نشریه مهندسی عمران امیرکبیر

نشریه مهندسی عمران امیرکبیر، دوره ۵۵، شماره ۴، سال ۱۴۰۲، صفحات ۷۷۱ تا ۷۹۲
DOI: 10.22060/ceej.2023.21388.7703

# نقش استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در فرآیند پیاده‌سازی مدل‌سازی اطلاعات ساخت

علی بیدهندی، مجتبی عزیزی*، احسان اله اشتهاردیانی

۱- دانشکده هنر و معماری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران .

**خلاصه:** یکی از فرآیندها و فناوری‌های جدیدی که موجب کاهش مشکلات پروژه‌های ساختمانی می‌شود، مدل‌سازی اطلاعات ساخت (BIM) می‌باشد. BIM در ایران آن‌چنان مورد استفاده قرار نگرفته است، حال آن‌که در دیگر کشورها، فرهنگ آن با سرعت مطلوب‌تری درحال جا افتادن است. مدل‌سازی ایده‌آل به طوری که ریزمدل‌ها به صورت واقعی و دارای اطلاعاتی از قبیل زمان و هزینه ساخت، شرکت سازنده، کیفیت آن و غیره باشند کاری زمان‌بر و هزینه‌بر است، همین موضوع باعث کاهش تمایل متولیان پروژه به پیاده‌سازی BIM به شمار می‌رود. شواهد اولیه نشان می‌دهد در صورتی که بانک اطلاعاتی دیجیتال از مصالح، تجهیزات و ماشین آلات مورد استفاده در پروژه از قبل آماده شده باشد و در اختیار متولیان پروژه قرار گیرد، نه تنها صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای در زمان و هزینه مدل‌سازی پروژه حاصل می‌شود بلکه دست‌یابی به کارکردهای مختلف BIM در چرخه عمر پروژه نیز تسهیل می‌شود. در تحقیق حاضر، پس از بررسی ادبیات مرتبط با موضوع و شناخت کلیات و تعاریف بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات و همچنین مزایا و تاثیرات آن، با استفاده از روش کیفی، مصاحبه‌های نیمه ساختاریافته با ۱۶ نفر از متخصصان این حوزه صورت گرفت و سپس با استفاده از روش تحلیل مضمون نتایج آن تدوین گردید. نتایج نشان می‌دهد استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در مرحله طراحی تفصیلی بیشترین کاربرد را دارد و همچنین بیشترین کاربرد آن در برآورد هزینه، متره مصالح و تشخیص تزاحمات است و ضمنا مشاور و کارفرما بیشترین بهره را از این بانک اطلاعاتی می‌برند.

**تاریخچه داوری:**
دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۲۰
بازنگری: ۱۴۰۱/۰۹/۰۹
پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۲۶
ارائه آنلاین: ۱۴۰۱/۱۱/۲۶

**کلمات کلیدی:**
بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات
مدل‌سازی اطلاعات ساخت
مراحل پروژه
کاربردهای BIM
مدل‌های BIM

## ۱- مقدمه

موضوع BIM از دهه ۱۹۷۰ آغاز شد و در سپتامبر ۱۹۷۴ طی گزارشاتی BIM را به عنوان راه حلی مناسب برای مشکلات و معضلات پیش روی صنایعی همچون معماری، مهندسی، ساخت‌وساز و بهره‌برداری دانسته‌اند. سپس مفهوم "BUILDING DEVELOP SYSTEM – BDS" مطرح شد و اهمیت آن را در کاهش هزینه‌ها که معمولاً در طراحی، ساخت و بهره‌برداری از ساختمان‌ها اتفاق می‌افتد، بیان کرد. BDS به عنوان ترکیبی از نرم‌افزار و سخت‌افزار کاربرد دارد که می‌تواند برای ذخیره‌سازی و دست‌کاری اطلاعات طراحی ساختمان با جزئیاتی که امکان طراحی، ساخت و تحلیل اجرایی را دارد مفید باشد. هنگامی که BDS مطرح شد، تعداد زیادی از صنایع ابزارهای تجزیه‌وتحلیل یکپارچه و مدل‌سازی پارامتری را توسعه داده‌اند. همچنین، صنعت ساخت‌وساز نیز از روش‌های سنتی و طراحی دوبعدی به سمت BIM روی آورده است. علاوه بر مشکلات ذاتی مربوط به نقشه‌های دوبعدی، برای تجزیه‌وتحلیل و ارائه‌ی آن‌ها، لازم بود تا نقشه‌ها روی کاغذ پیاده شوند و این فرآیند، بسیار خسته‌کننده و ناکارآمد بود. علاوه بر همه این‌ها، سیستم سنتی تمایل بسیاری به استفاده از کارهای قبلی و نقشه‌های تیپ دارد و این باعث می‌شود که متولیان نسبت به کارهای پیشین تغییرات کمتری اعمال کنند [۱].

مدل‌سازی اطلاعات ساختمان نمایشی دیجیتالی از ویژگی‌های عملکردی و فیزیکی یک ساختمان است، به عنوان منبع مشترک اطلاعاتی برای تصمیم‌گیری در طول عمر یک پروژه، از فاز مفهوم تا اختتام[۲]. با توجه به تعریفی که توسط وزارت خدمات ایالات متحده ارائه شده است، BIM در واقع، توسعه و استفاده از یک مدل اطلاعات چند بعدی رایانه‌ای، نه‌تنها برای اسناد ساختاری طراحی شده بلکه برای شبیه‌سازی ساخت و بهره‌برداری از امکانات سرمایه است. در نتیجه، BIM یک نمایشگر دیجیتالی، پارامتری، هوشمند، غنی از داده و شی‌گرا است. به طوری که می‌توان کلیه دیدگاه‌های کاربران را بر اساس نیاز آن‌ها از این مدل استخراج و تحلیل کرد [۳].

* نویسنده عهده‌دار مکاتبات: Azizi.pm@modares.ac.ir

حقوق مؤلفین به نویسندگان و حقوق ناشر به انتشارات دانشگاه امیرکبیر داده شده است. این مقاله تحت لیسانس آفرینندگی مردمی (Creative Commons License) در دسترس شما قرار گرفته است. برای جزئیات این لیسانس، از آدرس https://www.creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode دیدن فرمائید.

مدل‌سازی اطلاعات ساختمان نمونه‌ای از جدیدترین مدل‌های سه‌بعدی مدرن برای شبیه‌سازی برنامه‌ریزی، طراحی، ساخت و بهره‌برداری در پروژه‌های ساختمانی است. این سیستم این قابلیت را فراهم می‌کند که ابتدا آنچه را که قرار است ساخته شود، در یک محیط مجازی به طور کامل ایجاد کرده و در صورت بروز مشکل در فرآیند ساخت، بر مشکلات ناشی از ساخت‌وساز غلبه کند [۴].

عملکردهای BIM در ۷ بعد اجرا به شرح زیر است:

– مدل‌های شرایط موجود (3D): بعد سوم BIM، که شامل طراحی و برنامه‌ریزی، تولید نقشه‌های کارگاهی، هماهنگی بین انیمیشن دیجیتال پروژه و در نهایت بازاریابی برای پروژه است.

– زمانبندی (4D): بعد چهارم BIM، که شامل یک برنامه زمانی پروژه است.

– برآورد (5D): بعد پنجم BIM، که شامل برآورد هزینه‌های پروژه و تجزیه‌وتحلیل جریان نقدینگی است.

– پایداری (6D): بعد ششم BIM که در آن عملیاتی مانند ساخت و تحلیل میزان مصرف انرژی انجام می‌شود.

– مدیریت تسهیلات (7D): بعد هفتم BIM، که شامل ارزیابی چرخه عمر پروژه و مدیریت کل دارایی‌های عمر پروژه است.

مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) به طور گسترده ای به عنوان اصلی‌ترین ابزار برای تبادل اطلاعات دیجیتالی در مورد ساختمان‌ها در طول چرخه عمر آنها در نظر گرفته شده است. در سیستم‌های کتابخانه BIM، اشیا و محصولاتی از جمله اجزای سیستم تهویه و در و پنجره و سیستم‌های تاسیسات مکانیکی و الکتریکی در طرح‌ها از جمله طراحی، شبیه‌سازی و همچنین فرآیندهای خرید را نشان می‌دهند. بنابراین، بانک اطلاعاتی تجهیزات و مصالح BIM نقشی اساسی در انتشار اطلاعات محصولات نوآورانه دارند[۵].

از دهه ۱۹۵۰ تا ۱۹۹۰، به منظور افزایش بهره وری، بهبود کیفیت و کنار آمدن با کمبود نیروی متخصص، بسیاری از کشورهای پیشرفته مانند کشورهای اروپای شرقی و غربی، ایالات متحده آمریکا، دانمارک، هلند، سوئد، آلمان، ژاپن، سنگاپور و هنگ کنگ نیز به نوبه خود سیستم‌های ساختمانی پیش ساخته را در سطوح مختلف ایجاد کردند. با چندین دهه توسعه، سیستم مسکن در ژاپن، Uniformat در آمریکا و ETAG در اروپا برای ارتقا صنعتی‌سازی در AEC ساخته شده است. برخی از بانک‌های اطلاعاتی اجزای ساختمان، مانند بانک اطلاعاتی BIM مربوط به مسکن و ساخت‌وسازهای شهری و روستایی توسط دولت‌ها ساخته شده اند، از جمله مدل‌های عظیم ساختمانی سه‌بعدی از کاتالوگ‌های مختلف حرفه‌ای و اطلاعات منسجم مدل‌ها، که بسترهای مناسبی برای سفارشی‌سازی بین تامین‌کنندگان و تقاضاکنندگان خواهد بود [۶].

پایگاه داده BIM یک بستر مهم است که ارتباط بین اجزای ساختمان، سرویس‌های مرتبط، سهامداران متعدد و نرم افزارهای BIM را تسهیل می‌کند. تعداد پایگاه‌های داده BIM و اجزای سازنده آن‌ها در پایگاه‌های اطلاعاتی در جهان به سرعت در حال رشد است. به عنوان مثال، پایگاه داده BIMobject شامل ۱۳۳۷۱ خانواده محصول و ۵۰۷۶۰ شیء پارامتری BIM است. پایگاه داده Autodesk Seek در آمریکا از ۶۵۰۰۰ شیء ساختمان تشکیل شده است.

متداول ترین کتابخانه‌های BIM عبارتند از: SmartBIM li-brary و Bimobject platform و NBS National BIM library و MagiCloud [۷].

علیرغم مزایای عظیم BIM و گسترش جهانی آن، پذیرش کند این رویکرد جدید در برخی کشورها از جمله ایران نگرانی های بسیاری را برانگیخته است [۸].

برای اجرای موفقیت آمیز پروژه‌های ساخت‌وساز، تلاش‌های زیادی برای استفاده از BIM انجام شده است. با این حال، در عمل، یک سیستم پایگاه داده هنوز توسعه نیافته است زیرا برای تجزیه‌وتحلیل زمان/هزینه برای یک پروژه خاص، یک ساختار پایگاه داده گسترده نیاز است. همچنین یکی از موانع مهم پیاده‌سازی BIM عدم وجود بانک اطلاعاتی تجهیزات و مصالح می‌باشد.

تاکنون محققین دانشگاهی و سازمان‌ها تحقیقات و مقالات فراوانی در مورد عوامل موفقیت BIM، روش‌های پیاده‌سازی و بهره‌برداری از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، مزایا و موانع آن منتشر کرده‌اند. طی ۲۰ سال گذشته، مطالعات گسترده‌ای پیرامون BIM در ابعاد بزرگ و کوچک صورت گرفته است، که در این مطالعات عوامل موفقیت BIM به اشکال متفاوت و از دیدگاه‌های گوناگونی طبقه‌بندی شده اند.

همانطور که گفته شد مطالعات زیادی در خصوص موانع پیاده‌سازی BIM انجام شده است ولی با تحقیقاتی که صورت گرفت مشخص شد که یکی از اصلی‌ترین موانع عدم استفاده از BIM، نبود یک بانک اطلاعاتی جامع مصالح و تجهیزات است و همچنین در ایران بانک اطلاعاتی جامعی در این خصوص یافت نشده است. بررسی پژوهش‌های انجام شده حاکی از

این است که مطالعات ارزشمندی در حوزه بانک اطلاعاتی BIM انجام شده است ولی پژوهشی که به بررسی اثرات وجود بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در فرآیند پیاده‌سازی BIM توجه داشته باشد، وجود نداشته و این خلا حس می‌شود و به همین دلیل این پژوهش در پی آن است که این تاثیرات را شناسایی نماید.

## ۲- پیشینه پژوهش

### ۲- ۱- مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در چرخه حیات پروژه

منظور از چرخه حیات پروژه مجموعه‌ای از فازهاست که از ابتدا تا انتهای پروژه (از ایده تا محصول) طی می‌شود. هر چقدر عدم اطمینان در پروژه بیشتر باشد فازها بیشتر و طول آن‌ها کوتاه‌تر است.

در ادبیات، چرخه حیات پروژه را شامل مراحل امکان‌سنجی، طراحی، پیش از ساخت (طراحی جزئیات و مناقصه)، ساخت‌وساز و عملیات و مدیریت می‌دانند [۹].

رابرت ایدی و همکارانش اظهار دارند که BIM بیشتر در طراحی (۵۴٫۸۸ درصد) و مراحل پیش از ساخت (۵۱٫۹۰ درصد) پروژه‌ها استفاده می‌شود. استفاده محدود در مراحل بهره‌برداری و مدیریت ممکن است به این دلیل باشد که بسیاری از شرکت‌ها فقط BIM یا سایر نرم‌افزارهای مدیریت امکانات مانند Archibus را که ممکن است به سیستم‌های مدیریت ساختمان موجود (BIM) مرتبط باشند انتخاب و ترجیح داده‌اند [۱۰].

