فصلنامه چشم انداز شهرهای آینده
www.jvfc.ir
دوره دوم، شماره چهارم، پیاپی (۸)،زمستان ۱۴۰۰
صص ۹۸-۷۵

فصلنامه چشم انداز شهرهای آینده
Future Cities Vision

ظرفیت های فناوری مدلسازی اطلاعات ساختمانی (BIM) در بهره گیری از مبانی نظری رسته ابنیه با محوریت رشته معماری

هادی فرهنگدوست، کارشناس ارشد، معماری اسلامی، گروه معماری اسلامی، دانشکده هنر و معماری اسلامی، دانشگاه بین المللی امام رضا(ع)، مشهد، ایران[۱].

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۰۷

چکیده

مجموعه تغییرات و ارائه نظریات مختلف در علوم انسانی معاصر همزمان شده است با شکل گیری فناوری های ساخت در عرصه ابنیه. مسئله هماهنگی در بهره گیری از داشته های نظری علوم انسانی در خلال این پیشرفت های فنی، به گونه ای که همگامی عرصه نظری (میان افزاری) با عرصه های عملی (نرم و سخت افزاری) نسبت به یکدیگر حفظ گشته، و شاهد بروز فناوری های بی پشتوانه نظری یا برعکس نباشم، امری هویتی گشته است. فناوری مدلسازی اطلاعات ساختمانی، به عنوان راه حلی جامع در عرصه ابنیه، دارای اهمیت روز افزون در این عرصه گشته که کمتر به بررسی پشتوانه ها و توامندی های نظری آن توجه گردیده است. پژوهش جاری به دنبال پاسخ به این سوال است که توامندی های این فناوری در زمینه استفاده از دستاوردها و قابلیت های نظری در فرایند های مرتبط با آن، چیست. پژوهش جاری به روش کیفی با ماهیت بنیادین، با استفاده از گرآوردی اسناد کتابخانه ای و تبیین تحلیلی صورت گرفته است. بر اساس ترکیب داشت های موجود و ایجاد تغییرات پیشنهاد شده در این پژوهش، ظرفیت بسیار عظیمی در این فناوری برای شکل دهی به نسل بعدی آن، از طریق توجه به نقش مبانی نظری معماری اسلامی و ایرانی و سایر رشته های مرتبط با ابنیه وجود دارد.

واژگان کلیدی: واقعیت افزوده، مهندسی ساخت و ساز، فرایند محوری، نظریه داده ها، بلوغ فناوری.

۱. نویسنده مسئول: h.farhangdoust@imamreza.ac.ir

[Downloaded from jvfc.ir on 2022-04-26]

مقدمه

ظهور رایانه های شخصی و امکان کنشگری اشخاص حقیقی در فرایند های نرم افزاری عرصه ابنیه در دهه ۱۹۸۰م، باعث شکل گیری ابزارهای ترسیم کامپیوتری و عبور از ترسیمات دستی شد. اگرچه بسیاری از منابع، زمینه پیدایش فناوری مدلسازی را، دلایل فنی و کمبود های فناوری ترسیم کامپیوتری میدانند ، ولی فناوری BIM، نوعی همگرایی چند رشته ای، بین مهندسی رایانه (نرم افزار ، سخت افزار)، علم اطلاعات و دانش شناسی، و مهندسی ابنیه است، که به منظور ایجاد بازنمایی گرافیکی داده های برگرفته از واقعیت (محیط، فیزیک، عملکرد)، شکل گرفته است (Lahiff et al, 2012).

به دیگر سخن، نظریه داده ها ، جان مایه اصلی شکل گیری زبان داده پایه ی این تکنولوژی های رایانه محور است. به گونه ای که مدل سازی اطلاعات ساختمانی (BIM)، با ترکیب فناوری اطلاعات با معماری و ساختمان سازی، به عنوان یک تغییر بنیادین برای مدیریت، سنجش و نظارت بر فرآیند ساخت به صورت برخط و در کل طول چرخه حیات ابنیه شناخته شده است (Azimi et al,2011). بر این اساس میتوان گفت تنوع بالای داده های محیطی، فنی، هنری، انسانی، کالبدی و نظری که در فرایند طراحی ابنیه دخالت دارند، به زبان داده، در این بانک اطلاعاتی ذخیره و به شیوه های متنوعی بکارگیری میشوند.

پس میتوان گفت که مفهوم بازنمایی یا طراحی شده از ابنیه در این فناوری، دارای پشتوانه ای چند وجهی از داده های پشتیبان است که به صورت لحظه ای قابل دستیابی، نمایش و بکار گیری در فرایند (فاز های) مختلف ساختمان سازی است. این امر باعث گشته است که قابلیت های پیچیده و همزمانی برای طراح پیش آید که ساماندهی آنها بدون شناخت و تسلط کافی، همچنین داشتن الگوی طرح و حل مسئله، خود امری زمان بر، بزرگ، پیچیده و چند وجهی نماید. پس آگاهی کافی از توانمندی های فنی این فناوری میتواند پاسخ مناسبی برای مدیریت و جهت دهی هدفمند به این توانمندی ها برای حضور ماثر در فرایند طراحی باشد. این در حالی است مسئله مشغول شدن به این وجوه فنی برای حل مسئله، غالبا باعث کم توجهی به مبانی نظری و دستاوردهای نظری معماری در فرایند طراحی میگردد. پس ضرورت مهمی در بررسی این مسئله برای جلوگیری از بروز معماری طراحی محور و ظاهر مدار و بدون پشتوانه نظری (فرهنگی، اجتماعی، هنری)، شکل میگرد. در این مسیر، باید هدف استفاده از ظرفیت های داده محور این فناوری برای بهره گیری از مبانی نظری را مد نظر قرار داد. بر این اساس پژوهش حاضر به دنبال دستیابی به پاسخ این سوال مهم است که فناوری BIM، توانایی بهره گیری از مبانی نظری مطرح در مهندسی ابنیه را دارد یا خیر؟.

بسیاری معتقدند که تصویرسازی در ابتدایی ترین حالت خود توسط یونانیان باستان، در امر ساخت مورد استفاده بوده است. به هر روی در دوران معاصر و همزان با شکل گیری رایانه و سپس رایانه شخصی، استفاده تجاری از امر تصویرسازی در این عرصه، اگرچه بدون تاخیر ولی رشد اولیه آهسته ای داشته است (Leite et al,2016). ولی با افزایش کنشگری بخش خصوصی و در نتیجه افزایش مخاطبان این عرصه در بازار های تجاری ساختمان سازی، به گونه ای تصاعدی شاهد افزایش کمی و کیفی این عرصه با تولید و عرضه انواع نرم افزارهای مختلف مدلساز گرافیک پایه بوده ایم. با تحصصی تر شدن دیدگاه ها و رشد علم فناوری اطلاعات که بر پایه نظریه داده ها و نگاه داده پنداری شکل گرفته است، شاهد به وجود آمدن فناوری نسل سوم یعنی مدلسازی اطلاعات ساختمانی بوده ایم.

جریان های مطالعاتی گسترده ای در هر یک از این دوره ها وجود داشته اند که سعی کرده اند علاوه بر کاربست عملی این فناوری ها، در زمینه های نظری آنها نیز پژوهش هایی را انجام دهند. دسته بندی کلی این تحقیقات نشان دهنده چند زمینه مطالعاتی مختلف است.

[Downloaded from jvfc.ir on 2022-04-26]

جدول ۱. دسته بندی کلی مطالعات پیرامون فناوری BIM (منبع: نگارنده)

رویکرد	مهم‌ترین مسائل مطرح شده		درون رشته‌ای (معماری) / کمبود محتوایی	میان‌رشته‌ای (ابنیه) /کمبود محتوایی
ماهیت (چیستی) شناسی	تعاریف، مفاهیم، نظریات	الف	نگاه و تعاریف درون رشته‌ای که در تضاد یا موازی کاری با مطالعات بین‌رشته‌ای است، باعث گردیده جنبه‌های مختلف این فناوری، رشد تعریف نشده‌ای و غالباً ناهمسو با مبانی نظری معماری داشته و سبب ایجاد دامن زدن به نظریه گریزی و رشد یکچانبه بخش فنی معماری شود	نگاه تفسیرپذیر و کلی‌گویی فنی و غیر نظری که در مسیر تطبیق با مبانی نظری معماری (انتقال و تطبیق محتوایی)، ابهام و کثرت مفهومی می‌آفریند. حال‌آنکه وجوه اختصاصی معماری از جمله مباحث هنری(سبک طراحی و سبک معماری)، روانشناسی محیطی و را پوشش نمی‌دهد.
	حوزه و محدوده شناسی	ب		
بکار گیری	کاربردشناسی (مزایا و معایب)	ج		
	روش بکارگیری (فرایند و نیازها)	د		
	هدف بکارگیری (تعیین سطح نیاز)	ه		
	سیر تحول بکارگیری (جهانی،ملی)	و		
الزام (چرایی) شناسی	الزام مصداقی، نظری یا فلسفی	ز		
برخی منابع	(الف) Autodesk,2021 (ب)علوی نژاد و سعادت تبار (ج) Bernstein & Pittman, 2004 (د) Chen,2013 (ه) Eastman et al,2011 (و) Leite et al,2016 (ز) خبازی، ۱۳۹۱			

بر اساس پیشینه یابی فوق، به صورت کلی مشهود است که اگر قرار بوده است در جایی از منابع کتابخانه ای، صحبتی از بکار گیری مبانی نظری در فرایند این فناوری میشده است، قاعدتا باید در ماهیت شناسی، سپس در الزام شناسی و نهایتا در روش بکارگیری میبوده است. با چنین فرضی، میتوان شاخصه های مطالعاتی که در این دسته ها صورت گرفته اند را به صورت زیر خلاصه کرد:

مهمترین تلاش هایی که در منابع کتابخانه ای به منظور بهره گیری از مبانی نظری در فرایند های ابنیه صورت گرفته است را میتوان مرتبط با مراحل پیش طراحی و مصور سازی آنها در غالب طراحی مفهومی (فاز یک) و تفصیلی (فاز دو)، و در رشته های معماری و شهرسازی دانست. همچنین بیشترین شیوه گزارش شده برای پیشرفت در مرحله، روش های طراحی مبتنی بر شهود، منطق، ادراک و تحلیل های فردی یا گروهی طراحان در غالب شخصیت های حقیقی و حقوقی است. همچنین درباره بهره گیری از هوش مصنوعی برای کمک رسانی به مراحل مختلف فوق خصوصا در مرحله تحلیلی، ابزار ها و روشهای متعدد (و البته با نتایج کمتر قابل تعمیم) زیادی وجود دارد که باعث افزایش سردرگمی و پیچیدگی مراحل بهره گیری از مبانی نظری در طراحی و سنجش اصولی آن در طرح نهایی است.

به صورت کلی باید نتیجه گیری کرد که تاکنون مطالعات گسترده ای درباره بهره گیری از BIM در صنعت ساختمان صورت گرفته است اما همه این مطالعات به صورت مستقیم و غیر مستقیم نشانده این امر است که به منظور دستیابی به منافع پیاده سازی این فناوری، باید زمینه هایی محیا شود. یکی از این مهمترین آنها، کالبد شکافی ماهیت و ظرفیت های آن از جنبه های مد نظر کنشگران آن خصوصا در دانشگاه ها، مراکز تحقیقاتی و شرکت های دانش بنیان است. با اقدامات مناسب این چنینی، ضمن شفاف سازی بسیاری از موارد از جمله ظرفیت عظیم آن برای بهره گیری از یافته های علوم انسانی مرتبط با رسته ابنیه، میتوان به گسترش جنبه های کارایی و توانمندی آن نیز کمک شایانی کرد.

چیستی مبانی نظری رسته ابنیه

به صورت کلی باید گفت"مفهوم مبانی نظری، هر آن چیزی است که منسوب به «نظر» و برای فهمیدن آن «فکر و نظر» نیاز باشد. (به گونه ای که) برای خیلی از بحث ها باید «مبانی نظری» آن حوزه را خوب شناخت و آنها (را) به درستی به هم ربط داد، (زیرا) محدوده مبانی نظری برای هر موضوع موردبررسی بسیار وسیع است " (قاسمی و همکاران، ۱۴۰۰: ۲۳). طراح با تسلط بر مبانی نظری حوزه ابنیه، بهتر میتواند به استدلال یا ارائه گواه های علمی قانع کننده برای بیان مسئله، ارائه الگو یا ضرورت های نظری طراحی خود بپردازد. اقناع سازی حاصل از بهره گیری از مبانی نظری (جدول ۲) در فرایند طراحی، نوعی استفاده از نظرات دیگران و افزایش میزان کیفیت های فضایی و ماندگاری محصول

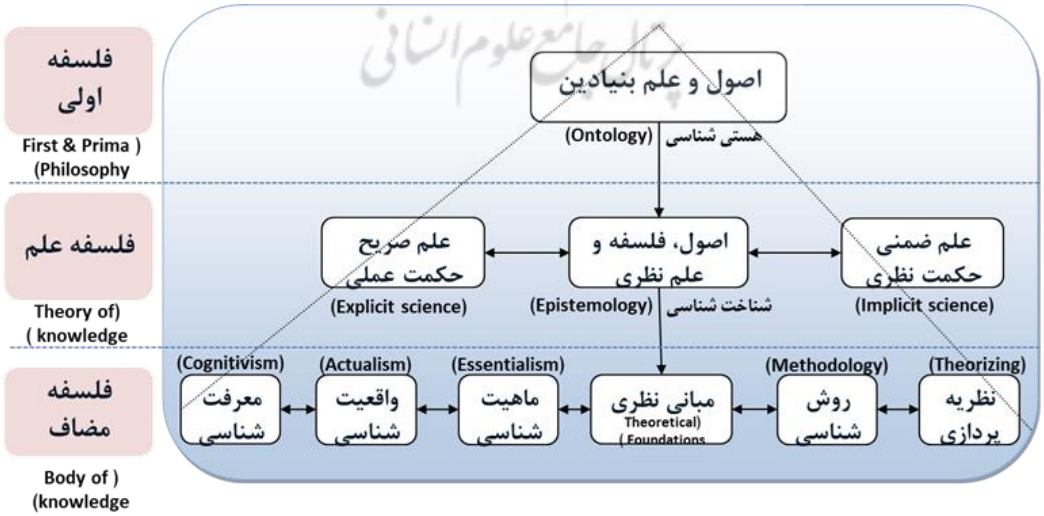
[Downloaded from jvfc.ir on 2022-04-26]

نهایی در رسته ابنیه است. بدیهی است که در حوزه های مطالعاتی مرتبط با هدف مهم رسته ابنیه، چنین امری یعنی بهره گیری از یافته های منعکس در مبانی نظری علوم انسانی مرتبط با ابنیه برای دست یابی به «زیست پایدار و با کیفیت».

