



## نقش BIM در طراحی ساختمان با رویکرد بهره وری انرژی

آتوسایات<sup>۱</sup>، محمدرضا بمانیان<sup>۲\*</sup>

مشخصات نویسنده اول

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد، معماری، دانشکده هنر و معماری، تربیت مدرس، تهران، ایران،

رایانامه (bayatatousa@modares.ac.ir)

مشخصات نویسنده دوم

<sup>۲</sup> استاد تمام، معماری، دانشکده هنر و معماری، تربیت مدرس، تهران، ایران

رایانامه (bemanian@modares.ac.ir)

### چکیده

رشد جمعیت و توسعه شهرنشینی در عصر حاضر، رشد و توسعه کالبدی شهرها را به دنبال داشته است. که این امر به تنهایی، عامل موثری در افزایش مصرف انرژی فسیلی، آلودگی هوا و ایجاد اختلال در چرخه محیط زیست به شمار می رود. امروزه طراحی ساختمان های سازگار با محیط زیست با عملکرد قابل قبول در زمینه ی صرفه جویی در هزینه، مصالح و انرژی در توسعه شهرهای پایدار امری بسیار مهم تلقی شده و رو به گسترش است. امروزه مدیریت مصرف انرژی به عنوان راه حلی برای کاهش اثرات مخرب صنعت ساخت مورد توجه قرار گرفته است. استفاده از مصالح نوین، منابع تجدید پذیر مثل باد و خورشید، ابداع راهکارهای جدید عایق سازی از جمله فعالیت هایی بودند که در این زمینه انجام می شوند اما تأثیر هر یک از این عوامل بدون در نظر گرفتن دیگری موجب هدر رفتن بخش عمدهای از ظرفیت بهینه سازی آن ها شده و مانع از رسیدن به نتایج مطلوب می گردد. فناوری مدلسازی اطلاعات ساختمان با ایجاد پایگاه یکپارچه ای از اطلاعات، کلیه رویکردهای زیست محیطی یک ساختمان را بهینه می سازد. استفاده از فناوری مدلسازی اطلاعات ساختمان سبب افزایش بهره وری و سرعت اجرای پروژه می گردد و به طور کلی هزینه ی پروژه ها را به خصوص در فاز طراحی (با طراحی یکپارچه) کاهش می دهد. میتوان گفت که عمده کاربرد مدلسازی اطلاعات ساختمان در حوزه انرژی و کنترل بازده انرژی در طول چرخه عمر پروژه هست. در واقع اغلب کاربرد و توانایی های نرم افزارهای BIM در راستای کاهش مصرف انرژی می باشد.

واژگان کلیدی: BIM، ساختمان، انرژی

۱- مقدمه



مدلسازی اطلاعات ساختمان یا به اختصار BIM یکی از تحولات امیدوارکننده در زمینه پایداری معماری، مهندسی و ساخت و ساز است. قابلیت مدل های BIM در ذخیره سازی اطلاعات قسمت های مختلف پروژه، جهت ارزیابی و محاسبات انرژی مورد استفاده قرار گرفته و مهندسان را قادر می سازد تا با صرف زمان و هزینه کمتر به سادگی به پارامترهای مورد نیاز برای محاسبات کارایی انرژی دست پیدا کنند، محاسبات انرژی-انرژی مفید را به صورت آنی انجام داده و شبیه سازی گرافیکی آن را مشاهده کنند [1] استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان در بهبود کیفیت پروژه های صنعت ساخت از اهمیت ویژه ای برخوردار است. [2] مدیریت پروژه های ساختمانی در سالیان اخیر به واسطه استفاده از نوآوری های فنی جدید روبه پیشرفت بوده است. BIM نقش مهمی در ذخیره انرژی و هزینه های ساخت یک پروژه دارد. [3] آمار نشان می دهد که صنعت ساخت بیش از یک سوم انرژی مصرفی کشور را به خود اختصاص می دهد. این بخش ۲۸ درصد مصرف انرژی که در سال ۲۰۰۱ بالغ بر ۵,۵ میلیارد دلار بوده و پیش بینی می شود در سال ۲۰۲۰ به ۱۵۷,۶ میلیارد دلار برسد. [4]

اعداد فوق بیانگر این واقعیت است که نیاز به صرفه جویی در انرژی و هزینه در صنعت ساخت بیش از پیش حس می شود و استفاده از BIM می تواند یکی از راهکارهای این رویکرد باشد.

