعات مورد نیاز برای توسعه پروژه اشاره دارد، در حالی که سطح جزئیات نشان دهنده ریز بودن اطلاعات مربوط به عناصر مدل BIM است.

ممکن است گفته شود که سطح جزئیات به عنوان ورودی المان عمل می کند، در حالی که سطح توسعه به نوعی میزان و سطح دسترسی عوامل مرتبط به خروجی مدل BIM است.

ابعاد BIM و سطوح جزئیات:—ادامه

41

۱. بعدهای مختلف BIM “xD”:

BIM 6D به ما اجازه می دهد تا الزامات و مقررات را از نظر توسعه پایدار برآورده کنیم. به طور خاص، BIM 6D امکان مدیریت عملکرد انرژی یک ساختمان را در مراحل مختلف پروژه فراهم می کند. ادغام بعد ۶ بعدی BIM به ما اجازه می دهد تا مدلی را برای مدیریت کارآمد در مرحله مدیریت عملیات و تسهیلات آماده کنیم. این بعد به عنوان مثال امکان تصمیم گیری آسان و دقیق در مورد نصب قطعات را برای کاهش مصرف انرژی فراهم می کند. BIM 6D به ما اجازه می دهد تا الزامات و مقررات را از نظر توسعه پایدار برآورده کنیم. به طور خاص، BIM 6D امکان مدیریت عملکرد انرژی یک ساختمان را در مراحل مختلف پروژه فراهم می کند. ادغام بعد ۶ بعدی BIM به ما اجازه می دهد تا مدلی را برای مدیریت کارآمد در مرحله مدیریت عملیات و تسهیلات آماده کنیم. این بعد به عنوان مثال امکان تصمیم گیری آسان و دقیق در مورد نصب قطعات را برای کاهش مصرف انرژی فراهم می کند.

ابعاد BIM و سطوح جزئیات: —ادامه

42

۱. بعدهای مختلف BIM “xD”:

BIM 7D با یکپارچه سازی مدیریت تسهیلات (Facility management) مدلسازی فراتر از ساخت و ساز و به فاز عملیاتی و بهره برداری از یک دارایی یا ساختمان گسترش می یابد. یکپارچه سازی مدیریت تسهیلات، انتقال یکپارچه داده های دارایی، برنامه های نگهداری و تضمین ها (ریسک و بیمه) را امکان پذیر می سازد و از مدیریت و نگهداری کارآمد تسهیلات پشتیبانی می کند.



Improved Facility Management Leveraging BIM, IoT, Scan to CAD

How BIM, IoT, and CAD Contribute Toward Improving Facility Management?

Here we reveal how facilities management can be improved beyond the use of Computer Aided Facility Management (CAFM) solutions and CMMS through the integration of BIM, the Internet of Things (IoT) and Scan-to-BIM.

ابعاد BIM و سطوح جزئیات: جمع بندی

43

3D BIM: نمایش فضایی عناصر فیزیکی یک ساختمان یا پروژه زیربنایی را نشان می دهد.

4D BIM: بعد زمان را به مدل سه بعدی اضافه می کند و اطلاعات زمان بندی و ترتیب بندی را در خود جای می دهد.

5D BIM: مدل سه بعدی را با داده های هزینه ترکیب می کند و امکان برآورد دقیق هزینه و بودجه بندی را فراهم می کند.

6D BIM: شامل تجزیه و تحلیل پایداری و انرژی است که امکان ارزیابی عملکرد زیست محیطی را فراهم می کند.

7D BIM: اطلاعات مدیریت تاسیسات، مانند کتابچه راهنمای بهره برداری و نگهداری، ضمانتها و داده های مدیریت دارایی را یکپارچه می کند.