جدول ۲. انواع و رابطه مفهومی مبانی نظری (منبع: قاسمی و همکاران، ۱۴۰۰: ۲۳)

انواع	توضیح
مفهوم	تعاریف نظری و اجزای سازنده نظریه با رویکرد انتزاعی
سازه	همان مفهوم با مؤلفه و ابعاد و رویکردی کلی تر و انتزاعی تر
متغیر	همان مفهوم با رویکردی قابل اندازه گیری و عینی
فرضیه	حدس های خردمندانه که آزمون شده و نتیجه آن تأییدشده یا نشده
نظریه	فرضیه های تأییدشده در جوامع مختلف باقدرت تبیینی بالاتر از فرضیه
پارادایم	نظریه راهنمای کارها و ارائه نظر در صورت برتر بودن از نظریه های رقیب
مکتب	نظریه با رویکردی کلی و پاسخ مشخص به اجزای فلسفه (بیشتر در فلسفه)
قضیه	نظریه باقدرت تبیین بسیار بالا مانند قضیه حد مرکزی (بیشتر در ریاضی)
اصول	نظریه با پذیرش عمومی بالا و کاربردیتر مانند اصول اخلاقی یا کار با وزنه
قانون	همان اصل با قدرت تشریح نظم جهانی مانند قانون جاذبه یا نیوتن
الگو	چارچوبی از مبانی قبلی با رویکردی کاربردی و قابلفهم و اجرا
مدل	مجموعهای مادی، ریاضی یا منطقی از ساختهای اساسی یک واقعیت
استعاره	یا شبیهسازی بر اساس مبانی قبلی برای درک و کاربرد بهتر
نما یا مد	بیان یک پدیده بر اساس یک یا دو ویژگی مهم به کمک نظریه یا الگو
الگوریتم	بیان یک مفهوم در قالب یک فرایند با شروع، مراحل و نتیجه مشخص
نقشه ذهنی	بیان مفاهیم و نظریهها در قالب اشکال دایره و خطوط به هم وابسته
فن	روشی عملی برای اجرایی کردن انواع مبانی نظری

حال سوالی که مطرح میشود این است که در سطحی فراتر، مبانی نظری از چه منبعی شکل گرفته است (شکل ۱). باید دانست که منابع حکمت و خردورزی بشری که به عنوان کلی «فلسفه علم» شناخته میشود، منجر بـه شـکل گیـری انواع مختلفی از مکاتب فکری میشوند. این مکاتب دارای گفتمان محتوایی و مبانی نظری خاص خود هستند که در خـود را بر حسب ماهیت آن زمینه فکری، به صورت های مختلفی نمایان میکند (اقتباس از ویلیامز، ۱۳۸۶؛ Fram,2013).



شکل ۱. سلسه مراتب دانایی در رسته ابنیه (منبع: نگارنده)

[Downloaded from jvfc.ir on 2022-04-26]

با توجه به این نکته که مبانی نظری، اتعکاسی از فلسفه علم و اقناع سازی مبتنی بر دلالت پژوهی هر دورانی است، میتوان سیر تاریخی آن را اینگونه بیان کرد که "عصر مدرنیسم که به «یک راه، یک حقیقت، یک شهر» معتقد بود مرده است، عصر پست‌مدرنیسم که معتقد به «هر چیز قابل‌قبول است» دیگر در حال خروج از صحنه است و امروزه باید عصری را پذیرفت که تحت عنوان پست – پست‌مدرنیسم در جریان است" (ترنر، ۱۳۸۴: ۲۶ و فیروزی و همکاران، ۱۳۸۹: ۹۳). به نظر می‌رسد در این نظام و عصر نوین، زبانِ الگویی و مبتنی بر فرایند و داده، روشی برای ارائه و پیاده‌سازی انواع محتوا (اطلاعات و دانش و خرد) در علوم مختلف از جمله معماری خواهد بود که می‌توان در زمینه معماری، به نظریات کریستوفر الکساندر (۱۳۸۱)، اشاره کرد (نقی زاده، ۱۳۷۹: ۲۲).

جدول۳. سیر تحولات اجتماعی و شکل گیری عصر مفهوم گرایی (شفیعی و منطقی، ۱۳۹۳: ٤)

	عصر کشاورزی	عصر صنعتی	عصر اطلاعاتی	عصر مفهومی
دوره زمانی	تا ۱۸۰۰	۱۸۰۰تا ۱۹۵۰	۱۹۵۰ تا۲۰۱۰	۲۰۱۰ به بعد
اکثریت کارکنان	کشاورزان	کارگران	کارگران دانشی	همدلان و خلاقان
مشارکت	افراد و زمین	افراد و ماشین	افراد و افراد	افراد و افراد
ابزار عمده	ابزارهای سنتی	ماشین	ابزارهای اطلاعاتی	ابزارهای مفهومی

در حقیقت مبانی نظری رسته ابنیه در این دوران از لحاظ محتوایی، شاهد هویت خواهی و باور جویی بر اساس نیازهای فطری بشر است که در دوران مدرن به‌کلی نفی، و در پست‌مدرن نقد شده بود. ولی از لحاظ روشی، این درون‌مایه پسا پست‌مدرنیستی ، نظام ارزش و اولویت‌گذاری خود را از نو و کهنه بودن نمی‌گیرد، "بلکه درستی و صلابت طراحی است که در کانون توجه قرار دارد. معماری شراب یا پنیر نیست که یکی به سبب کهنه بودن و دیگری به‌صرف نو بودن، عنوان بهتر بودن به خود بگیرد" (نوحی، ۱۳۷۴: ۶۰۹). به دیگر سخن، معماری پسا پست مدرنیستی، اگرچه محتوایی چندجانبه حاوی انواع مختلف از دانش‌ها را دارد، ولی به زبان و روشی که مبتنی بر نظام علم اطلاعات و دانش‌شناسی نوین است، شکل خواهد گرفت (ر.ک: فتاحی، ۱۳۹۷). در این زمینه اندیشمندان «فلسفه علم» و «علم اطلاعات و دانش شناسی» دیدگاه مشابهی دارند. آنها معتقدند که آنچه دانشمندان در دوره های اخیر در علوم، بررسی میکنند، دیگر پدیده یا ماهیت شناسی نیست. بلکه داده ها هستند که در مدارک (Documents) علمی ثبت و تحلیل میشوند، و دیگر فرقی بین شناخت وجوه پدیده ها، یا فهم روابط ماهیت گونه آنها نیست (زوستاک، ۱۳۹۵: ۷۹).

انعکاس و تطبیق چنین نگاهی در محتوای نظری رسته ابنیه، بدان معنی است که مرزِ مبانی نظری، تجربه و کاربرد، کم‌رنگ‌تر از همیشه حس خواهد شد و ترکیب داشته‌های نظری و عملی رسته ابنیه به سمتی خواهد رفت که منجر به هویت‌سازی در بستر پارادایم «پدیداری–ساختاری» خواهد شد. به بیان دیگر، مفهوم ساختار در پارادایم پسا پست‌مدرنیستی، پویا، سیال، غیرتکراری، متنوع و پدیداری خواهد بود، به‌گونه‌ای که «درهم‌تنیدگی و پیچیدگی» بالایی از عوامل مختلف نظری و عملی را، خصوصا در مقایسه با پارادایم مرسوم در ابنیه(نیوتنی–دکارتی) خواهد داشت. به صورتی که سبک طراحی جایگزین مفهومی، برای سبک معماری خواهد شد و جایگاه عوامل مختلف در فرایند طراحی، متناسب با بستر، دیده و تعیین می‌گردد[1]. پس نیاز است که در فناوری های رسته ابنیه نیز، این بهره گیری سیستماتیک و کانالیزه (جهت داده) شده، به عنوان سامانه بسترساز و پشتیبان نظری تعریف شود.

[Downloaded from jvfc.ir on 2022-04-26]

جدول ٤. مقایسه ساختار مبانی نظری رسته ابنیه در پارادایم های مدرنیستی و پساپست مدرنیستی

پارادایم نیوتنی- دکارتی (مدرنیستی)	پارادایم پدیداری ساختاری (پساپست مدرنیستی)
جهان مکانیکی	پویا/خود سازمانده
خطی	غیر خطی
کنترل پذیر	کنترل ناپذیر
تمرکز گرا	شبکه ای
سلسله مراتبی	غیر سلسله مراتبی
ارتباطات محدود	ارتباطات گسترده
یکنواخت	متنوع
علت - معلولی	معلولی- معلولی
پیش بینی پذیر	پیش بینی ناپذیر
تقلیل گرا	کل گرا
شی گرا	موضوع گرا
هویت گرا	فرایند گرا
تحول گرا	انقلابی و تحول گرا

پس میتوان نتیجه گرفت که مبانی نظری رسته ابنیه در دروان معاصر، بیشترین نیاز را به بهره گیری سیستماتیک از «داشته های نظری» دوران قبل به همراه اقناع سازی هوشمندانه نسبت با استفاده از الزامات طراحی در عصر دانایی است. بدیهی است که دستیابی به بستری برای برآورده ساختن این نیاز مهم، خود فناوری یکپارچه ای شامل نظر، ایده، سنجش و مصور سازی می طلید تا بتوان در رسته ابنیه بیش از گذشته بر مبنای عوامل فرا رشته ای، «متوجه شد، ادارک کرد، و راه حل داد». این تغییرات را که تغییر پارادایم (گفتمان) می‌نامیم را می‌توان در تغییر چهار مولفه خلاصه نمود، تغییر در : پیش فرض‌ها، ابزارها و روش‌ها، اهداف و غایات، و نهایتا مفاهیم. به نظر میرسد زمینه سازی برای اعاده تمامی اینها با شکل گیری نگاه «داده پنداری» در عرصه ابنیه و خصوصا نظریه پردازی متناسب آن خواهد بود، که باعث درک و عمل متفاوتی در زمینه های تولید علم و بهره گیری از فناوری های نوینی چون BIM خواهد گردید.

ظرفیت های مبانی نظری در رسته ابنیه

اگردستورالعمل های ساختمانی را اولین نوع مبانی نظری در نظر بگیریم، میتوان گفت قدمت مبانی نظری ساختمانی به مقررات نوشته شده ی ساختمانی نوشته شده توسط حمورابی پادشاه بابل (در تاریخ۲۲۵۰سال قبل از میلاد) باز میگردد (Harper,1904). یکی از مهمترین و پر کاربردترین زمینه بکارگیری مبانی نظری، به منظور پشتوانه سازی انواع محتوای ارائه شده به پایه های عقلی، نقلی، هنری، تاریخی و علمی خصوصا در مرحله طراحی است[۲]. یعنی برای ایجاد یک گفتمان در هر سطحی، باید «نظر»ی باشد که آنرا مورد تحلیل، پشتوانه سازی و بررسی قرار دهیم. در مورد فناوری های معاصر در عرصه ساختمان نیز، پشتوانه های نظری خاصی در مورد زمینه های پیدایش و بکار گیری آنها وجود دارد. نکته مهم این است که "یکی از اشکالات عدیده اکثریت‌قریب‌به‌اتفاق مکاتب انسان‌ساخت این است که با تمرکز بر نکته و جنبه‌ای خاص از یک پدیده یا موضوعی خاص سایر نکات و جنبه‌ها را به غفلت می‌سپارند و در مورد معماری نیز چنین است(مردمی و زندآوه، ۱۳۹۴: ۹۴)[۳].

در کنار این عدم جامعیت گفتمانی[۴] در زمینه مبانی نظری معماری در دوران پست‌مدرنیسم تابه‌حال، در حال حاضر شاهد رشد نامتقارن فناوری‌ها نسبت به نظریات معماری نیز هستیم. یعنی نه‌تنها نظریات فعلی جامعیت ندارند بلکه هم‌نوا با بستر سیال و پویای معماری حال حاضر نیستند. مثلاً شاهد ایجاد و رشد فناورهای متعددی چون فناوری اطلاعات ساختمانی که واقعیت – فرایند محور است می‌باشیم که اگرچه در ابتدا برای سازماندهی حجم بالای داده‌های زمینه‌ای و تولید شده در فرایند طراحی بود، ولی در خلأ ناشی از ارتباط و حضور مبانی نظری در فرایند طراحی، در نقش جایگزین

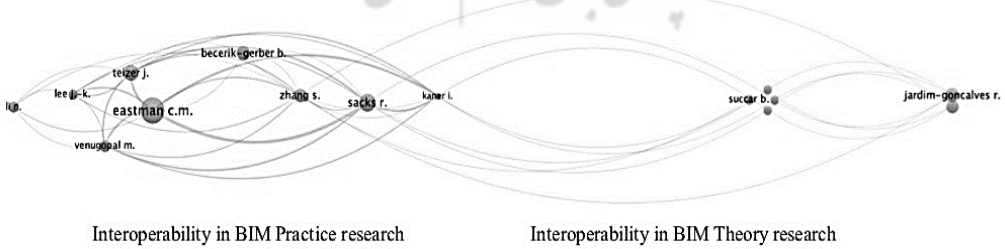
[Downloaded from jvfc.ir on 2022-04-26]

قرار گرفته است. به‌گونه‌ای که معماری را بیش از هر زمانی، به پوسته سازی زیبا و دارای ارتباط حداقلی با مبانی نظری، تبدیل می‌کند.

این بدان معنی است که هنوز هم نقش انسان در حالت تأثیرپذیری از فضاسازی معماری پست‌مدرنیست، و رشد فناورهای نرم و سخت‌افزاری پسا پست‌مدرنیسم باقی‌مانده است. همچنین در نبود نظریه‌ای برای چارچوب دهی به فرایندهای معماری، شاهد این هستیم که فضای معماری صرفاً محصول فرایند طراحی شده است. درحالی‌که فضای معماری به‌عنوان محصول آن، "جزئی پیوسته و متغیر از زندگی روزانه که به طور عمیقی به فعالیت‌های روزانه پیوند خورده است" (زینلیان و کلانترزاده، ۱۳۹۴: ۳). به دیگر سخن، محصولی از فرایندهای مبانی نظری می باشد که طراحی نیز قسمتی از آن است نه جایگزین و امری موازی آن. نمی‌توان دلایل و ریشه‌های چنین امری را در خود معماری به‌صورت کامل جستجو کرد. زیرا پست‌مدرن، گفتمان مشخصی درباره جایگزین‌کردن اصول نظری، به‌جای آنچه که نسبت به آن در مدرنیسم انتقاد داشت، ندارد بلکه "شرایط پست‌مدرن هم‌زمان متضمن ویژگی‌های سنتی، مدرن و پست‌مدرن است" (گیبینز و ریمر، ۱۳۸۴: ۱۹). در چنین وضعیتی، به نظر می‌رسد در دوران پسا پست‌مدرنیستی حاضر "باتوجه‌به گسترش دانش و تکنولوژی در دنیای امروزی و مطرح گشتن هرچه بیشتر تفکرات سیستمی، طراحی معماری به سمت تکنیک‌ها و دانش جدید بیش‌ازپیش تمایل یافته است (ساعد سمیعی و شعبان، ۱۳۹۵: ۲)، در نتیجه نیاز به داشتن چارچوب فناورانه متناسب با تفکر سیستمی و علمی، احساس می‌شود[۵].

