

# پیاده سازی ساختار شکست کار (WBS) بر روی مدل سازی اطلاعات

## ساختمان (BIM) در پروژه های بیمارستانی

محمدانور ادیب حسامی<sup>۱</sup>، دکتر احمد اخلاصی<sup>۲\*</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی بیمارستان، دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه علم و صنعت ایران  
m\_adibhesami@hotmail.com.

۲- استادیار دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه علم و صنعت ایران ekhlassi@iust.ac.ir

### چکیده

پروژه های بهداشتی و درمانی به دلیل تخصصی بودن از نظر عملیاتی، عوامل بسیار زیادی در آن دخیل می باشد. با توجه به اینکه اکثریت سهم عمرانی پروژه های وزارت بهداشت را بیمارستان ها به خود اختصاص می دهد. این نوع از پروژه ها از اهمیت ویژه ای برخوردار هستند. ترسیم ساختار شکست کار در اولین مرحله فاز عملیاتی انجام می پذیرد. با در نظر گرفتن اینکه عوامل اجرایی پروژه های بیمارستانی متفاوت از سایر پروژه های دیگر می باشد، ترسیم و پیاده سازی ساختار شکست کار در این پروژه ها متفاوت می باشد. در این مقاله به روش استقرایی WBS و با تکنیک AHP در چرخه حیات پروژه شرح داده شد. سپس پیاده سازی آن در پروژه های بهداشتی و درمانی در سه مرحله انجام پذیرفت. سپس ساختار درختی WBS برای ترسیم در بعد چهارم مدل سازی اطلاعات ساختمان مورد تحلیل قرار داده شد.

**واژه های کلیدی:** مدیریت پروژه- پروژه های بیمارستانی- بعد چهارم مدل سازی ساختمان - ساختار شکست کار

### مقدمه

پس از فازهای برنامه ریزی و قبل از طراحی در پروژه، در اولین فاز برنامه عملیاتی، برنامه دهی فعالیت های پروژه به صورت مجزا در شبکه تعیین فعالیت موسوم به ساختار شکست کار<sup>۱</sup> WBS ترسیم می شود (1). که وظایف هر یک از تخصص ها در این شبکه به صورت تعیین شده می باشد که برنامه ریزی مدیریت پروژه و ساخت سپس بر اساس این ساختار اعمال می شود (2). جایگاه ساختاری هر یک از این تخصص ها به صورت ویژه، تعامل این تخصص ها را در شبکه تعیین فعالیت ها مشخص می کند. پروژه های درمانی بنا به تخصصی بودن از حیث عملکرد، کنترل عفونت و طراحی برای طیف وسیعی از افراد با درجه سلامت و اضطراب می تواند بسیار متفاوت باشد (3) و یک طراحی مطلوب حضور متخصصین را در حوزه متنوع سلامت را در پروژه طلب می نماید.

<sup>1</sup> Work-Breakdown Structure

## تعاریف :

### ساختار شکست کار:

یک شبیه سازی از پروژه می باشد که در آن با تجزیه کردن مرحله به مرحله ساختار پروژه به سمت جزئیات مورد نیاز به منظور برنامه ریزی و کنترل بر روی روند پروژه پیش می رود. این شبیه سازی بایستی شامل تمامی جزئیات مورد نیاز برای تحلیل نهایی و تمام فعالیت های عملکردی که بایستی در پروژه انجام شود می باشد (2). WBS در راستای برقراری ارتباط بین حوزه و تحویل پروژه مورد استفاده قرار می گیرد و تمام کسانی که از تصمیم گیرنده گان پروژه هستند قادر خواهند بود که دید و درک گسترده از پروژه داشته باشند (4). و فعالیت در نهایت و به احتمال زیاد با شناسایی تمامی اقدامات لازم برای تکمیل پروژه به پایان خواهد (1)

### مدل سازی اطلاعات ساختمان<sup>2</sup> BIM:

یک شبیه سازی دیجیتال از ویژگی های فیزیکی ، عملکردی و مفهومی در بنا را با به اشتراک گذاشتن اطلاعات در مورد ساختمان می باشد که پایه قابل اعتماد برای تصمیم گیری در طول چرخه حیات پروژه و پس از آن خواهد بود. (5).

### WBS در پروژه های درمانی

بناهای درمانی بنا به اینکه طیف بسیار وسیع تر و در حالت های روحی ویژه را در خود پذیرا می باشد و بنا به عملکردش در ارائه خدمات تشخیصی و درمانی تفاوت های قابل ملاحظه ای در تعریف پروژه بنا را دارا می باشد (6) لذا متخصصین در حوزه های پزشکی و مهندسی پزشکی در تیم برنامه ریزی، طراحی و اجرایی آن نقش ایفا می نمایند (7) .

روش تحقیق

---

<sup>2</sup> Building Information Modiling

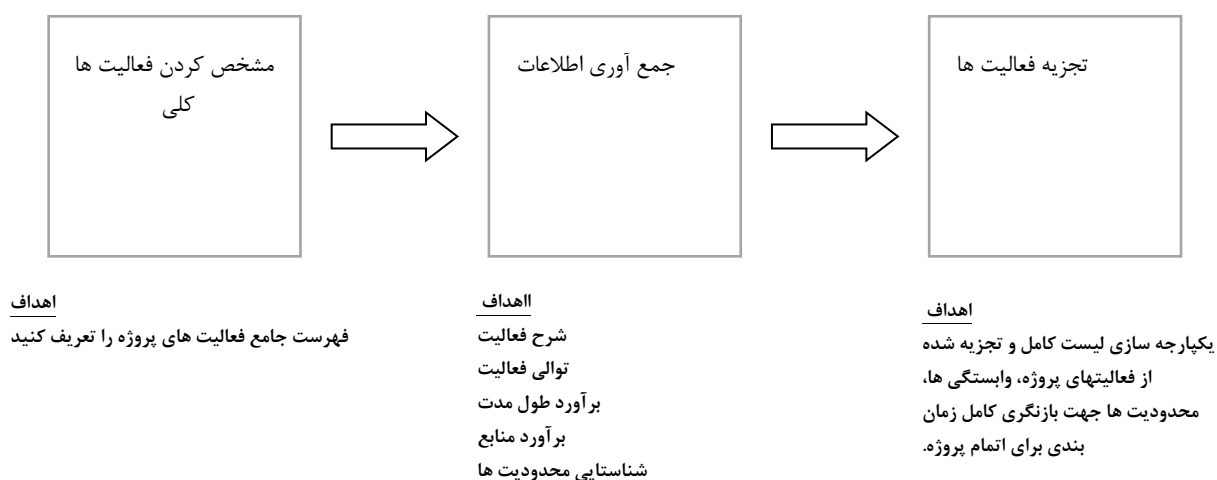
نحوه ترسیم WBS در پروژه به صورت مرحله به مرحله و تا جزء ترین فعالیت می باشد که به صورت ساختار مند از الگوی منطقی پایین مطابقت می نمایند:

۱- کل تیم پروژه به طور منطقی و فعال دید کامل از برنامه ریزی داشته باشند (8).

