



بررسی ابعاد نظری جهت مقایسه آتی نرم افزار های معماری-انرژی در فرایند طراحی معماری

محمد اکرامی^۱، امید رهایی^۲

- ۱- دانشجوی ارشد معماری، گروه معماری و شهرسازی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.
۲- استادیار عضو هیئت علمی گروه معماری و شهرسازی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی.

Theoretical Dimensions for Future Comparison of Architectural-Energy Software in Architectural Design Process

Muhamad Ekrami¹, Omid Rahaei²

- 1- Master of Architecture, faculty of architecture and urban planning, Shahid Rajaee Teacher Training University
2- Assistant Professor at Faculty of Department of Architecture and Urban Design at Shahid Rajaee Teacher Training University

ایمیل نویسنده مسئول: muekrami@gmail.com

*Corresponding Author : Muhamad Ekrami

چکیده

انجام طرح های معماری-انرژی وابسته به داشتن ابزار مناسب است و بدون داشتن ابزار مناسب امری ناکارآمد محسوب می شود. نرم افزار های معماری-انرژی با رویکرد های گوناگون محاسب انرژی، مدل ساز و حتی مشاور طرح و ایده، امروزه یکی از ابزار ضروری کار مهندسان و طراحان معمار در حوزه انرژی محسوب می شود. انتخاب نرم افزار شبیه سازی مناسب می بایست با توجه به نیازهای معمار و نیز ضرورت ها طرح صورت بگیرد. نرم افزار های معماری-انرژی با سه حوزه کامپیوتر، مکانیک و معماری در ارتباط است که این امر کار را برای انتخاب نرم افزار مناسب توسط طراح با دانش صرفا معماری محدود می سازد. از طرفی با توجه به پیشرفت روزافزون تکنولوژی همواره اینگونه از نرم افزار ها در حال توسعه می باشند که این نیز بر پیچیدگی کار انتخاب نرم افزار مناسب توسط معمار می افزاید. بنابر این ضروری است تا همواره مقایسه های جامع ای از این گونه ابزاری صورت بگیرد تا معمار با مراجعه به آن از انتخاب خود اطمینان نسبی حاصل نماید. در مطالعه حاضر ابعاد گوناگون استفاده از نرم افزار ها معماری-انرژی با مراجعه به متخصصان این حوزه که دایما در حال استفاده از این نرم افزارها می باشند جمع آوری و پس از یک تحلیل اولیه دسته بندی شده است. هر کدام از این ابعاد می تواند در تحقیقات بعدی به عنوان یک موضوع مستقل مورد بررسی تحقیق قرار بگیرد.

واژه های کلیدی

شبیه سازی، معماری-انرژی، نرم افزار معماری

Abstract

Architectural-energy projects are dependent on having the right tools and without the right tools it is inefficient. Architectural-energy software with a variety of approaches to energy calculation, modeling and even design consulting, it is nowadays one of the indispensable tools for engineers and designers in the field of energy. Choosing the right simulation software should be tailored to the architect's needs and requirements. Architectural-energy software is associated with three areas of computer, mechanics, and architecture, which intricates choosing right software by the designer with purely architectural knowledge. On the other hand, with the ever-expanding advancement of technology, such software is being developed, which adds to the complexity of choosing the right software for the architect. Therefore, it is necessary to always make comprehensive comparisons of such tools in order for the architect to make a relative assurance of his or her choice. In the present study, the various aspects of software use in energy architecture are summarized and categorized by specialists in the field who are constantly using this software. Each of these dimensions can be explored in future research as an independent topic.