در این بین به نظر میرسد ظهور فناوری BIM با ارائه زمینه های مختلف و منسجم، زمینه و بستر مهمی را برای بهره گیری سازمان یافته از مبانی نظری مطرح در ابنیه، فراهم کرده است. به گونه ای که همزمان پرداختن به بعد نظری این فناوری، نه تنها برای شناخت و بهره گیری از آن، بلکه برای بهره گیری از داشته های نظری علوم مرتبط با ابنیه، برای طرح و حل مسئله از طریق تبدیل محیط نظری به مدلسازی واقعیت مدار، بسیار لازم و ضروری گشته است. زیرا تمامی این نظریات میتوانند به صورت های ممکنی در سناریو سازی های حل مسئله، در کنار سایر منابع اطلاعاتی در این فناوری[۶] حضور و بروز پیدا کنند.

مجموعه این عوامل باعث انحراف و فروکاست جایگاه نظری این فناوری، به امری فارغ و حتی جایگزین محتوا و نقش مبانی نظری در امر طراحی ابنیه گشته که زمینه را برای تسلط بیش از پیش نگاه مادی و ظاهری بر زیبایی شناسی منطبق با یافته های علمی و هنری، فراهم کرده است (شکل). ریشه این امر را در بی توجهی به ظرفیت های نظری این فناوری در بهره گیری از دستاوردهای نظری سایر رشته ها از طریق مبانی نظری (خصوصا مبانی نظری کمکی در شکل ۱)، و البته زمینه شکل گیری و بهره برداری آن که غالبا دیدگاه های عمران محوری بوده است میتوان جستجو کرد.

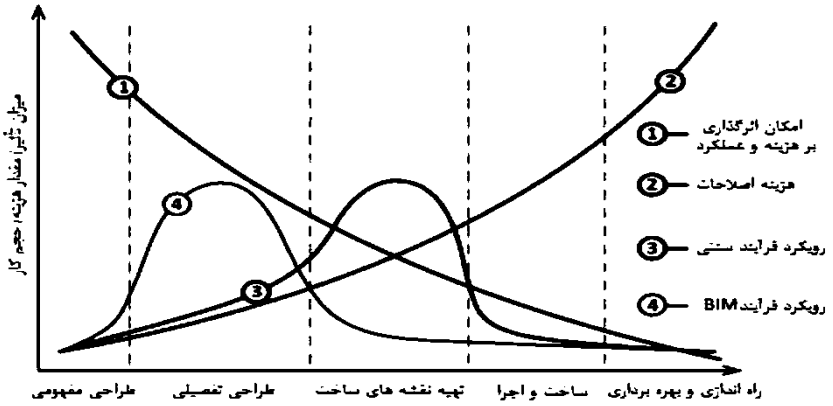


شکل ۲. غلبه رویکرد فنی بر نظری در بین پژوهشگران فناوری BIM، نمونه موردی: بازنمایی شبکه ای از مطالعات قابلیت همگامسازی و همکاری بین رشته ای در فناوری BIM (OZTURK, 2020: 175)

نکته مهم دیگر، ضرورت بهره گیری از مبانی نظری در امر ساخت و ساز است. ناهمگونی بسیاری از ساختمان ها با فرهنگ عمومی، پیشینه های تاریخی، زیبایی شناسی دوران، مصوبات قانونی یا بافت زمینه و محل ساخت، از یک سو و

[Downloaded from jvfc.ir on 2022-04-26]

هزینه های بسیار زیاد برای آموزش و بکار گیری متخصصان به منظور نظارت بر همه این جنبه ها، چه در مرحله طراحی و ساخت، چه در مرحله صدور مجوز های قانونی (شکل) به گونه ای است، کـه اقـدامات پـیش دسـتانه بـرای بررسـی و نظارت بر فرایند های طراحی و محصول نهایی آنها، باعث میشود هـوش مصـنوعی قابـل گسـترش در ایـن فنـاوری از پیچیدگی، زمان و هزینه های این امر کاسته و آنرا شدنی تر از همیشه نماید.



شکل۳. بررسی هزینه و امکان ایجاد تغییرات انطباقی با مبانی نظری در محصول ساختمانی در فازهای مختلف (Strafaci, 2008)

چیستی فناوری BIM از جنبه نظری

با توجه به گستردگی حوزه های کاربرد این فناوری، تعاریف مختلفی از سوی دست اندرکاران تولید، علم سـنجی، و بکارگیری آن ارائه شده است. این امر خود نشان دهنده بسیط بودن مفهوم نظری ای است که برای برای بیان ماهیـت و توانایی های این فناوری ارائه میشود. به دیگر سخن، بسیط بودن حوزه های بکارگیری آن، برآمده ازماهیت بین رشته ای آن است. در ادامه مهمترین تعاریف رسمی و علمی را درباره تعریف این فناوری مرور شده است.

جدول ۵. تعاریف ارائه شده برای BIM توسط نهادهای شاخص بین المللی (گردآوری: نگارنده)

منبع	نوع	شرح تعریف	جنبه ها
۱	ماهیتی	مدلی حاوی اطلاعات مربوط به یک ساختمان از تمام مراحل چرخه عمر آن	(الف)، (ب)
۲	ماهیتی و کارکردی	مجموعه گسسته ای از اطلاعات شی گرا الکترونیکی برای طراحی، ساخت و بهره برداری از دارایی ساخته شده استفاده میشوند	(الف)، (ج)
۳		نمایش دیجیتالی ویژگی های فیزیکی و عملکردی ساختمان در چرخه عمر آن	(الف)، (د)
۴	ماهیتی، کارکردی، عملکردی	یک مدل اطلاعاتی غنی، متشکل از منابع داده‌ای بالقوه چندگانه، که عناصر آن می‌تواند در بین همه ذینفعان به اشتراک گذاشته شود و در طول عمر یک ساختمان از ابتدا تا بازیافت حفظ شود	(الف)، (ج)، (ه)، (و)
۵		نمایش دیجیتالی مشترک از ویژگی‌های فیزیکی و عملکردی هر شی ساخته شده (از جمله ساختمان‌ها، پل‌ها، جاده‌ها و غیره) که مبنای قابل اعتمادی را برای تصمیم‌گیری تشکیل می‌دهد	(الف)، (د)، (ز)، (ح)، (ط)
۶	ساختاری، عملکردی	توسعه و استفاده از یک مدل داده ای نرم افزاری چند وجهی برای مستندسازی طراحی ساختمان، شبیه سازی ساخت و بهره برداری از تاسیسات نوساز جدید یا یک تاسیسات بازسازی شده (مدرن شده)	(الف)، (ی)، (ب)
۷ و ۸ و ۹	ماهیتی ، ساختاری	نمایش دیجیتالی از مشخصات فیزیکی و عملکردی یک بنا، به عنوان منبع دانش مشترک برای اطلاعات قابل اعتماد برای تصمیم گیری در طول چرخه عمر آن از ابتدا به بعد	(الف)، (ه)، (ک)
۱۰	ماهیتی، عملکردی	فرآیندی است که شامل ایجاد و استفاده از یک مدل سه بعدی هوشمند برای اطلاع رسانی و انتقال تصمیمات پروژه است. طراحی، تجسم، شبیه سازی آن، تسلط بیشتری را برای همه ذینفعان در طول چرخه عمر پروژه فراهم می کند. و دستیابی به اهداف پروژه، و کسب و کار را آسان تر می کند.	(الف)، (ب)، (د)، (ه)
۱۱	ساختاری، عملکردی	روشی مشترک برای ذخیره سازی، به اشتراک گذاری، تبادل و مدیریت اطلاعات چند رشته ای در کل چرخه عمر پروژه ساختمان از جمله برنامه ریزی، طراحی، ساخت، بهره برداری، نگهداری و مرحله تخریب	(الف)، (ب)، (ط)، (ه)

[Downloaded from jvfc.ir on 2022-04-26]

۱۲		نمایش دیجیتال پارامتریک و هوشمندانه غنی از داده ها و شی گرایی است که از آن دیدگاه ها و داده های مناسب با نیازهای کاربران مختلف را میتوان استخراج، تجزیه و تحلیل کرد.	(ب)، (د)، (ی)، (و)، (ز)
۱۳		ایجاد تغییرات معنادار در جریان کار و فرآیندهای تحویل پروژه است. یعنی از مفهوم تحویل یکپارچه پروژه (ادغام افراد، سیستم ها، ساختار کسب و کار و شیوه های فرایند مشارکتی جهت کاهش ضایعات، بهینه سازی و بهره وری در تمام مراحل چرخه عمر پروژه) حمایت میکند.	(ب)، (م)، (ک)
راهنما	(الف) اطلاعات پایه (ب) فرایند محور (ج) تبدیل پذیری اطلاعاتی (د) نمایش محوری (ه) اشتراک پذیری اطلاعاتی (و) بازیافت پذیری اطلاعاتی (ز) پردازش پذیری اطلاعاتی (ح) سنجش پذیری اطلاعاتی (ط) تغییر پذیری (ی) واقعیت محوری (ک) پایگاه دانشی (ل) تطبیق پذیری با نیازهای مخاطب (م) تجمیع پذیری		
منابع	(1) ISO 16757-1, 2015 (2) BSI PAS 1192-5,2015 (3) BS 8536,2010 (4) National Building Specification, 2011 (5) BS ISO 29481-1, 2010 (6) General Services Administration, 2007 (7) National Institute of Building Science, 2021 (8) Construction Project Information Committee, 2021 (9) Royal Institute of British Architects, 2020 (10) Autodesk,2021 (11) Encyclopedia of Sustainable Technologies, 2017 (12) Associated General Contractors of America, 2005 (13) Glick & Guggemos, 2009		

گستردگی حوزه کاربرد، ظرفیت ها و تنوع عملکردی این فناوری، باعث گردیده که تعاریف مختلفی برای توصیف آن به کار گرفته شود. همزمان با اواخر دوران مدرنیسم و زمینه های علمی و عملی برای تعامل انسان و رایانه، تحولاتی در زمینه سبک طراحی و سبک معماری، محتوای نظری، نظام زیبایی شناسی و فرایند طراحی معماری اتفاق افتاد، به گونه ای که حجم بالایی در داده های متنوع محیطی، فنی، عملکردی و انسانی در فرایند طراحی ماثر شمرده میشد. به نوعی معماری در مسیری قرار گرفته بود که نه میتوانست نسبت به افزایش آگاهی های بشری و تغییر سبک زندگی آن بی تفاوت باشد، و نه از لحاظ روشی، توانایی پردازش مسمر ثمر این حجم از داده ها را داشت. پس به نوعی معماری نیز همانند سایر رشته های علمی و خصوصا علوم انسانی، به مواجه با مشکلات رو به رشد و دارای پیچیدگی رسیده بود. راه حل کلی آن، آنگونه که مخترعین آینده نگری چون داگلاس انگلبارت[۷] بیان کرده بودند، استفاده گسترده از هوش مصنوعی رایانه و شبکه های رایانه ای در تمامی علوم است (Engelbart, 1962).

نکته مهم اینجاست که مقوله ی افزایش گرایش به ایجاد سامانه یکپارچه رایانه ای[۸]، باعث نیاز به همسویی و تغییرات تعاملی با به روزترین روش ها برای صنعت ابنیه را امری حیاتی نموده است (Succar, 2009). در معماری، این مسیر از طریق شکل گیری نرم افزارهای ترسیم کامپیوتری آغاز شد. در ابتدا پردازش آنها در پایانه های گرافیکی رایانه های مرکزی (قابل دسترسی غالبا آزمایشگاهی و تجاری) محدود بود[۹]. ولی با ایجاد و گسترش استفاده از رایانه های شخصی در دهه ۱۹۸۰، ایده BIM توسط هسته مرکزی[۱۰] آن شکل گرفت. اگرچه ابتدا تمرکز بر شکل گیری بخش معماری آن بود، ولی براساس تفکر کل نگر آن، سایر بخش های ابنیه نیز به مرور به محدوده نفوذ آن افزوده شد[۱۱].

سپس تحولات پست مدرنیستی وارد مرحله توجه و احترام به محیط زیستی شد و صنعت ساختمان را نیز به مفهوم طراحی پایدار، مقید ساخت. در این دوران "از آنجایی که حوزه تاثیرات زیست محیطی گسترده و شامل موارد زیادی می شود، وجود ابزاری مناسب برای کمی سازی این تاثیرات و ارزیابی آنها بسیار حائز اهمیت است. بنابراین، ابزار طراحی پایدار باید توانایی ارزیابی عملکرد ساختمان را طبق معیارهای مختلف داشته باشد ضمن آنکه اطلاعات باید در چارچوب طراحی برای سنجش جایگزین های مختلف، یکپارچه سازی شود. این یکی از دلایلی است که برخی از ابزارهای سنجش در فاز های نهایی پروژه اجرا می شوند. این مشکل می تواند با یکپارچه سازی ابزارهای مختلف و استفاده از آنها برای ارزیابی فرایند تصمیم گیری در فاز های اولیه طراحی حل شود" (شاه محمدی، اخلاصی و جلائی، ۱۳۹۶: ۱۶).

صرف نظر از این تعاریف رسمی بالا، باید دانست که" توسعه سریع فناوری اطلاعات در معماری، شاخه های فنی و مهندسی و صنعت ساخت و ساز (AEC) که به طور مداوم در حال تغییر است باعث تغییر در تعریف مدلسازی اطلاعات

[Downloaded from jvfc.ir on 2022-04-26]

ساختمان (BIM) میشود" (فرج زاده و همکاران، ۱۳۹۶: ۶۴). بر این اساس نکات زیر که در بر گیرنده چندین اصل پر تکرار در تمامی تعاریف بود را باید در نظر گرفته شود تا بتوان ماهیت واقعی BIM را بدرستی درک کرد.

ساخت و ساز ابنیه (Building): BIM فقط در مورد معماری نیست. "ساختمان" را باید به عنوان فعل "ساختن" به جای اسم "ساختمان" در نظر گرفت. این مفهوم با هر سازه محیطی مصنوع از جمله راه آهن، بزرگراه، پل، تونل و تاسیسات مرتبط است. همچنین برای بخش‌های دیگری مانند نقشه‌برداری زمین، معماری منظر، تونل‌سازی و استخراج معدن مناسب است.

اطلاعات (Information): به اشتراک گذاری اطلاعات ساختاریافته اساس فناوری BIM است. بر این اساس، یک مدل اطلاعاتی شامل هندسه مدل سه بعدی، اطلاعات غیر گرافیکی[۱۲]، اسناد[۱۳] و نقشه ها می شود. همچنین شامل مدل اطلاعات پروژه[۱۴]که در طول عملیات اجرایی[۱۵] ارائه می شود و شامل اطلاعات روند پروژه می شود. علاوه بر این، مدل اطلاعات سرمایه ای[۱۶]نیز وجود دارد و مدلی اطلاعاتی است که در طول هزینه های عملیاتی[۱۷]مدیریت و نگهداری می شود و شامل اطلاعات دارایی است.