آرایچی در مقاله‌ای با عنوان " شاخص‌های کلیدی عملکرد فرآیند اجرای BIM" چرخه حیات پیاده‌سازی BIM را در پنج مرحله دیده است که در جدول (۱) مشاهده می‌شود [۱۱].

BIM شیوه‌های سنتی مدیریت پروژه و ساخت‌وساز را تغییر داده است که به نوبه خود بر چرخه عمر پروژه تأثیر می‌گذارد. استفاده از BIM در طول این چرخه عمر متفاوت است که به طور دوره‌ای با ورودی‌های مختلف در مراحل مختلف توسعه پیدا می‌کند.

استفاده از BIM در مراحل مختلف چرخه عمر پروژه نشان داده شده است که از مطالعات گذشته آمده است. جدول (۲) کاربردهای مختلف BIM را در طول اجرای پروژه نشان می‌دهد.

### ۲- ۲- بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات BIM

بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات دارای قسمت‌های مختلفی است، این پایگاه‌های داده به طور کلی باهم شباهت دارند اما در مواردی دارای تفاوت‌هایی هستند. بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات می‌تواند داخل سازمانی و یا جامع و کشوری، با حمایت سازمان‌های ذینفع مثل مجموعه‌های کارفرمایی، مشاوران، تامین کنندگان و یا پیمانکاران باشند. بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات می‌تواند از ساختارهای گوناگون اطلاعاتی مانند IFC و ... برای سازگاری با انواع سیستم‌ها استفاده کند.

بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات مجموعه‌ای جامع، متمرکز و هماهنگ از ریزمدل‌ها، ابزار و مصالح مورد استفاده در تمامی چرخه عمر پروژه در صنعت ساخت ساز، از فازهای تعریف، طراحی، ساخت و احداث، بهره‌برداری و همچنین تخریب، در صنعت ساخت و ساز مرتبط است. در بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات، اکثر ریزمدل‌ها، مصالح، تجهیزات و تولیدات قابل استفاده در صنعت ساخت به صورت مدل‌های سه بعدی با دقت بالا، با جزئیات، کاربردی و استاندارد در کنار اطلاعات لازم از جمله مشخصات فنی، فیزیکی و جزئیات ظاهری، اطلاعات مربوط به زمان، هزینه، منابع، جزئیات و پیش نیازهای لازم برای برنامه ریزی و اجرا، به تفکیک بر اساس تامین‌کنندگان آن‌ها، استانداردها و محل تامین در بازار، بر اساس فرمت‌های استاندارد ثبت شده و با ساختاری با واسطه اینترنت و یا ارائه شده بر بستر یک شبکه خصوصی قابل استفاده توسط ذی‌نفعان درون یا بین سازمانی، در اختیار مشاورین، طراحان، مدیران، پیمانکاران و دیگر ذی نفعان BIM قرار می‌گیرد [۱۳].

در تعریفی دیگر موسسه معماران آمریکا بانک اطلاعاتی BIM را "فناوری مبتنی بر مدل مرتبط با پایگاه داده اطلاعات پروژه" نامیده است. که می‌تواند اطلاعات کاملی را در مورد یک ساختمان در قالب دیجیتال از جمله مواردی مانند کمیت و خواص اجزای ساختمان ذخیره کند. این اطلاعات، زمین و روابط مربوط به یک ساختمان را هم پوشش می‌دهد و تبادل دیجیتالی و قابلیت همکاری داده‌ها را تسهیل می کند [۶].

بانک اطلاعاتی علاوه بر مفاهیم مدل‌سازی سه بعدی، عمدتا شامل فناوری پایگاه داده اطلاعات و نرم افزارهای قابل همکاری در محیط رایانه است که معماران، مهندسان و پیمانکاران می‌توانند از آن‌ها برای طراحی تاسیسات و شبیه سازی ساختمان استفاده می‌کنند. این فناوری به تیم پروژه اجازه می‌دهد تا یک مدل مجازی از ساختار و تمام سیستم‌های آن را به صورت سه بعدی ایجاد کنند و بتوانند آن اطلاعات را با یکدیگر به اشتراک بگذارند. به همین ترتیب، نقشه‌ها، مشخصات و جزئیات ساخت و ساز که درواقع برای مدل مهم هستند، شامل ویژگی‌هایی مانند هندسی ساختمان، روابط فضایی، ویژگی‌های کمی اجزای ساختمان و اطلاعات جغرافیایی

**جدول (۱) شاخص‌های کلیدی عملکرد فرآیند اجرای BIM[۱۱]**

**Table (1) Key performance indicators of the BIM implementation**

| مراحل | شاخص‌ها |
|---|---|
| مرحله ۱: بررسی جزئیات و تجزیه و تحلیل عملکرد فعلی | تولید نمودارهای فرآیند فعلی<br>تجزیه و تحلیل سیستم<br>بررسی سیستم‌های فناوری اطلاعات<br>بررسی و تجزیه و تحلیل ذی‌نفعان<br>شناسایی مزایای رقابتی از اجرای BIM |
| مرحله ۲: شناسایی بهره‌وری از اجرای BIM | بهره‌وری پس از پذیرش BIM افزایش می‌یابد |
| مرحله ۳: طراحی فرایندهای تجاری جدید و مسیر پذیرش فناوری | تولید استراتژی‌های با جزئیات<br>مستندات فرآیند و رویه‌های ناب<br>شناسایی مستندات شاخص‌های کلیدی عملکرد<br>مستندسازی برنامه اجرای BIM |
| مرحله ۴: پیاده‌سازی و راه‌اندازی BIM | اجرای پایلوت BIM در سه پروژه مختلف (گذشته، فعلی و آینده)<br>آموزش کارکنان و ذی‌نفعان<br>طراحی و ارتقای قابلیت‌های شرکت<br>مستند سازی و ادغام فرایندها و رویه‌ها |
| مرحله ۵: بررسی پروژه، انتشار و ادغام در برنامه استراتژی | پایداری محصولات جدید و ارزیابی فرآیندهای ارائه شده<br>ارزیابی و بررسی نتایج پروژه |

می‌تواند با استفاده از بانک‌های اطلاعاتی کاملا مدل شوند. موارد ذکر شده به تیم پروژه اجازه می‌دهد تا مسائل طراحی و ساخت را به سرعت شناسایی کرده و آن‌ها را قبل از مرحله ساخت در دنیای واقعی در یک محیط مجازی بررسی کنند. بنابراین بانک اطلاعاتی BIM در درجه اول فرایندی است که می‌توان داده‌های ساختمان را در طول چرخه زندگی یک پروژه تولید و سپس مدیریت کرد. بانک اطلاعاتی با استفاده از نرم افزارهای سه بعدی ایجاد می‌شوند که زمان و هزینه واقعی را پس مدل‌سازی ساختمان به منظور مدیریت و افزایش بهره‌وری در طراحی و ساخت ساختمان استفاده می‌شود. بانک اطلاعاتی مدل اطلاعاتی ساختمان را ایجاد می‌کند که شامل داده‌های هندسی، مکانی و فیزیکی و اجزای ساختمان می‌شود. فناوری‌های ساخت و ساز با وجود فرآیند BIM با گذشت زمان همچنان در حال پیشرفت است زیرا پیمانکاران، معماران، مهندسان و دیگران به دنبال یافتن راه‌های جدید برای بهبود فرایند BIM هستند [۱۴].

**جدول (۲) کاربردهای مختلف BIM را در طول اجرای پروژه [۱۲]**

**Table (2) Applications of BIM in project life cycle**

| چرخه عمر پروژه | کاربردهای BIM |
|---|---|
| مرحله طراحی | تخمین هزینه |
| | برنامه‌ریزی ساخت |
| | هماهنگی سه بعدی |
| | پیش ساختگی |
| | شبیه سازی کردن |
| | تجزیه و تحلیل |
| | ترتیب دهی |
| مرحله اجرا | نظارت بر ساخت و ساز |
| | برنامه ریزی تعمیر و نگهداری |
| | ساخت و ساز خارج از کارگاه |
| مرحله بهره برداری | مدیریت دارایی |
| | تجزیه و تحلیل سیستم ساختمانی |
| | ثبت و ضبط مدل‌ها |

تعداد زیادی از تولیدکنندگان محصولات ساختمانی در سراسر جهان وجود دارد و هر سازنده چند و گاهی هزاران محصول تولید می‌کند [۶]. با افزایش پذیرش مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، طراحان و پیمانکاران برای ادغام داده‌ها در مدل ساختمان، به اطلاعات مبتنی بر BIM از تولیدکنندگان و سازندگان محصولات ساختمانی نیاز خواهند داشت [۱۵]. مدل‌های ساختمانی یا آبجکت‌های ساختمان نیز در اصل اجزای مدل‌سازی اطلاعات ساختمان با نمایش هندسی دو بعدی و سه بعدی هستند. آن‌ها نمایانگر محصولات فیزیکی مانند درها، پنجره‌ها، تجهیزات، مبلمان و وسایل برقی یا لوله کشی هستند. این اشیاء همچنین شامل مجموعه‌هایی مانند دیوارها، سقف‌ها و کف [۱۶] و همچنین مجموعه‌ای از سیستم‌های مبلمان یا چیدمان تجهیزات فضایی هستند. به عبارت دیگر، آنها شامل اشیاء اساسی هستند که برای ساختن ساختمان به عنوان یک موجودیت فیزیکی مورد نیاز است [۱۷].

در بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات به طور کلی دو گروه اصلی از مدل‌های محصول بر اساس سطوح مختلف جزئیات مورد نیاز در مدل‌های ساختمان وجود دارد. گروه اول مدل‌های کلی محصول هستند که عمدتا برای استفاده در مراحل اولیه یعنی مراحل طراحی مفهومی، ارائه می‌شوند، یعنی جایی که به داده‌های خاص تولید کننده نیازی نیست. آبجکت‌های عمومی به ندرت به سطوح بسیار بالایی از جزئیات نیاز دارند. علاوه بر مدل‌های محصولات عمومی، تولیدکنندگان، مدل‌های سه بعدی محصولات ساختمانی خود را که با BIM مدل شده اند، ارائه می‌دهند. به این ترتیب، آن‌ها می‌توانند مطمئن شوند که محصولات آن‌ها در طول مراحل طراحی بخشی از پروژه هستند. این مدل‌های آماده BIM غنی از داده هستند و حاوی اطلاعاتی می‌باشند که طراحان و پیمانکاران به آن نیاز دارند اما نباید با اطلاعات غیر ضروری بی جهت سنگین شوند [۱۸]. با توسعه مدل‌های

ساختمانی و پیشرفت پروژه، مدل‌های مفهومی محصولات عمومی با مدل‌های دقیق‌تر جایگزین می‌شوند و بعد از آن، آن‌ها با مدل‌هایی که تولیدکنندگان در اختیار دارند و بعد از آن نیز در مرحله ساخت و مدیریت تاسیسات، محصولات واقعی جایگزین خواهند شد [۱۹].

به منظور درک و استفاده موثر از مدل‌های محصول، سازماندهی منظم آن‌ها در بانک‌های اطلاعاتی بسیار مهم است. [۲۰] درپژوهشی خاطرنشان کردند که نیاز به یک زبان مشترک برای سازماندهی اطلاعات در بانک‌های اطلاعاتی و سیستم‌های فناوری اطلاعات وجود دارد. از سوی دیگر، [۲۱] معتقد است که رشد سریع محصولات ساختمانی در پایگاه داده، جستجو کردن کارآمد مصالح موردنیاز کاربران را افزایش می‌دهد. هدف اصلی از مستندسازی مدل‌های محصول در بانک‌های اطلاعاتی BIM ادغام مدل‌های بانک اطلاعاتی با محصولات ساختمانی است. جنبه اصلی در این ادغام موجب به وجود آمدن ساختار و نام‌های استاندارد برای آبجکت‌ها است که در برنامه‌های کاربردی مورد نظر تعریف شده است. برای ادغام کامل آبجکت‌ها در مدل‌های ساختمانی، پنج جنبه بسیار مهم است: کلاس آبجکت‌ها، طبقه بندی آبجک‌ها، نامگذاری، ساختار ویژگی‌ها و رابطها با دیگر آبجکت‌ها [۲۲].

بهرامی و همکارانش در پژوهشی اظهار داشتند که در بانک‌های اطلاعاتی BIM و آبجکت‌های BIM محصولاتی مانند اجزای سیستم تهویه و غیره را در برنامه‌های طراحی، شبیه سازی و خرید شامل می‌شوند. بنابراین، بانک‌های اطلاعاتی BIM نقش محوری در انتشار اطلاعات در مورد محصولات نوآورانه دارند [۵].

ایجاد بانک اطلاعاتی از مدل‌های محصولات تولید کنندگان زمان بر است و عملاً توسعه مدل‌های محصول چند تولید کننده در شرکت‌های طراحی کارآمد نیست. این موضوع در واقع محرک اصلی توسعه بانک‌های اطلاعاتی BIM است، زیرا تولیدکنندگان می‌توانند به عنوان منبع بازاریابی آنلاین برای محصولات نیز عمل کنند. این مدل‌ها همچنین می‌توانند به عنوان کاتالوگ محصولات در نظر گرفته شوند [۱۷].