۲- جمع آوری اطلاعات در مورد نحوه انجام کار در پروژه (9).

۳- سازماندهی و تجزیه فعالیت ها به کوچکترین جزء قابل کنترل جهت تسهیل در انجام پروژه (10).

بخش کلید در برنامه ریزی طراحی بناهای درمانی WBS می باشد. WBS در پروژه های درمانی با تخصیص فعالیت های برای هر فرد در پروژه عمل می نمایند و در هر بخش به منظور کنترل کردن و سازماندهی اجزای وظایف برای هر فعالیت مورد تخصیص می باشد (11)



شکل ۱-۶ ساختار گام به گام ترسیم ساختار شکست کار در پروژه های ساختمانی

### مرحله اول :

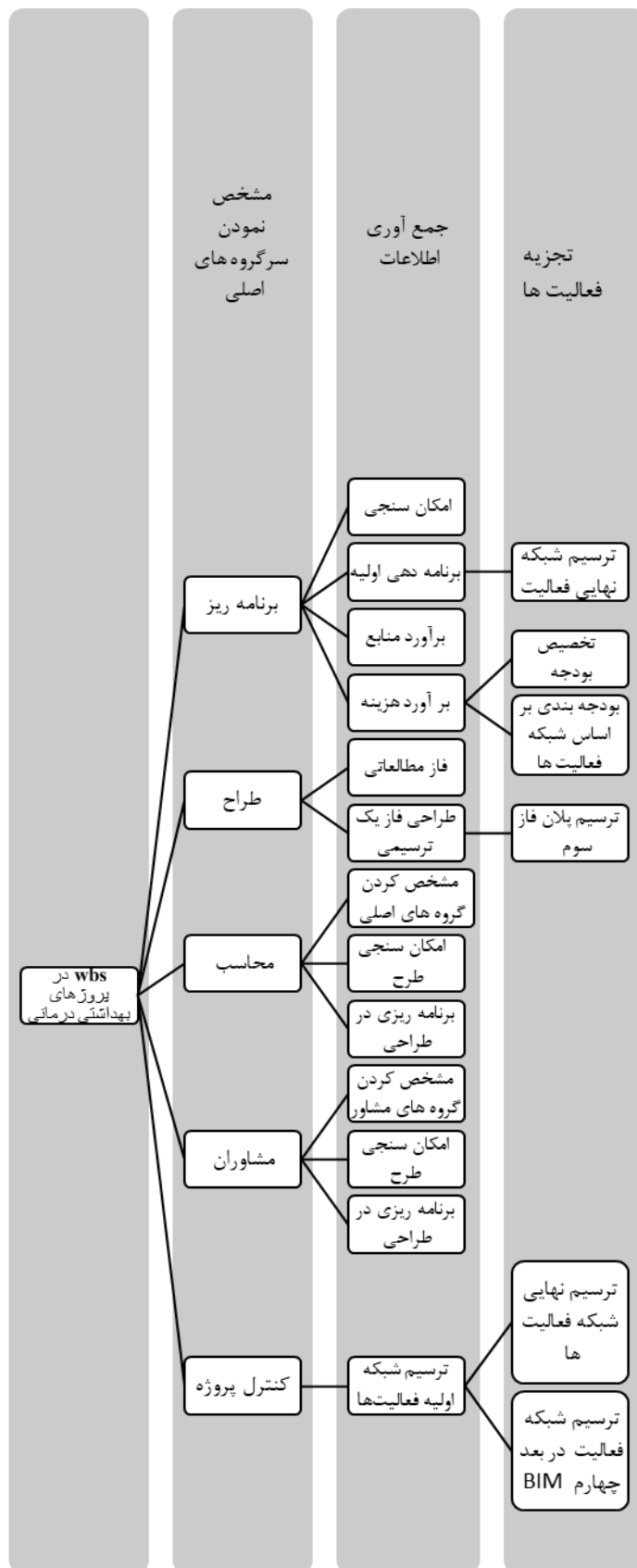
ترسیم WBS منسجم در پروژه بناهای درمانی با تعریف حوزه فعالیت هر یک از گروه های اصلی فعالیت که شامل برنامه ریز، طراح، محاسب و مشاوران می باشد تقسیم بندی می شوند که فعالیت ها به هر یک از این سر گروه ها تجزیه می شوند (12).

### مرحله دوم :

با توجه به متغیرهای که هر پروژه را تحت تأثیر قرار می دهند اطلاعات مربوط آن پروژه اختصاصی می گردد لذا هر پروژه به صورت منحصر به فرد اطلاعات مربوط به خود را دارا می باشد و ساختار WBS در زیر گروه ها که نشان دهنده هر فعالیت می باشد منحصر به همان پروژه می باشد لذا ساختار شکست کار برای پروژه های درمانی در جمع آوری اطلاعات پروژه در این مرحله به صورت تخصصی در می آید و در چهار سرگروه اصلی تخصص های درمانی قرار داده می شوند و در ترسیم فعالیت ها الزامات عملکردی و کنترل عفونت گنجانده می شوند(2).

#### مرحله سوم :

در این مرحله برای ترسیم یک الگو ترسیمی صحیح اطلاعات به منظور برنامه ریزی و برنامه دهی منسجم مورد استنباط می باشد که به این منظور اطلاعات سازمان دهنده شده به صورت ساختار یافته و مرحله به مرحله در پروژه اعمال می شود و سپس در تعامل با آن وظایف به صورت ساختار یافته مشخص می گردد که در حالت کلی درختچه آن به صورت شماره گذاری در ساختار گام به گام در این درختچه تا ریزترین جزء فعالیت قابل اجرا مورد نظر می باشد که این مراحل به صورت شماره گذاری شد و کد بندی در کل ساختار مورد نظر می باشد (12).