مدل یا مدلسازی (Model/Modelling): معنای مدل یا مدلسازی دقیقا به چه چیزی اشاره میکند و قابل تعبیر است؟ آیا مخففی برای اشاره به مدل گرافیک سه بعدی است یا به فرایند ایجادی آن ؟ در حالی که نمایش هندسی در قالب مدل مهم است، اما باید قادر به شبیه سازی جنبه های مختلف طراحی (سازه، معماری، تاسیسات و غیره)، ساخت و بکارگیری یک بنا از منابع اطلاعات (Adalberth, 1997) باشیم. پس مدلسازی مفهومی جامع تر و کامل تر از واقعیت این فناوری است.

بر این اساس میتوان برای دستیابی به چیستی و ماهیت نظری این فناوری در تعاریف موجود به مهمترین بخش هایی مورد پوشش این فناوری در زمینه مهندسی ابنیه، بر اساس تمام جنبه های جدول فوق توجه کنیم[۱۸] (Azhar, 2011:242):

سازه، تاسیسات، مدیریت انرژی، شبیه سازی و مدیریت تجهیزات و آنالیز کارگاه، ساخت قطعات، متره و برآورد، مدیریت مکان، مدیریت ایمنی، برنامه ریزی تخریب، مدیریت مالی، زنجیره تامین مصالح پای کار از کارگاه تولید، مدیریت پروژه، طراحی بهینه معماری، مدیریت نظارت و اعمال اصلاحات اجرایی، بررسی و افزایش کیفیت ساخت.

پس میتوان به صورت کلی، هویت فناوری BIM را اینگونه بیان کرد(Bernstein and Pittman, 2004):

۱- کاهش ریسک تداخل اطلاعات در فرایند های طراحی با رویکردهای پایدار و ناب

۲- کمک به محاسبات (سازه، تاسیسات، متره، انرژی، فضا)، تسلط بر حجم و روابط، اصول و قوانین در فرایند طراحی با دیجیتالی شدن آن

۳- نیاز به الگوهای تبادل اطلاعات صحیح بین دست اندرکاران ساختمانی (معماری، عمران، شهرسازی، تاسیسات)

در حقیقت، این عوامل باعث گستردگی زمینه های ارتباطی بین رشته های ابنیه از یک سو، و عمق پیدا کردن تخصص های مختلف آن از سویی دیگر باعث گشته است که مدیریت یکپارچه آنها برای امکان پذیری همراه با کارایی عملیات ابنیه در مراحل (فاز) های پیش بینی شده یا همان ارزیابی چرخه حیات (LCA)، بیش از هر زمانی مد نظر اشخاص حقیقی و حقوقی مرتبط با این رشته های مختلف ابنیه قرار گیرد (Gu & London, 2010; Shen et al. 2010; Kent & Becerik-Gerber, 2010)[۱۹]. تجربه های حاصل شده از نبود این هماهنگی و شکست توجه یکجانبه به بخشی از قسمت های مهندسی ابنیه، باعث شکل گیری جهت یافته آن به سمت برخی از بخش های آن میشود. خصوصا که در دوران پست مدرنیسم و بعد از آن، شاهد گستردگی بیش از پیش تولیدات نظری و تنوع بسیار بالای مصالح و ابزارهای فنی- کارگاهی، و فناوری های ساخت ابنیه نیز بوده ایم. به نظر میرسد که این تجربیات در بعد کلی تر یعنی در «سیاست گذاری علمی عرصه ابنیه»، بر اساس موارد زیر، چیستی و ماهیت نظری این فناوری را هدف گذاری کرده است:

[Downloaded from jvfc.ir on 2022-04-26]

جدول ٦. هدف گذاری ایجاد و توسعه فناوری BIM در ارتباط با عرصه های مواجهه رسته ابنیه (منبع: نگارنده)

عرصه مواجهه	هدف گذاری مفهومی(تاکتیک)	نمود نظری (تکنیک)	راه حل (تکنولوژیکال) در BIM
ناپایداری	استفاده از الگوی طراحی	نظریه پردازی هویت گرا	استفاده از پردازش پیش تحلیلی (Pre-Bim)
عدم قطعیت	باید معنا سازی کرد	روش های مصور سازی	مصور سازی واقعیت گرا (BIM Light)
پیچیدگی	شفافیت خلق کرد	ایجاد چرخه حیات داده	تبدیل داده به اطلاعات (BIM + Information)
ابهام	نگاه کل نگر و سیتماتیک	زمینه گرایی درمسئله یابی	ادغام اطلاعات و مهارت (BIM + Knowledge)
تصمیم گیری	هوش مصنوعی تحلیل الگویی	نظریه معماری فرایندی	گزینه و تصمیم مبتنی بر ارزش(BIM + Desicions)

ظرفیت های نظری فناوری BIM

نکته مهم این جاست که همزمان با تغییرات محیطی و نظری در علوم مختلف ابنیه به موازات علوم انسانی و مهندسی، شکل گیری فناوری های کلان نگر همچون BIM، بر اساس نیازهای صرفا فنی و مهندسی نبوده است. بلکه بر اساس شناخت و معرفت جمعی شکل گرفته از پست مدرنیسم تا به الان، موفقیت ساختمان سازی با میزان توجه آن به نیازهای عاطفی، شناختی و فرهنگی استفاده کنندگان ارتباط مستقیمی دارد (WBDG, 2012).

پس لزوم بهره گیری از دستاوردهای مطالعاتی همچون روانشناسی محیطی، الگوهای فرهنگی و اجتماعی و اقتصادی، و هم راستا بودن با زیبایی شناسی دوران، از مهمترین عواملی است که ظرفیت های نظری این فناوری را شکل میدهند[۲۰]. این امر را میتوان در ظرفیت های پنهان فناوری BIM نیز مشاهده کرد. زیرا اگر چه به نظر میرسد هدف اولیه از شکل گیری و توسعه آن فنی- مهندسی بوده است ولی با تغییرات بیان شده در جامعه کنشگران مهندسی ابنیه برای پاسخ به بستر اجتماعی دوران، حضور ماثر همه این جوانب در فرایند های طراحی و اجرایی ابنیه امری ضروری و شدنی گردیده است. زیرا به این مهم بر خواسته از این واقعیت است که BIM"هم یک نوع تکنولوژی هم یک نوع فرایند است"(فرج زاده و همکاران، ۱۳۹۶: ۶۰).

اگرچه در عمل نیز شاهد این هستیم که این فناوری بر اساس پاسخ گویی به نیاز های فنی شکل گرفته است و کمتر احتمال و نیاز بهره گرفتن از ظرفیت های آن برای نیازهای نظری دیده شده است، ولی وجود این ظرفیت های تجمیع یافته در این فناوری باعث شده است که رویه های بهره گیری از آن، تنوع و گستردگی بالایی داشته باشد. به دیگر سخن امکان بهره گیری از آن در راستای پیاده سازی انواع دستاوردهای علوم انسانی مرتبط با عرصه ابنیه، از طریق بهره گیری از مبانی نظری مطرح شده در بالا، در غالب ایجاد سناریو (طرح واره)ی بیان و حل مسئله نیز وجود دارد. خصوصا که چنین امری در فاز (مرحله) های صفر و یک در صنعت ساختمان نیز وجود دارد و از لحاظ فرایندشناسی نیز، بهترین مرحله و زمان برای بهره گیری از سناریو های برخواسته از مبانی نظری نیز میباشد. زیرا بیشترین تاثیر را بر کلیت و ماهیت محصول نهایی دارد، و هزینه و پیچیدگی شبیه سازی و تصمیم گیری بر اساس تطبیق سناریو با واقعیت مجازی آن در این فناوری، به مراتب بسیار کمتر از فاز های بعدی است (Burke,2001; Verkehr et al,2013). از سویی دیگر، همانگونه که تا کنون، انواع ابزارهای جانبی برای کمک به تحلیل و بررسی و شبیه سازی به این فناوری اضافه شده اند (McGraw-HillConstructio,2012)، پس از لحاظ فنی امکان چنین امری کاملا شدنی مینماید.

به نظر میرسد در زمینه هایی که شرکت اتودکس برای پیاده سازی اصول پایداری در ابنیه تعریف کرده است، با توجه به موجود بودن مبانی نظری متعدد در علوم انسانی در هر سه زمینه فوق از یک سو، و وجود ابزار های واسط بر پایه BIM در سبد محصولات شرکت های بزرگ و کوچک در حال حاضر (Autodesk, 2005)، پس میتوان با ورود و زمینه

[Downloaded from jvfc.ir on 2022-04-26]

سازی منابع علوم انسانی از طریق ظرفیت های مبانی نظری، آنها را به طرق مختلفی در سناریو سازی های ابنیه وارد چرخه حیاط BIM کرد.

بر این اساس، باید دید از این ظرفیت های نظری به چه صورتی و تا چه حدی در رشته های ابنیه و خصوصا در معماری بهره گرفته شده است. به دیگر سخن باید دید آیا ظرفیت های نظری آن مورد توجه قرار گرفته است یا خیر؟ آیا اساسا توجهی به انعکاس هنری و نظریِ مداخلات این فناوری در مهندسی ابنیه شده است یا خیر؟ برای پاسخ به این سوال میتوان به فلسفه و دلیل توجه به انعکاس نظری این فناوری پرداخت. یعنی، بر اساس امر واقع شده از قِبَلِ پیدایش و بکارگیری این فناوری، میزان و اثر حضور نظری آنرا در عرصه ساختمان سنجید. بر این اساس، میتوان به برخی از دلایل زیر اشاره کرد.

پاسخ اولیه این جاست که حضور مبانی نظری در این فناوری تحت عنوان «ابزارهای پشتیبان تصمیم[۲۱]»، تا حدود زیادی به رسمیت شناخته شده اند و البته نقش آنها تبیین درستی (متناسب با ظرفیت مبانی نظری) نشده است. در این زمینه صرفا شاهد دسته بندی انواع این ابزارهای پیشتیبان تصمیم گیری هستیم. مثلا یک دسته بندی کلی ابزارها را به دو نوع تقسیم میکند: یکی مبتنی بر اطلاعات مصالح و عناصر ساختمانی[۲۲] که بیشتر فاز های اجرایی را پوشش میدهد و دیگری مبتنی بر فرایند های ساخت و ساز[۲۳] که تقریبا کل فازهای ساخت و ساز را پوشش میدهد (Ortiz et al, 2009). در یک دسته بندی دیگر سه گانه ای از ابزار های نظارت بر چرخه حیاط، بر اساس مقیاس مداخله آنها وجود دارد که از جزء به کل تدوین یافته است[۲۴] (Trusty & Horst, 2005).

پاسخ دیگر به این سوال، از برداشت فراتر از نگاه فنی به فناوری BIM، پدید آمده است (جدول). یعنی توانایی «یکپارچه شدن اطلاعات و هندسه و ایده پردازی هنری» در سامانه های تحت BIM را پایه ای برای بهره گیری از داده های نظری کرده است. بر این اساس سطح بندی متفاوتی برای این داده ارائه شده است که بر اساس پایه و اساس قرار شدن شرایط داخلی داده ها در BIM است (Epstein, 2012:57-58):

۱- مرحله آماده سازی (Pre-BIM): داده های غیر گرافیکی ولی سازمان دهی شده برای برنامه ریزی ایجاد پروژه BIM.

۲- مرحله مصور سازی واقعیت گرا (BIM Light): مدل مفهومی سه بعدی دیجیتال از اجزا و عناصر مد نظر در واقعیت

۳- مرحله تبدیل داده به اطلاعات (BIM + Information): الصاق داده های نظری مرحله (۱) به مدل سه بعدی مرحله (۲) به منظور ارائه مدل سه بعدی گرافیکی با پشتیبانی اطلاعات نظری، با قابلیت تجزیه و تحلیل مفهومی

۴- ادغام اطلاعات و مهارت (BIM + Knowledge): ترکیب شدن مهارت های مبتنی بر دانش اکتسابی و تجربی طراحان معماری و شهرسازی و شکل گیری اطاعات پشتیبان تصمیم گیری پیرامون «مدل-داده» مرحله (۳)

۵- گزینه سازی برای تصمیم مبتنی بر مهندسی ارزش (BIM + Desicions): ارزشیابی گزینه های «مدل-داده-مهارت» برگرفته از مرحله (۴) بر اساس جمع بندی کلی تمام انواع اطلاعات گردآوری شده از عناصر و اجزای ساختمان، سیستم و فرآیند های ارزشمند برای چرخه عمر پروژه.

به دیگر سخن، بسیاری از فرایند های نظری در قالب الگو، قوانین و ضوابط و... از حالت داده های نوشتاری و مبتنی بر برداشت و هوش انسانی، قابل استفاده برنامه ریزی شده در مراحل مد نظر کنشگران این فناوری، به صورت «الگوریتم های اصلی یا کمکی حل مسئله یا گزینه سازی (آلترناتیو)» هستند. از سویی دیگر نیاز مضاعفی برای داشتن رویکرد نظری و استاندارد سازی دیدگاه ها و مفاهیم و روش ها یا همان «سناریو سازی» در این فناوری، از جنبه تجمیع چندین رشته با رویکرد ها و نگاه فنی در کنار رشته های معماری و شهرسازی که غالبا هنری پایه هستند وجود دارد. زیرا بر میزان پیچیدگی های فنی و غیر ضرور در مسیر استفاده از آن برای همه کاربران این رشته ها افزوده شده است (Azhar, 2011: 251).

[Downloaded from jvfc.ir on 2022-04-26]

برای حل این معضل، همانگونه که داده ها حالت تعریف شده ای در چرخه فوق داشتند، منجر به انواع مختلفی دانش میشوند که پوشش دهنده تنوع بالای حالات دانش در رسته ابنیه است. بر این اساس میتوان چندین نوع دانش را در بستر BIM مورد شناسایی قرار داد (Karen et al,2014:ch5):

۱- دانش مبتنی بر واقعیت: بر گرفته از داده های مرحله (۱) دسته بندی حالت داده ها

۲- دانش مبتنی بر فرایند بیان مسئله: شامل داده های برآمده از مرحله (۱) و (۲) برای ارائه توضیحات درباره دلایل و توصیف مناسب برای چرایی و چیستی مسئله در ابتدا، و مورد استناد قرار گرفتن درباره چگونگی حل آن در مراحل بعد

۳- دانش مبتنی بر فرایند حل مسئله: برگرفته از داده های مرحله (۱) و (۲) و (۳) برای ارائه بهترین پاسخ ممکن در هر پروژه با توجه به منابع در دسترس

۴- دانش مبتنی بر تجربه و عملکرد: برآمده بر داده های مرحله (۴) و به منظور تهیه دستور العمل های ساخت، نصب و بکارگیری درست که به صورت غیر مستقیم، در مراحل تعمیر و نگهداری نیز مورد استفاده است.

۵- دانش مبتنی بر واقعیت افزوده: بر گرفته از دانش مراحل قبل (واقعیت+ فرایند بیان و حل مسئله+ تجربه و عملکرد) که نحوه تعامل فناوری BIM را برای دستیابی به اهداف طراحی، در غالب معانی مختلف بیان میکند.