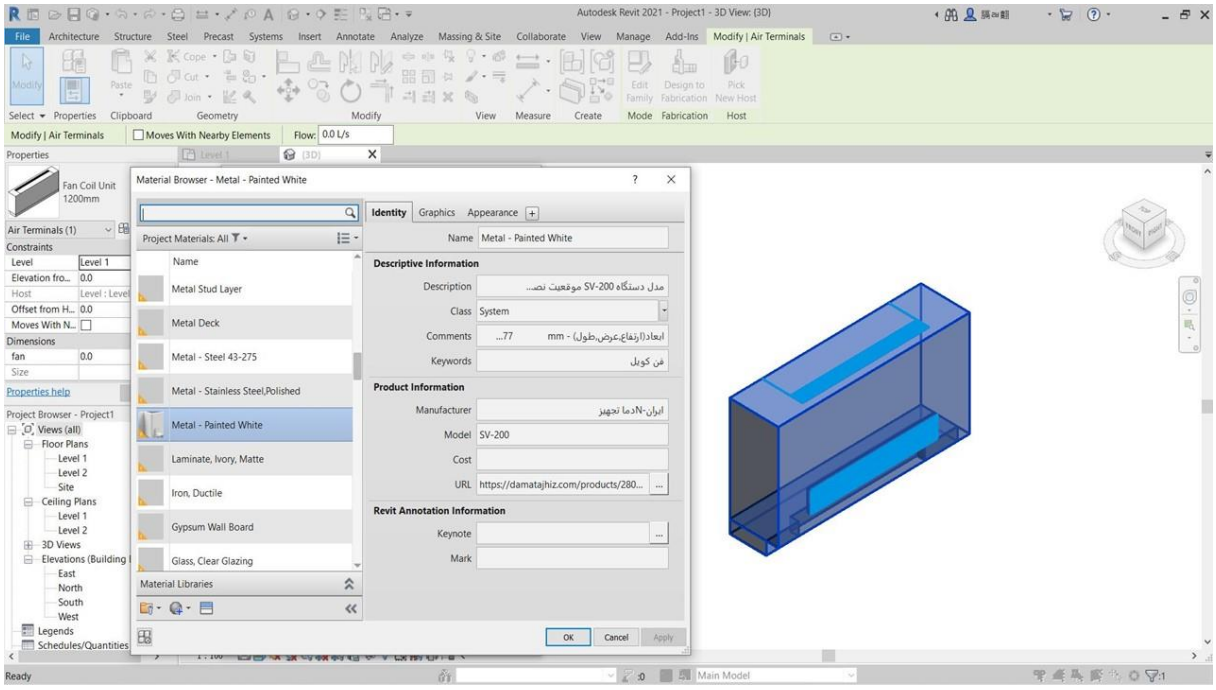
تولیدکنندگان محصولات ساختمانی مزایای آماده سازی محصولات خود مانند آبجکت‌های BIM را درک کرده اند.[۱۱] به وجود علاقه روزافزون صنعت ساختمان برای ارائه محصولات با نرخ دقیق، به روز و قابل تنظیم متناسب با نیازهای پروژه اشاره کرده اند. در نتیجه، با دسترسی مستقیم به اطلاعات مربوط به اجزای ساختمان، معماران و پیمانکاران می‌توانند آبجکت‌های BIM را انتخاب کنند که حاوی اطلاعات به روز شده، قابلیت‌های مدل‌سازی پارامتری و قابلیت همکاری کامل و باز است. امروزه، بیشتر تولیدکنندگان اطلاعاتی در مورد محصولات خود در قالب BIM ارائه می‌دهند [۲۳]. با این حال، طبق گزارش SmartMarket Report که اخیراً توسط McGraw Hill Construction منتشر شده است ، " اکثر کاربران BIM به محتویات بیشتری نیاز دارند که فعالیت‌های خاص آن‌ها را پشتیبانی کند." [۲۴]

بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات نمایش‌های مجازی سه بعدی و/ یا دو بعدی از محصولات ساختمانی هستند که برای پروژه‌های معماری و مهندسی ایجاد شده اند. نمایش‌های گرافیکی با اطلاعات فنی، گرافیکی و تجاری، همه در داخل مدل همراه است. این اجسام می‌توانند پارامتری باشند، به عبارت دیگر، اندازه‌گیری‌های آن‌ها را می‌توان تنها با تغییر مقادیر عددی خاص با حداکثر و حداقل ابعاد ساخته شده تطبیق داد. اشیاء شامل ابعاد مواد تولید شده دقیقاً همانطور که در یک محیط واقعی است خواهند بود. و اشیاء به هم مرتبط هستند، بنابراین اگر یک شی تغییر کند، اشیاء وابسته دیگر به طور خودکار تغییر می‌کنند. این امر باعث صرفه جویی در زمان در طراحی پروژه می‌شود و داده‌های دقیقی را در مورد محصولات به همه افراد مرتبط ارائه می‌دهد، زیرا توسط خود تولید کننده تهیه و تأیید می‌شود، و فرآیند تصمیم گیری برای خرید محصولات را ساده می‌کند [۲۵].

BIM ذاتاً به داده‌های تولید شده و به اشتراک گذاشته شده توسط چندین مجری پروژه بستگی دارد. بنابراین نیاز به همکاری بیشتر اعضای پروژه در مقایسه با پروژه های سنتی دارد. الزامات و پیش نیازهای مهم برای مدل سازی BIM، تعیین تکلیف مسائل قراردادی و روشن شدن شرایط و تعهدات طرفین BIM است [۲۶]. به همین منظور می‌توان از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات به صورت هدفمند و به منظور شفاف‌سازی تعهدات قراردادی نیز بهره برد.

بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در واقع اطلاعات جامع از نمونه‌ی موجود در بازار را شامل می‌شود. اطلاعاتی همچون ابعاد، نوع، قیمت، زمان ساخت، رنگ و .... اگر بانک اطلاعاتی جامعی از محصولات در کشور وجود داشته باشد و در مدل‌سازی‌ها از این بانک اطلاعاتی استفاده شود، در انتها می‌توان از آن به عنوان لیست تامین‌کنندگان جهت خرید نیز استفاده کرد. برخی بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات را به وندورلیست کارفرمایان تشبیه می‌کنند، ولی درحقیقت اطلاعات موجود در بانک اطلاعاتی و هدف از ایجاد و استفاده از آن فراتر از اطلاعات موجود در وندورلیست‌ها می‌باشد.

برخی از اجزاء ساختمان که لازم است از قبل مدل‌سازی شده باشند و




**شکل ۱ . نمونه اطلاعات تجهیزات در بانک اطلاعاتی (فن کویل)**

**Fig. 1. Example of equipment information in the database (fan coil)**

اطلاعات آن‌ها در بانک اطلاعاتی موجود باشد، از جنس تجهیزات نیستند بلکه مصالح محسوب می‌شوند مانند کفپوش، ایزوگام، سفال و... برخی نیز اساساً به گونه‌ای نیستند که بتوان آن‌ها را از فروشنده‌ای مشخص خرید بلکه مصالح آن باید خریداری شود و در محل کارگاه ساخته شوند. مثل راه‌پله و یا دیوارها یا سقف و کف‌سازی و ... . اما این موارد نیز باید در یک پروژه ساختمانی مدل‌سازی شده باشند و اطلاعات دقیقی از آن‌ها در مدل درج شده باشد.

در تمامی بانک‌های اطلاعاتی خارجی موجود، اطلاعات تجهیزات و مصالح وجود دارد. اطلاعاتی که برای تجهیزات (به طور مثال فن‌کویل) در بانک اطلاعاتی وجود دارد شامل و نه محدود به مشخصات کلی، توان مصرفی، طول، عرض، ارتفاع، سال تولید، ولتاژ، نام و سایت تولیدکننده و ... می‌شود که در شکل (۱)، مثال آن مدل‌سازی شده است.

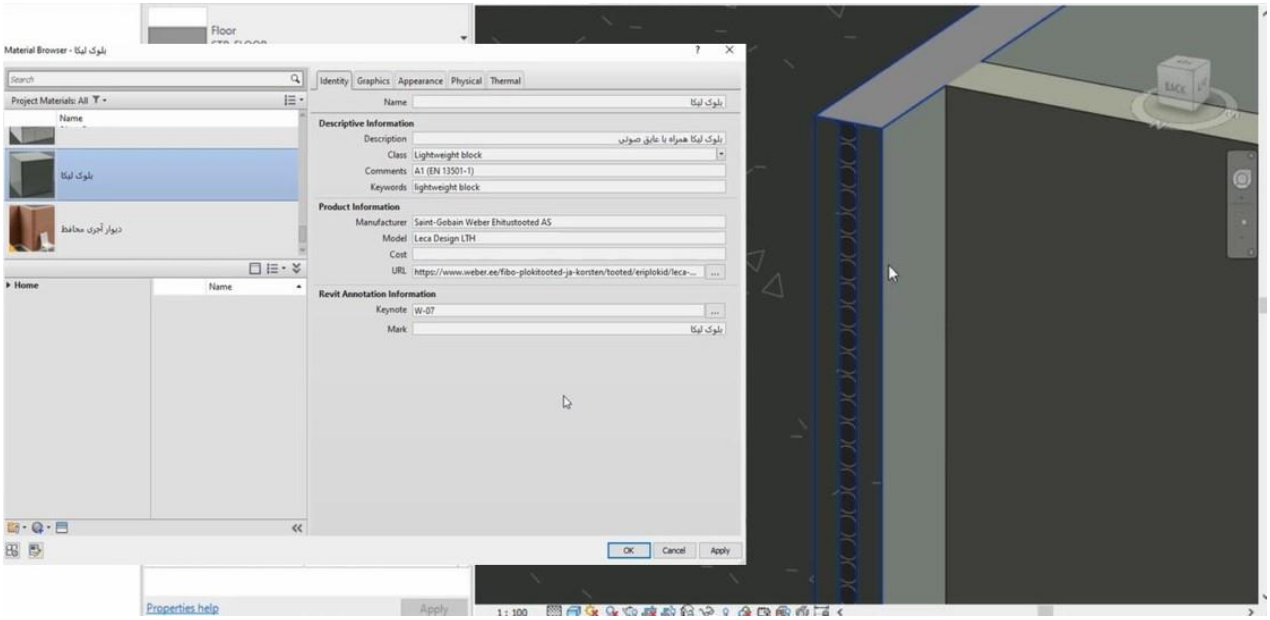
همچنین اطلاعاتی که برای مصالح (به طور مثال یک دیوار شامل بلوک لیکا، پشم سنگ و ...) در بانک اطلاعاتی وجود دارد شامل و نه محدود به مشخصات کلی، سال تولید، طول، عرض، عمق، محل استفاده، نام و سایت تولیدکننده و ... می‌شود که در شکل (۲)، (۳) و (۴)، مثال آن مدل‌سازی است.

رایج‌ترین بانک‌های اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در بسترهای دیجیتالی ارائه می‌شوند. به‌عنوان‌مثال، SmartBIMlibrary ، پلتفرم Bimob-ject ، بانک اطلاعاتی ملی BIM NBS و MagiCloud[۲۷].. در ادامه نمونه‌ای یک بانک اطلاعاتی جامع خارجی شرح داده شده است.

بانک اطلاعاتی BIMobject:

گروه BIMobject با همکاری برخی از شرکت‌ها و همکاران بین‌المللی ایجاد شده است. این بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات، به عنوان یک عامل واسط بین تولیدکنندگان (وندورها)، طراحان ریز مدل‌های BIM و کاربران مصرف کننده، عمل می‌کند.

کتابخانه‌های دیجیتالی دوبعدی و سه‌بعدی فراهم شده از محصولات ساختمانی، تاسیسات و عناصر سازه‌ای، تا در و پنجره‌ها، مبلمان و عناصر دکوری و محصولاتی چون آجر و کف‌پوش و ... در این بانک اطلاعاتی به خوبی ارائه شده و از نظر طبقه‌بندی، دسترسی و امکان جستجو از کیفیت بالایی برخوردار است. همچنین، محصولاتی که دیگر توسط تولیدکنندگان پشتیبانی نمی‌شوند از این بانک اطلاعات حذف می‌گردد. اطلاعات منتشر شده در این بانک اطلاعاتی BIM به وسیله کاربرانی انجام می‌شود که اکثرا نمایندگان برندهای تولیدکننده محصولات در صنعت ساخت هستند.