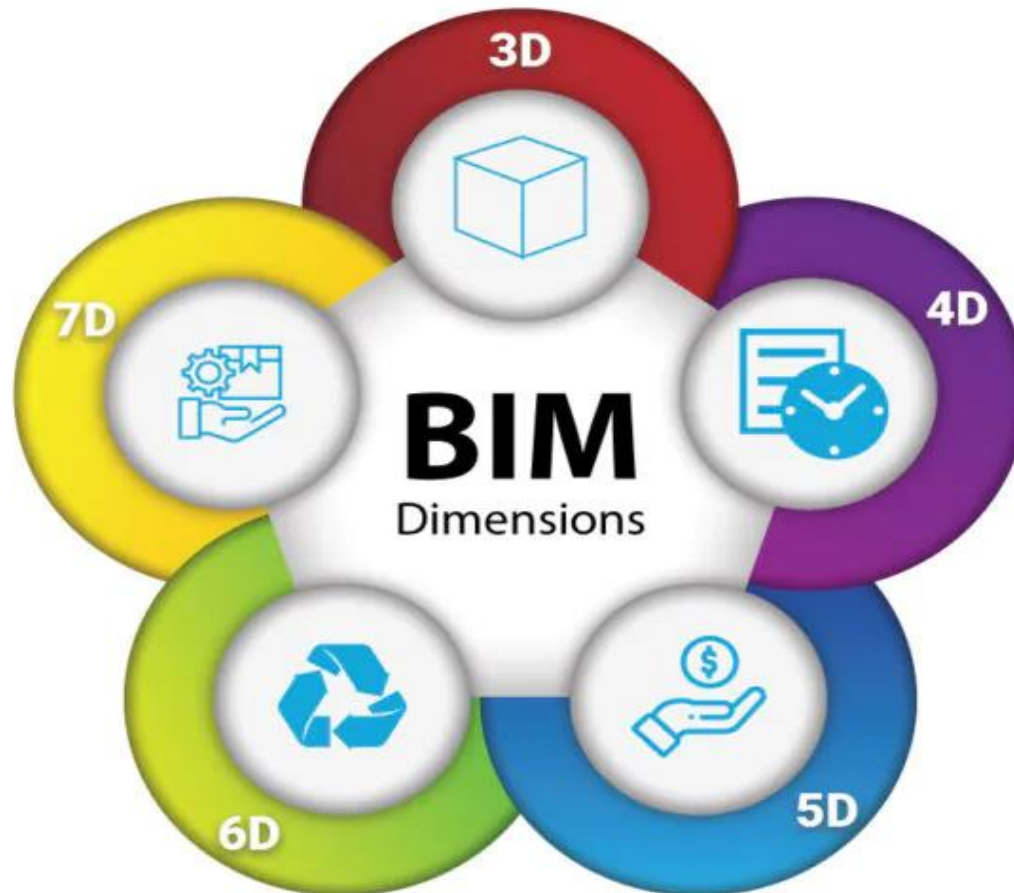
با گنجاندن این ابعاد BIM در پروژه ها، خدمات BIM می توانند همکاری، کارایی و تصمیم گیری را در کل چرخه عمر یک ساختمان یا پروژه زیربنایی به میزان زیادی افزایش دهند.

سوال: بعد هشتم در زمینه توسعه چه مدل هایی از BIM و واجد چه ویژگی هایی در حال شکل گیری است؟

ابعاد BIM: جمع بندی

44

BIM Dimensions: 3D, 4D, 5D, 6D, 7D

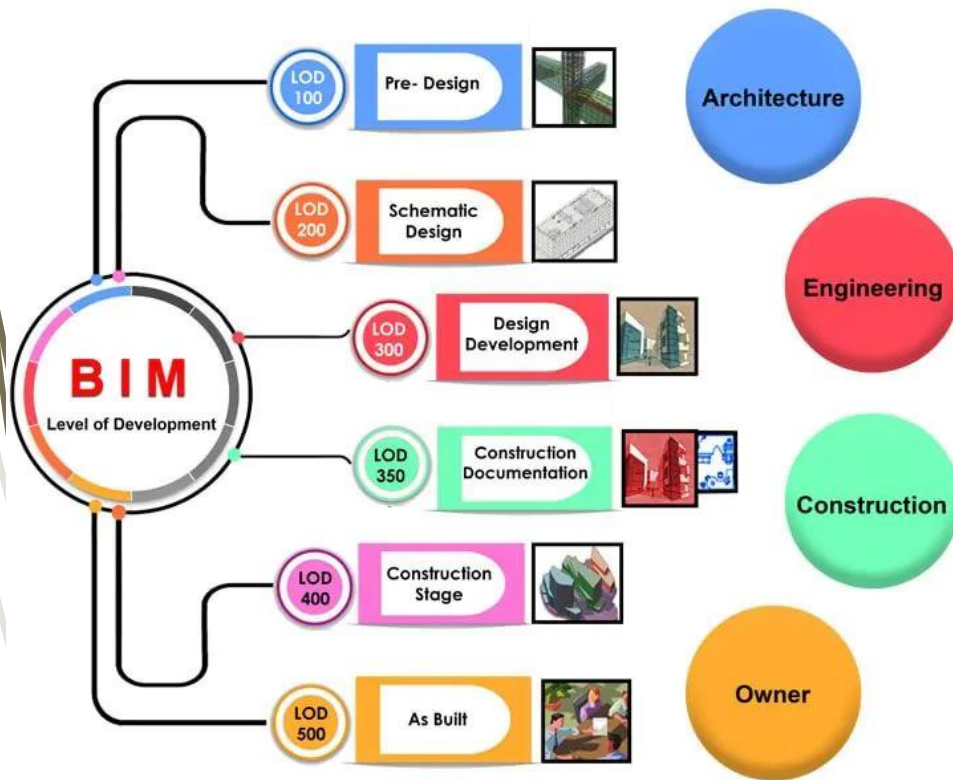


ابعاد BIM و سطوح جزئیات: ادامه

45

۱. بعدهای مختلف BIM “xD”:

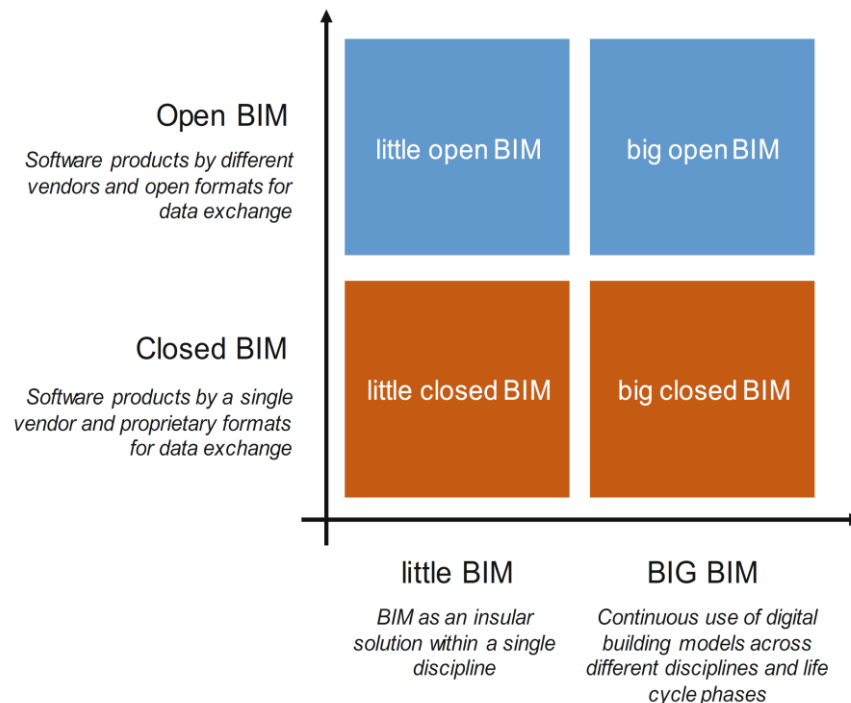
همانطور که یک پروژه با پیشرفت مراحل پیشرفت می کند برآورد هزینه به شدت با کیفیت، دقت هندسی و سطح اطلاعات (LOI) مدل BIM مرتبط است. مشخصات LoD برای سازه های ساختمانی به طور کلی به سطح توسعه (Level of Development) اشاره دارد. LoD 350 یک سطح بهینه برای برآورد هزینه است.



سطح توسعه (LOD) که به عنوان ابزار چرخه حیات BIM نامیده می شود، مجموعه ای از استانداردهای صنعتی است که به صنعت ساختمان قدرت مستندسازی، بیان و مشخص کردن محتویات مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) را به درستی و واضح می دهد. این محتوا (یعنی اطلاعات هندسی، داده های ساختار یافته و اسناد مرتبط) قابلیت اطمینان عناصر BIM را در مراحل مختلف توسعه پروژه ساخت و ساز تعریف می کند.

B.I.M. for Space/Facilities Management

- Archival and Retrieval of Material & Vendor I
- Material or Equipment Inventories
- Space and Asset Management
- Building Security
- Emergency Preparedness & Evacuation Plans
- Energy Analysis
- Renovation Planning, Design, Construction
- Maintenance & Replacement Scheduling
- Life Cycle Analysis