نمودار امراحل گام به گام ترسیم شبکه wbs در پروژه های ساختمانی

## بحث:

### BIM در پروژه های درمانی:

برای درک صحیح از BIM بهتر از قابلیت و تکامل آن را مشروح نماییم. که مفهوم تکامل در کیفیت آن به نحوه مطلوبی با قابلیت BIM در تکرارپذیری در ارتباط بوده است. (13)

قابلیت های BIM در سه بخش قابل تفکیک می باشد :

یک- مدل سازی شی گرا

دو - مدل سازی یک پارچه

سه - مدل سازی در ساختار شبکه منسجم

با مطالعه مروری و دسته بندی شده ترسیم پلان در دو بعد و پس از آن با ورود ماشین های هوشمند کامپیوتر و استفاده از نرم افزارهای ترسیم به کمک به کامپیوتر CAD<sup>3</sup> پلان ها در سه بعد تصویر شدند و مجسم سازی آنان در تصاویر شبیه سازی شده واقعی امکان پذیر شد و با ورود مفهوم شی گرا به زبان های برنامه نویسی کامپیوتری مجموعه اطلاعات ساختمان برای دسته وسیعی از تصمیم گیرنده گان به صورت منسجم و یک پارچه امکان پذیر شد و پس از آن بعدهای مفهومی در BIM تکامل یافتند. و به صورت مروی این بعدها مورد بررسی قرار داده می شوند.

BIM در بعد سوم شامل گام بندی شبیه سازی تجسمی.

بعد چهارم BIM که به در فاز زمان بندی پروژه کار کرد دارد که جهت تهیه ترسیم شبکه فعالیت مورد استفاده قرار می گیرد

بعد پنجم شامل برآورد و محاسبه فاکتورهای همانند هزینه و سایر مواردی که باید مورد محاسبه قرار گیرد.

---

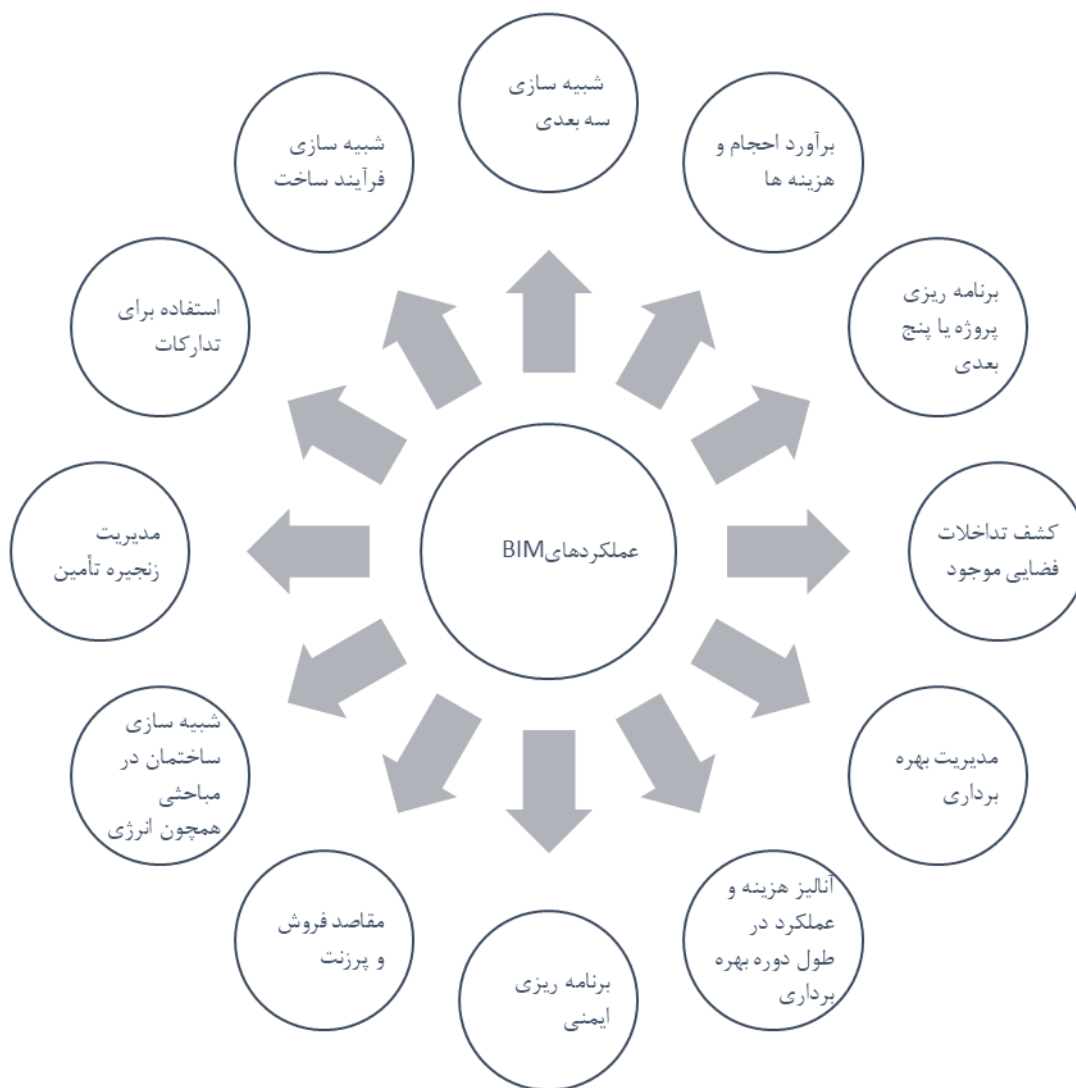
<sup>3</sup> Computer-Aided Design

بعد ششم به بررسی پایداری عناصری که در این حوزه مورد استفاده قرار می‌گیرد که شامل آنالیز انرژی و نور می‌باشد تاریخچه هزینه‌های دارایی‌ها، سال‌ها زودتر از ساخت انجام شده و در تمام طول عمر سازه نیز توسعه می‌یابد.