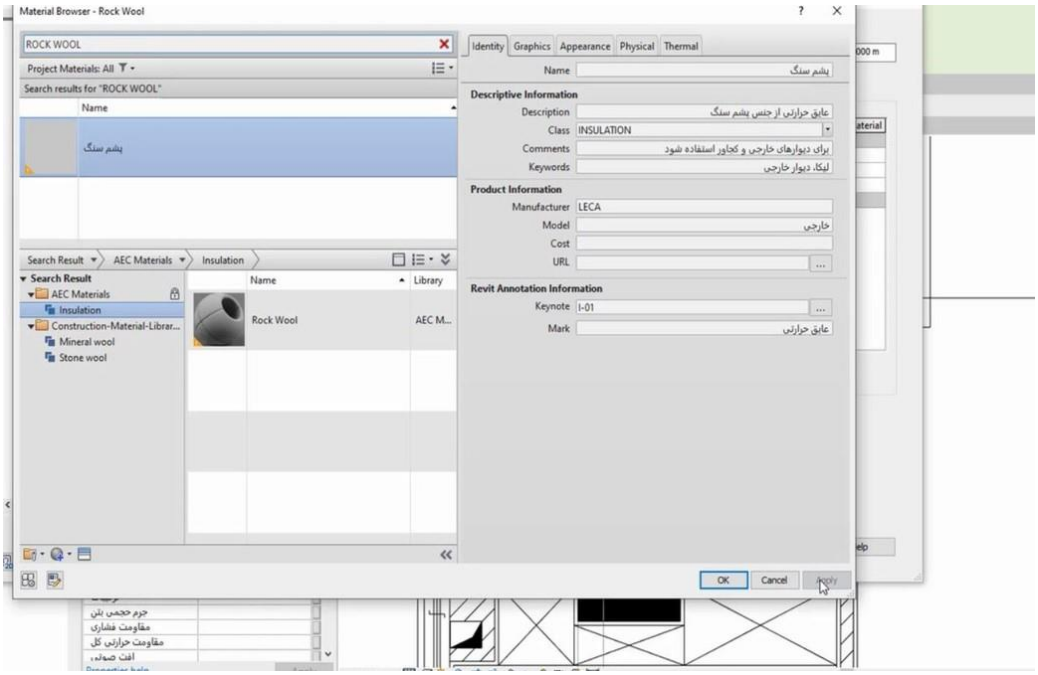



**شکل ۲. نمونه اطلاعات مصالح در بانک اطلاعاتی (بلوک لیکا)**

**Fig. 2. Example of material information in the database (leca block)**

**شکل ۳. نمونه اطلاعات مصالح در بانک اطلاعاتی (دیوار لیکا)**

**Fig. 3. Example of material information in the database (leca wall)**




**شکل ۴. نمونه اطلاعات مصالح در بانک اطلاعاتی (پشم سنگ)**

**Fig. 4. Example of material information in the database (stone wool)**

اگرچه این بانک اطلاعاتی عمومی از ساختارهای اطلاعاتی متنوع و ابزارهای نرم‌افزاری گوناگونی پشتیبانی می‌کند، اما بسیاری از مدل‌ها صرفا با تعداد محدودی از ساختارها ارائه می‌شوند و ضمانت برای سازگاری تمام مدل‌ها با تمام ساختارهای پشتیبانی شده وجود ندارد [۱۶].

ساختارهای اطلاعاتی که این بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات از آن پشتیبانی می‌کند به صورت زیر است:

Rfa - *.Lcf - *.Ifc - *.Bcf *.Pdf *.3ds - *.Obj.*

- *.Fbx - *.DWG *.Skp *.Stl *.Max

سازگار با نرم افزارهای Revit , Archicad استاندارد IFC و دیگر پلتفرم‌های CAD و مدل‌سازی سه‌بعدی

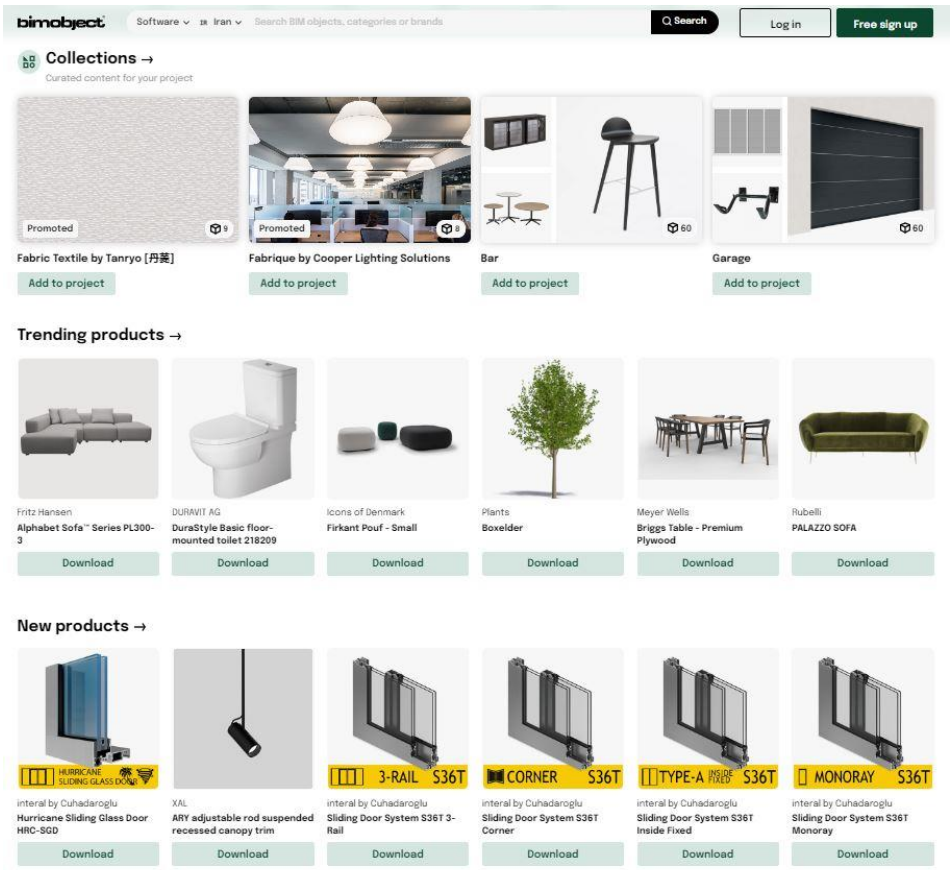
آدرس سایت : https://www.bimobject.com/

در شکل (۵) و (۶)، تصویر کلی از سایت و تصویر دیتابیس بخشی از محصولات موجود در این بانک اطلاعاتی نشان داده شده است.

برای اجرای موفقیت آمیز پروژه‌های ساخت‌وساز، تلاش‌های زیادی برای استفاده از BIM انجام شده است. با این حال، در عمل، یک سیستم پایگاه داده هنوز توسعه نیافته است زیرا برای تجزیه‌وتحلیل زمان/هزینه برای یک پروژه خاص، یک ساختار پایگاه داده گسترده نیاز است. همچنین یکی از موانع مهم پیاده‌سازی BIM عدم وجود بانک اطلاعاتی تجهیزات و مصالح می‌باشد. بررسی پژوهش‌های انجام شده حاکی از این است که مطالعات ارزشمندی در حوزه بانک اطلاعاتی BIM انجام شده است ولی پژوهشی که به بررسی اثرات وجود بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در فرآیند پیاده‌سازی BIM توجه داشته باشد، وجود نداشته و این خلا حس می‌شود و به همین دلیل این پژوهش در پی آن است که این تاثیرات را شناسایی نماید.

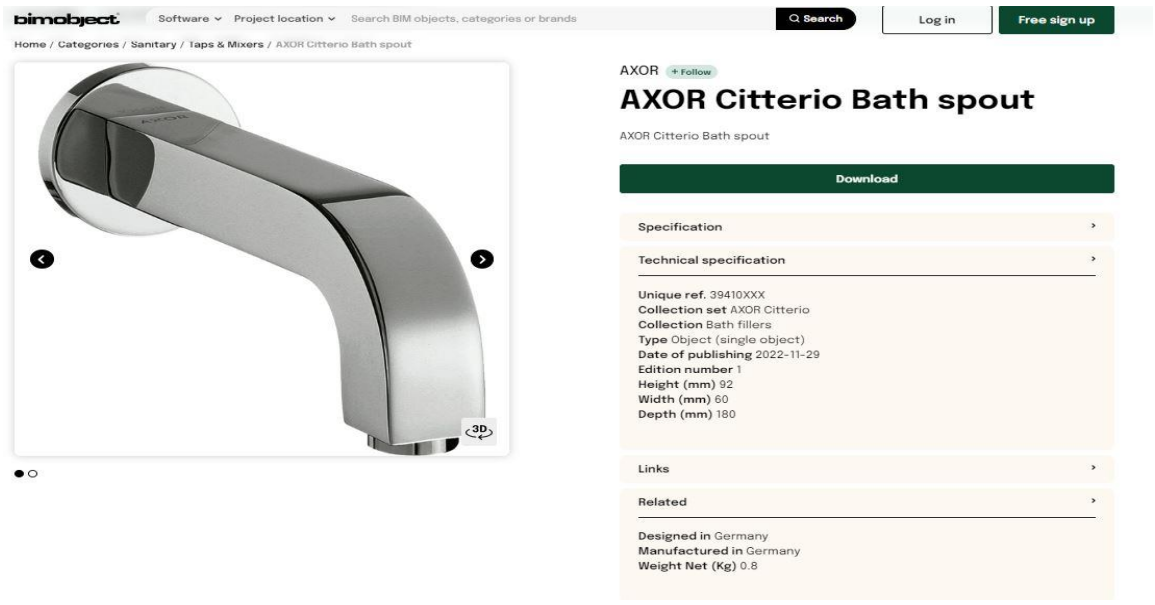
## ۳- روش پژوهش

استراتژی این پژوهش برای جمع‌آوری اطلاعات، استفاده از روش‌ها و ابزارهای مناسب هدف پژوهش است. روش‌های جمع‌آوری داده‌ها شامل مواردی هستند که چگونگی یا نحوه جمع آوری داده‌ها را مشخص می‌کند مثل روش‌های پرسشنامه‌ای، مصاحبه، مطالعه کتابخانه‌ای، مطالعه اسناد و مدارک، مشاهده، آزمایش. ازآنجاکه هدف اصلی این تحقیق بررسی تاثیر استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در فرآیند پیاده‌سازی BIM می‌باشد می‌بایست از روش کیفی استفاده نمود.




شکل ۵. نمونه محصولات موجود در بانک اطلاعاتی BIMobject

Fig. 5. Examples of products available in the BIMobject database




شکل ۶. یکی محصولات موجود در بانک اطلاعاتی BIMobject

Fig. 6. One of the products available in the BIMobject database

**جدول ۳. اطلاعات جمعیت شناسی مصاحبه شوندگان**

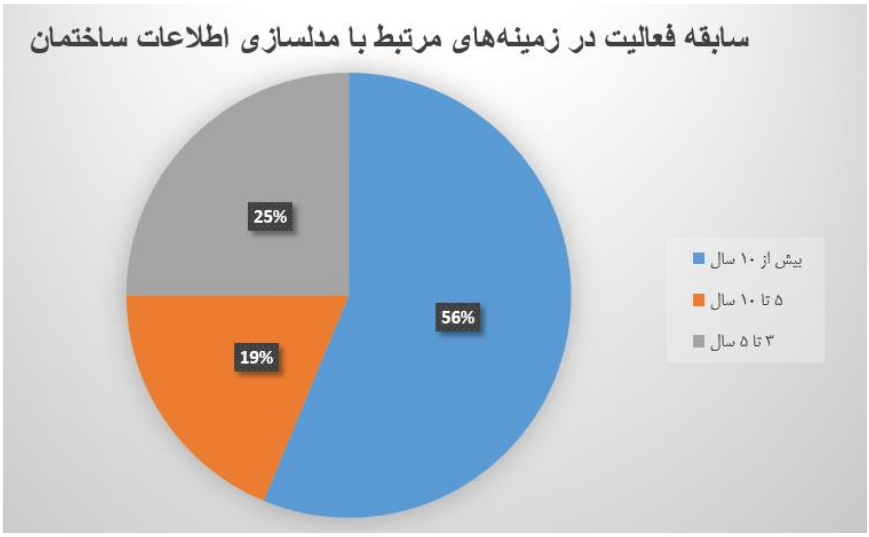
**Table. 3. Demographic information of interviewees**

| کد | حوزه کاری | میزان سال سابقه | میزان تحصیلات | رشته تحصیلی |
|---|---|---|---|---|
| B1 | مشاور | بیش از ۱۰ سال | کارشناسی | مهندسی عمران |
| B2 | مشاور | بیش از ۱۰ سال | دکتری | مدیریت و مهندسی ساخت |
| B3 | پیمانکار | ۵ تا ۱۰ سال | ارشد | مدیریت ساخت |
| B4 | پیمانکار | بیش از ۱۰ سال | ارشد | مدیریت ساخت |
| B5 | کارفرما | بیش از ۱۰ سال | ارشد | مهندسی عمران |
| B6 | مشاور | ۵ تا ۱۰ سال | ارشد | معماری |
| B7 | پیمانکار | بیش از ۱۰ سال | کارشناسی | معماری |
| B8 | کارفرما | بیش از ۱۰ سال | ارشد | مکانیک |
| B9 | مشاور | ۳ تا ۵ سال | دکتری | مدیریت ساخت |
| B10 | پیمانکار | بیش از ۱۰ سال | ارشد | مهندسی سازه |
| B11 | مشاور | ۳ تا ۵ سال | ارشد | مهندسی سازه |
| B12 | کارفرما و بهره‌بردار | بیش از ۱۰ سال | ارشد | MBA |
| B13 | مشاور | ۵ تا ۱۰ سال | کارشناسی | مهندسی تکنولوژی معماری |
| B14 | پیمانکار | بیش از ۱۰ سال | کارشناسی | معماری |
| B15 | مشاور | ۳ تا ۵ سال | ارشد | مدیریت ساخت |
| B16 | تامین کننده | ۳ تا ۵ سال | ارشد | مدیریت ساخت |

در این پژوهش که با هدف بررسی تاثیر استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در فرآیند پیاده‌سازی BIM صورت گرفت، استراتژی پیمایش کیفی و ابزار مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته جهت گردآوری داده‌ها به‌کار گرفته شد.

مشارکت‌کنندگان این پژوهش، تامین‌کنندگان، کارفرمایان، پیمانکارن و مشاوران می‌باشد. تعداد مصاحبه‌شوندگان بر اساس داده‌های به‌دست‌آمده از مصاحبه‌ها مشخص می‌شود. درواقع بدین معنی است که تا زمانی که نظرات جدید از مشارکت‌کنندگان تحقیق دریافت می‌شود مصاحبه با افراد جدید را ادامه می‌دهیم و هرزمان داده‌های تکراری مشاهده کردیم، آنگاه تعداد مشارکت‌کنندگان تحقیق مشخص می‌شود و از مراجعه به مصاحبه‌شونده بعدی خودداری می‌کنیم؛ اما مشارکت‌کنندگان در پژوهش را بر اساس میزان سابقه کار و تجربه آن‌ها انتخاب می‌کنیم. درواقع خبرگان باسابقه کاری حداقل ۲ سال در لیست قرار داده می‌شوند و به‌طور تصادفی از میان افراد داخل لیست انتخاب صورت گرفته و به آن‌ها مراجعه می‌شود.