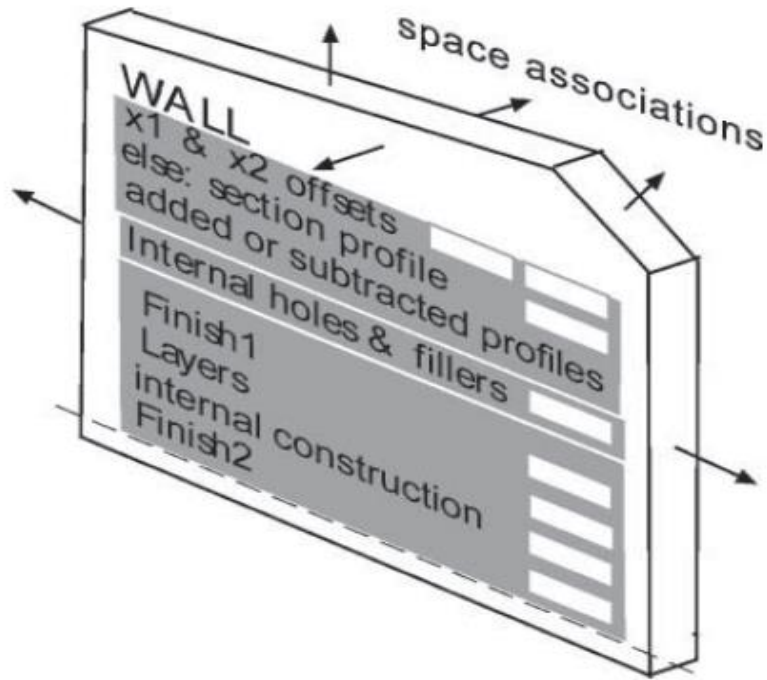
اصطلاحات "little BIM" و "BIG BIM" میزان استفاده از BIM را توصیف می کنند. اصطلاحات "BIM" بسته و "BIM باز" بین استفاده انحصاری از محصولات نرم افزاری از یک فروشنده و استفاده از فرمت های تبادل داده باز و خنثی از فروشنده تمایز قائل می شوند. (براساس لیبیچ و همکاران ۲۰۱۱)

قابلیت تعریف پارامتریک المانها در مدل‌های BIM:

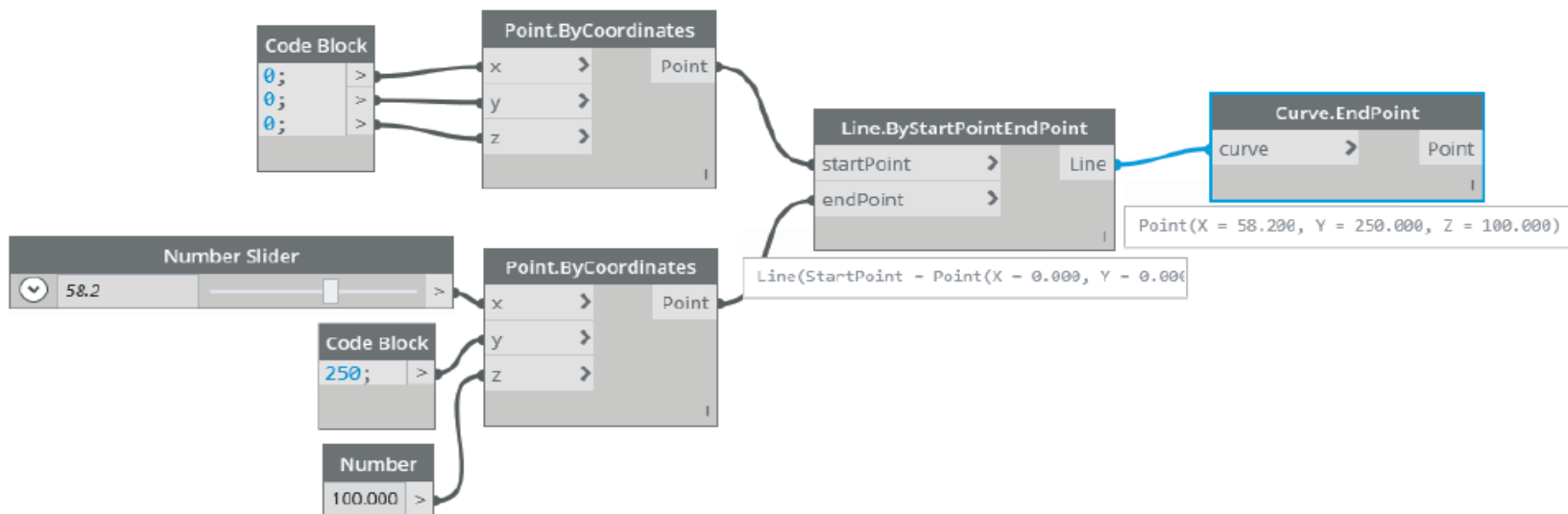
در گام دوم توسعه مدل‌سازی سه‌بعدی، پارامترهای تعیین‌کننده اشکال می‌توانند به‌طور خودکار مورد ارزیابی مجدد قرار گیرند و هندسه المان‌ها، ابتدا بر اساس تقاضا و تحت کنترل کاربران، بازسازی شود. سپس به نرم افزار قابلیت نشانه‌گذاری‌های داده شد تا به‌طور خودکار آن مشخصاتی از المان را که اصلاح شده است علامت‌گذاری و به‌طور خودکار در بازتولید المان و ویرایش آنها در نظر بگیرد.