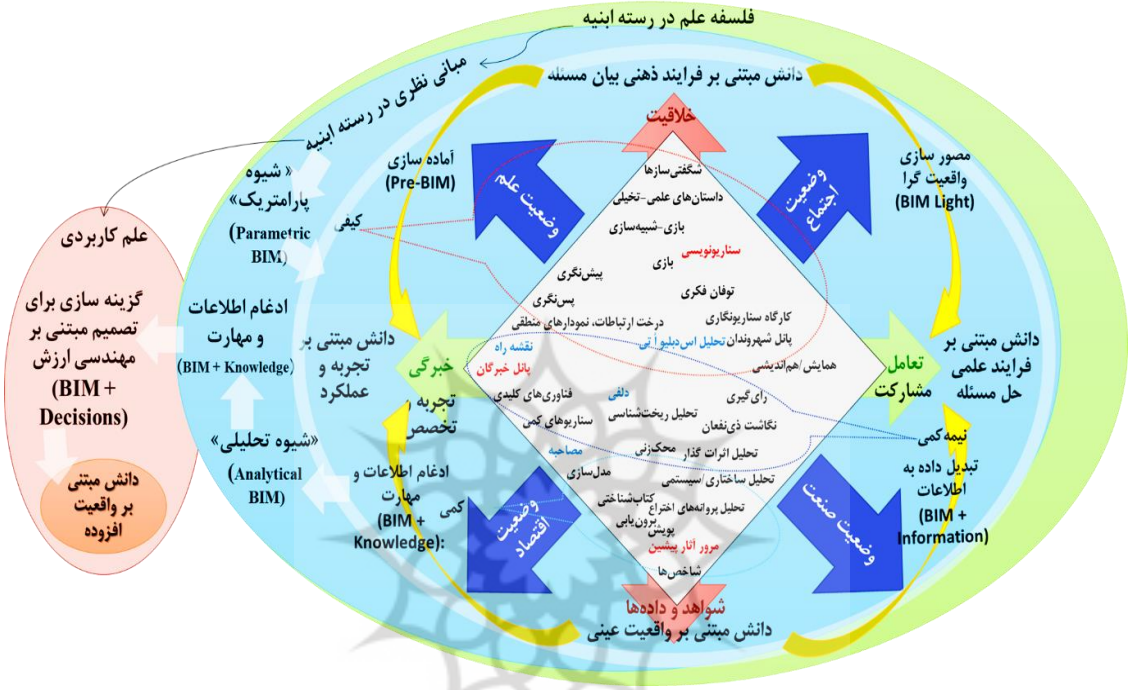
پاسخ سطح بالاتر و عملی دیگر این فناوری به سوال مطرح در زمینه بهره گیری از مبانی نظری در بستر پویا و سیال انسان و دانش معاصر، استفاده از الگوریتم های بر آمده از داده و دانش (راه حل قبلی) با استفاده از ابزارهای پشتیبان تصمیم گیری است. یعنی این الگوریتم های بیان و حل مسئله که دربرگیرنده خواسته ها و اهداف طراحی هستند را به «شیوه پارامتریک» (Parametric BIM)، به کار گیری میکند. بر این اساس، میتوان در هر پروژه ای مبتنی بر محدودیت ها و شرایط خاص آن برای پیاده سازی این اهداف هنری- فنی، عناصر، فرایندها و فضاهای مورد طراحی، اقدام متناسب با همان بستر را انجام داد (Aish & Woodbury 2005; Qian 2007).

خصوصا که چنین امری، ماهیت پشت پرده و اساس این فناوری است که در عمل، بر ایجاد و مدیریت رابطه اطلاعاتی بین عناصر و اجزای ساختمانی، و با شیوه پارامتریک، یک گام مهم به سمت زبان ماشینی این فناوری برداشته خواهد شد. نتیجه مهم آن، آشکار سازی محدودیت و قابلیت های هر نوع از مبانی نظری فرموله شده به زبان الگوریتمیک است. بدین روش میتوان با تشکیل بانک اطلاعاتی مفیدی از این مبانی نظری و الگوریتم های پیشنهاد شده برای آنها، مزیت و قابلیت های آنها را به همراه فایل های الگوریتمی و نمونه های بهره گرفته شده برای بیان و حل مسئله را ذخیره کرد. بدیهی است که چنین امری میتواند به کاربردی تر شدن و حضور پررنگ تر مبانی نظری در فرایند طراحی کمک شایانی کند. خصوصا که با روش پارامتریک به سرعت میتوان از این الگوریتم ها به شیوه ترکیبی یا در هر نوع پروژه ای با اعمال تغییرات اندکی استفاده کرد. همچنین امکان ایجاد تغییرات و مشاهده نتایج آن به صورت آنی و بدون هزینه در واقعیت (Lee et al. 2006)، امکان بهره گیری از آنها را برای بسترهای جدید و حتی استفاده نشده که از فرایند حل مسئله استفاده میکنند نیز فراهم میشود[۲۵].

پاسخ دیگر، بر اساس بهره گیری از توان پردازش تحلیلی این فناوری است. بسیاری از محققان معتقدند که از طریق یکپارچه سازی مدلسازی اطلاعات ساختمانی با ابزار واقعیت مجازی (شبیه سازی واقعیت در فضای مجازی BIM)، ترکیب جدیدی به نام «شیوه تحلیلی» (Analytical BIM) بدست می آید. در این ترکیب، مبانی نظری از یک سو به صورت توضیحات مرتبط شده به عناصر و جزئیات و فرایندهای BIM، کمک پشتیبان تصمیم ارائه میکند، و از سویی دیگر، میتوان در رویه های پیش بینی توسط افزونه های تخصصی از آنها بهره گیری کرد. زیرا معماری از عوامل فرامعماری زیادی همچون فرهنگ، اقتصاد، سیاست و ... تاثیر پذیر است که تاثیر آنها در مبانی نظری نیز کاملا مشهود است. پس میتوان با الگوریتم نویسی برای مبانی نظری، حوزه نفوذ این عوامل فرامعماری را در رسته ابنیه به گونه ای پارامتریک و تحلیلی ایجاد و به صورت مستمر، اصلاح کرد[۲۶].

[Downloaded from jvfc.ir on 2022-04-26]

به عنوان جمع بندی پاسخ های فوق که در اثبات امکان بهره گیری این فناوری از ظرفیت های نظری ارائه شد، پاسخ ترکیبی از نگاه نظری در این فناوری مطرح است (شکل). در حقیقت این پاسخ درباره نگاه سیستماتیک به ظرفیت های موجود نظری در این فناوری است. به نوعی که میتوان با ترکیب آن با روش های دانشی در عرصه تولید، تطبیق و ترویج دانش، شاهد تولید همزمان دانش تولید، ساخت و تعمیر و نگهداری در عرصه ابنیه البته مبتنی بر دستاوردهای نظری علوم انسانی مرتبط با آن، از پایین ترین سطح مداخلات آن (طراحی داخلی) تا بزرگترین آن (طراحی شهری و ساخت ساز زیرساختی) بود.



شکل٤. ظرفیت فناوری بین برای ایجاد چرخه حیات داده ها از مبانی نظری تا مرحله تولید دانش همسطح با واقعیت افزوده ی تولید شده در فناوری BIM (منبع: نگارنده)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

یافته‌های تحقیق

نهاد های حاکمیتی و تجاری مهمی در سراسر جهان[۲۷]، تلاش کرده اند از ظرفیت های نظری برای پیاده سازی این فناوری به هدف مدیریت نظری تعارض مفاهیم و دیدگاه های نظری–عملی موجود در رسته ابنیه بهره بگیرند[۲۸]. دیدگاه کلی این نهاد ها در باره این فناوری، نظری محور (واقعیت گرا و مبتنی بر روش علمی) است. یعنی فرصت و بستر بسیار مناسبی برای ارائه قوانین به زبان قابل استفاده در این فناوری را شناخته اند و تلاش میکنند با تدوین پروفایل (رویه) های الکترونیک و الگوریتمیک مبتنی بر استاندارد های ملی و بین المللی، اجرای به موقع و درست آنها را با بهره گیری از تعامل کنشگران BIM با هوش مصنوعی این فناوری، در بعد عملی رقم زنند. چنین تلاش هایی از طریق آینده پژوهی های متعددی نیز پیش بینی شده بود که از آن به عنوان بررسی خودکار مدل ها یاد شده است (Nawari, 2018). میتوان دیدگاه پژوهش جاری را، پیشنهادی برای مرحله بعد از بررسی مدل ها دانست. زیرا منظور آن بررسی خودکار ضوابط و اصول برخواسته از مبانی نظری است که بسیار جامع تر از بررسی ضوابط صرفا فنی است.

چنین فرصتی برای کشور ما نیز میتواند راه بسیار مناسبی برای اجرا، نظارت، محاسبه، تصمیم گیری و سنجش میزان انطباق با استاندارد و طرح های مصوب ابنیه در فاز های مختلف باشد. بدین صورت که سازمان ملی استاندارد، وزارت مسکن و شهرسازی، شورای عالی معماری و شهرسازی و... در تهیه پروفایل های الکترونیک مقررات ملی

[Downloaded from jvfc.ir on 2022-04-26]

ساختمان به صورت مستقیم یا سفارش دهی به بخش خصوصی مشارکت داشته باشند تا بتوان در آینده، تغییر و اصلاح، نظارت و سنجش، بر کلیه ساخت و ساز ها به صورت سیستمی (دقت و سرعت بالا) انجام گیرد (شکل و شکل). خصوصا که ضوابط و مقررات همواره در حال تغییر هستند. از اینرو باید توجه کرد که طراحی ساختمان های جدید به طور پیوسته با این قوانین سازگار باشند (Solihin, 2015) و چنین سازگاری مستمری، جز با بهره گیری از چنین فناوری ای، امری بسیار پیچیده خواهد بود[۲۹]. سابقه چنین تحقیقاتی درباره ماهیت سیال و متحول شونده این فناوری نیز، تحت عنوان « بلوغ مدلسازی اطلاعات ساختمان» نیز وجود دارد[۳۰] (جدول). ماحصل این مطالعات منجر به ارائه پیشنهادی است که ماهیت نظری این فناوری را میتوان به صورت میان رشته ای مورد مطالعه قرار داد.

جدول ۷. زمینه های بلوغ مدلسازی اطلاعات ساختمانی به سمت بهره گیری از ظرفیت های نظری (Chen, 2013)

زمینه	جنبه ها
فناوری	نرم افزارهای کاربردی / قابلیت اشتراک گذاری و همگامسازی / تجهیزات سخت افزاری / ارتقاء سخت افزار
اطلاعات	روش تحویل اطلاعات / تضمین اطلاعات / غنای داده/ داده های زمان واقعی / دقت اطلاعات / گرافیک / قابلیت جغرافیایی / جریان کار / استانداردهای مستندسازی و مدلسازی (DMS)
فرآیند	نوآوری فرآیند و فناوری / برنامه ریزی استراتژیک / فرآیند چرخه حیات / مدیریت تغییر /مدیریت ریسک / / فرآیند عملیاتی استاندارد / کنترل کیفیت / مشخصات
کنشگران انسانی	رهبری ارشد / نقش / سیستم پاداش / نمایه شایستگی / برنامه آموزشی / روش تحویل آموزش

بر این اساس میتوان پیشنهاد داد با استفاده از ظرفیت های متعدد موجود، نسبت به ساخت نرم افزارهای مختلف برای بهره گیری از منابع نوشتاری و کتابخانه ای، برای تبدیل فاز آنها از اطلاعات به فرایندهای مصور سازی شده (جدول)، اقدام کرد. بدین صورت میتوان تمامی نیازها، استاندارد ها، الزمات و قوانین را در طی پروفایل های الگوریتمیک، به محیط نرم افزارهای این فناوری وارد کرد تا بتوان در ارزیابی چرخه عمر ساختمان، بر اساس آنها اقدام کرد (شکل). تا بدین جا مبنا بر این بود که تغییر مهم یا زیادی برای استفاده از این ظرفیت نظری در این فناوری احتیاج نباشد، زیرا اتکای تبادل اطلاعات بین نرم افزار های پیشنهاد با این فناوری ها، بر اساس زبان مشترک الگوریتمی است که هم اکنون در دو محیط شناخته شده این امر یعنی داینامو[۳۱] و گرس هاپر[۳۲] قابلیت پیاده سازی را دارند[۳۳].

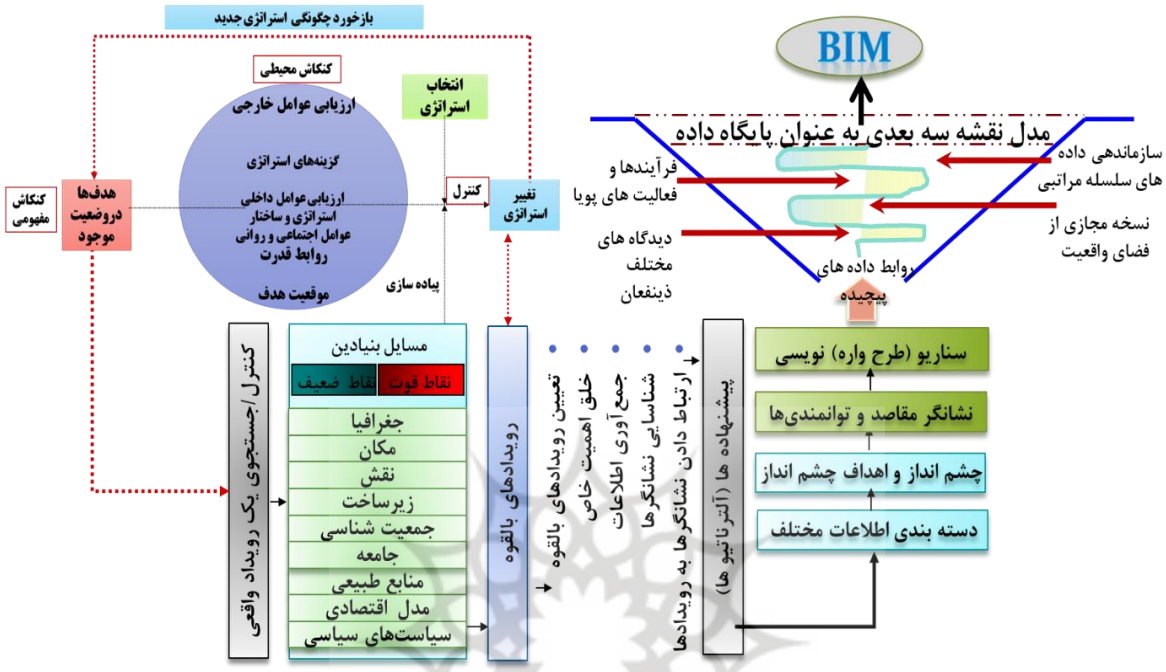
جدول ۸ . مهمترین زمینه های کاربرد نظری فناوری BIM در زمینه مصور سازی اطلاعات و فرایند ها (Ivson et al, 2020: 14)