## ۲- مدلسازی اطلاعات ساختمان (BIM)

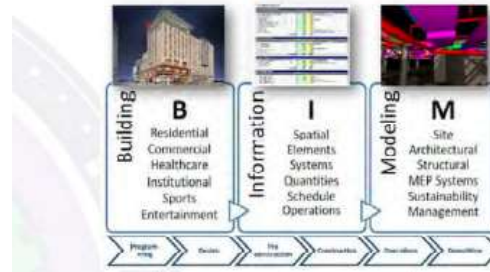
مفهوم BIM برای اولین بار در سال ۱۹۷۰ توسط Eastman مطرح شده است. اصطلاح مدل اطلاعاتی ساختمان توسط فردی به نام ون ندروین در مقاله ای نگاشته شد، ولی این اصطلاح و کاربردهایش تا سال ها ناشناخته باقیمانده بود تا سرانجام این فرآیند توسط شرکت اتودسک در محصولاتش بکار گرفته شد. از آن موقع به بعد این عبارت به وفور در مقالات و نوشته ها مورد استفاده قرار گرفت و عملکرد آن در زیرمجموعه ای از ساختمان سازی مجازی خلاصه شد. این فرآیند برای اولین بار در نرم افزارهای مختلفی همچون ArchiCAD و Revit Autodesk مورد استفاده قرار گرفته است. از همین رو BIM مجموعه ای با امکان نمایشه ای چندگانه، چندبعدی خواهد بود که اطلاعاتی که توسط گروه ها و صنایع مختلف در راستای پروژه تولید و ارائه می شود را یکپارچه می کند.

در یک تشریح جامع: "یک مدل شبیه سازی شده به صورت سه بعدی تشکیل شده از اجزای پارامتریک که هر یک از اجزا دارای مفاهیم و جزئیات خاص خود بوده و حاوی اطلاعات مورد نیاز از مفاهیم معماری و سازه گرفته تا چگونگی تهیه، قیمت آنها، تاریخ خرید و نصب می باشد. این اطلاعات در هنگام طراحی مدل توسط تمام ذینفعان پروژه بر روی مدل پیاده می شود و از همان فاز طراحی تا انتهای دوره بهره برداری پروژه مورد استفاده قرار می گیرد. این مدل با توجه به اطلاعات زمان و هزینه ای که در خود دارد می تواند به صورت یک مدل چهار، پنج یا چندبعدی به نمایش درآید. این امر کمک شایانی به درک صحیح کار از سوی پیمانکاران جزء می نماید و انتظارات و خواسته های طراحان و مهندسان به خوبی منتقل می شود [5]."



## سومین کنفرانس بین المللی مدل سازی اطلاعات ساختمان

BIM شبیه سازی یک پروژه ساخت و ساز در محیط مجازی است.



شکل ۱- مفهوم BIM[6]