Keywords: Simulation, architecture-energy, software architecture



۱- مقدمه

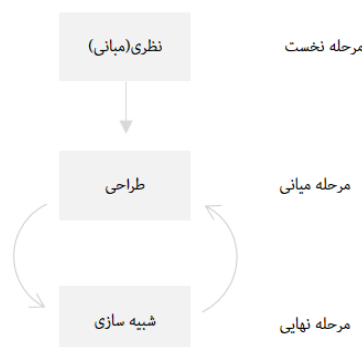
تا قبل از بوجود آمدن امکانات گسترده در زمینه شبیه سازی انرژی در ساختمان، عموماً تحلیل ها به سختی بر اساس تجارب برگرفته از ساختمان های گذشته و در قالب دیاگرام های طراحی به کمک معماران می آمد. اما با وجود پیشرفت های روز افزون در زمینه شبیه سازی از دهه های اخیر شاهد تبدیل شدن برخی از پروژه های محرمانه و یا نظامی به پلتفرم هایی عمومی و در دسترس طراحان بوده ایم. عموماً ساخته های نرم افزاری ابتدا کاربرد انحصاری داشته و بعد از مدتی با شرایطی در دسترس عموم قرار می گیرند به طور مثال نرم افزار دیزاین بیلدر به عنوان یک نرم افزار شاخص در زمینه بهینه سازی طراحی ساختمان از نظر انرژی شناخته می شود، این نرم افزار در سال ۲۰۰۲ میلادی به شکل فعلی درآمده است و عموم از آن استفاده می کنند. از نرم افزار های پر کاربرد در زمینه شبیه سازی انرژی معماری می توان به DesignBuilder, Ecotect, OpenStudio, Ladybug-Honeybee اشاره کرد. این نمونه ها مربوط به برنامه هایی است که از پایه موضوع انرژی را در پلتفرم خود قرار داده اند در مقابل در چند سال اخیر نرم افزار های پایه مدلسازی ساختمانی مانند رویت در تلاش اند تا محاسبه انرژی را به یکی از قابلیت پایه خود اضافه کنند.

استفاده از روش شبیه سازی نرم افزاری در مقایسه روش های تجربی موجب می شود ۱-طراح بتواند مؤلفه های بیشتری را در طرح معماری انرژی خود لحاظ کند ۲-طراح می تواند متغیر ها را دستکاری کرده و به تحلیلی جدید دست یابد. در نهایت یاد آور می شود استفاده از نرم افزار معماری-انرژی به عنوان یک ابزار در امر طراحی معماری محسوب می شود و اگر درست از آن استفاده شود می تواند بسیار راهگشا باشد. در غیر این صورت ممکن است صرفاً امکانات طرح معماری را محدود سازد.

۲- شبیه سازی انرژی در معماری

۲-۱- جایگاه شبیه سازی انرژی در فرایند طراحی معماری

عمل شبیه سازی به عنوان یک ابزار کمکی برای بهتر شدن طراحی به کار می رود به این معنی که ابتدا یک طراحی اولی صورت می گیرد سپس بر اساس آن عملیات شبیه سازی آغاز می شود و نتایج بدست آمده مورد تحلیل قرار می گیرد و پس از تحلیل نتایج در یک مرحله جدید باز طراحی صورت می گیرد و این فرایند دنباله دار طراحی-شبیه سازی تا جایی پیش می رود تا نتایج به حد مطلوب نزدیک شود [1]. البته ممکن است در گام نخست طرح بر اساس یک پژوهش از قبل انجام شده صورت بگیرد ولی مادامی که وارد چرخه دانش طرح شود مشمول این روند بازبینی و بازطراحی خواهد شد.



شکل ۱ جایگاه شبیه سازی در فرایند طراحی تحقیقی (ترسیم: نگارنده)



ساختمان یک محیط بسیار پیچیده است که در آن پوسته و جداره های بیرونی، سیستم ها و تجهیزات تاسیساتی و سیستم نورپردازی و روشنایی مهمترین مولفه های مصرف انرژی را شکل می دهند و به صورت سیستمی یک پارچه، رفتار انرژی را مشخص می کنند. بنابراین درک و فهم عملکرد انرژی به مثابه نتیجه و حاصل همه ابعاد موضوع فراند طراحی ساختمان از اهمیت ویژه ای برخوردار است و خود پیچیدگی زیادی را در بر دارد که ابزارهای مدلسازی و تحلیلی می تواند تا حدی موثر باشد [2].

۲-۲- مبانی ساختاری در نرم افزارها شبیه سازی

برنامه نویسان نرم افزار های شبیه ساز عموماً از الگوها و شیوه های مشابه بهره می برند به طوری که هر برنامه نویس از یافته های گذشتگان بهره برده و با اضافاتی که خود انجام میدهد یک گام علم شبیه سازی را به سوی جلو پیش می برد. مگر در جاهایی که تغییر الگو بتواند نتایج با کیفیت تر دقیق تر و در زمان کمتری را به همراه بیاورد و گر نه دلیلی ندارد الگوهای گذشتگان را تغییر داد. عموم قواعدی که می توان آنها را در اکثر نرم افزار های شبیه ساز ساختمان مشاهده کرد به قرار زیر می باشد:

- ۱- ماهیت برداری: برای تحلیل رفتار انرژی عموماً از ماهیت برداری استفاده می شود.
- ۲- تبدیل فضا به باکس: بردار ها می بایست در محدوده ای حرکت کنند. باکس ها بستری هستند که بردارها در آنها تغییر مختصات خواهند داد. این عمل باعث می شود محاسبات راحت تر انجام شود. هر چند این گونه ساده سازی فضا، مشکلاتی را برای فرم هایی که معماری پیچیده دارند به همراه خواهد داشت. در عموم موارد همین باکس ها به زون های حرارتی تبدیل می شوند.
- ۳- تبدیل باکس به سطوح: فضا به باکس و این باکس های در نهایت به سطوحی تقسیم می شوند که هر کدام ویژگی ساختاری خاص خود را خواهد داشت. این ویژگی ها عموماً مربوط می شوند به نوع تعامل با بردار های برخورد کننده.
- ۴- شرایط مرزی سطوح: سطوحی که باکس ها را محدود می کنند دارای ویژگی هایی هستند که به آنها شرایط مرزی گفته می شود.
- ۵- مش بندی سطوح: هر سطح از تعدادی تقسیمات هندسی تشکیل می شود که به آنها مش گفته می شود. هدف از مش بندی دسته بندی به گروه های است که رفتار مشابه ای انجام خواهند داد. از این طریق می توان در زمان محاسبات صرفه جویی مناسبی انجام داد. به طول مثال اگر توپ ۴۰ تیکه واقعاً از چهل تیکه مشابه ساخته شده باشد برای شبیه سازی آن صرفاً لازم است تیکه اول را شبیه سازی کرد.
- ۶- ماهیت نرم افزار: از نظر ماهیت نرم افزارهای انرژی یا ماهیت "مفسری" دارند یا دارای ماهیت "محاسباتی" می باشند البته عموماً ترکیبی از این دو مورد است. به طور مثال موتور انرژی پلاس به عنوان محاسب رفتار انرژی در سایر نرم افزارها به کار گرفته می شود. همچنین دیزاین بیلدر به عنوان یک نرم افزار مفسر (بصری ساز) اطلاعات متنی را از سایر نرم افزار های محاسب مانند انرژی پلاس و ... دریافت می کند و آنها را در قالبی گرافیکی برای کاربر نمایش می دهد.
- ۷- بستر محاسباتی: محاسبات گاهی پیچیده و گاهی ساده طراحی شده اند برای محاسبات پیچیده بعضاً لازم می شود نرم افزار از فضای شبکه جهانی استفاده کرده و از طریق اینترنت به سایت مادر وصل شود تا محاسبات آنجا انجام شود ولی در



عموم موارد محاسبات درون محل نصب نرم افزار انجام می شود . به طور مثال دیزاین بیلدر، فلوئنت ، اکوتکت و بسیاری از نرم افزارهای شبیه ساز محاسبات را در بستر لوکال و محل نصب نرم افزار (بدون نیاز به اینترنت) انجام میدهند. این در حالی است که برخی از شبیه ساز ها مانند CFD Autodesk و یا محاسبات انرژی در Revit نیاز اتصال به host شرکت مادر از طریق اینترنت دارد.

۳-۲- ملاحظات شبیه سازی معماری-انرژی

اولین گام از فرایند شبیه سازی انرژی در طرح معماری-انرژی انتخاب نرم افزار مناسب می باشد. نرم افزار انتخابی به مثابه ابزار سنجش، و حتی تصمیم سازی در طرح معماری بوده که این موضوع می تواند حتی در مسیر اصل طرح نیز تاثیر گذار باشد. در طی این مسیر توجه به ملاحظات زیر می تواند به بهبود کیفیت کار کمک کند.