قابلیت BIM	زمینه مصور سازی	مهمترین زمینه های کاربردی پیشنهادی
مدل نقشه سه بعدی به عنوان پایگاه داده	تجسم علمی و اطلاعاتی	داتشگاهی- تجاری - تحقیقاتی
دسته بندی اطلاعات مختلف	تجسم چند بعدی	دانشگاهی - تجاری
روابط داده های پیچیده	نمودار و تجسم شبکه	تفکر سیستمی- پروژه های کلان- تحقیقاتی
سازماندهی داده های سلسله مراتبی	تجسم سلسله مراتبی	تفکر سیستمی- تفکر میان رشته ای- دانشگاهی-تحقیقاتی
فرآیندها و فعالیت های پویا	تجسم زمان بندی	تجاری- تحقیقاتی
دیدگاه های مختلف ذینفعان	رابط های کاربری هوشمند	تجاری
نسخه مجازی از فضای واقعیت	واقعیت مجازی و افزوده	تجاری- تحقیقاتی- دانشگاهی

بدیهی است که احتمال تغییراتی در این فناوری برای مواردی که نیاز به «بهره گیری و بروز رسانی» از ظرفیت نظری آن در مواردی از فرایند طراحی، ساخت و مدیریت پروژه باشد، وجود خواهد داشت. مثلا وقتی میخواهیم قوانین و مقررات ملی ساختمان را در فاز های ۲ و ۳ اجرا کنیم تا هوش مصنوعی این فناوری از شکل گیری اشتباه ناخواسته یا خلاف قانون جلوگیری کند[۳۴]. همچنین مواردی که بر اساس خواست کارفرما (تحقیقاتی، تجاری و دانشگاهی) تعیین

[Downloaded from jvfc.ir on 2022-04-26]

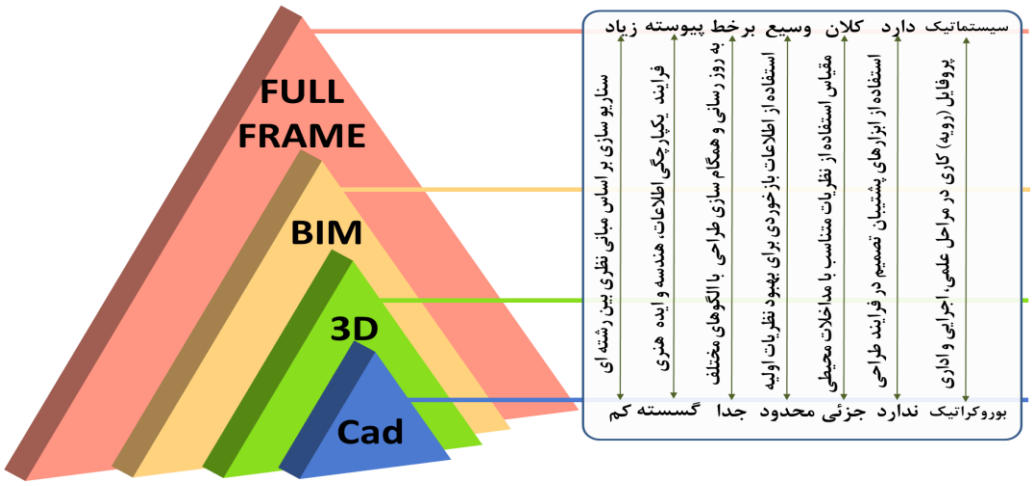
شده است و نیاز به مصورسازی برای اقناع فکری (درک بهتری از چگونگی پیاده سازی دقیق آنها در فرایند های مختلف کار) است به او با ذکر دلایل پشتیبان تصمیم ارائه شود. علاوه بر این، گاهی نیاز است کـه میـزان مطابقـت سـازه هـای ساخته شده یا خصوصیات طرح های پیشنهاد شده (آلترناتیو) را بر اساس ضوابط یا قوانینی خاص (شـاخص هـای هـدف گذاری شده از قبل برای تحویل پروژه) که به صورت الگوریتم هایی مشخص در آورده شده اند، سنجیده شوند.



شکل ۵. الگوی بهره گیری سیستماتیک از ظرفیت های نظری فناوری BIM (منبع: نگارنده)

میتوان اینگونه جمع بندی کرد که با ایده مطرح شده در این پژوهش، میتوان شاهد پیدایش نسل جدیدی از فناوری که به صورت پیشنهادی نام «چارچوب جامع (Full Frame)» برای آن ارائه میشود خواهیم بود، که توانایی فنـاوری BIM را به صورت پایه ای مورد گسترش قرار میدهد (شکل). مهمترین خصوصیاتی کـه در ایـن فنـاوری بـه مرحلـه تکامـل میرسند، بر اساس بهره گیری گسترده تری از هوش مصنوعی برای کاهش پیچیدگی ها و چالش های بهره گیری از این فناوری در زمینه های بهره گیری از مبانی نظری خواهد بود. به نوعی میتوان گفت پیشرفت های فناورانـه نسـل بعـدی، بیشتر از آنکه معطوف به ابعاد فناورانه آن باشد، معطوف به ایجاد و گسترش راهکارهایی برای همگامسازی مبانی نظـری با پیشرفت های فناورانه آن است. زیرا به نظر میرسد که بهره گیری از داشته های نظری در قالب های فراتر از تجربیات گذشته، نه تنها مسیری برای بازشناسی ظرفیت های مبانی نظری موجود است، بلکه زمینه ساز گسترش، نوآوری و بهبود آنها خواهد بود.

[Downloaded from jvfc.ir on 2022-04-26]



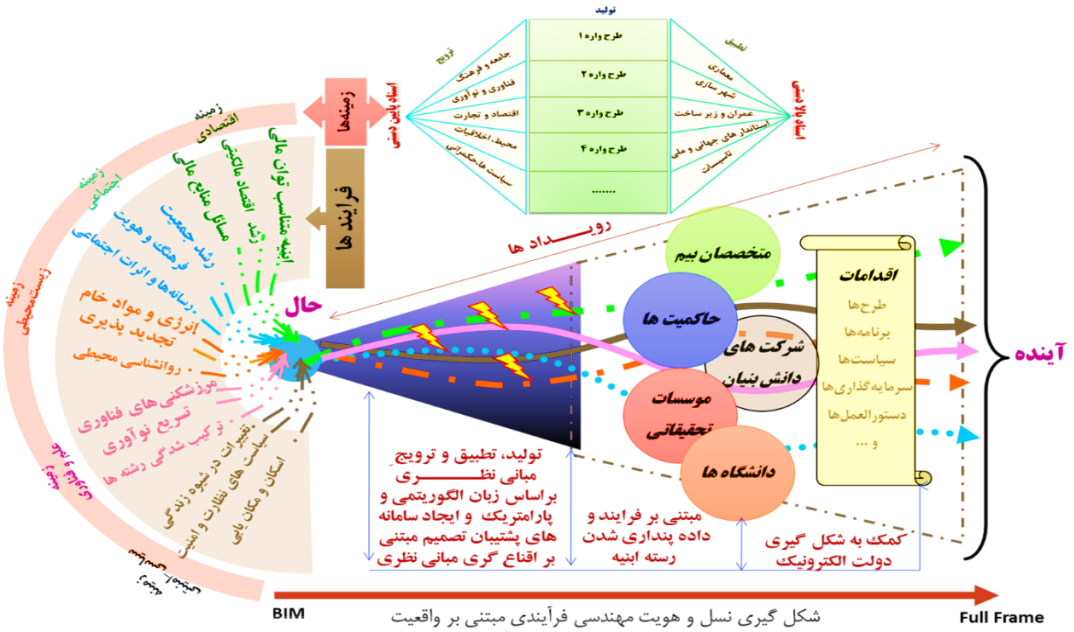
شکل ٦ . مقایسه نسل های فناوری های نرم در رسته ابنیه به لحاظ بهره گیری از ظرفیت های مبانی نظری (منبع: نگارنده)

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

ترکیب مبانی نظری ابنیه با فناوری BIM، پتانسیل تغییر فرایند طراحی موجود و تولید کارآمد فرایندهایی با کارایی بالا برای بهره گیری از هوش مصنوعی در زمینه تحلیل، پیشنهاد دهی، مقایسه و ارزیابی پیشنهاده ها (از طراحی کلی و مفهومی گرفته تا طراحی جزئی در حد عناصر ساختمانی) و بهره گیری از کهن الگوهای هنری را دارد[۳۵]. خصوصا که میان رشته ای بودن معماری به معنی لزوم بهره گیری از دستاوردهای سایر رشته های علوم انسانی در مسیر ارتقاء کیفی و افزایش کارایی روش های موجود، در مسیر دستیابی به هدف زیست پایدار در رسته ابنیه خواهد شد. فناوری BIM می تواند برای حمایت از ایده بهره گیری از مبانی نظری در فرایند تولید اطلاعات مفید برای مراحل طراحی، تجزیه و تحلیل پیشنهاده ها، یک سری افزونه را در مرحله اولیه (پیش) طراحی، داشته باشد؛ همچنین با توجه به گستردگی مبانی نظری از نظر کمی و کیفی، میتوان پیشنهاد تولید نرم افزارهایی برای تبدیل ایده های برخواسته ازمبانی نظری به زبان برنامه نویسی و الگوریتم های فناوری BIM را داد. به گونه ای که خود را در مراحل تحلیل سازه، بررسی محیطزیست، روش و فناوری ساخت، انتخاب مصالح ، انتخاب و بهره گیری از سامانه های خانه هوشمند و تحلیل دقیق فرآیندهای طراحی متناسب با داده های ورودی در مرحله پیش طراحی، تنظیم نمایند.

بدیهی است وقوع چنین امری باعث افزایش کیفیت فضاهای معماری و شهرسازی، افزایش میزان انطباق آنها با قوانین و مقررات ملی ساختمان، افزایش هماهنگی با نظام زیبایی شناسی مصوب شورای عالی معماری و شهرسازی، خواسته های هنری معماران و نیازمندی های کارفرمایان خواهد شد. همچنین کاهش ریسک ناشی از تغییرات بعد از طراحی، کاهش هزینه، مراحل و زمان بررسی طراحی و تعداد فرایند های لازم برای صدور پروانه های اجرایی و بررسی شاخص های کیفیت، از مهمترین تاثیرات عملیاتی این پیشنهاد است[۳۶]. بر این اساس، به نظر میرسد چنین امری نیازمند درک و بسط صحیح تفکر داده پنداری در ساحت علم معماری و در نزد کنشگران علمی و طراحان ابنیه است (شکل). زیرا تلاش های گسترده ای برای ایجاد الگوریتم های مبتنی بر مبانی نظری و قوانین و مقررات، و همچنین بحث ایجاد ضوابط بررسی کننده مدل های طراحی شده در محیط BIM بر اساس این الگوریتم های بیان گرافیکی، باید صورت گیرد. کما اینکه این هوشمند سازی برای بررسی ها انطباقی با قوانین، علاوه بر کاهش هزینه از منابع انسانی و مالی، کاهش سلیقه کاری در برداشت عوامل انسانی از قوانین را در پی خواهد داشت.

[Downloaded from jvfc.ir on 2022-04-26]



شکل ۷. فرایند بلوغ و تبدیل فناوری BIM به فناوری چارچوب جامع بر اساس بازشناسی زمینه و فرایند های مبتنی بر نقش مبانی نظری در رسته ابنیه (منبع: نگارنده)

پی نوشت ها

۱ در این دوران پسا پست مدرنیستی، نه‌تنها نقش مخاطب در فرایند طراحی به رسمیت شناخته شده است، بلکه معماری پسا پست‌مدرن، اندیشه و انباشته‌های حافظهٔ جمعی (گلابچی و زینالی فرد، ۱۳۹۱: ۵) را، منبعی تجمیع یافته از مبانی نظری و بستر شناسی می‌داند که در گذر زمان در حال تکمیل و تصحیح شدن است. یعنی این تجمیع از تجربه ی نظری – اجتماعی، منبعی برای ارزش بخشیدن به داشته های علوم مختلف از جمله معماری تحت عنوان «معرفت اجتماع دوران»، در کنار نظریات نخبگانی (معرفت فردی) خواهد بود. زیرا معرفت اجتماعی معاصر، تا حد زیادی بر معرفت تکمیل شده در طول تاریخ بشر، ارجحیت یافته و اکنون دورانی است که معارف مختلف در علوم، در میدان رقابت برای کسب برتری نسبت به یکدیگر هستند. پس در زمان و مکان مختلف (فرهنگ ها و ملل مختلف)، شاهد بروز نوعی خاصی از معرفت منعکس در معماری و شهرسازی خواهیم بود و دیگر تقلید صرف از سبک های بین الملل را شاهد نخواهیم بود.

در این زمینه برخی معتقدند که نه تنها دوران معرفت اجتماعی و زیبایی شناسی بومی فرا رسیده است، بلکه حتی "امروزه مطالعه بسیاری از علوم بدون بررسی تاریخی آن علوم، ممکن است، زیرا بسیاری از مباحث مطرح شده در علوم مختلف پس از گذشت زمان جایگاه واقعی خود را از دست داده، جای خود را به مباحث و مسائل جدیدتری میدهند"(فتحی آشتیانی و همکاران، ۱۳۹۶: ۲۳). این دیدگاه، معرفت اجتماعی انسان معاصر را، جایگزینی برای تاریخ و سیر تحول علوم میدانند. به دیگر سخن، در معماری برخواسته از چنین دیدگاهی، نه‌تنها مبانی نظری که حتی نظریات و روش‌های طراحی، از قبل نمی‌توانند جهت فرایند را تعیین کنند، بلکه خود نیز جزئی از ماهیت و چارچوب حل مسئله‌اند. به‌گونه‌ای که الگوهای کلی مبتنی بر هویت (در نقشی ساختاری) با سازماندهی این مجموعه عوامل مختلف و تأثیرگذار در معماری، وحدت در کثرت را عملی کرده و جایگزین نقش این دو، در چارچوب دهی به فرایند طراحی شده‌اند (ر.ک: شهبازی چگینی و همکاران، ۱۳۹۳؛کریمی، ۱۳۹۲: ۱۲-۱۳؛ موحد و همکاران، ۱۳۹۱: ۴۷؛ میرجانی، ۱۳۹۱: ۱۲؛ فرهنگدوست و همکاران، ۱۳۹۹).

۲ زیرا به دید کلی، طراحی قبل از دوران تفکیک نخصص های ابنیه از یکدیگر، شامل فاز های صفر، یک و دو بوده است. بر همین اساس، طراحی از دیرباز، مترادف و هم معنی با کیفیت و ماندگاری ساخت و ساز بوده است. یعنی آنچیزی که امروزه بدان معماری پایدار میگوییم (HM Government,2012).

۳ به گونه ای امروزه شاهد آن هستیم که برای جامعیت در توجه به ابعاد مختلف مداخلات رسته ابنیه در محیط، معماری پایدار، به عنوان مفهومی شکل گرفته است که کلیت آن برخواسته از یکپارچگی در تجزیه و تحلیل اجزای مرتبط با ساختمان سازی در چارچوبی کلی، و نه بصورت مستقل و جزء نگر است (Eastman et al, 2011). به دیگر سخن، تطبیق این عوامل باعث افزایش کیفیت و ماندگاری ابنیه میگردد. اندازه گیری کیفیت طراحی در معماری یک فرآیند بسیار پیچیده است زیرا صرفا برخی از ویژگی ها ملموس هستند. چالش همیشگی ایجاد روشی برای ارزیابی کیفیت ساختمان با ارزیابی طیف گسترده ای از ویژگی های فیزیکی و احساسی برای ارزیابی رضایت کاربران است (Sadek et al,2019:3). چنین امری در این فناوری از طریق ارائه الگوریتم های کمی سازی شدنی است.