### جدول (۱) - مزایای استفاده از BIM[5]

BIM برای پیمانکاران	BIM برای طراحان	اثرات و نتایج استفاده از BIM برای کارفرمایان
آنالیز و برنامه ریزی ساخت	طراحی بهتر با آنالیزهای جامع تر	ارزیابی ابتدایی تر و همیشگی طراحی
تخمین زدن زمان و هزینه	تطابق بهتر با استانداردهای ارزش تعریف شده طراحی و شهرسازی	مدیریت پیچیدگی تسهیلات، زمانبندی و دارایی
پیش بینی زود هنگام اشتباهات و کاستی های پیش رو و تلاش برای حل آن ها	ارزیابی اولیه و حصول اطمینان از کارایی انرژی برای جلب اطمینان کارفرمایان	قابلیت اطمینان و مدیریت هزینه
روابط قوی تر با صاحبان پروژه و جلوگیری از تعارضات معمول	پیش بینی کردن مشکلات و موانع کار در فازهای اولیه	توسعه پایدار
هزینه و زمان بندی بهینه	برطرف کردن تعارضات با کارهای گروه های دیگر درگیر با پروژه	ریسک پایین سرمایه گذاری به دلیل کاهش اتفاقات غیر قابل پیش بینی
دستیابی به بهترین کیفیت	شبیه سازی پروژه پیش از ساخت جهت حصول از برطرف کردن نیازهای کارفرما	اطلاعات جامع و کامل از ساختمان در یک فایل

### ۳- ابزارهای تحلیل انرژی در مدلسازی اطلاعات ساخت

یکی از ابزارهای سیستم مدلسازی اطلاعات ساختمان، ابزارهای تحلیل انرژی هستند. تعدادی برنامه مدلسازی وجود دارد که بسیار پیچیدگی های متفاوتی دارند و سطح جزئیات آنها با هم یکسان نیست. در ادامه برخی از برنامه های تحلیل انرژی آورده شده است

<sup>1</sup>IES



## سومین کنفرانس بین المللی مدل سازی اطلاعات ساختمان

یک برنامه ی ساده تحلیل انرژی است که درجه دقت بالایی را در مدل BIM ساختمان به دست می دهد. برنامه میتواند کل اجزا را در تحلیل محیطی اجرا نماید. از انرژی گرفته تا نور روز و دینامیک سیالات محاسباتی مورد استفاده در مطالعه جریان هوا برای سامانه های مکانیکی. کاستیهای این برنامه شامل پیچیدگی برای کاربر و هزینه نسبتاً بالای آن به عنوان یک ابزار می باشد.

### Ecotect<sup>1</sup>

این برنامه فصل مشترک گرافیکی بسیار خوبی دارد و کار با آن بسیار ساده است. سازندگان این برنامه تعدادی ابزار دیگر نیز دارند از جمله ابزار آبهوا و نور روز. در عین سادگی کار، وارد کردن هندسه بسته به برنامه های که برای مدل BIM خود بکار میبرید میتواند مشکل ساز باشد. به عنوان مثال، SketchUp Google و Works Vector میتواند به طور مستقیم هندسه را وارد کنند.

### Energy plus

یکی از قدرتمندترین نرم افزارهای شبیه سازی انرژی حال حاضر دنیا میباشد. این نرم افزار رایگان که اولین نسخه آن در آوریل سال ۲۰۰۱ ارائه شد یک شبیه سازی جامع انرژی از ساختمان به منظور کاربرد در مدل های انرژی و مصرف آب قرار میدهد. استفاده از نرم افزار انرژی پلاس توسط متخصصین بخش ساختمان سبب بهینه کردن طراحی برای استفاده کمتر از انرژی و آب خواهد گشت.