- ۱- انتخاب نرم افزار شبیه ساز می بایست بر اساس میزان دقت مورد نیاز و اهداف مورد نظر صورت بگیرد.
- ۲- نتایج حاصل از شبیه سازی معماری-انرژی می بایست به یافتن ایده راهگشا و قوی تر شدن طرح معماری کمک کند .
- ۳- تحلیل رفتار انرژی در دو حالت ایستا و پویا قابل بررسی است. تحلیل پویا به جهت پیچیدگی منحصر توسط شبیه سازی رایانه ای ممکن می شود.
- ۴- زون بندی و تعیین شرایط مرزی تاثیر بسزایی در دقت و درستی نتایج شبیه سازی خواهد داشت. این امور می بایست با توجه به هدف طرح تعیین مقدار شوند
- ۵- شبیه سازی را در دو حالت ایستا و پویا می تواند انجام داد. نتایج دقیق تر در شبیه سازی زمانی حاصل می شود که از شرایط پویا برخوردار باشد. از آنجایی که دستیابی به آن مشکل می باشد عموما حالت ایستا مورد شبیه سازی قرار می گیرد.
- ۶- بیشترین تمرکز شبیه سازی عموما بر سطح و پوسته بنا می باشد. و سایر عناصر در اولویت های بعدی قرار می گیرند.
- ۷- هرچه مؤلفه های شبیه سازی تعدادشان بیشتر باشد مدل مجازی می تواند به شرایط واقعی نزدیک تر باشد اما در این شرایط محاسبات نیز سنگین تر خواهد شد.
- ۸- هدف در شبیه سازی تولید جداول و نمودار هایی است که طراح به کمک تحلیل آنها بتواند راهکار مناسبی را ارایه دهد.

۴-۲- فرایند شبیه سازی معماری-انرژی

فرایند شبیه سازی معماری-انرژی عموما با تعیین حدود موارد زیر صورت می گیرد [3] [4]:

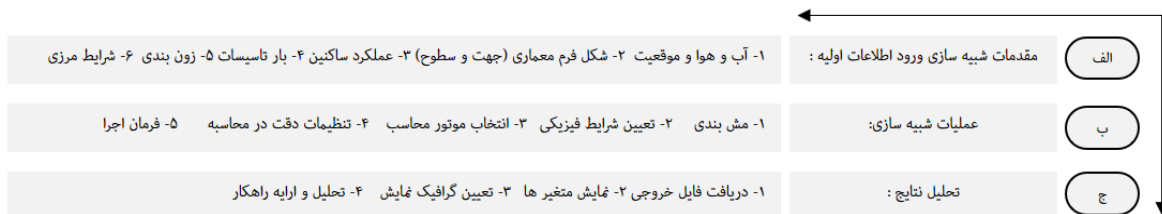
۱. موقعیت جغرافیایی
۲. داده های آب و هوایی
۳. شرایط اقلیمی خرد و کلان
۴. زون بندی و محدوده مرزی
۵. تعیین مصالح و جداره ها
۶. شرایط مرزی
۷. شروع فرمیابی اقلیمی(ایده ها)
۸. ارزیابی طرح

در نهایت می توان سلسله مراتب فرایند شبیه سازی انرژی را به طریق زیر به تصویر کشید:



شکل ۲: نمودار سلسله مراتب فرایند شبیه سازی معماری-انرژی (نگارنده)

همچنین می توان مراحل شبیه سازی را در یک دورنمای کلی به طریق شکل زیر مشاهده کرد:



شکل ۳: دورنمای کلی مراحل شبیه سازی معماری-انرژی (نگارنده)

۵-۲- کاربردهای ابزار شبیه سازی در طرح معماری-انرژی

موارد گوناگون را می توان از طریق شبیه سازی انرژی در ساختمان بررسی کرد برای این کار در هر پروژه متناسب با اهداف پروژه می توان مواردی را مطرح کرد [1]:

- ابعاد مناسب فضا
- جهت گیری بنا
- درصد مناسب بازشو
- طرح سایبان
- طراحی بازشو (نور، دید، حرارت و تهویه)
- عملکرد تهویه و باد
- عمق نفوذ نور طبیعی و مقدار آن
- تضمین شرایط آسایش
- کنترل مصرف انرژی ساختمان
- سامانه های پسیو و اکتیو
- تخمین زمان تاخیر مناسب
- کیفیت مناسب جداره ها/ضریب انتقال (جرم حرارتی، ضخامت، عایق بودن، رنگ)



۶-۲- جداول و نمودار های اقلیمی

جداول و نمودارها مهمترین ابزارهایی هستند که می توانند به طراح اقلیمی کمک کنند. این جداول را به صورت کلی می تواند به سه گروه تقسیم کرد [2] [4] :

۱- ابزار جامع مانند نمودار سایکرومتریک و ..

۲- داده های خام آب و هوایی مانند دمای سالیانه ، نمودار گلباد و ...