در مدل شش‌بعدی می‌توان محاسبه کرد در چه هنگام تعمیرات غیراقتصادی بوده و یا سیستم‌های موجود ناکارآمد است. این رویکرد برنامه‌ریزی شده و پیش‌گیرانه، مزایای برجسته‌ای را عرضه می‌کند که مدیریت هزینه‌ها تنها بخشی از آن است. مدل ایده‌آل اطلاعاتی باید در طول مراحل مختلف بروزرسانی شده و توسعه یابد. می‌توان داده‌های کاربردی زیادی را در مدل اطلاعاتی بارگذاری نمود تا بدین وسیله از فرآیند تصمیم‌گیری مطلوبتری بهره‌جست.

بعد هفتم در این بعد به بررسی مدیریت تعمیر و نگهداشت پرداخته می‌شود که بعد از بهره‌برداری پروژه در چرخه حیات ساختمان نقش ایفاء می‌نماید.

پس در کل با توجه به اینکه مفهوم BIM همچنان در حال تکامل می‌باشد اما با توجه به دیگرام زیر BIM در حوزه زیر در حال تکامل می‌باشد.



دیاگرام ۱- عملکردهای مدل سازی اطلاعات ساختمان



## استفاده از BIM در کاهش هزینه های پروژه:

با اینکه مفهوم BIM در حال توسعه و تکامل می باشد و نمی توان حتی تعریف ثابتی از مفهوم آن ارائه داد اما متدهای آنالیزی زیاد به آن اضافه شده است که می تواند در بعد چهارم و پنجم BIM که در ارتباط با پروژه و هزینه های آن می باشد در تعامل می باشد که این متدها شامل روش بهره برداری از دست رفته<sup>۴</sup>، تجزیه و تحلیل زمانی<sup>۵</sup>، مدل سازی ارزش کسب شده<sup>۶</sup> و همچنین مدل سازی دینامیکی سیستم<sup>۷</sup> که میزان کمی آن در روند سوق دهی به سمت بهینه کردن هزینه ها پروژه دخیل می باشد (15)(14). و در یک تحقیق در بریتانیا نشان می دهد استفاده از BIM برای کاهش هزینه های عملیاتی حدود ۱۷٪ در سال ۲۰۱۴ بوده است (16) و تنها در یک مورد دیگر در فرودگاه بین المللی سان دیاگو<sup>۸</sup> حدود هشت میلیون دلار کاهش هزینه عملیاتی را در بر داشته که نتایج استفاده از BIM را به این صورت گزارش داده اند :

- بهبود نتایج فرآیند پروژه

- یک پارچه سازی ارتباطات بین بخش های مختلف

- بهبود بهره وری (17).

و همچنین در گزارشی که از پرسشنامه به مضمون قابلیت های BIM در روند پروژه بوده در سال ۲۰۱۷ از انجمن ملی متخصصان ساختمان<sup>۹</sup> NBS انتشار یافته است حدود ۵۴٪ شرکت های اعلام کرده اند که از مدل سازی های BIM در پروژه بهره برده اند که تنها ۴٪ اعلام نموده اند که از دانش BIM در مدیریت پروژه مطلع نیستند و این گزارش می افزاید تنها در فاصله بین سالهای ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۳ میزان شرکتهای که در پروژه های خود از BIM استفاده نموده اند به حدود سه برابر رسیده است (18).

---

<sup>4</sup> lost productivity method

<sup>5</sup> baseline productivity analysis

<sup>6</sup> earned value analysis

<sup>7</sup> system dynamic modeling

<sup>8</sup> San Diego International Airport

<sup>9</sup> National Building Specification

و همچنین گزارش های متنوع دیگر راجع به مزایای کاهش هزینه های ساخت وجود دارد که به طور ویژه در یالت متحده امریکا در وزارت بهداشت این کشور حدود ۳۵۰ دلار در بخش پروژه های بهداشتی و درمانی در سال ۲۰۱۱ هزینه با بهره گیری از BIM صرفه جویی شده است (19). و همچنین در گزارشات بنگاهای غیره دولتی که به تأیید سرویس سلامت انگلستان NHS<sup>10</sup> رسیده است در پروژه بیمارستان سازی Merseyside دور ریز ضایعات ساختمانی به حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد رسیده بود و زمان صرفه جویی در مسیر بحرانی شبکه فعالیت ها <sup>11</sup> CPM حدود ۷۵ تا ۸۰ درصد قابل کوتاه شدن بود و مسیرهای بحرانی در سیستم های پیچیده قابل حل شدن بود و همچنین ساختمان اصلی بیمارستان حدود ۶ ماه زود تر از فاز برنامه ریزی شده افتتاح شد (20).

یکی از مهم ترین منابع تصمیم گیری در هر مرحله از پروژه، در دسترس بودن داده های کمی و کیفی پروژه می باشد که BIM توانسته حجم وسیعی از این داده ها را انسجام یافته و یکپارچه در اختیار مدیران پروژه قرار دهد و تغییر در هر یک از این داده می تواند در کل سطوح پروژه در تعامل باشد و به طوری که داده های پروژه به صورت ساختار یافته ای در هر سطح تغییر پیدا نماید در کل پروژه تغییر ایجاد خواهد نمود.