به منظور جمع‌آوری اطلاعات کیفی برای شناسایی بررسی تاثیر استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در فرآیند پیاده‌سازی BIM با خبرگان این حوزه در دستور کار قرار گرفت. به جهت انتخاب مشارکت‌کنندگان پژوهش، روش نمونه‌گیری گلوله برفی که یک روش غیر تصادفی است، انتخاب شد. در این روش پژوهشگر افرادی را که دارای سابقه در حوزه ساخت و استفاده از تکنولوژی BIM هستند را برای مصاحبه نیمه ساختاریافته انتخاب کرد. پس از مصاحبه با ۱۶ نفر که همگی از مدیران و کارشناسان حوزه پروژه‌های ساخت بودند و مشخصات آنان در جدول (۳) و شکل (۷)،




**شکل ۷. سابقه فعالیت مشارکت‌کنندگان در پژوهش**

**Fig. 7. Work experience of participants in the research**

زمان تحلیل مصاحبه‌ها فرا رسید. در ابتدا مصاحبه‌ها مجددا بررسی و به روش تحلیل مضمون بررسی تاثیر استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در فرآیند پیاده‌سازی BIM بررسی شد.

در این تحقیق مبنی بر شناسایی شناسایی تاثیر استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در فرآیند پیاده‌سازی BIM از مصاحبه هدایت‌شده یا نیمه ساختار یافته استفاده می‌شود. ابتدا یکسری سؤالات مشخص و اطلاعاتی جهت آگاه ساختن مصاحبه‌شونده در رابطه با BIM ارائه می‌شود. هنگام مصاحبه ممکن است با دریافت نظرات خبرگان متوجه نکات جدید شویم که نیاز به طرح سؤالات دیگر برای دریافت ارتباط نظرات آن‌ها با موضوع تحقیق باشد.

همزمان با فرآیند گردآوری اطلاعات، دسته بندی و گوش دادن به فایل های صوتی با استفاده از کدگذاری و شناسایی کدهای تکرار شده در جواب به سوالات تحقیق آغاز شد. در قسمت اول، تاثیر بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات را بر کارکردهای BIM با استفاده از جدول (۵) بررسی شده است، لذا از روش کدگذاری قیاسی در این بخش استفاده گردید. اما در بخش دوم، به منظور شناسایی بیشترین تاثیر استفاده از بانک اطلاعاتی بر فرآیند پیاده‌سازی BIM و همچنین ذی‌نفعی که بیشترین منفعت را از بانک‌های اطلاعاتی می‌برد، از کدگذاری باز استفاده شد. ابزار اصلی استفاده شده در این فاز، نرم افزار اکسل بود که از آن برای تعریف دسته بندی‌های مشخصی برای پاسخ‌های ارائه شده توسط مشارکت کننده‌ها در پژوهش استفاده شد.

برای تسهیل کردن فرآیند مصاحبه جدول (۵) که از ادبیات استخراج شده است به عنوان پایه‌ی اصلی مصاحبه‌ها می‌باشد. با توجه به مطالعه‌ی ادبیات موضوع و همچنین استفاده از پروتکل BIM نیوزیلند و مدل BIM BIM، مدل BIM دانشگاه پنسیت و همچنین برخی از مدل‌های دیگر، به جدولی که در آن ۲۷ کاربرد BIM در ۵ مرحله از چرخه ی حیات پروژه، مستخرج از موارد ذکر شده در بالا به طوری که جامع و در برگیرنده‌ی همه‌ی آن‌ها باشد، دست یافته شده است.

در جدول (۴)، پنج مرحله از چرخه‌ی عمر پروژه شامل، فاز تعریف پروژه، فاز طراحی مفهومی، فاز طراحی تفصیلی، فاز ساخت‌واحداث و فاز بهره‌برداری در قسمت افقی جدول و همچنین ۲۷ کاربرد BIM در قسمت عمودی جدول آورده شده است. همچنین در هر یک از مراحل پروژه، کاربردهایی که وجود دارد با علامت تیک مشخص شده است.

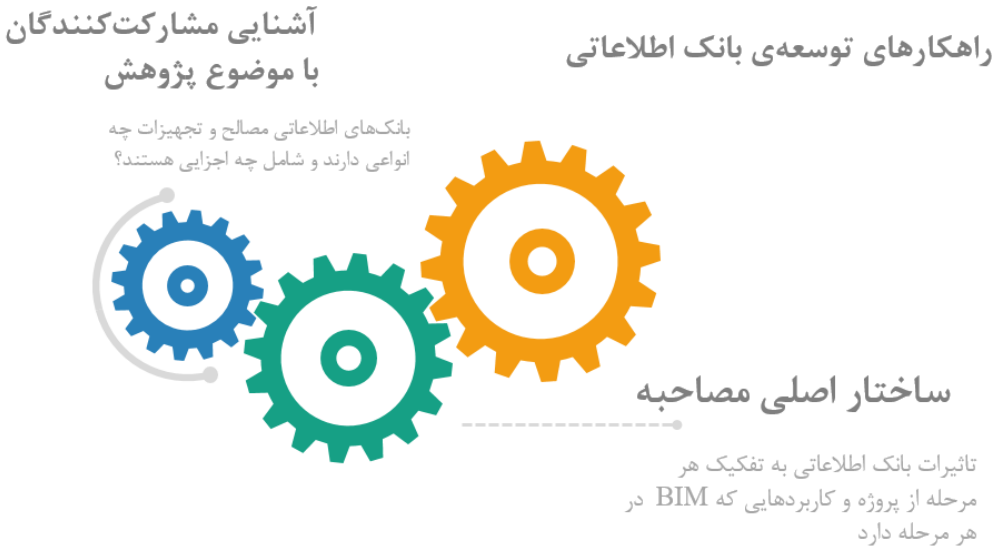
در این پژوهش، برای گردآوری داده‌ها در بخش کیفی، پروتکلی تهیه شده است. این پروتکل شامل سه بخش می‌باشد که در شکل (۸) به آن پرداخته شده است.

بخش اول پروتکل مصاحبه با هدف جمع‌آوری اطلاعات درباره میزان آشنایی مشارکت‌کننده‌های پژوهش با بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات و فعالیت‌های آن‌ها در این حوزه طراحی شده است. همچنین در این بخش با مطرح کردن این پرسش که: " بانک‌های اطلاعاتی مصالح و تجهیزات چه انواعی دارند و شامل چه اجزایی هستند؟ " سعی شد برآوردی از میزان

**جدول ۴. کاربرد مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در مراحل پروژه**

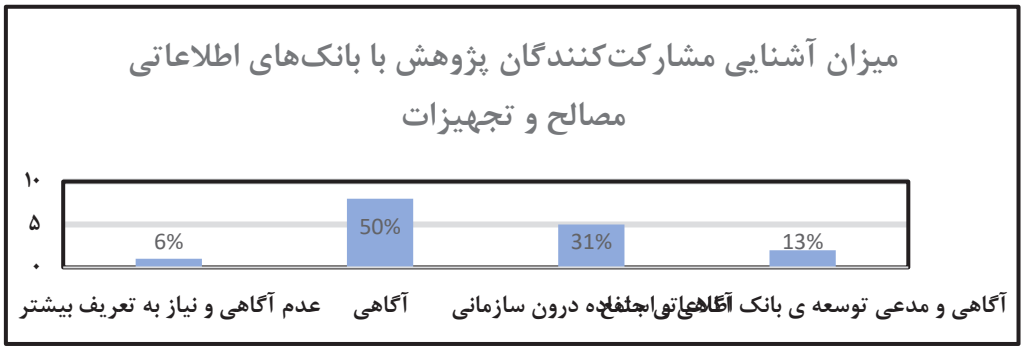
**Table 4. Application of Building Information Modeling in project life cycle**

| مراحل پروژه / کاربرد BIM | فاز تعریف پروژه | طراحی مفهومی | طراحی تفصیلی | ساخت و احداث | بهره‌برداری (پس از ساخت) |
|---|---|---|---|---|---|
| مدل‌سازی شرایط موجود | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| امکان‌سنجی پروژه | ✓ | | | | |
| برآورد هزینه | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| برنامه‌ریزی (مدل‌سازی ۴ بعدی) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| تجزیه‌وتحلیل فضایی | ✓ | ✓ | | | ✓ |
| تجزیه‌وتحلیل سایت | ✓ | ✓ | | | |
| ارزیابی نقشه‌ها | | ✓ | | | |
| طراحی‌وتهیه گزارش | | ✓ | ✓ | ✓ | |
| تجزیه‌وتحلیل مهندسی | | ✓ | ✓ | | |
| ارزیابی پایداری | | ✓ | ✓ | | |
| اعتبارسنجی الزامات فنی | | ✓ | ✓ | | |
| تشخیص تزاحمات | | | ✓ | ✓ | |
| متره مصالح | | | ✓ | | |
| کتابخانه محصول | | | ✓ | | |
| برنامه‌ریزی استفاده از سایت | | | | ✓ | |
| طراحی سیستم ساخت‌وساز | | | | ✓ | |
| ساخت خارج از کارگاه | | | | ✓ | |
| کنترل و برنامه‌ریزی سه بعدی | | | | ✓ | |
| QA / QC | | | | ✓ | |
| اسکن لیزری | | | | ✓ | |
| مدل‌سازی جزئیات فنی اجزا | | | | ✓ | ✓ |
| مدیریت دارایی | | | | | ✓ |
| برنامه‌ریزی تعمیر و نگهداری | | | | | ✓ |
| اسناد مدیریت تسهیلات (FM) | | | | | ✓ |
| تجزیه و تحلیل سیستم‌های ساختمان | | | | | ✓ |
| مدیریت و ردیابی فضا | | | | | ✓ |
| برنامه‌ریزی برای زمان رخداد بحرانی | | | | | ✓ |




**شکل ۸. پروتکل مصاحبه**

**Fig. 8. Interview protocol**




**شکل ۹. میزان آشنایی مشارکت‌کنندگان پژوهش با بانک‌های اطلاعاتی مصالح و تجهیزات**

**Fig. 9. The level of familiarity of research participants with materials and equipment databases**

آشنایی مشارکت‌کنندگان پژوهش با تعاریف ارائه شده در پیشینه پژوهش به دست آورده شود و با توجه به جدید بودن موضوع، مشارکت‌کنندگان پژوهش را با فضای موضوع پژوهش آشنا کند.

با توجه به شکل (۹) کمتر از نیمی از نمونه‌ها به نوعی از بانک‌های اطلاعاتی استفاده کرده و برخی از آن‌ها مدعی تلاش‌هایی در زمینه توسعه این بانک‌های اطلاعاتی بودند.

بخش دوم پروتکل، ساختار اصلی مصاحبه می‌باشد. در این بخش، برای شناسایی تاثیر استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در فرآیند پیاده‌سازی BIM، تاثیرات آن را به تفکیک هر مرحله از پروژه و کاربردهایی که BIM در هر مرحله دارد با استفاده از جدول (۴) شناسایی شد. سپس با مبنا قراردادن جدول (۴)، از مشارکت‌کنندگان در پژوهش خواسته شد تا تاثیر بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات را در هرمرحله از پروژه و هرکدام از کاربردهای BIM به صورت مجزا بیان کنند.

در بخش سوم پروتکل نیز، راهکارهای توسعه ی بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات جامع در کشور و متولیان توسعه‌ی آن از مشارکت‌کنندگان پژوهش استخراج شد.

جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌های گردآوری شده در این پژوهش، پس از اینکه فایل صوتی این مصاحبه‌ها به فایل متنی تبدیل شد، از طریق تحلیل محتوای کیفی و ابتدا کدگذاری قیاسی و سپس کدگذاری باز متن مصاحبه‌ها، گزارش پژوهش تکمیل و در بخش نتایج ارائه شد.

## ۴- نتایج و بحث

مصاحبه‌های این پژوهش شامل سه بخش است. بخش اول آشنایی با فرد مشارکت‌کننده در پژوهش و مرور مفهوم بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات بوده است.

بخش دوم از مصاحبه‌های این پژوهش مصاحبه‌های ساختاریافته بوده است که مراحل یک پروژه و کارکردهای BIM با افراد مطرح شده است و سپس این سئوال مطرح شد که بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در کدام کارکردها بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد و کدام ذی‌نفع از آن بهره‌مند می‌شود.

بخش سوم از مصاحبه‌های این پژوهش نکات تکمیلی و توضیحات مشارکت‌کنندگان در پژوهش در خصوص پاسخ‌های قبلی بوده است و اطلاعات این بخش از مصاحبه به عنوان جمع‌بندی به کار رفته است.

### ۴- ۱- کلیات و تعاریف بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات

برای آشنا کردن مشارکت‌کنندگان در پژوهش با موضوع و آماده‌سازی آن‌ها جهت ورود به بخش دوم مصاحبه، پس از معرفی خودشان، سئوال " به نظر شما بانک‌های اطلاعاتی مواد و مصالح و تجهیزات BIM چه انواعی دارند و شامل چه اجزایی هستند؟" از آن‌ها پرسیده شد.