۳- نتایج خروجی نرم افزار شبیه ساز

در رابطه با نمودار ها مهم است که بدانیم چه ابعادی از موضوع را می توانند همزمان نشان دهند. ابتکار عمل یک نمودار به تعداد و نوع نمایش رابطه مؤلفه ها بستگی دارد. از این حیث می توان نمودار سایکرومتریک را به عنوان یک نمونه برجسته و کاربردی دانست.

در رابطه با جداول و نمودار های نوع دوم و سوم مهم است که بتوانیم از این نمودار ها و جداول با قید زمانی خاص و مد نظر استفاده کنیم.

حالت های گرافیکی نمایش امکاناتی هستند که نرم افزار های شبیه ساز در اختیار کاربر قرار می دهند. از این موارد می توان به ۱- کانتور ها ۲- نمایش برداری ۳- خطوط هم ارزش ۴- سطوح هم ارزش و ... اشاره کرد.

۱-۳- نرم افزار های معماری- انرژی

نرم افزار هایی که در شبیه سازی انرژی معماری به کار می روند را می توان در سه گروه طبقه بندی کرد ابتدا نرم افزار هایی که قابلیت انرژی به عنوان یک امکانی جانبی در آنها مطرح است مانند نرم افزار رویت و گروه دوم نرم افزاری هایی که شبیه سازی انرژی ساختمان علت ماهوی تولید آنها بوده است مانند دیزاین بیلدر، اکوتکت و ... و گروه سوم نرم افزار هایی که به صورت تخصصی برای تحلیل رفتار انرژی و حرارت در رشته های فنی مکانیک ساخته شده اند و می توان از آنها در معماری به صورت جانبی استفاده کرد.

جدول ۱: تقسیم بندی نرم افزارهای معماری-انرژی (نگارنده)

اهداف راهبردی	مثال	کاربرد معماری	دقت محاسبات
۱	1. Revit architecture 2. ArchiCad	کمتر شناخته شده (در حال توسعه)	معمولی
۲	1. DesignBuilder 2. Ladybug-Honeybee 3. Ecotect 4. Openstudio	پرکاربرد (UI مناسب تر)	معمولی
۳	1. ANSYS Workbench 2. COSMOSWorks	استفاده کمتر (دانش تخصصی تر)	قوی



همچنین می‌توان در یک نگاه کلی گونه‌های طبقه‌بندی نرم افزارهای شبیه‌سازی معماری-انرژی را در شکل زیر مشاهده کرد.

جدول ۵: گونه‌بندی نرم افزارهای معماری-انرژی (نگارنده)

مبنای طبقه‌بندی	مصادیق	توضیحات
1	عملیات Operations	اولین مرحله از فرایند کار نرم افزارهای شبیه‌سازی طراحی یا بازسازی مدل با توجه به مؤلفه‌های مدنظر می‌باشد.
	محاسبه	عملیاتی است که نرم افزار بر پایه موتورهای محاسب تعیین شده انجام می‌دهد، بالا بردن سرعت و کیفیت محاسبه به عنوان یک هدف مطرح است.
	اصلاح طرح	آخرین مرحله شبیه‌سازی است. ارایه پیشنهاد جهت بهتر شدن طرح توسط نرم افزار که بر پایه الگوریتم‌های از قبل طراحی شده انجام می‌شود.
2	مفسر گرافیکی User Interface	به طور مثال نرم افزار دیزاین بیلدر در نقش یک نرم افزار مفسر برای موتور انرژی پلاس عمل می‌کند.
	موتور محاسب Engine	موتورهای محاسب رفتارهای پیچیده فیزیکی را محاسبه می‌کنند و سپس نتایج را در اختیار نرم افزار شبیه‌سازی قرار می‌دهند.
3	داده‌یابی	منظور نرم افزارهایی است که در آن می‌توان فایل‌های آب و هوایی را تهیه و شخصی‌سازی و آماده استفاده در نرم افزارهای شبیه‌سازی کرد.
	شبیه‌سازی عملکرد معماری-انرژی	منظور نرم افزارهایی است که مدل معماری را همراه با داده‌های فیزیکی و اقلیمی آماده‌ی پردازش می‌کند.
	راهنمای اقلیمی	منظور نرم افزارهایی است که با توجه به داده‌های ورودی و بر اساس الگوریتم‌های از پیش تعیین شده راهنمای اقلیمی پیشنهاد می‌کند.
4	اصلی	منظور نرم افزارهایی است که شبیه‌سازی انرژی فلسفه وجودی و هدف اصلی آن می‌باشد. مانند انسیس، اکوتکت، دیزاین بیلدر و ...
	کمی (جانبی)	منظور نرم افزارهایی است که شبیه‌سازی انرژی به عنوان یک قابلیت جانبی مطرح است. مانند رویت و ..