### **BIM در مدیریت پروژه:**

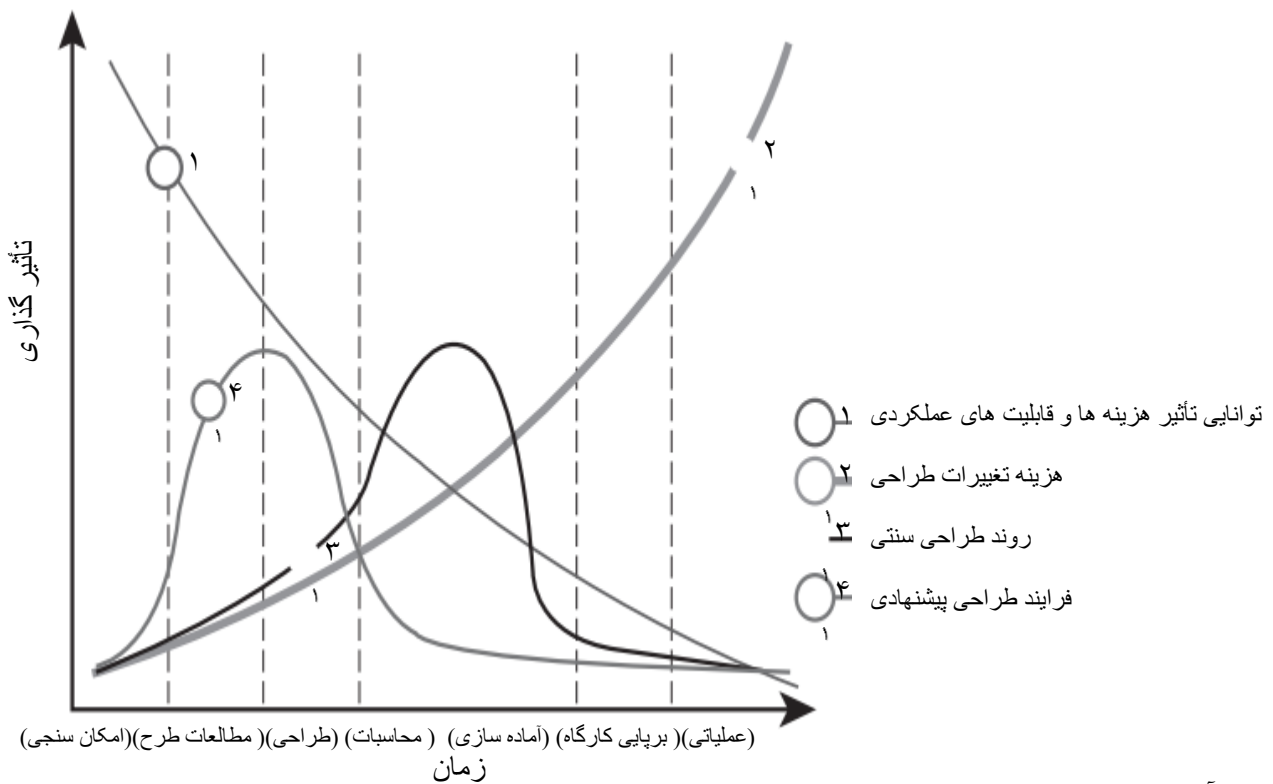
بدون شک مدیریت پروژه مهم ترین عامل موفقیت یا شکست پروژهها ارزیابی میشود و شکست در مدیریت پروژه به معنای شکست در پروژه است. به همین ترتیب اگر اطلاعات دقیق و به هنگامی در دست مدیران پروژه نباشد آنها در زمان تصمیم گیری، برنامه ریزی و کنترل دچار خطا خواهند شد. پیاده سازی BIM در پروژهها میتواند نه تنها کمک شایانی برای مدیران پروژه باشد بلکه اساساً فرآیندهای مدیریت پروژه را دستخوش تحول نماید. با حضور BIM در کارگاه های ساختمانی میتوان از مدل و اطلاعات آن برای افزایش سرعت و کیفیت، کاهش هزینهها و تداخلات پروژه بهره برد.

<sup>10</sup> The National Health Service is the publicly funded national healthcare system for England

<sup>11</sup> *critical path method*

## BIM در کاهش هزینه های ساخت

در پروژه های ساختمانی هر چه از فاز برنامه ریزی ( مرحله اولیه چرخه پروژه ) به آن سو، میزان تغییرات در پروژه با هزینه بیشتری انجام می پذیرد (21). که در نمودار زیر مقایسه هزینه و امکان اثرگذاری اصلاحات طرح در طول زمان پروژه ترسیم شده است. بهینه ترین حالت برای مدیریت هزینه ها در مرحله برنامه ریزی انجام می شود. در فرآیند ساختارمندی شده در فاز طراحی پلان های دو بعدی و به صورت فاز بندی شده تکمیل و به تیم اجرایی تحویل داده می شوند (21). که فرآیند کار به صورت گام به گام بوده یعنی تا تکمیل یک فرآیند نمی توان فرآیند دیگری را شروع نمود اما در هنگامی که در فرآیند در هر مرحله از فازهای فازهای طراحی و یا عملیاتی اصلاحاتی در برنامه صورت بپذیرد کل ساختار دوباره مجبور به بازسازی با این اصلاح خواهد بود و هزینه بر خواهد بود و کل فرآیند مدیریت پروژه از دو دیدگاه در فرآیند سنتی و



فرآیند BIM قابل مقایسه می باشند.

شکل ۱- مقایسه هزینه و امکان اثرگذاری اصلاحات طرح در طول زمان پروژه- مرجع کتاب **BIM in Healthcare**

**Infrastructure** صفحه ۶۹- نویسنده: **Michael Phiri**

همانطور که در نمودار زیر مشاهده می شود که کل فعالیت به صورت توالی و مرحله به مرحله انجام می پذیرد هزینه اصلاحات در فاز طراحی و محاسبه به حالت بشینه در می آید که مجموع هزینه های اصلاحات را در این مرحله و امکان تأثیر گذاری هزینه و عملکرد را در تقابل قرار می دهد(22).

در مدیریت پروژه با رویکرد BIM که در دو بعد چهارم و پنجم انجام می شود که در بعد چهارم و قبل از فاز عملیاتی متخصصان با ارائه دانش و تجربه ی خود اطلاعات خود را به پروژه اضافه می نمایند و برای کنترل هزینه و قابلیت ساخت پروژه، معمار و مدیر ساخت چگونگی ایجاد استاد ساخت را واکاوی می نمایند(19). این فرآیند به معنی رسیدن به یک سیستم تحویل یکپارچه در پروژه می باشد که اطلاعات را برای تصمیم گیرنده گان به صورت منجسم و یکپارچه به اشتراک می گذارد. در واقع این هماهنگ سازی اطلاعات موجب صرفه جویی در پروژه در هزینه اصلاحات در پروژه می شود.

در رویکرد مدیریت پروژه در BIM گروه های متفاوت تصمیم گیرنده در پروژه در هر فاز از چرخه حیات پروژه در یک پلتفرم مشترک به اطلاعات یکپارچه سازی شده همزمان دسترسی دارند و هر نوع ناهماهنگی در طراحی در فاز طراحی و محاسبه در بهینه ترین حالت زمانی و به صورت هماهنگی تغییرات در کل پلان ها اعمال می شود که در هنگام بازبینی با حذف بسیاری از مشکلات و صرفه جویی در زمان و هزینه انجام می شود. که تداخلاتی که تیم های طراحی و محاسباتی در طرح به وجود را در مرحله بازبینی نه به صورت گام به گام بلکه به صورت یکپارچه می توانند حذف نمایند انواع تداخلات شامل(19):

۱- نرم

۲- سخت

۳- انجام کار

## BIM در مراحل مختلف چرخه حیات پروژه:

### ۱- فاز امکان سنجی و برنامه ریزی :

فاز امکان سنجی و طراحی اولیه: تعیین امکانپذیر بودن انجام پروژه با الزامات عملکردی و کیفیتی مورد نظر و رعایت محدودیت زمانی و هزینه‌های، پیش از آغاز طراحی، دارای اهمیت قابل توجه است. وجود یک مدل تقریبی از محصول نهایی پروژه که به یک پایگاه داده هزینه‌های مرتبط گردیده، از ارزش به سزایی برای کارفرما برخوردار می‌باشد.