۴ منظور از نبود گفتمان جامع، این نیست که دستور العمل های فنی و تجربی برای ساخت و ساز موجود نیست، بلکه برعکس، شکل کنونی مقررات ساختمانی حاصل سالها تجربه، آزمون و خطا و مجموعه ای از حوادث و بلایای طبیعی میباشند که در نبود ساختار یافتگی و انسجام و ارتباط سیستمی، منجر به حجیم شدن و پیچیدگی این مقررات گشته اند.

[Downloaded from jvfc.ir on 2022-04-26]

۵ با تفکر سیستمی، می‌توان از پویا بودن فرایند و مراحل، با ایجاد مسیر بازخوردهای معماری، اطمینان حاصل کرد. همچنین چارچوب علمی، ضمن سازمان‌دهی داشته‌های موجود به صورتی معنی‌دار و در راستای اهداف معماری (از جمله زیست پایدار، هویت‌بخشی، و مظروف اجتماعی - فرهنگی بودن معماری)، رابطه معماری را با سایر علوم در جایگاه و به روش مناسبی تعریف خواهد کرد تا معماری، به استقلال محتوایی - روشی بیشتری در عین حفظ ارتباط با علوم، دست یابد.

۶ از قبیل عناصر دو بعدی و سه بعدی ساختمانی به همراه عوامل خارجی مانند موقعیت جغرافیایی و شرایط محلی و عناصر انسانی

۷ (Douglas Carl Engelbart, 1925-2013)، از مخترعین و پیشگامان علوم رایانه و وب بود که چشم اندازی غیرطبیعی از معماری آینده را در مقاله خود تحت عنوان "افزایش خرد بشر " (Augmenting Human Intellect)بیان نمود.

۸ که با بکارگیری سخت، نرم، و میان افزار و وسایل تحلیلی، ارتباطی و ذخیره سازی پیچیده در سطح دنیا توام است

۹ این داستان پیچیده از رقابت بین مشغولین به امر طراحی سیستم های نرم افزاری در اواخر دهه ۶۰ و اوایل دهه ۷۰ میلادی در کشورهای شرق اروپا، شوروی و آمریکا برای تکمیل نمودن و ایجاد یک راه حل کامل برای ارزیابی چرخه حیات و رفع مشکلات نرم افزاری برای مهندسین معمار در طراحی های دو بعدی که با سیستم CAD صورت می گرفت، مسائل زیست محیطی مانند کارایی انرژی و منابع، بررسی آلودگی و زباله جامد خلق گشت (Buyle et al,2013).

10 Chuck Eastman, Tom Maver, Arto Kiviniemi, John Mitchell, Robin Drogemuller

۱۱ به گونه ای که در مدت زمان کوتاهی از ورودش به صنعت ساخت و ساز توانسته به بخش گستردهای از آن چیره شود. در حالی که این صنعت به مقاومت در برابر تغییرات شهره است (Gu & London, 2010).

۱۲ تمام اطلاعات مربوط به ساختمان، از جمله ویژگیهای فیزیکی و کاربردی آن و اطلاعات چرخه عمر پروژه

۱۳ این اطلاعات شامل مواردی از قبیل مشخصات مصالح (وزن، رنگ، اندازه، میزان مقاومت در برابر حریق، راهنمای نصب و مونتاژ، خدمات گارانتی محصولات، الزامات نگهداری و تعمیرات، اطلاعات قیمت اجزاء) است.

14 The Project Information model (PIM)

15 Capital expedite (CAPEX)

16 Asset Information Model (AIM)

17 Operating Expenditure (OPEX)

۱۸ این بخش ها در قالب «ابعاد فناوری بیم» دسته بندی شده اند، در نتیجه، BIM بیش از یک ابزار مدل‌سازی سه بعدی است، و شامل ابعاد بیشتری مانند: زمان‌بندی مبتنی بر مدل (4D) و برآورد هزینه (5D)، پایداری (6D)، مدیریت تسهیلات (7D)، ساخت دیجیتال و طراحی پارامتریک (8D) میباشد (Sadek et al, 2019: 2).

۱۹ اگرچه به نظر میرسد که شکل گیری ایده ارزیابی چرخه حیاط درسایر رشته ها مثل مدیریت اقتصادی منابع شرکت کوکا کولا توسط مطالعات موسسه تحقیقاتی Midwest در ۱۹۶۹(Guinée et al, 2011) و همزمان با انتشار لیست داده های مورد نیاز برای آزمایش این امر توسط آزمایشگاه فدرال سوئیس صورت گرفته است. به هر روی در آغاز قرن ۲۱، موسسه ایزو با تعریف (ISO 14040:2006 - Environmental management — Life cycle) با دو ویرایش مستمر تا ۲۰۰۶، این روند را جان مایه عملیاتی کردن ارزیابی خصوصیات فنی و کارگاهی از جنبه زیست محیطی کرد. که بخشی از مبانی نظری روانشناسی محیطی و حقوق محیط زیستی و... را نیزمیتوان در این چرخه نظارتی دید.

۲۰ توزیع خروجی های تحقیقاتی در مورد "عملکرد متقابل (بین رشته ای)" در BIM نشان می دهد که محققان تمایل به انجام تحقیق در مورد قابلیت همکاری در حوزه های تحقیقاتی مهندسی (۵۳٫۷٪) و علوم کامپیوتر (۱۹٪) دارند و به دنبال آن تجارت و مدیریت (۱۴٫۱٪) قرار دارند. کمک های حمایت محتوایی از سایر حوزه های تحقیقاتی مانند؛ علوم محیطی (۳٫۳٪)، علوم اجتماعی (۳٫۱٪)، علوم تصمیم گیری (۲٫۷٪)، انرژی (۲٫۵٪)، هنر و علوم انسانی (۱٫۱٪)، اقتصاد (۰٫۳٪) و چند رشته ای (۰٫۳٪) نیز (OZTURK, 2020: 174)، نشان دهنده همین نظریه است که این فناوری در ذهن پژوهشگران، با ایجاد بستر و ساختار فنی، باعث گرایش حوزه تحقیقات علوم انسانی و خصوصا معماری به حوزه های مهندسی و مبتنی بر رایانه شده است.

21 DSS

22 Building material and components combination

23 whole process of construction

۲۴ ابزارهای نوع اول برای محصولات (در دو دسته برای سنجش توسط متخصصین و غیر متخصصین)، نوع دوم بر پایه سنجش کل فرایند های چرخه (WPC)، دسته سوم چارچوب جامع برای ارزیابی و دسته بندی جنبه های زیست محیطی، اقتصادی، اجتماعی پایداری

۲۵ روند برعکس نیز درست است. یعنی میتوان با فرموله و الگوریتم نویسی برای فرایند های حل مسئله سایر رشته های علوم حتی غیر انسانی، و تغییر مفاهیم به کار گرفته شده با تطبیق آنها به مفاهیم مطرح در ابنیه، از انها نیز استفاده کرد. علاوه بر استفاده از الگوریتم های آماده و موجود، فرمول ها و الگوریتم های حل مسئله را می توان براساس تفکرطراحی پژوهشی و مبتکرانه، برای هر پروژه یا برای سبک خاص، منطقه خاص، اقلیم خاص و ... طراحی کرد.

۲۶ این در حالی است که استفاده ای از معماری پارامتریک در فناوری بیم، سابقا در زمینه های محدودی همچون مدل کردن شرایط محیطی همچون تحلیل اثرات زیست محیطی و یا بررسی رفتار سازه ای بنا در قبال مخاطرات محیطی، سابقه داشته است (Karen et al, 2014; Krygiel & Nies 2008 , Levy 2011).

۲۷ از جمله (Associated General Contractors Of America, 2005)

۲۸ بسیاری از ظرفیت های BIM به ویژه در برخی از کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا به مرحله طراحی محدود می شود. در این کشورها، پذیرش فناوری به طور کلی هنوز در مرحله نوپایی است. در نتیجه، BIM گسترده نیست و به ظرفیت کامل نرسیده است (Korkmaz et al, 2010).

[Downloaded from jvfc.ir on 2022-04-26]

۲۹ در حال حاضربا توجه به عدم گسترش ماژول های مد نظر این پژوهش در زمینه بهره گیری از مبانی نظری و پیاده سازی قوانین و مقررات در فرایند های فناوری بیم، طراحی ساختمان ها دراکثرکشورها هنوز هم به صورت دستی برای بررسی حجم عظیمی از ضوابط بررسی میشوند وابهامات، عدم تطابق در ارزیابی ها و تاخیر در روند کلی ساخت و سازباقی مانده است (شاکری و همکاران، ۱۳۹۸:۱۶ ;Malsane, 2015)

30 Building Information Modeling Maturity (BIMM)

31 Dynamo / in Revit

32 Grasshopper / in Rhinoceros

۳۳ همچنین میتوان این الگوریتم ها را به صورت استفاده از مفهوم افزونه (Plug-in or add-in) درنرم اافزارهای بیم پیاده سازی کرد. مثلا میتوان از API های نوشته شده در زبان های برنامه نویسی مختلفی همچون C#, VB.NET, F#که بر پایه net.هستند استفاده کرد که ما حصل آن Net API. هایی است که در محیط بیم و نرم افزارهای حرفه ای آن قابل بهره گیری مستقیم است .

۳۴ در این زمینه، فعلا بدون بودن ماژول ها یا افزونه هایی که قوانین و مقررات را در خود جای داده و در چرخه عمر پروژه قابل بازیابی و نمایش آنی باشند، برخی قرار داد های تیپ مختلفی همچون ConsensusDOCS 301 و AIA E202 -2008 و CPC2013 و JCT Public Sector Supplement موجود است که به صورت غیر بر خط و غیر تعاملی، بخش هایی را تعارض منافع تولید کنندگان، کارفرمایان و کنشگران فناوری بیم (از قبیل الزامات و دستور العمل ها (Protocols)، سطح دقت در مقیاس و جزئیات (Level Of Details- LOD)- ساختار مدل سازی عناصر ساختمانی (Model element)- مدیریت اطلاعات (Information Management)، برنامه اجرایی (BIM Execution Plan)- تشخیص ریسک (Risk Allocation)، حق مالیک مدل ها و عناصر (Intellectual Property Rights in Models)) را پوشش داده است (پرچمی جلال و مهدیان، ۱۳۹۶: ۲۰۲-۲۰۳). گستردگی و پیچیدگی این امر بخاطر نبود برنامه ریزی مدون و سازماندهی شده به حضور تعاملی قوانین و مقررات در فرایند های چرخه عمر پروژه است.

۳۵ برخی از منابع پژوهشی، چنین مباحثی را تحت عنوان طراحی با کیفیت مطرح کرده اند و از جمله توانایی های این فناوری در این زمینه را افزایش کیفیت طراحی از طریق بهبود عملکرد، ارزش های زیبایی شناسی و فرمی، ساخت وساز ناب معرفی کرده اند. بر این اساس معتقدند که به واسطه نیاز به ایجاد کیفیت در طراحی، نیازمند بهره گیری از ظرفیت های نظری (کیفی) به عنوان ظرفیت های پشتوانه سازی در شاخص های کمی شده در این فناوری هستیم (Sadek et al,2019).

۳۶۳٦۳٦ این در حالی است که بر اساس تحقیقات سازمان بین المللی (Doing Business) تحت نظر بانک جهانی، "در سال ۲۰۱۸، ایران رتبه ی ۸۶ را از ۱۹۰ کشور دارا بوده به گونه ای که ۱۳۰روز صرف کل روند پروانه گیری و حدود ۷۰روز از آن صرف بررسی ضوابط بر روی نقشه ها میشود. بهترین جایگاه مربوط به سنگاپور است که صرفا ۱۴ روز برای بررسی ۱۰ مرحله ای طراحی ها، توسط سیستم بررسی خودکار ضوابط و صدور پروانه COnstruction and Real Estate NETwork(CORENET دارد (Doing Business, 2018)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[Downloaded from jvfc.ir on 2022-04-26]

منابع

پرچمی جلال، مجید، مهدیان، آیدا (۱۳۹۶). بررسی موارد حقوقی–قراردادی مرتبط با مدیریت اطلاعات ساختمان (BIM). اولین کنفرانس بین المللی مدل سازی اطلاعات ساختمانی، تهران.

ترنر، تام، (۱۳۸۴). شهر همچون چشم‌انداز، نگرشی فراتر از نوگرایی (پست – پست‌مدرنیسم) در طراحی و برنامه‌ریزی شهری. ترجمه فرشاد نوریان، تهران: انتشارات شرکت پردازش و برنامه‌ریزی شهری.

چرم فروش، سمانه، (۱۳۸۹). معماری سیال. مجله راه و ساختمان،(۷۳):۵۶–۶۴.

خبازی ،زوبین ، (۱۳۹۱). پارادایم معماری الگوریتمیک. مشهد: انتشارات کتاب کده کسری.

زوستاک، ریک (۱۳۹۵). طبقه بندی علم: پدیده ها، داده ها، نظریه ها، روش ها، رویه ها. ترجمه رضا مختارپور، علی اکبر خاصه، تهران : کتابدار.

زینلیان، مریم و محمد مهدی کلانترزاده، (۱۳۹۴). بررسی تطبیقی رابطه روایت و روایت گری در کیفیت فضایی معماری و سینما. اولین کنفرانس سالانه پژوهش های معماری، شهرسازی و مدیریت شهری، یزد، ایران.

ساعد سمیعی، اصغر و محبوبه شعبان، (۱۳۹۵). تحلیل رویکرد غیر خطی معماری پارامتریک در ایجاد الگوهای نماهای سیال و غیر خطی. کنفرانس بین المللی مهندسی معماری و شهرسازی، تهران، ایران.

شاکری، اقبال، بابایی راوندی، امیرحسین، تمنایی فر، محمدحسین (۱۳۹۸). کاربرد مدلسازی اطلاعات ساختمان در کاهش دعاوی پروژه های عمرانی. دومین کنفرانس بین اللمللی مدل سازی اطلاعات ساختمانی، تهران.

شاه محمدی، سوگند، اخلاصی، احمد ، جلائی، فرزاد (۱۳۹۶). یکپارچه سازی ارزیابی چرخه حیات با استفاده از فناوری اطلاعات ساختمان در مرحله اولیه طراحی. مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین المللی مدلسازی اطلاعات ساختمان، تهران:. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس (چاپ در۱۳۹۸) :۱۵–۲۸.

شفیعی، مهرداد و منوچهر منطقی (۱۳۹۳). توسعه فناوری در عصر مفهوم: تعاریف، مفاهیم و الزامات. دوفصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی، (۲۳): ۱–۱۰.