## ۴- استفاده از فناوری BIM برای تحلیل انرژی

مدلسازی انرژی نیازمند به ابزارهایی از قبیل مدلی بر اساس BIM، یک برنامه شبیه سازی انرژی و یک تحلیلگر انرژی در شرایط خاص است. برای یک مدلسازی انرژی موفق، ابتدا نیاز به یک مدل منسجم و مناسب داریم. هر چند این بدان معنی نیست که همهی مواد و جزئیات مشخص شده باشند، اما باید برخی شرایط اصلی را در آن لحاظ کرد. برای تضمین درستی ساخت پروژه به منظور کار با یک برنامه مدلسازی انرژی، موارد متعددی وجود دارند که رعایت آنها در اطمینان بخشی از نتایج حاصل نقش به سزایی دارند. از جمله - مدل باید سقف و کف داشته باشد - دیوارها باید به سقف و کف متصل باشند - همهی نواحی تحلیل باید در هندسه ساختمان محدود باشند. شایان ذکر است که تحلیل انرژی بدون قرار گرفتن همهی اجزای ساختمان در محل خود ممکن نیست زیرا که باید امکان انتقال اجزای ضروری پروژه از یک ابزار به ابزار دیگر وجود داشته باشد. در برخی از نرم افزارها، امکان اجرای تحلیل پایه مدلی بر اساس مدلسازی اطلاعات ساختمان وجود دارد. در این پژوهش، به دنبال استفاده از روش انتقال استاندارد صنعتی به نام gbXML هستیم. شمای XML ساختمان سبز به نام gbXML یک فرمت فایل است که نرم افزارهای مدلسازی انرژی موجود قابلیت بازخوانی آن را دارند. برای این روش باید برخی اجزای کلیدی را از مدلسازی اطلاعات ساختمان گرفته و به برنامه تحلیل انرژی انتقال دهیم که عبارتند از - مکان پروژه: آب و هوا در حال تبدیل، یک عامل اصلی در تعیین بارهای خارجی در ساختمان است. همچنین نیاز به تعیین مکان پروژه در برنامه مدلسازی اطلاعات ساختمان داریم - پوشش ساختمان: هر چند ممکن است در مفهوم آشکار به نظر برسد، یک ساختمان بدون دیوار را نمیتوان تحت تحلیل دقیق انرژی قرار داد، لذا هر اتاق نیاز به محصور شدن در دیوار، سقف و کف دارد. این اجزا به همراه تعریف فضا و اتاق درون ساختمان برای ایجاد فایل gbXML ضروری میباشند. این فضاها را نیز میتوان در نواحی مختلف عملکردی در برنامه تحلیل

<sup>1</sup> Autodesk Ecotect Analysis



انرژی گنجانند - حجم اتاقها: در Revit Autodesk، ما نیاز به ایجاد حجم در پروژه داریم. این فضاها یا اتاقها باید در سه بعد محدود باشند و به آنها سطحی در پلان و ارتفاع الحاق شود به گونهای که نباید در تداخل با یکدیگر باشند. این فضاها را در فایل gbXML باید ثبت شده تا از آنها برای محاسبه بارهای انرژی در پروژه استفاده شود. لازم است اطمینان حاصل شود که حجم هایی که ساخته میشوند به صورتی باشند که فضا را به طور کامل پر کنند تا تحلیل دقیق حاصل شود [8].

### ۵- طراحی مفهومی پایدار با استفاده از BIM

در این بخش، روند تحلیل انرژی ساختمان مدرسه سبز طبق روشها و مراحل مطرح شده بر روی یک مدل پیشنهادی بیان شده است. نرمافزار Revit به عنوان ابزار BIM برای اعمال طراحی مفهومی سه بعدی پایدار از ساختمان از بخش دادههای سبز ذخیره شده در یک پایگاه داده های خارجی استفاده می کند. طراحان می توانند مناسبترین مواد و مصالح تأیید شده سبز را با توجه به طرح خود از طریق ارتباط با این بخش داده ها از طریق نرمافزار انتخاب و استفاده کنند. پایگاه دادههای خارجی شامل اطلاعات دقیق دربارهی تأمین کنندگان مصالح سبز در هر بخش نیز میباشد. بیش از ۸۰٪ بخشها و اجزاء استفاده شده در این طرح دارای امتیاز LEED میباشند که توسط تولیدکنندگان این مصالح فراهم شده و در پایگاه داده های خارجی ذخیره شدهاند. فایل gbXML به عنوان ابزار انتقال اطلاعات ذخیره شده در محیط BIM، توانایی انتقال اطلاعات از جمله نوع ساختمان، مکان جغرافیایی و فضاهای طراحی شده در پروژه، همچنین اطلاعات هندسی مانند شکل، حجم و مساحت را نیز دارا می باشد. به منظور داشتن تجزیه و تحلیل دقیق انرژی طرح ارائه شده، مدل سه بعدی هندسی باید به یک مدل تحلیلی تبدیل شود. همانطور که در بخش قبل اشاره شد، تمام قسمتهای ساختمان باید به یک منطقی حرارتی محدود، که یک فضای کاملاً محصور شامل کف، دیوار و سقف است، تبدیل شده تا بارهای حرارتی محاسبه شوند. سپس این فضاها محدود شده برای نشان دادن هندسهی واقعی خود به سطح دو بعدی تبدیل میشوند. شایان ذکر است بالکن و کنسولها که نمیتوان آنها را به فضاهای بسته تبدیل کرد، به عنوان سطوح سایهدار در نظر گرفته میشوند. برای مشخص کردن داخلی و یا خارجی بودن فضاها، تعریف فضای مجاور آن در مدل تحلیلی اهمیت دارد. با گرفتن خروجی gbXML از طرح و با استفاده از نرمافزار Ecotect تحلیل انرژی برای مدل پیشنهادی انجام می شود.