از آنجا که یک تغییر می‌تواند به المان دیگر منتشر شود، توسعه مجموعه‌هایی با تعاملات پیچیده منجر به نیاز به توسعه یک قابلیت "Resolver" شد که تغییرات ایجاد شده را تجزیه و تحلیل می‌کرد و کارآمدترین ترتیب را برای به‌روز رسانی آنها انتخاب می‌کرد. توانایی پشتیبانی از چنین به روزرسانی‌های خودکار یک پیشرفت بیشتر در BIM و مدل‌سازی پارامتریک بود.

قابلیت تعریف پارامتریک المانها در مدل‌های BIM:



Some BIM design applications incorporate different wall classes, called *wall libraries*, to allow more of these distinctions to be addressed.



قابلیت تعریف پارامتریک المانها در مدل‌های BIM:

مثال مدلسازی پارامتریک: شکل ۲-۹ کتاب تعریف و تشریح گردد.

توجه داشته باشید که این قابلیت‌های مدلسازی پارامتریک بسیار فراتر از آن‌هایی است که در سیستم‌های CAD مبتنی بر CSG (Constructive Solid Geometry) قبلی ارائه شده بود. مدلسازی پارامتریک از به روزرسانی خودکار یک طرح و حفظ روابط تنظیم شده توسط طراح پشتیبانی می‌کند. این ابزارها می‌توانند بسیار سازنده باشند.

به طور خلاصه، مجموعه ای مهم اما متنوع از قابلیت های پارامتریک وجود دارد که برخی از آنها توسط همه ابزارهای طراحی BIM پشتیبانی نمی شوند. این شامل:

- عمومیت روابط پارامتری، به طور ایده آل از قابلیت های جبری و مثلثاتی کامل پشتیبانی می کند
- پشتیبانی از انشعاب شرط و قوانین نوشتن که می تواند ویژگی های مختلف را به یک نمونه شی مرتبط کند
- ایجاد پیوند بین اشیا و ایجاد آزادانه این اتصالات، مانند دیواری که پایه آن دال، سطح شیب دار یا پله است.
- استفاده از پارامترهای جهانی یا خارجی برای کنترل طرح یا انتخاب اشیا
- امکان گسترش کلاس های شی پارامتری موجود با استفاده از تایپ فرعی، به طوری که کلاس شی موجود می تواند ساختارهای جدید و رفتار طراحی را که در اصل ارائه نشده است، بررسی کند.

■ اگر مدل‌های BIM پارامتریک نباشد تولید و طراحی مدل بسیار دشوار و مستعد خطا خواهد بود، همانطور که با ناامیدی توسط جامعه مهندسی مکانیک پس از توسعه اولیه مدلسازی جامد مشاهده شد.

قابلیت تعریف فراتر از اشکال پارامتریک در مدل‌های BIM:

۱. مدیریت اموال و صفات Property and Attribute Handling:

مدل‌سازی پارامتریک سه بعدی به مدلسازی هندسه و توپولوژی می‌پردازد، اما المان‌ها اگر بخواهند توسط برنامه‌های کاربردی دیگر تفسیر، تجزیه و تحلیل، قیمت‌گذاری و برنامه‌ریزی شوند، باید ویژگی‌های مختلفی را در خود همراه داشته باشند. این ویژگی‌ها در مراحل مختلف چرخه عمر ساختمان وارد بازی می‌شوند. برای مثال، ویژگی‌های طراحی به نام فضا و منطقه، ویژگی‌های فضاهایی مانند سطح اشغال، فعالیت‌ها و عملکرد تجهیزات مورد نیاز برای تجزیه و تحلیل انرژی اشاره می‌کنند.

در مرحله ساخت، مشخصات مواد ممکن است برای شامل پیچ و مهره و جوش و سایر مشخصات اتصال اصلاح شود. در پایان ساخت و ساز، ویژگی‌ها اطلاعات موردنیاز را با تحلیلی که صورت گرفته است فراهم می‌کنند و پیوندهایی را برای انتقال داده‌های عملیاتی برای دوره نگهداری و تعمیرات آتی دارایی ارائه می‌دهند.

BIM محیطی را برای مدیریت و ادغام این ویژگی‌ها در طول چرخه عمر پروژه فراهم می‌کند.