همانطور که در ادامه نقل قول‌هایی از مشارکت‌کنندگان در پژوهش آمده است، مشخص است که تعاریف آن‌ها از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات، شباهت زیادی با مطالب استخراج شده از ادبیات دارد:

" بانک اطلاعاتی تعریف مشخصی دارد؛ درواقع مجموعه‌ای از داده‌ها و اطلاعات اجزای مدل‌ها است که در یک بانک اطلاعاتی تجمیع و بر اساس فیلدهای مشابه اطلاعات آن‌ها دسته‌بندی می‌شود. وجود بانک اطلاعاتی مصالح ضروری است وگرنه مشاور و طراح بدون وجود چنین بانک اطلاعاتی چگونه می‌تواند مدل‌سازی درستی انجام دهد؟ بنده معتقدم که بانک اطلاعاتی مصالح درواقع همان بعد پنجم BIM است. درحال حاضر کسانی که ادعا می‌کنند BIM را تا پنج بعد توسعه داده اند درواقع درست نیست، زیرا آن‌ها با متره و برآورد فهرست‌بهایی فقط مشخصات خاصی را متر می‌کنند مانند ستون‌ها و ...، در حالی که با وجود بانک اطلاعاتی مصالح، عیار بتن ستون و کف و دیوارها نیز کاملا مشخص است و در آن صورت است که می‌توان گفت بعد پنجم BIM پیاده‌سازی شده است"(B6)

" فناوری BIM با نمایش دیجیتال خصوصیات ساختمان، مدیرپروژه و ذی‌نفعان را در هر مرحله برای تصمیم‌گیری درست یاری می‌کند. مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به کلیه فعالیت‌های مدیریت ساخت، بر اساس اسناد قرارداد، نقشه‌ها و مشخصات وابسته هستند، به این صورت که به کمک نقشه‌ها کمیت کار و بر اساس مشخصات فنی، کیفیت آن تعریف می‌شود فلذا تمامی این موارد باید از بانک اطلاعاتی استانداردی در مدل قرار گیرد"(B7)

"وجود بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات قطعا و بسیار تاثیرگذار است و موجب کاهش زمان و هزینه و افزایش بهره‌وری پیاده‌سازی BIM می‌گردد. متاسفانه بانک اطلاعاتی جامع و استانداردی به صورت کلان در کشور وجود ندارد" (B12)

"بانک اطلاعاتی مصالح در اصل حکم کاتالوگ و معرفی محصول یک تولید کننده را دارد به طوری که مثلا یک تولیدی تاسیسات ساختمانی، محصولات خود را با نرم افزار رویت مدل‌سازی می‌کند و مشخصات فیزیکی و اطلاعات هزینه‌ای و کیفیتی آن‌را هم در مدل وارد می‌کند. بعدا که طراح از آن آبجکت‌ها در مدل خود استفاده کرد، کارفرما نیز باتوجه به تمام تحلیل‌های هزینه‌ای و کیفیتی که از مدل طراحی شده استخراج شده است احتمالا همان محصول را خریداری می‌کند و این هم نکته مثبتی برای طراح و کارفرما و هم برای تولیدکننده دارد"(B16)

"ایجاد یک بانک اطلاعاتی مصالح بخشی از یک فرآیند است که در آن تمامی تجهیزات و امکانات یک پروژه به شکل سه بعدی تهیه می‌شود و در شرایطی که احساس می‌کنید شرایط برای پروژه شما پیچیده شده است می‌تواند کمک زیادی به شما بکند. در واقع یکی از تاثیرات بانک اطلاعاتی مصالح دقیق‌تر کردن مدل‌سازی و درنتیجه ی آن طراحی بهتر می‌باشد"(B5)

"استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح موجب می‌شود میزان بازگشت سرمایه در پروژه به حداکثر برسد، تصمیم‌های حساب شده و برنامه‌ریزی شده گرفته شود، ریسک استفاده از مواد و مصالح غیر استاندارد کمتر شود و موجب شود که که انرژی که صرف انجام ساختن مدل شود حداقل باشد و بازدهی بسیار بالایی را نیز به همرا داشته باشد"(B11)

### ۴- ۲- تاثیرات بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات بر فرآیند پیاده‌سازی BIM

برای شناسایی تاثیر استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در فرآیند پیاده‌سازی BIM ، تاثیرات آن به تفکیک هر مرحله از پروژه و کاربردهایی که BIM در هر مرحله دارد باتوجه به مدل استخراج شده در جدول (۵) شناسایی شده است. در ادامه به بررسی تاثیر استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در مراحل تعریف پروژه، طراحی مفهومی، طراحی تفصیلی، ساخت و احداث و بهره‌برداری به تفکیک پرداخته شده است.

#### ۴- ۲- ۱- تاثیرات استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در مرحله ی تعریف پروژه

در اولین سوال بخش دوم از پروتکل مصاحبه، از مشارکت‌کننده‌ها در پژوهش خواسته شده تا به سئوال " استفاده از BIM در مرحله تعریف پروژه به طور معمول کاربردهایی همچون مدل‌سازی شرایط موجود و امکان‌سنجی پروژه، برآورد هزینه، برنامه‌ریزی(مدل سازی ۴بعدی)، تجزیه‌وتحلیل فضایی، تجزیه‌وتحلیل سایت دارد. استفاده از بانک‌های اطلاعاتی مصالح و تجهیزات چه تاثیری بر کاربردهای BIM در مرحله تعریف پروژه دارد و کدام ذی‌نفعان پتانسیل بهره مندی بیشتر از آن را دارند؟ " پاسخ دهند.

باتوجه تجزیه‌وتحلیل نتایج جواب‌های مشارکت‌کننده‌ها در پژوهش مواردی را مطرح کردند که در ادامه نقل قول‌هایی از آن‌ها آورده شده است. مشارکت‌کننده‌ها با اتفاق نظر حداکثری معتقد بودند که بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در مراحل اولیه مانند تعریف پروژه تاثیر زیادی ندارد به دلیل اینکه استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در این مراحل در حال حاضر بسیار کم است.

مصاحبه‌شوندگان اعتقاد داشتند که کارفرما در این مرحله بیشترین منفعت را از استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات می‌برد.

"در این فاز از پروژه بانک اطلاعاتی BIM نقشی ندارد ولی در برآورد قیمت تاثیر کوچکی می‌گذارد آن هم در تخمین برآورد هزینه ی کلی پروژه"(B3)

"در فاز تعریف پروژه بانک اطلاعاتی مصالح تاثیر بسیار کمی دارد و توجه به خواسته‌های کارفرما ارجح‌تر است"(B10)

"بانک اطلاعاتی مصالح در فازهای امکان‌سنجی و طراحی اولیه تاثیری ندارد ولی می‌تواند برای تعریف پروژه، به صورت تخمین کلی قدرت تصمیم‌گیری را برای شروع کردن یا نکردن پروژه به کارفرما بدهد. در فاز طراحی مفهومی نیز اطلاعات مصالح تاثیر زیادی ندارد و بیشترین تاثیر را کارفرما و سپس مشاور می‌برد"(B7)

"بانک اطلاعاتی همیشه به تیم‌های مختلف به ویژه تیم مشاور در مرحله امکان‌سنجی و برررسی شرایط موجود و آنالیز قیمت برای برآورد هزینه کمک می‌کند و می‌تواند تسهیل گر باشد"(B9)

"بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در مدل‌سازی شرایط موجود در فاز تعریف پروژه همان تاثیری را دارد که در فاز طراحی می‌گذارد .در واقع تاثیر نسبتا زیادی برای مدل‌سازی موجود دارد. در فاز تعریف پروژه به دلیل این که هنوز پروژه سر و شکل نگرفته است در واقع BIM نیز آنچنان حضور پر رنگی ندارد بنابراین در این فاز کاربرد بانک‌های اطلاعاتی به مصالح حداقل می‌باشد. برآورد هزینه در تمامی فازها می‌تواند از بانک‌های اطلاعاتی مصالح و تجهیزات و تاثیر بسیار زیادی بپذیرد و در واقع بیشترین تاثیر را در همین مورد دارد(B2)"

"در این فاز بانک اطلاعاتی در مدل‌سازی شرایط موجود قطعا تاثیرگذار است با توجه به اینکه در وضعیت کنونی پروژه می‌خواهیم تجهیزات را یک‌بار مدل بکنیم. بانک اطلاعاتی در امکان‌سنجی پروژه تاثیر کمی دارد، ولی در برآورد هزینه بسیار کابرد دارد زیرا تخمین کلی به عنوان تصمیم‌سازی به کارفرما می‌دهد. در تجزیه و تحلیل فضایی به علت ژئوگرافی دقیقی که در بانک اطلاعاتی وجود دارد نیز تاثیرگذار است (B15)"

#### ۴- ۲- ۲- تاثیرات استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در مرحله ی طراحی مفهومی

در دومین سوال بخش دوم از پروتکل مصاحبه، از مشارکت‌کننده‌ها در پژوهش خواسته شد تا به سئوال " استفاده از BIM در مرحله طراحی مفهومی به طور معمول کاربردهایی همچون ارزیابی نقشه‌ها، طراحی و تهیه گزارش، تجزیه‌وتحلیل مهندسی، ارزیابی پایداری، اعتبارسنجی الزامات فنی دارد. استفاده از بانک‌های اطلاعاتی مصالح و تجهیزات چه تاثیری بر کاربردهای BIM در مرحله طراحی مفهومی پروژه دارد و کدام ذی‌نفعان پتانسیل بهره‌مندی بیشتر از آن را دارند؟ " پاسخ دهند.

باتوجه تجزیه‌وتحلیل نتایج پاسخ مشارکت‌کننده‌ها به این پرسش مواردی را مطرح کردند که در ادامه نقل قول‌هایی از آن‌ها آورده شده است. مشارکت کننده‌ها با اتفاق نظر حداکثری معتقد بودند که بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در مراحل اولیه مانند طراحی مفهومی تاثیر نسبتا زیادی

ندارد به دلیل اینکه استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در این مراحل در حال حاضر کم است.

همچنین، اعتقاد داشتند که کارفرما و مشاور در این مرحله بیشترین منفعت را از استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات می‌برند.

"مانند فاز تعریف پروژه در این فاز هم بانک اطلاعاتی تاثیر چندانی ندارد. اگر منظور از این فاز را طراحی فاز یک در نظر بگیریم، بانک‌های اطلاعاتی راهگشا هستند به طور مثال می‌خواهید یک فضایی را برای یک تجهیز خاص پیش‌بینی کنید، اگر بانک اطلاعاتی وجود داشته باشد به راحتی می‌توان جانمایی کرد و زمان را بسیار کاهش می‌دهد درغیر این‌صورت باید کاتالوگ‌ها را تک به تک بررسی، مطالعه و مدل کرد. دسترسی به بانک اطلاعات BIM، بیشترین کاربرد و استفاده را برای مشاورین و کارفرما دارد. در این فاز تصمیمات کلان و اقتصادی را می‌توان با دقت و سریع با استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح گرفت"(B7)

"در تجزیه‌وتحلیل سایت چون حالت بصری وجود دارد، بانک اطلاعاتی می‌تواند تاثیرگذار باشد. بانک اطلاعاتی در این فاز قطعا در ارزیابی پایداری تاثیرگذار است به طور مثال پنجره ای که استفاده می‌کنید و میزان ضریب حرارتی آن بسیار مهم است. در کلش‌گیری، بانک اطلاعاتی مصالح به خصوص در بخش تاسیسات به طور مثال فن‌کویل‌ها که سایز بزرگی دارند بسیار موثر است"(B14)

"توسعه مدل‌های چهار بعدی در برنامه‌ریزی پروژه در فاز طراحی مفهومی می‌تواند بسیار تسهیل گردد اگر از بانک‌های اطلاعاتی مصالح و تجهیزات استفاده شود (B15)

"ما می‌توانیم برنامه‌نویسی که در داینامو انجام می‌دهیم به عنوان یک پایگاه داده که یک سری الزاماتی و چارچوب‌هایی که به ما اخطار دهد برای مفهوم کار قرار بدهیم. مثلا حتی برای ترکیب احجام می‌توانیم از پایگاه داده استفاده کنیم؛ طراحی مفهومی را در ایران ندیده ام"(B4)

### ۴- ۲- ۳- تاثیرات استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در مرحله ی طراحی تفصیلی

در سومین سوال بخش دوم از پروتکل مصاحبه، از مشارکت‌کننده‌ها در پژوهش خواسته شد تا به سئوال " استفاده از BIM در مرحله طراحی تفصیلی به طور معمول کاربردهایی همچون تشخیص تداخلات نقشه‌های سازه، معماری و تاسیسات، متره مصالح، کتابخانه محصول دارد. استفاده از بانک‌های اطلاعاتی مصالح و تجهیزات چه تاثیری بر کاربردهای BIM در مرحله طراحی تفصیلی پروژه دارد و کدام ذی‌نفعان پتانسیل بهره‌مندی بیشتر از آن را دارند؟ " پاسخ دهند.

باتوجه تجزیه‌وتحلیل نتایج پاسخ مشارکت‌کننده‌ها در پژوهش به این پرسش مواردی را مطرح کردند که در ادامه نقل قول‌هایی از آن‌ها آورده شده است. مشارکت‌کننده‌ها معتقد بودند که بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در مرحله ی طراحی تفصیلی تاثیر نسبتا زیادی دارد به دلیل اینکه استفاده از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در این مرحله به اوج خود رسیده است.

همچنین، اعتقاد داشتند که مشاور در این مرحله بیشترین منفعت را از استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات می‌برد.

"بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات، بیشترین تاثیر را در این مرحله از پروژه دارد. در این مرحله با توجه به اینکه اطلاعات بیشتر هست، می‌تواند در مسیر پیش‌برد پروژه در مرحله‌ی ساخت‌وساز بسیار تاثیرگذار باشد و به دلیل کم کردن زمان طراحی، مشاور بیشترین بهره را می‌برد"(B4)

در این فاز اهمیت بانک اطلاعاتی بسیار بالاتر است چون انتخاب انجام نهایی کار در این فاز است، مشاور به واسطه تهیه اسناد در این فاز بیشترین استفاده را از بانک اطلاعاتی مصالح می‌کند. تولیدکننده محصول به عنوان ذی‌نفع مسئول تولید این بانک اطلاعاتی هست. پیمانکار می‌تواند از این بانک اطلاعاتی، انواع اطلاعات را برای استفاده و بهره‌برداری در اجرا استفاده کند"(B10)

"بالاترین تاثیر بانک اطلاعاتی در این فاز بخصوص در متره برآورد است که کارفرما نیز بیشترین منفعت را از این مسئله می‌برد. وجود بانک اطلاعاتی کمک می‌کند تا در این فاز هزینه‌ها دقیق مشخص شود و بسیار موثر برای پیمانکار و کارفرما است"(B2)

"کاربرد بانک‌های اطلاعاتی مصالح و تجهیزات برای ارزیابی پایداری پروژه‌ها به دلیل آنالیز انرژی در فاز طراحی تفصیلی زیاد خواهد بود. تمام بحث‌های کلش‌گیری و دقت آنها بستگی به مدل‌های موجود در BIM دارد و به همین دلیل وجود بانک اطلاعاتی جامع و دقیق می‌تواند در فاز طراحی تفصیلی در تشخیص دقیق کلش‌ها اثربخش باشد"(B11)

### ۴- ۲- ۴- اثیرات استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در مرحله ی ساخت‌واحداث

در چهارمین سوال بخش دوم از پروتکل مصاحبه، از مشارکت‌کننده‌ها در پژوهش خواسته شد تا به سئوال " استفاده از BIM در مرحله ساخت‌واحداث به طور معمول کاربردهایی همچون برنامه‌ریزی استفاده از سایت، طراحی

سیستم ساخت‌وساز، ساخت‌وساز خارج از کارگاه، کنترل و برنامه‌ریزی سه بعدی، QA / QC، اسکن لیزری و مدل‌سازی جزئیات فنی اجزا دارد. استفاده از بانک‌های اطلاعاتی مصالح و تجهیزات چه تاثیری بر کاربردهای BIM در مرحله ساخت‌واحداث پروژه دارد و کدام ذی‌نفعان پتانسیل بهره‌مندی بیشتر از آن را دارند؟ " پاسخ دهند.

باتوجه تجزیه‌وتحلیل نتایج پاسخ مشارکت‌کننده‌ها به این پرسش مواردی را مطرح کردند که در ادامه نقل قول‌هایی از آن‌ها آورده شده است. مشارکت‌کننده‌ها معتقد بودند که بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در مرحله ی ساخت‌واحداث تاثیر زیادی دارد و می‌تواند باعث بهره‌وری و کاهش هزینه و زمان ساخت گردد.

همچنین، اعتقاد داشتند که پیمانکار در این مرحله بیشترین منفعت را از استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات می‌برد.

"هماهنگی سه‌بعدی، کلش‌گیری و متره برآورد بیشترین تاثیر را از بانک اطلاعاتی مصالح می‌پذیرند، در اصل بانک اطلاعاتی بیشترین استفاده را در این مرحله دارد و با توجه به پررنگ شدن نقش مشاور، بیشترین بهره را مشاور می‌برد در حالی که خروجی اصلی برای پیمانکار می‌باشد. بانک اطلاعاتی در این فاز باعث می‌شود که در نهایت از اتلاف هزینه و زمان جلوگیری شود"(B13)

پیمانکار در این فاز بیشترین استفاده را از بانک اطلاعاتی می‌برد چون مسئول اجرای پروژه او است. وقتی درباره بانک اطلاعاتی مصالح صحبت می‌کنیم، عمده استفاده آن در مراحل قبل از ساخت است، اگر تامین را هم جزو ساخت ببینیم آن وقت شاید معنی پیدا کند. ما انتظار داریم وقتی از بانک اطلاعاتی در طراحی تفصیلی استفاده کردیم، در مرحله ی ساخت عینا آن مدل اجرا شود"(B5)

"کاربرد بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در فاز ساخت‌واحداث حداکثر و در در فازهای اولیه و طراحی مفهومی حداقل می‌باشد. بانک‌های اطلاعاتی تجهیزات می‌توانند در ساخت‌وساز خارج از کارگاه تاثیرگذار باشند به دلیل استانداردسازی که بانک‌های اطلاعاتی ناخودآگاه انجام می‌دهند"(B2)

"بانک‌های اطلاعاتی مصالح و تجهیزات بیشترین تاثیر را در این مرحله و به خصوص در برآورد هزینه و کلش‌گیری دارد"(B14)

"با وجود یک دیتابیس قوی کارفرما می‌تواند از نظر فنی و اقتصادی پیمانکار انتخاب مناسب‌تری داشته باشد. منافع پیمانکار و کارفرما در برخی اوقات در تضاد قرار می‌گیرند. منفعت کارفرما در انتخاب به عنوان مثال بهترین جنس بازار است ولی پیمانکار از نظر قراردادی برایش موضوعات فنی و اقتصادی مهم است. پس دیتابیس در اینجا دو پهلو است و می‌تواند به منافع پیمانکار جهت بدهد"(B1)

"مرحله ساخت به دلیل به‌روز بودن اهمیت دارد و به دلیل تغییرات در هزینه برآورد هزینه بسیار اهمیت دارد. اگر یک بانک اطلاعاتی یکپارچه داشته باشید، ادبیات یکسان می‌شود و فهم گزارش گیرنده و گزارش دهنده یکپارچه خواهد شد و یک‌سری از خطاها کم می‌شود و تاثیر غیر مستقیم می‌گذارد (B8).

### ۴- ۲- ۵- تاثیرات استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در مرحله ی بهره‌برداری

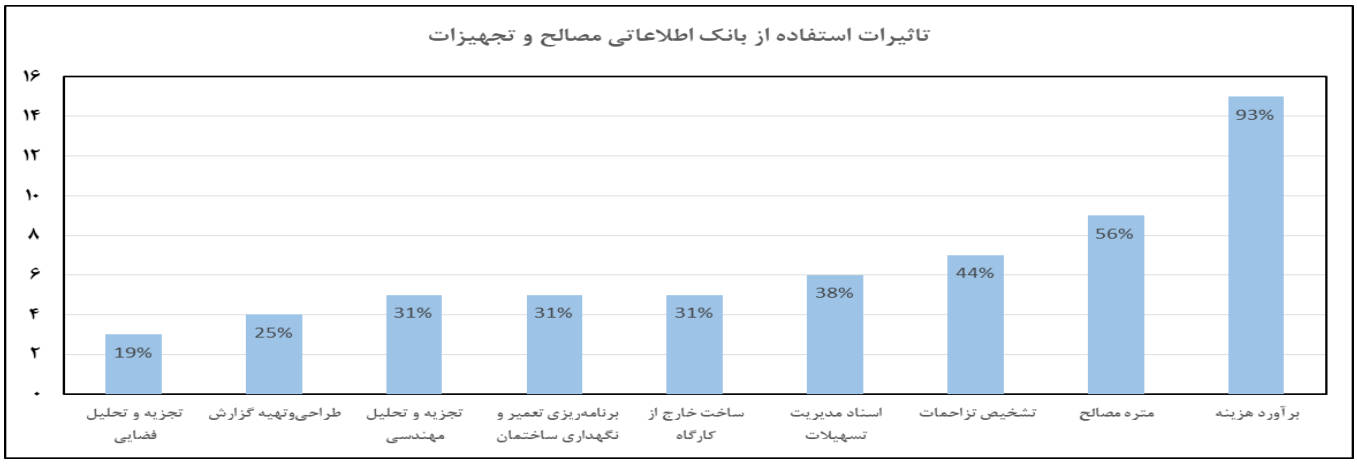
در پنجمین سوال بخش دوم از پروتکل مصاحبه، از مشارکت‌کننده‌ها در پژوهش خواسته شد تا به سئوال " استفاده از BIM در مرحله بهره‌برداری به طور معمول کاربردهایی همچون مدیریت دارایی، برنامه‌ریزی تعمیر و نگهداری ساختمان، اسناد مدیریت تسهیلات، تجزیه‌وتحلیل سیستم‌های ساختمانی، مدیریت و ردیابی فضا و برنامه‌ریزی برای زمان رخداد بحرانی دارد. استفاده از بانک‌های اطلاعاتی مصالح و تجهیزات چه تاثیری بر کاربردهای BIM در مرحله بهره‌برداری پروژه دارد و کدام ذی‌نفعان پتانسیل بهره مندی بیشتر از آن را دارند؟ " پاسخ دهند.

باتوجه تجزیه‌وتحلیل نتایج پاسخ مشارکت‌کننده‌ها در پژوهش مواردی را مطرح کردند که در ادامه نقل قول‌هایی از آن‌ها آورده شده است. مشارکت‌کننده‌ها معتقد بودند که بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در مرحله‌ی بهره‌برداری تاثیر زیادی دارد و می‌تواند منجر به کم کردن هزینه‌ها و دردسرهای تعمیر و نگهداری شود.

همچنین، اعتقاد داشتند که بهره‌بردار در این مرحله بیشترین منفعت را از استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات می‌برد.

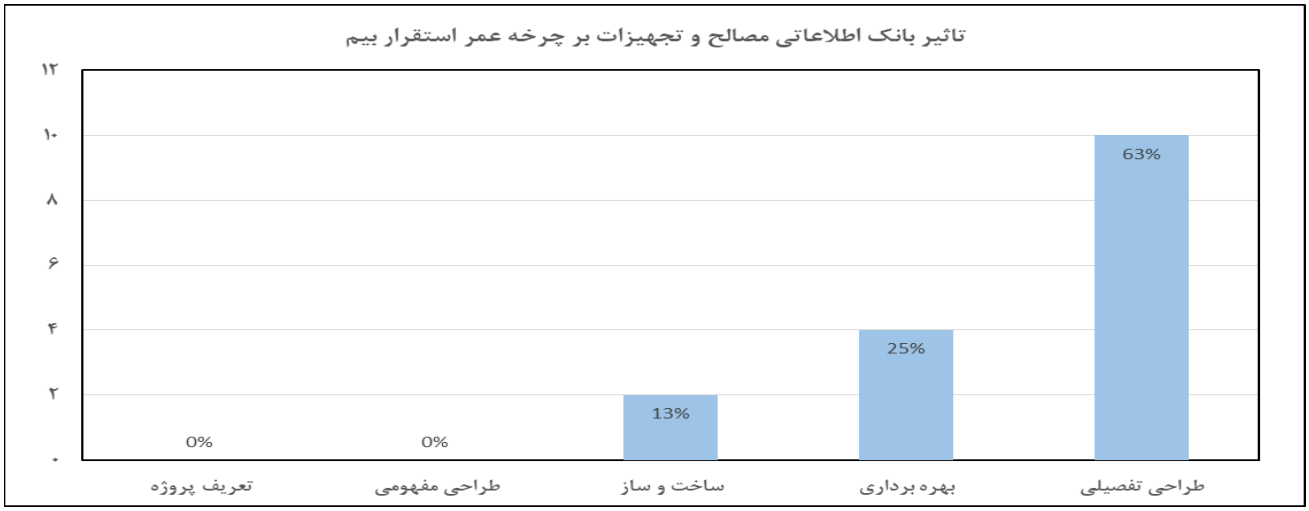
"در مرحله ی بهره‌برداری، استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح خیلی تاثیرات گسترده‌ای دارد و استفاده‌ی اصلی را که بانک اطلاعاتی که یک هسته اصلی می‌باشد، بهره‌بردار می‌برد"(B3)

"طبیعتا در این مرحله، برای تیم بهره‌بردار استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح در جهت اطلاعاتی مانند تاریخ گارانتی، سرویس‌های دوره ای، اطلاعات سه بعدی و ... بسیار مهم و موثر خواهد بود. در مجموع بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات و مواد خاصیت و کاربردش در دوران بهره‌برداری از چندین حوزه موثر است که یکی از آنها بحث مدیریت دانش است. مدیریت دوران بهره‌برداری با اطلاعات موجود در بانک اطلاعاتی به عنوان کاتالوگ محصول، بسیار ساده‌تر خواهد بود"(B12)