همچنین از طریق پلاگین <VE><IES که قابل اجرا بر روی نرمافزار Revit است، انتقال مدل سه بعدی BIM به این برنامه از طریق خروجی gbXML قابل انجام است که در شکل ۳ نشان داده شده است



شکل ۲- انتقال خروجی gbXML به برنامه‌ی تحلیل انرژی

## ۶- اطلاعات ورودی به نرم افزار های تحلیل انرژی

به صورت خودکار همه اطلاعات هندسی ساختمان را میتوان از فایل خروجی نرم افزار های BIM بازخوانی کرد (سایر اطلاعات ویژگی های مورد نیاز برای طراحی در برنامه ها به صورت کد محفوظ خواهد ماند). کمترین اطلاعاتی که به صورت دستی کاربر نهایی باید وارد کند نوع ساختمان و کد فشرده سازی آن است. کاربران ممکن است اطلاعات اضافی دیگری را نیز وارد کنند

## ۷- خروجی های نرم افزار تحلیل انرژی

دپارتمان انرژی آمریکا در مقاله ای خروجی نرم افزار های تحلیل انرژی را چنین برشمرد:

- تخمین مصرف انرژی و گزارش مخارج سالیانه در طول چرخه ی حیات
- اثر سالانه کربن در منطقه
- پتانسیل مصرف انرژی های تجدید پذیر (سلول های خورشیدی و باد)
- گزارش اطلاعات آب و هوایی و گزارشات تصویری مورد نظر کاربر
- پتانسیل تهویه طبیعی منطقه و ساختمان
- مقایسه درجه انرژی بر اساس استاندارد سازمان حمایت از محیط زیست آمریکا
- تحلیل اولیه مصرف آب و نور خورشید به طور روزانه
- نمودار مصرف نهایی انرژی
- گزارشی از محیط ساختمان و تاسیسات و غیره
- فایل برای استفاده در نرم افزار یا سایر نرم افزار هایی که این فرمت را میشناسد



## سومین کنفرانس بین المللی مدل سازی اطلاعات ساختمان

کشور ما همانند سایر کشورهای جهان با مشکلاتی در صنعت ساخت مواجه بوده است. متأسفانه در کشور ما تلاش مناسبی جهت شناسایی معرفی و به کارگیری روش های نوین طراحی و ساخت مجازی به عمل نیامده است به همین دلیل اکثر پروژه ها به همان روش های سنتی طراحی و اجرا میشود که منجر به هدر دادن بودجه میشود. با توجه به این موارد در این مطالعه تلاش شده است به شناسایی میزان نیاز صنعت طراحی و ساخت کشور به اجرای پروژه ها با روش طراحی و ساخت مجازی و پس از آن به یافتن موانع مشکلات موجود در پیاده سازی مناسب این روش در کشور پرداخته شود.