بهبود عملکرد و کیفیت ساختمان: ارزیابی گزینه‌های مختلف طراحی در مراحل اولیه پروژه، با استفاده از ابزارهای تحلیل و شبیه سازی، کیفیت محصول پروژه را به دنبال خواهد داشت.

افزایش همکاری با استفاده از روشهای اجرای یکپارچه IPD<sup>۱۲</sup> : استفاده از روش اجرای یکپارچه در پروژه ها، و بکارگیری فناوری BIM در طول چرخه حیات پروژه توسط تیم پروژه، مزایای بسیاری دارد. از جمله این مزایا درک بهتر کلیه ابعاد پروژه توسط تیم پروژه، کاهش ارتباطات کاغذی و تاخیرات حاصل از آن را میتوان نام برد.

### ۲- فاز طراحی:

نمایش بصری دقیق از طرح در مراحل ابتدایی پروژه: این قابلیت، BIM ارتباط موثر با ذینفعان مختلف درگیر در پروژه را فراهم میکند به عنوان مثال کارفرما، شناخت دقیقتری از طرحهای پیشنهادی خواهد داشت. نمایش بصری طرح با استفاده از فناوری، BIM از دقت بالاتری نسبت به روش سنتی برخوردار است. اصلاح خودکار طرح در صورت ایجاد تغییر: در صورت تغییر در مشخصات یک عضو در طرح، به دلیل پارامتریک بودن اعضا، این تغییر به سایر اجزای وابسته به آن عضو نیز تعمیم مییابد.

قابلیت ایجاد نقشه های دوبعدی دقیق از مدل مجازی، در هر مقطع از طراحی: استخراج نقشه از یک مدل، BIM زمان و خطا در تولید نقشه ها برای کلیه گروههای تخصصی را به شکل قابل توجهی کاهش خواهد داد.

---

<sup>12</sup> integrated project delivery

امکان همکاری گروههای طراحی مختلف از ابتدای طراحی: استفاده از فناوری، BIM کارگروههای مختلف طراحی (معماری، سازه، و تاسیسات) به صورت همزمان را تسهیل مینماید. همکاری گروههای طراحی به واسطه مدل، BIM در مقایسه با روشهای سنتی، بسیار سادهتر خواهد بود. همچنین نیاز به صرف زمان کمتری دارد. طراحی به این روش، خطاهای طراحی را کاهش خواهد داد از سوی دیگر با استفاده از BIM، میتوان طرح را پیش از تکمیل و تثبیت بخشیهایی از طرح، مهندسی ارزش نمود.

ساده سازی روند حصول اطمینان از تطابق طرح با خواسته های کارفرما: در مقایسه با روش سنتی این هدف آسانتر حاصل میشود، خصوصا زمانی که این خواسته ها به صورت کمی بیان شده اند.

اعمال کنترل بهتر بر هزینه تمام شده در طول حیات پروژه: با وجود مدل مجازی به هنگام از پروژه، دستیابی به این هدف تسهیل شده است. بهبود کیفیت طرح ارائه شده: با بهره گیری از BIM گزینه های مختلف طراحی به سادگی تحلیل میگردد. شبیه سازیها به سرعت صورت میگیرند و عملکرد ساختمان ارزیابی میگردد. در نهایت بهترین و خلاقانه ترین گزینه طراحی برگزیده میشود.

تسهیل طراحی پایدار، با استفاده از BIM نسبت به روشهای سنتی: با ایجاد ارتباط میان مدل مجازی محصول پروژه و ابزارهای تحلیل انرژی، ارزیابی عملکرد انرژی، در مراحل اولیه طراحی ممکن میشود. افزایش سرعت و اثربخشی فرایندها: در این ساختار اطلاعات بسیار سادهتر از روشهای سنتی به اشتراک گذاشته شده، تغییر مییابد و بار دیگر مورد استفاده قرار میگیرد.

### ۳- فاز عملیاتی:

قابلیت استفاده از مدل طراحی شده جهت اتوماسیون فرایند ساخت اجزای پیش ساخته: وجود داده های دیجیتال از تمام ساختمان با جزئیات کامل، امکان اتوماسیون فرآیند ساخت و سرهم بندی اجزای پیش ساخته را فراهم می آورد.

تسهیل ایجاد تغییرات در طرح: مدل، BIM دارای عکسالعمل سریع نسبت به ایجادتغییر در طراحی است. در صورت ایجاد تغییر در طراحی، برخی از بخشها بر اساس قواعد پارامتریک موجود در مدل، به صورت خودکار تغییر میکنند. سایر اثرات حاصل از تغییر، به صورت بصری و شناسایی تداخلات، قابل تشخیص است. افزایش کیفیت ساخت: با توجه به ساخت مدل مجازی به صورت کامل در مرحله طراحی و رفع تعداد قابل توجهی از خطاها، موارد جا افتاده و تداخلات، امکان ساخت و سازی بی نقص تر به وجود می آید و در عین حال زمان، هزینه و دعاوی کاهش می یابد.

افزایش هماهنگی بین طرح و برنامه ریزی زمانی پروژه با استفاده از شبیه سازی روند ساخت و شناسایی مشکلات احتمالی و یا فرصت های بهبود برنامه.

امکان بکارگیری کارآمدتر روشهای ساخت ناب: روشهای ساخت ناب، نیازمند هماهنگی دقیق میان پیمانکار عمومی و پیمانکاران جزء، جهت حصول اطمینان از اجرای فعالیتهای در زمان وجود منابع در کارگاه است. بنابراین، تلاشهای تلف شده به حداقل رسیده و نیاز به موجودی مصالح در کارگاه کاهش می یابد. به دلیل قابلیت BIM در تامین یک مدل دقیق از طراحی و منابع مورد نیاز برای هر بخش از کار، زمینه بهبود برنامه ریزی و زمانبندی کار پیمانکاران جزء فراهم میگردد. همچنین اطمینان از حضور به هنگام افراد، تجهیزات و مصالح در کارگاه افزایش مییابد.