۲-۳- سنجش درستی شبیه‌سازی

نتایج شبیه‌سازی می‌بایست قابل اتکا باشد. اثبات این موضوع از طریق سنجش‌های علمی، تحلیلی یا تجربی صورت می‌گیرد. سنجش درستی نتیجه شبیه‌سازی را می‌توان در سه دوره بررسی کرد:

۱- بررسی درستی اطلاعات ورودی: در این مرحله می‌بایست اطلاعات ورودی مانند: نقشه‌های معماری، داده‌های آب و هوایی و اقلیمی به روز و معتبر، زون‌بندی و مش‌بندی هدفمند و هوشمندانه، شرایط فیزیکی حاکم بر محدوده شبیه‌سازی و ... به درستی بررسی و تعیین کرد.

۲- بررسی درستی نتایج با ابزار فیزیکی: این روش با سختی و مشکلاتی نیز روبرو است. لازمه آن این است که موضوع شبیه‌سازی شده یا بخشی از آن ساخته شده باشد. سنجش دقیق نیاز به مهارت و ابزار با کیفیت دارد.

۳- تکرار بخشی یا کلی شبیه‌سازی به روش‌های دیگر جهت اطمینان‌سازی
همانطور که گفته شد سنجش درستی نتایج در هر مرحله می‌تواند صورت پذیرد ولی انجام این کار جهت اطمینان از نتیجه خروجی در پایان شبیه‌سازی یک امر ضروری است.



۴- نتیجه گیری

توسعه نرم افزار های رشته معماری-انرژی مسیری است که در چند دهه اخیر آغاز شده است از طرفی در یک رقابت جدی تجاری با سرعت زیادی در حال رشد است. از این رو طراحان معمار با طیف وسیعی از نرم افزار های با کاربرد های گوناگونی مواجه هستند که این امر کار را برای انتخاب نرم افزار مناسب دشوار می کند. انتخاب یک نرم افزار مناسب به مانند انتخاب یک ابزار کار برای طراح معماری-انرژی محسوب می شود که می بایست با دقت بالا و ملاحظات متعددی از قبیل سرعت انجام محاسبات ، قابلیت های محاسباتی، هزینه تهیه نرم افزار ، امکان دسترسی به آن ، میزان سازگاری با سایر نرم افزار های معماری جهت ارسال و دریافت ، قابلیت هماهنگ شدن با مدل معماری ، میزان نیاز به آموزش تخصصی و فرا رشته ای بودن و راحتی کار با آن و صورت بگیرد. بنا براین نیاز است تا همواره مقایسه های فنی بین این نرم افزار ها صورت بگیرد تا راهنمای مناسبی برای انتخاب توسط طراح معمار باشد. از طرفی این مقایسه نیاز به دانش در حوزه های کامپیوتر، مکانیک و معماری دارد به طوری که از هم افزایی این حوزه بتوان تحلیل دقیق تری از نرم افزار های موجود ارایه کرد و معمار را سوق داد تا از بین امکانات موجود بهترین ابزار شبیه سازی متناسب با طرح و خواسته خود را انتخاب نماید.



مراجع

بخش مراجع آخرین قسمت مقاله خواهد بود و به ترتیب حروف الفبا اول منابع فارسی و بعد از آن منابع لاتین تنظیم می‌گردد. نمونه در قسمت زیر مشاهده می‌شود:

- [4] باوئل، میشائل. موسله، پتر. شوارتز، میشائل. ساختمان سبز (کتاب راهنمای معماری پایدار). ترجمه محمد تحصیلدوست و محمد امین حسین پور. ویرایش اول، تهران: دانشگاه شهید بهشتی
- [3] چینگ، فرانسیس دیکی. شیپرو، ایان ام. معماری ساختمان سبز به زبان تصویر. ترجمه حیدر جهان بخش و کانا کریم بیگی. ویرایش اول، تهران: کتابکده کسری
- [2] Hensen. J, (2002), "Simulation for performance based building and systems design: some issues and solution directions", 6th International Conference on Design and Decision Support Systems in Architecture and Urban planning, pp 1-14.
- [1] Krygiel, Eddy. Nies Brad. Successful Sustainable Design With Building Information Modeling. Wiley, 2008, 241 pp.