**شکل ۱۰ بیشترین تاثیر استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات**

**Fig 10. The most effective use of materials and equipment database**




**شکل ۱۱ بیشترین تاثیر استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات بر فرآیند پیاده‌سازی BIM**

**Fig (11) The greatest effect of using the materials and equipment database on the BIM implementation life cycle**

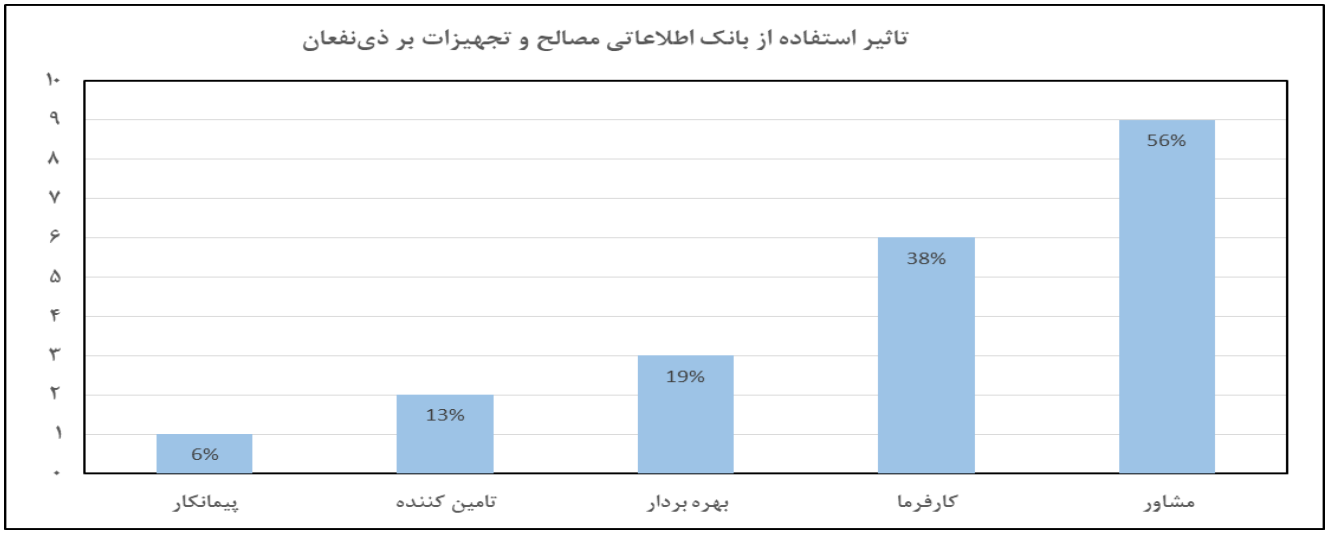
"بانک اطلاعاتی در مرحله بهره‌برداری خیلی می‌تواند تاثیرگذار باشد بخصوص در بحث مدیریت دارایی و همچنین تعمیر و نگهداری و حتی در مباحث مدیریت ریسک فازهای بعد از تحویل پروژه نیز تاثیر گذار خواهد بود"(B7)

"بانک آبجکت در بحث مدل‌سازی شرایط موجود و بهره‌برداری تاثیر زیادی دارد زیرا اطلاعات غیرهندسی مهم‌تر از هندسی است. نسبت به فازهای قبلی، ینی هرچه از فاز مفهومی به سمت بهره‌برداری می‌رویم اطلاعات غیرهندسی مهم‌تر می‌شود. وقتی اطلاعات غیرهندسی مهم شد، برای پروژه بانک اطلاعاتی ایجاد می‌کنیم. احتمالا خیلی از فرایندها خودکار می‌شود و BIM مشکلات را شناسایی کرده و شما می‌توانید اطلاعات را منظم کنید"(B16)

## ۴- ۳- یشترین تاثیر استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در فرآیند پیاده‌سازی BIM

در شکل‌های (۱۰) و (۱۱) و (۱۲)، بیشترین تاثیر استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات و همچنین ذی‌نفعی که بیشترین منفعت را می‌برد به تفکیک تعداد نظر مشارکت‌کننده‌ها مشخص شده است.

با توجه به شکل شماره (۱۲)، بیش از نیمی از مشارکت‌کنندگان در




**شکل ۱۲ تاثیر استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات بر ذی‌نفعان**

**Fig (12) The effect of using the materials and equipment database on the stakeholders**

پژوهش معتقد بودند که وجود بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات، بیشترین منفعت را به مشاور می‌رساند به دلیل اینکه متولی اصلی پیاده‌سازی BIM مشاور است و در صورت وجود این بانک اطلاعاتی، زمان و هزینه مدل‌سازی BIM و برآوردها به صورت قابل توجه کاهش می‌یابد. همچنین حدود ۴۰ درصد از مشارکت‌کنندگان در پژوهش معتقد بودند که وجود بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات، بیشترین منفعت را به کارفرما می‌رساند زیرا آن‌ها متقدند که بانک اطلاعاتی سبب افزایش دقت مدل‌سازی، کاهش خطاها و برآوردهای دقیق هزینه‌ای پروژه می‌شود و می‌تواند به کارفرما به عنوان ذی‌نفع اصلی، بیشترین کمک را کند.

## ۵- نتیجه‌گیری

بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات بر فرآیند پیاده‌سازی BIM قطعا تاثیرگذار است ولی این تاثیرگذاری در مراحل پروژه مختلف است. وجود این چنین بانک‌های اطلاعاتی ارزش افزوده زیادی به پروژه‌ها اضافه می‌کنند و باعث شفافیت بیشتر کار و بهره‌وری بیشتری می‌شوند. همچنین وجود بانک اطلاعاتی مصالح می‌تواند تاثیری زیادی بر کیفیت پروژه نیز داشته باشد. لذا از نظر خبرگان، بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در مرحله ی تعریف پروژه بر برآورد هزینه و مدل‌سازی شرایط موجود تاثیرگذار است و کارفرما بیشترین منفعت را از استفاده از بانک‌اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در این مرحله می‌برد. در مرحله‌ی طراحی مفهومی بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات بر برآورد هزینه، برنامه‌ریزی ارزیابی نقشه‌ها و تجزیه‌وتحلیل فضایی موثر است و مشاور بیشترین منفعت را از استفاده از بانک‌اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در این مرحله می‌برد. در مرحله ی طراحی تفصیلی بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات بر برآوردهزینه ، متره مصالح، تشخیص تزاحمات، اعتبارسنجی الزامات فنی، کتابخانه محصول، تجزیه‌وتحلیل مهندسی و ارزیابی پایداری موثر است و مشاور بیشترین منفعت را از استفاده از بانک‌اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در این مرحله می‌برد. در مرحله‌ی ساخت‌واحداث بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات بر برآوردهزینه، مدل‌سازی جزئیات فنی اجزا، ساخت خارج از کارگاه، طراحی و تهیه گزارش و QA/QC موثر است و پیمانکار بیشترین منفعت را از استفاده از بانک‌اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در این مرحله می‌برد. در مرحله‌ی بهره‌برداری بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات بر برآورد هزینه، مدل‌سازی جزئیات فنی اجزا، مدیریت و ردیابی فضایی، برنامه‌ریزی برای تعمیر و نگهداری پیشگیرانه و مدیریت دارایی موثر است و بهره‌بردار بیشترین منفعت را از استفاده از بانک‌اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در این مرحله می‌برد.

تاثیرات بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در مراحل مختلف پروژه متفاوت است. به این صورت که در مراحل اولیه مانند تعریف پروژه و طراحی مفهومی کمترین تاثیر را داشته به دلیل اینکه استفاده از مدل‌سازی اطلاعات

ساختمان در این مراحل در حال حاضر بسیار کم است و قاعدتا وجود بانک اطلاعاتی نمی‌تواند تاثیر زیادی داشته باشد.

حال آنکه بیشترین تاثیر استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات در زمان طراحی تفصیلی و پس از آن بهره‌برداری پس از ساخت می‌باشد. به دلیل اینکه اصلی‌ترین مرحله‌ی پیاده‌سازی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در طراحی تفصیلی است و مدل‌های BIM در این مرحله به پختگی می‌رسند، لذا استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات نیز در این مرحله بسیار تسهیلگر و راهگشا است. به دلیل اینکه متولی مدل‌های BIM مشاور می‌باشد و استفاده از بانک اطلاعاتی می‌تواند از لحاظ هزینه و زمان و کیفیت، بسیار به مشاور کمک کند، لذا بیشترین منفعت استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات متوجه مشاور خواهد شد. همچنین مشارکت‌کنندگان در پژوهش معتقد بودند که به دلیل اینکه استفاده از بانک اطلاعاتی مصالح و تجهیزات یک پایگاه داده‌ی جامع و قابل اتکا ایجاد می‌کند، می‌تواند در مرحله ی بهره‌برداری در جای نقشه‌های چون ساخت بدون خطا بسیار موثر باشد.

## منابع


[1] K.C. Ezekwem, Environmental information modeling: An integration of Building Information Modeling and Geographic Information Systems for lean and green developments, North Dakota State University, 2016.

[2] B. Succar, Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders, Automation in Construction, 18(3) (2009) 357-375.

[3] A. Winberg, E. Dahlqvist, BIM-the next step in the construction of civil structures, 2010.

[4] A. Bidhendi, H. Arbabi, M. Mahoud, Perceived effect of using BIM for improving construction safety, Asian Journal of Civil Engineering, 23(5) (2022) 695-706.

[5] S. Bahrami, B. Atkin, A. Landin, Enabling the diffusion of sustainable product innovations in BIM library platforms, Journal of Innovation Management, 7(4) (2019) 106-130.

[6] S. Tang, D.R. Shelden, C.M. Eastman, P. Pishdad-Bozorgi, X. Gao, A review of building information modeling (BIM) and the internet of things (IoT) devices integration: Present status and future trends, Automation in Construction, 101 (2019) 127-139.

[7] L. Sun, A. Pei, X. Qi, S. Cao, R. Yang, X. Liu, Dynamic analysis of digital twin system based on five-dimensional model, in: Journal of Physics: Conference Series, IOP Publishing, 2020, pp. 072038.

[8] N. Rohani, S.Y. Banihashemi, Identifying and prioritizing the barriers to BIM implementation in Iran, Amirkabir Journal of Civil Engineering, 54(2) (2022) 775-792.

[9] S. Azhar, M. Khalfan, T. Maqsood, Building information modeling (BIM): now and beyond, Australasian Journal of Construction Economics and Building, The, 12(4) (2012) 15-28.

[10] R. Eadie, M. Browne, H. Odeyinka, C. McKeown, S. McNiff, BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis, Automation in construction, 36 (2013) 145-151.

[11] S. Coates, Y. Arayici, K. Koskela, M. Kagioglou, C. Usher, K. O'Reilly, The key performance indicators of the BIM implementation process, in: Computing in Civil and Building Engineering, Proceedings of the International Conference (icccbe2010), Nottingham 30 June-2 July, Nottingham University Press, 2010, pp. 157.

[12] O.I. Olanrewaju, S.A. Babarinde, N. Chileshe, M. Sandanayake, Drivers for implementation of building information modeling (BIM) within the Nigerian construction industry, Journal of Financial Management of Property and Construction, (2021).

[13] P. Jaskowski, S. Biruk, A. Czarnigowska, Strategy for mark-up definition in competitive tenders for construction work, in: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, IOP Publishing, 2019, pp. 112060.

[14] E. Hjelseth, Exchange of relevant information in BIM objects defined by the role-and life-cycle information model, Architectural engineering and design management, 6(4) (2010) 279-287.

[15] R. Santos, A.A. Costa, J.D. Silvestre, T. Vandenbergh, L. Pyl, BIM-based life cycle assessment and life cycle costing of an office building in Western Europe, Building

and Environment, 169 (2020) 106568.

[16] K. Afsari, C. Eastman, Categorization of building product models in BIM Content Library portals, Blucher design proceedings, 1(8) (2014) 370-374.

[17] S. Wu, Q. Shen, Y. Deng, J. Cheng, Natural-language-based intelligent retrieval engine for BIM object database, Computers in Industry, 108 (2019) 73-88.

[18] D. Pasini, V. Caffi, B. Daniotti, S. Lupica Spagnolo, A. Pavan, The INNOVance BIM library approach, Innovative Infrastructure Solutions, 2 (2017) 1-9.

[19] K. Afsari, C. Eastman, Categorization of building product models in BIM Content Library portals, (2014).

[20] S. Malaikrisanachalee, H. Vathananukij, Integration of Java-based BIM with spatial database, International Journal of Civil Engineering, 9(1) (2011) 17-22.

[21] A.N. Tak, H. Taghaddos, A. Mousaei, A. Bolourani, U. Hermann, BIM-based 4D mobile crane simulation and onsite operation management, Automation in Construction, 128 (2021) 103766.

[22] W. Solihin, C. Eastman, Y.-C. Lee, D.-H. Yang, A simplified relational database schema for transformation of BIM data into a query-efficient and spatially enabled database, Automation in Construction, 84 (2017) 367-383.

[23] L. Sanhudo, N.M. Ramos, J.P. Martins, R.M. Almeida, E. Barreira, M.L. Simões, V. Cardoso, A framework for in-situ geometric data acquisition using laser scanning for BIM modelling, Journal of Building Engineering, 28 (2020) 101073.

[24] W. Wu, G. Mayo, T.L. McCuen, R.R. Issa, D.K. Smith, Building information modeling body of knowledge. I: Background, framework, and initial development, Journal of Construction Engineering and Management, 144(8) (2018) 04018065.

[25] V. Biolek, T. Hanak, M. Hanak, Proposed interconnecting database for BIM models and construction-economic systems in the Czech Republic, in: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, IOP Publishing, 2019, pp. 112079.

[26] S. Nilchian, J. Majrouhi Sardrood, M. DarabPour, S. Tavousi Tafreshi, The Study of the Contracts of Building Information Model (BIM) and the Approach to its Contractual Framework Codification, Amirkabir Journal of Civil Engineering, 53(8) (2021) 3239-3260.

[27] H.S. Cha, D.G. Lee, A case study of time/cost analysis for aged-housing renovation using a pre-made BIM database structure, KSCE Journal of Civil Engineering, 19 (2015) 841-852.

**چگونه به این مقاله ارجاع دهیم**

*A. Bidhendi, M. Azizi, E. Eshtehardian, The Role of Using Database of Materials and Equipment in The Building Information Modeling Implementation, Amirkabir J. Civil Eng., 55(4) (2023) 771-792.*

**DOI:** 10.22060/ceej.2023.21388.7703