افزایش هماهنگی میان تدارکات با طراحی و ساخت به واسطه ارائه دقیق مقادیر.

#### ۴- فاز بهره برداری:

بهبود روند راه اندازی و تحویل پروژه به کارفرما و همچنین بهبود مدیریت و بهرهبرداری از آن. حفظ تمامی داده ها در چرخه حیات پروژه: اطلاعات مربوط به الزامات، طرح، اجرا و سایر اطلاعات ذخیره شده در مدل، در مدیریت پروژه قابل استفاده میباشد.

در یک جمع بندی مزایای BIM شامل افزایش ارتباط موثر تیم پروژه ها با یکدیگر، کاهش ریسک کلی در ساختارهای قراردادهای مختلف با استفاده از BIM افزایش بهره وری، کاهش اتفاقات پیش بینی نشده

منفی، کاهش اتلاف، افزایش بازخورد، تسریع در اجرا، یکپارچگی، قوی کننده تیم، نمایاندن تصویر کلی پروژه، ایجاد و اصلاح برنامه زمان بندی، تعیین توالی، کاهش دوباره کاری، نمایش بصری، افزایش بهره وری، مدیریت هزینه پروژه، ارتباطات، طراحی، مهندسی، شناسایی و رفع تداخلات فیزیکی، تخصیص و تسطیح نیروی انسانی، کاهش درخواستهای اطلاعات<sup>13</sup> RFI افزایش ایمنی، کاهش دستورات تغییر، تعمیر و نگهداری ساختمان، پیش ساختگی، افزایش کیفیت، شبیه سازی، مدارک چون ساخت، هزینه راه اندازی می باشد.



دیاگرام ۲ کاربردهای BIM در مدیریت پروژه

## نتایج

### پیاده سازی BIM در پروژه های درمانی

معماری بیمارستان مانند هر بنای عملکرد گرا دیگری از پارادایم طراحی فضای سرویس گیرنده و سرویس دهند طبیعت می نماید لذا طراحی آن منحصر به وضعیت سرویس آن مربوط می باشد پروژه

<sup>13</sup> request for information



بیمارستان سازی نیز مانند هر پروژه دیگه منحصر به فرد می باشد. و چون سرویس های ارائه شده در آن با بحث سلامت جسمی و ذهنی افراد مرتبط می باشد تخصصی های حوزه سلامت و مهندسی تجهیزات پزشکی در مراحل مختلف چرخه حیات پروژه نقش مشارکت می نمایند و همچنین عناصر معماری، تأسیساتی و تجهیزاتی یک بیمارستان خاص همان پروژه می باشد و الزامات آن مورد حائز اهمیت تر می باشد لذا چون در پروژه های بیمارستانی هر یک از تجهیزات پزشکی و تأسیساتی در روند طراحی و محاسباتی پروژه تأثیر می گذارند لذا حضور متخصصان و درک درست و سه بعدی از الزامات فضایی را مطالبه می نماید. لذا هر پروژه بیمارستانی در مقایسه با دیگر بناها از این حیث قابل تفکیک می باشند:

- لوله کشی گازهای طبی

- تجهیزات تشخیصی و درمانی

- سرویس های دائمی

- کنترل عفونت

- گردش فضایی

- طراحی برای افراد ناتوان

لذا در هر پروژه درمانی حضور متخصصان حوزه سلامت و تجهیزات پزشکی جهت بررسی روند صحیح پروژه همراه با دیگر تیم طراحی و فنی در چرخه عمر پروژه مورد تأیید می باشد و چون این افراد خوانش درستی از اسناد فنی ندارند مداخلات این مشاورین می تواند در بعد سوم BIM حائز اهمیت و لذا چون تیم بسیار بزرگی از تصمیم گیرنده گان در یک پروژه درمانی حضور دارند مداخلات آن در اسناد طراحی مشهود می باشد و با تکنیک کشف مداخلات در یک پلاتفورم منسجم و یکپارچه در یک بازه زمانی به صورت مشترک حل گردد.

همچنین به علت کنترل عفونت در بخش های مراقبتی، تشخیصی و اتاق عمل در سیستم تهویه مقدار گردش هوا<sup>14</sup> HVAC محاسبه آن و الزامات آن تابع مقررات کنترل عفونت برای آن فضا می باشد و به طور مثال در فضاهای که احتیاج به کنترل عفونت در آن بخش می باشد با استفاده واقعیت مجازی<sup>15</sup> VR مسیر عبور تخلیه هوا و ورود هوا را برای متخصصین کنترل شبیه سازی و تداخل آن را برای سایر متخصصین فنی اعمال نمود.

### ترسیم فاز زمان بندی پروژه درمانی بر روی BIM در پروژه های بیمارستانی در ایران

در کشور ایران به منظور هماهنگی و وحدت رویه و انسجام در روند تهیه اسناد فنی پروژه های بهداشتی و درمانی و بر طبق دستور العمل ماده ۲۳ الحاقی و ماده ۲۱۵ قانون برنامه توسعه کشور فاز بندی پروژه ها در مراحل مختلف پروژه به صورت جدول شماره به دستگاه های زی ربط ابلاغ شده است. و WBS پروژه های بهداشتی و درمانی بر طبق آن ترسیم می شود.

سطح یک (فاز صفر)	مطالعات پیدایش طرح شامل مطالعات ضرورت، اجرا و مکان یابی اولیه طرح ( امکان سنجی اولیه)
سطح دو (فاز یک)	مطالعات طرح مفهومی و پایه طرح از جمله تهیه مطالعات توجیهی اقتصادی، مالی، اجتماعی، فرهنگی، زیست محیطی و پدافند غیر عامل ( امکان سنجی نهایی)
سطح سه (فاز دو)	مطالعات محاسبات مهندسی و فنی، تعیین دقیق محل اجرا، تعیین احجام کار و زمانبندی اجرای آن ها به تفکیک سال های اجرای طرح، بر اساس مطالعات سطح دوم، برآورد هزینه اجرای کار در طول سال های برنامه به قیمت ثابت سال پیشنهاد طرح و مطالعات هزینه - فایده نهایی طرح.