### ۸- نتیجه گیری

تعریف و بررسی اجمالی مدل سازی اطلاعات bim حاکی از این است که استفاده از این رویکرد و روش های نوین دیگر مانند هوشمند سازی ساختمان منجر به کاهش هزینه، زمان و انرژی در پروسه ساخت پروژه ها می گردد. استفاده از bim برای آنالیز کردن و بهینه سازی کارهای ساختمانی در کارگاه شروع شده است. تأثیر پارامترهای مختلف را بر انرژی مصرفی ساختمان با صرف هزینه و زمان کمتری بسنجد و در جهت کاهش انرژی مصرفی گامی بلند بردارد. همچنین امکان بازگشت فوری به طرح اولیه و اصلاح آن، بررسی گزینه های مختلف طراحی به صورت همزمان در یک مدل BIM وجود دارد.

### منابع و مراجع

- [1]- شاه حسینی، وحید؛ حکمتی، حامد؛ صادقی، ندا؛ ۱۳۹۴، "بهبود بازده زیستمحیطی پروژه های عمرانی به کمک BIM"، سومین کنگره بین المللی عمران، معماری و توسعه شهری، تهران
- [2]- محسنی، سیده مریم، سلطانی، محمد مهدی و جالینوس، علیرضا، ۱۳۹۴، مدل سازی اطلاعات ساختمان، مزایا و چالش های پیش رو، دومین کنگره استراتژی، معماری و توسعه تبریز
- [3]- صادقیان، احسان و حبیبی فر، سعید، ۱۳۹۲، سیستم مدیریت ساختمان برای پشتیبانی از ساختمان در حال تعمیر، پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران، گناباد.
- [4]- دفتر برنامه ریزی کلان برق و انرژی، سال ۱۳۸۶
- [5]- گلابچی، محمود و دیگران، مدلسازی اطلاعات ساختمان BIM، ۱۳۹۵، تهران، انتشارات دانشگاه تهران
- [6]- ضیایی، علی، ۱۳۹۴، BIM چیست، سایت اخبار مدلسازی اطلاعات، [www.ocpm.ir/h](http://www.ocpm.ir/h)
- [7]- کریگل، ادی؛ بردلی، نیس؛ ۱۳۹۳، مدلسازی اطلاعات ساختمان سبز، ترجمه ی روانشاد نیا، تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات.
- [8]- Azhar, S. Brown, J. (2008), BIM-based sustainability Analysis: an Evaluation of building performance analysis software, available at [ascpro.ascweb.org/chair/paper/CPRT125002009.pdf](http://ascpro.ascweb.org/chair/paper/CPRT125002009.pdf)
- [8]- کریگل، ا.، نیس، ب.، روانشاد نیا، م. مدلسازی اطلاعات ساختمان سبز، انتشارات سیمای دانش، تهران، ۱۳۹۳
- [9]- جلاتی، فرناز، منصوری، بهروز طراحی مدرسه سبز با استفاده از مدلسازی اطلاعات ساختمان BIM بر مبنای استاندارد مدیریت انرژی و طراحی زیست محیطی - 4 th. International Congress on Civil Engineering , Architecture and Urban Development 27- 29 December 2016, Shahid Beheshti University , Tehran , Iran LEED



## **The role of BIM in building design with energy efficiency approach**

### **Abstract**

Population growth and urban development in the present age has led to the growth and physical development of cities, which alone is an effective factor in increasing fossil energy consumption, air pollution and disrupting the environmental cycle. Today, the design of environmentally friendly buildings with acceptable performance in terms of cost savings, materials and energy in the development of sustainable cities is considered very important and is expanding.

Today, energy management is considered as a solution to reduce the destructive effects of the manufacturing industry. The use of new materials, renewable sources such as wind and solar, the invention of new insulation solutions were among the activities carried out in this field, but the impact of each of these factors without considering the other wastes a major part of its optimization capacity. And prevents the achievement of the desired results.

Building information modeling technology optimizes all environmental approaches of a building by creating an integrated database of information. The use of building information modeling technology increases the productivity and speed of project implementation and generally reduces the cost of projects, especially in the design phase (with integrated design). It can be said that the main application of building information modeling is in the field of energy and control of energy efficiency during the project life cycle. In fact, most of the applications and capabilities of BIM software are in order to reduce energy consumption.

**Keywords : BIM, building, energy**