شهبازی چگینی، کاظم دادخواه، بهروز، و مهدی معینی، (۱۳۹۳). تطبیق نقش الگو و مفاهیم مبتنی بر تجربه در فضای معماری. مطالعات تطبیقی هنر، (۲۱): ۱۱۳–۱۲۲.

علوی نژاد، سیدرضی. سعادت فرد، مینا. ،(۱۳۹۳). نقش مدلسازی اطلاعاتی ساختمان BIMدر پیشرفت صنعت ساختمان دگرگونی روشهای طراحی تا ساخت در صنعت ساختمان، اولین کنفرانس سراسری توسعه محوری مهندسی عمران، معماری، برق و مکانیک ایران، گرگان، شرکت مهندسی عمران بنای تدبیر با همکاری دانشگاه گلستان، دانشگاه گلستان.

فتاحی، رحمت الله (۱۳۹۷). درآمدی بر نظریه داده ها: جستاری فلسفی و علمی درباره داده ها. تهران: کتابدار.

فتحی آشتیانی، علی و همکاران (۱۳۹۶). طرح پژوهشی «تاریخچه روانشناسی در ایران». تهران: کروه پیراپزشکی فرهنگستان علوم پزشکی جمهوری اسلامی ایران.

فرج زاده، زهرا، معهود، محمد، سعیدی، فرهاد، نریمان پورصالحی، مهدی، (۱۳۹۶)امکان سنجی استقرار مدلسازی اطلاعات ساختمان (BIM) در شرکت های مشاور معماری در شهر ارومیه، اولین کنفرانس بین المللی مدل سازی اطلاعات ساختمان، تهران

فرهنگدوست، هادی، نبوی، فائره و معصومه برقچی، (۱۳۹۹). ارائه الگوی هویت پایدار معماری، مبتنی برطراحی فرایندی. نشریه معماری شناسی، ۳(۱۵): ۶۸–۸۹.

فیروزی، محمد علی، سجادیان، ناهید و هادی علیزاده، (۱۳۸۹). تحلیل و ارزیابی ویژگی‌های شهرسازی در دوران پست‌مدرنیسم. فصل نامه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم‌انداز زاگرس، ۲(۶): ۷۳–۹۵.

قاسمی، حمید (۱۴۰۰). مرجع پژوهش. چاپ دوم، ویرایش ۱۸، تهران: اندیشه آرا.

کریمی، علی، (۱۳۹۲). حافظه جمعی و فرایند هویت یابی: تأملاتی سیاستگذارانه. مطالعات ملی، (۵۴): ۲–۲۶.

الکساندر، کریستوفر، (۱۳۸۱). معماری و راز جاودانگی. ترجمه: مهرداد قیومی بیدهندی، تهران: دانشگاه شهید بهشتی، مرکز چاپ و انتشارات.

گلابچی، محمود، و آیدا زینالیفرد، (۱۳۹۱). معماری آرکی تایپی (کهن الگویی). تهران: دانشگاه تهران.

گیبینز، جان و بو ریمر، (۱۳۸۴). سیاست پست‌مدرنیته: درآمدی بر فرهنگ و سیاست معاصر. چاپ دوم، تهران:گام نو.

[Downloaded from jvfc.ir on 2022-04-26]

مردمی، کریم و بهبود زندآوه، (۱۳۹۴). از عملکردگرایی تک بُعدی تا مکان گرایی چندظرفیتی. معماری و شهرسازی آرمان شهر، (۱۵): ۱۰۳-۹۳.

موحد، علی، شماعی، علی و ابوالفضل زنگانه، (۱۳۹۱). بازشناسی هویت کالبدی در شهرهای اسلامی (مطالعه موردی: شهر ری). فصلنامه علمی تخصصی برنامه ریزی منطقه ای، ۲ (۵): ۳۷-۵۱.

میرجانی، حمید، (۱۳۹۱). مکان معماری و معرفت تاریخی. شهر و معماری بومی، ۱ (۳): ۷-۱۸.

میرگذار لنگرودی ، صدیقه ، نوروز برازجانی، ویدا، منصوری، بهروز و محمد ضیمران، (۱۳۹۸). روایت «دیگری» فهم معماری معاصر ایران در مواجهه با دیگری (از منظر معماران). فصلنامه باغ نظر، ۱۶ (۷۷): ۵۹-۷۲.

نقی زاده، محمد، (۱۳۷۹). رابطه هویت سنت معماری ایران با مدرنیسم و نوگرائی، هنرهای زیبا، (۷).

نوحی، سید حمید، (۱۳۷۴). پدیده اعوجاجی در تاریخ معماری معاصر ایران. مجموعه مقالات اولین کنگره تاریخ معماری و شهر سازی ایران، جلد نخست، تهران: انتشارات سازمان میراث فرهنگی.

ویلیامز، کوین (۱۳۸۶). درک تئوری رسانه. ترجمه: رحیم قاسمیان. تهران: نشر ساقی.

Adalberth, K. (1997). "Energy use during the life cycle of buildings: a method." Building and Environment, 32(4), 317-320.

Aish, R., and R. Woodbury. 2005. “Multi-level Interaction in Parametric Design.” SG 2005 Conference Proceedings:International Symposium on Smart Graphics, pp. 151–162.

am 17.04.2013, Berlin, April 2013. [Online] Available at: http://www.bmvi.de//SharedDocs/DE/Artikel/UI/reformkommissionbau-von-grossprojekten.html?nn=38976 [Accessed 19 June 2013].

Associated. General Contractors of America (AGC) (2005). Avaiable at: https://www.agc.org/learn/education-training/building-information-modeling/building-information-modeling

Autodesk (2021). https://www.autodesk.co.uk/solutions/bim

Autodesk (2021). What Is BIM. (online) Available at: https://www.autodesk.com/industry/aec/bim (16/11/2021)

Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. Leadership and Management in Engineering, 241–252.

Azimi Reza ؛Lee Sanghyun ؛Abourizk Simaan M وAlvanchi Amin. (2011). A framework for an automated and integrated project monitoring and control system for steel fabrication projects. Automation in construction20، (1): 88-97.

Bernstein, P. G., & Pittman, J. H. (2004). Barriers to the adoption of building information modeling in the building industry. Autodesk building solutions.

BS 8536:2010: Facility management briefing – Code of practice (Online) Available at: http://shop.bsigroup.com/ProductDetail/?pid=000000000030212807

BSI PAS 1192-5:2015: Specification for security-minded building information modelling, digital built environments and smart asset management (Online) Available at: http://shop.bsigroup.com/ProductDetail/?pid=000000000030314119

Bundesministerium fur Verkehr, Bau und Stadtentwicklung,“Mogliche Ursachen fur Kosten-und Terminuberschreitungen bei der Realisierung von Großprojekten,” Sitzung Reformkommission Bau von Großprojekten

Buyle M, Braet J, Audenaert A. Life cycle assessment in the construction sector: a review. Renew 453 Sustain Energy Rev 2013;26:379–88.

Chen, Y. (2013). Measurement Models of Building Information Modeling Maturity. (Ph.D), Purdue University, Ann Arbor.

Correa, C. (1983). Architecture and identity. Singapore, Concept Media Pte Ltd.

CPIC (2021). Construction Production Information Committee, " BIM, BIM or BIM", Available at: https://bimuk.co.uk/bim/bim-bim-or-bim

Eastman, C. M., Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., and Liston, K. (2011). BIM handbook: A guide to building information modelling for owners, managers, designers, engineers and contractors. John Wiley & Sons, New Jersey.

[Downloaded from jvfc.ir on 2022-04-26]

Encyclopedia of Sustainable Technologies, (2017). Encyclopedia of Sustainable Technologies, Elsevier Online Reference Collection in: Earth Systems and Environmental Sciences, Available at: https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/building-information-modeling (13/11/2021)

Engelbart, D. C., (1962). Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework. SRI Summary Report AFOSR-3223 • Prepared for: Director of Information Sciences, Air Force Office of Scientific Research, Washington DC. (Accesseable in : https://dougengelbart.org/content/view/138#9 access date: 10/11/2021)

Epstein, Erika. 2012. Implementing Successful Building Information Modeling. Norwood, MA: Artech House.

F. Leite, Y. Cho, A. H. Behzadan, S. Lee, S. Choe, Y. Fang, R. Akhavian, and S. Hwang, "Visualization, information modeling, and simulation: Grand challenges in the construction industry," Journal of Computing in Civil Engineering, vol. 30, no. 6, 2016, doi: 10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000604

Fram, S. M. (2013). The Constant Comparative Analysis Method Outside of Grounded Theory. The Qualitative Report, 18(1), 1-25. https://doi.org/10.46743/2160-3715/2013.1569

General Services Administration (2007) GSA BIM Guide Series 01 (Online) Available at: http://www.gsa.gov/graphics/pbs/GSA_BIM_Guide_v0_60_Series01_Overview_05_14_07.pdf

Glick, S., Guggemos, A,(2009) . IPD and BIM: Benefits and opportunities for regulatory agencies. In: Proc. Of 45th Associated Schools of Construction National Conference, Gainesville.

Gu, N., & London, K. (2010). Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry. Automation in Construction, 19(8), 988–999. https:// doi.org/10.1016/j.autcon.2010.09.002

Guinée ,Jeroen et al, (2011). Life Cycle Assessment: Past, Present, and Future. Environmental Science and Technology 45(1):90-6. DOI: 10.1021/es101316v

Harper, R.F. (1904). The Code of Hammurabi king of Babylon about 2250 B.C. with map frontispiece and photograph of text by Robert-Francis Harper. University of Chicago Press.

HM Government, "Industrial strategy: government and industry in partnership. Building Information Modelling", 2012.

ISO 16757-1:2015: Data structures for electronic product catalogues for building services – Part 1: Concepts, architecture and model (Online) Available at: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=57613

ISO 29481-1:2010: Building information modelling – Information delivery manual – Part 1: Methodology and format (Online) Available at: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=45501

Ivson, P, Moreira, A, Queiroz, F et al. (2 more authors) (2020) A Systematic Review of Visualization in Building Information Modeling. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 26 (10). pp. 3109-3127. ISSN 1077-2626.

Karen M. Kensek, Douglas E. Noble (2014) Building information modeling in current and future practice: chapter 5 & 12.

Kent, D. C., & Becerik-Gerber, B.(2010). Understanding construction industry experience and attitudes toward integrated project delivery. Journal of Construction Engineering and Management, 136(8), 815–825.https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0000188

Korkmaz, S., Riley, D., & Horman, M. (2010). Piloting evaluation metrics for sustainable high-performance building project delivery. Journal of Construction Engineering and Management, 136(8), 877-885.

Krygiel, E., & Nies, B. (2008). Green BIM. Succesfil sustainable Design with Building information Modelling. Indianapolis: Richard Swadley, 10.

Lahiff, B., et al (2012). BIM An Introduction. Engineers Ireland. (View at https://docplayer.net/19672724-Bim-an-introduction-16-th-april-2012-engineers-ireland.html access date: 2021/11/09)

Lee, Y. B., Lee, K. M., Park, Y. K., Park, M. S., Yoon, M. G., Shin, H. Y., and Parl, K., L. (2006). "Application of Digital Mock-Up Technology to Design and Construction of Precast Segmental Bridges." In 2nd ACF International Conference, IABSE; 1999, Indonesia, 43–49.

[Downloaded from jvfc.ir on 2022-04-26]

Lévy, François AIA, AIAA. 2011. BIM in Small-Scale Sustainable Design. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
Malsane, S. (2015). The application of automated rule checking to existing UK building regulations using BIM technologies. Ph.D. University of Northumbria at Newcastle.
McGraw, Hill Construction. (2012) "Smart Market Report The Business Value of BIM for Infrastructure"
Mückenheim, Mark. Demel, Juliane.(2012). Inspiration : Contemporary Design Method in Architecture.London: Laurence King Publishing.
Nawari, N. (2018). Building Information Modeling: Automated Code Checking and Compliance Processes. CRC Press.
NBS (2011) National BIM Report March 2011. RIBA Enterprises Ltd, Avilable at: www.thenbs.com/pdf/bimResearchReport_2011-03.pdf
NIBS (2021). National Building Information Modeling Standard, National Institute of Building Sciences v3, Washington, D.C (also accessalbe at https://www.wbdg.org/bim)
Ortiz, O., Francesc, C., & Sonnemann, G. (2009). Sustainability in the Construction Industry: A Review of Recent Developments Based on LCA. Construction and Building Materials, 2,:28-29.
OZTURK,G,B, (2020). Trends in interoperability in building information modeling (BIM) research: A scientometric analysis of authors and articles. ITU A|Z , 17 (3): 169-183. Doi:10.5505/itujfa.2020.79026
Pinto, G., Vieira, A., Neto, P., (2013). "Parametric urbanism as digital methodology:An urban plan in Beijing". Future Traditions, 1st eCAADe Regional InternationalWorkshop Proceedings University of Porto, Faculty ofArchitecture (Portugal), 4-5 April,pp. 121- 132.
Qian, C. Z. 2007. "Design Patterns: Augmenting User Intention in Parametric Design Systems." Proceedings of the 6th ACM SIGCHI Conference on Creativity and Cognition, pp. 295–295.
R. Burke, "Project Management. Planning and Control Techniques", 3 rd ed., John Wiley & Sons LTD, Chichester, 2001, pp. 26 – 31.
RIBA (2020) Plan of Work 2020 Overview.London, RIBA publications.
Sadek, Khaled; El-Bastawissi, Ibtihal; Raslan, Rokia; and Sayary, Samer (2019) "IMPACT OF BIM ON BUILDING DESIGN QUALITY," BAU Journal - Creative Sustainable Development: Vol. 1 : Iss. 1 , Article 1. Available at: http://digitalcommons.bau.edu.lb/csdjournal/vol1/iss1/1
Shen, W., Hao, Q., Mak, H., Neelamkavil, J., Xie, H., Dickinson, J., … Xue, H. (2010). Systems integration and collaboration in architecture, engineering, construction, and facilities anagement: A review. Advanced Engineering Informatics, 24(2), 196–207. https://doi.org/10.1016/j.aei.2009.09.001
Solihin, W. (2015). A simplified BIM data representation using a relational database schema for an efficient rule checking system and its associated rule checking language. Ph.D. Georgia Institute of Technology.
Strafaci, A. (2008). "What does BIM mean for civil engineers? Road and highway projects can benefit from design using building information modelling." Civil engineering news, http://images.autodesk.com/adsk/files/what_does_bim_mean_for_civil_engineers_ce_news_1008.pdf (Jul. 6, 2017)
Succar, B., 2009. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stake- holders. Automation in Construction, 18 (3), pp. 357–375.
Trusty, W., & Horst, S. (2005). LCA Tools Around the World. Building Design & Construction, 12-15.
Van Pelt, T. (2000). Otherness. Postmodern culture: Journal of interdisciplinary thought on contemporary cultures, 10(2).
WBDG (Whole Building Design Guide), (2012). Evaluating and Selecting Green Products.
World Bank. (n.d.). Doing Business. [online] Available at: http://www.doingbusiness.org

[Downloaded from jvfc.ir on 2022-04-26]