جدول اسطح بندی کردن فاز مطالعاتی

<sup>14</sup> heating, ventilation and air-conditioning

<sup>15</sup> virtual reality

اسناد پس از تهیه که در سطح یک و دو جهت تهیه تصویب طرح توسط کمیسیون موضوع این دستور العمل، قابل انجام و ارائه خواهد بود.

تأمین اعتبار طرح:

مشخصات اصلی طرح های تملک دارایی های سرمایه ای شامل هدف طرح، سال شروع سال خاتمه، محل اجراء اعتبارات حجم طرح به میزان بیش از ۱۵٪ علاوه بر تغییرات فهرس بها و افزودن پروژه جدید، به منزله طرح جدید تلقی گردیده و با رعایت شرایط و مراحل طرح های جدید اقدام می گردد.

مرجع بررسی موضوعات مربوط به این دستورالعمل در سطح ملی کمیسیونی با ترکیب اعضای زیر

می باشد:

- معاون امور اقتصادی و هماهنگی برنامه و بودجه سازمان (رئیس کمیسیون)

- معاون بخشی یا رئیس امور بخشی مرتبط (عضو)

- معاون توسعه منابع انسانی و هماهنگی استانها (عضو)

- رئیس امور اقتصاد مقاومتی و شورای اقتصاد (دبیر و عضو)

- رئیس مرکز ملی نظارت راهبردی (عضو)

- رئیس امور نظام فنی اجرایی (عضو)

- رئیس امور برنامه ریزی، آمایش سرزمین و محیط زیست (عضو)

- رئیس امور تلفیق بودجه (عضو)

پس از آن منشور پروژه تهیه می شود که شامل سال آغاز پروژه، منابع تأمین مالی، زمان بندی اولیه و زمان بهره برداری می باشد. لذا پس تهیه منشور پروژه سازمان مجری طرح های دولتی وزارت مسکن و شهرسازی اسناد منشور پروژه را در اختیار شرکت مهندسی مشاور جهت بررسی و تهیه اسناد نهایی زمان بندی پروژه می گذارد.

**منابع :**

1. Indelicato G. A guide to the project management body of knowledge (PMBOK ®)

- guide), fourth edition. *Proj Manag J* [Internet]. 2009;40(2):104–104. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/pmj.20125>
2. PMI. Project management book of knowledge (pmbok guide). *Proj Manag Inst.* 2012;30.
  3. VACIC. Guidelines for the classification and design of isolation rooms in health care facilities [Internet]. Victorian Advisory Committee on Infection Control. 2007. Available from: <http://www.health.vic.gov.au/ideas/regulations>
  4. Hanford P, Contract M. Contract Management Plan. 2003;(July).
  5. Sciences. NI of B. The Industry’s One-Stop Source for Information on BIM & the Built Environment [Internet]. National Institute of Building Sciences. 2018. Available from: <https://www.nibs.org/page/bsa?>
  6. Joint Commission Resources I. Planning, Design, and Construction of Health Care Facilities [Internet]. Joint Commission Resources; 2009. Available from: <https://books.google.com/books?id=WZRdSQAACAAJ>
  7. Cossio MLT, Giesen LF, Araya G, Pérez-Cotapos MLS, Vergara RL, Manca M, et al. Project Management for Healthcare [Internet]. Vol. XXXIII, Uma ética para quantos? 2012. 81-87 p. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15003161> <http://cid.oxfordjournals.org/lookup/doi/10.1093/cid/cir991> <http://www.scielo.cl/pdf/udecada/v15n26/art06.pdf> <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84861150233&partnerID=tZOtx3y1>
  8. Devi TR, Reddy VS. Work Breakdown Structure of the Project. *Int J Eng Res Appl.* 2012;2(2):683–6.
  9. Harada A, Awane S, Inoya Y, Ohno O. Based on Work-Breakdown-Structure Process Model. *LNCS 3840.* 2005;3840:249–61.
  10. ZECHERU V, OLARU BG. Work Breakdown Structure (WBS) in Project Management. *Rev Int Comp Manag.* 2016;17(1):61–9.
  11. Lester A, Lester A. 12 – Work breakdown structures. In: *Project Management, Planning and Control.* 2007. p. 40–5.
  12. Marengo E, Dallasega P, Montali M, Nutt W, Reifer M. Process Management in Construction: Expansion of the Bolzano Hospital. In: vom Brocke J, Mendling J, editors. *Business Process Management Cases: Digital Innovation and Business*

- Transformation in Practice [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2018. p. 257–74. Available from: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-58307-5\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-319-58307-5_14)
13. Succar B. The Five Components of BIM Performance Measurement. 2010.
  14. Eastman C, Teicholz P, Sacks R, Liston K. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors [Internet]. Wiley; 2011. Available from: <https://books.google.com/books?id=aCi7Ozwkoj0C>
  15. Smith DK, Tardif M. Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors, and Real Estate Asset Managers [Internet]. Wiley; 2012. Available from: <https://books.google.com/books?id=gQ-6gcoU6J4C>
  16. Jones S, Laquidara-Carr D. Building Owners Find Greater Value in BIM. ENR. 2015;274(14):CBQ21.
  17. Newswire PR. Rapid Increase in Use of Building Information Modeling (BIM) for Infrastructure Projects Expected and Leading to Increased Efficiency and Lower Costs - Says New McGraw-Hill Construction Study [Internet]. McGraw-Hill-BIM-study. 2012. Available from: <http://ezproxy.leedsbeckett.ac.uk/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bwh&AN=201204231730PR.NEWS.USPR.NY93017&site=eds-live&scope=site>
  18. Waterhouse R, Bew M, Parkinson K, Malleson A, May I, Matthews A, et al. National BIM Report 2017. NBS. 2017.
  19. Bryde D, Broquetas M, Volm JM. The project benefits of Building Information Modelling (BIM). Int J Proj Manag [Internet]. 2013;31(7):971–80. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263786312001779>
  20. Phiri M. Benefits of BIM adoption and implementation. In: BIM in Healthcare Infrastructure [Internet]. 2016. p. 31–51. Available from: <http://www.icevirtuallibrary.com/doi/10.1680/bimhi.59993.031>
  21. علی حاج شیر محمدی. مدیریت و کنترل پروژه. ارکان دانش; ۱۳۹۵.
  22. adibhesami m. No Title. 2017.