



اصالت سنجی

مقاله مطالعه موردی

خلاصه انگلیسی این مقاله با عنوان:

Comparison of solar energy analysis and thermal comfort of ordinary and green buildings using LEED evaluation system (Case study: a 14-storey building in the north of Tehran)

در همین شماره به چاپ رسیده است.

شهرسازی ایران، دوره ۵، شماره ۹، پاییز و زمستان ۱۴۰۱، صفحه ۴۴-۵۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۳/۱۲، تاریخ بررسی اولیه: ۱۴۰۱/۳/۱۶، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۶/۱۲، تاریخ

انتشار: ۱۴۰۱/۷/۱

مقایسه تحلیل انرژی خورشیدی و آسایش حرارتی ساختمان معمولی و سبز با استفاده از سامانه ارزیابی LEED (مطالعه موردی: یک ساختمان ۱۴ طبقه در شمال تهران)

حمیدرضا سهرابی

کارشناسی ارشد مهندسی عمران محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران غرب، تهران، ایران

فاطمه رضویان*

استادیار گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران غرب، تهران، ایران

چکیده: اثرات مخرب و گسترده صنعت ساختمان سازی روی محیط زیست موجب عدم دستیابی به اهداف توسعه پایدار گردیده است و این امر، موجب تخریب اکوسیستم و انواع گونه های زیستی در کره ی زمین شده است. بنابراین، نیاز به تغییر رویکرد در صنعت ساخت و ساز از طراحی سنتی به طراحی ساختمان های پایدار بیش از پیش احساس می شود. به همین دلیل، اغلب کشورهای پیشرفته سامانه ی ارزیابی ساختمان سبز خود را توسعه داده اند. امروزه، طراحی ساختمان های سبز و پایدار بوسیله ی فناوری مدلسازی اطلاعات ساختمان (BIM) و سامانه ارزیابی و امتیازدهی LEED در طول چرخه عمر ساختمان بسیار مفید و پرکاربرد است. در این تحقیق، به بررسی و مقایسه تحلیل انرژی و آسایش حرارتی دو پروژه ی ساختمانی معمولی و سبز با استفاده از نرم افزارهای Revit و Insight360 جهت تحلیل انرژی و همچنین نرم افزار بومی Tcic جهت تحلیل نمودار زیست اقلیمی الکی پرداخته شد. با ارزیابی و تحلیل نتایج حاصله از نمودارهای الکی و انرژی در هر دو ساختمان مشخص شد که در ساختمان سبز با ایجاد فرورفتگی در نمای پیرامونی ساختمان و طراحی سایه بان ها در بازه ی زمانی یک ساله، در راستای تابش خورشید که این سطوح با ایجاد شکست در نور خورشید از نفوذ حداکثری انرژی خورشیدی به داخل ساختمان جلوگیری می کند، منجر به صرفه جویی در مصرف انرژی از طریق کاهش استفاده از وسایل گرمایشی و سرمایشی می شود. در ساختمان معمولی که فاقد سایه بان در نمای ساختمان دارای پنجره های با ظرفیت حرارتی بالا بود در فصول گرم سال برای ساکنین ممکن است آزار دهنده باشد؛ بنحوی که برای تهیه مطبوع داخل ساختمان لازم است که از ظرفیت های بالای این وسایل برودتی استفاده شود. در نهایت، با استفاده از سامانه ارزیابی LEED هر دو ساختمان امتیازدهی شدند که ساختمان سبز و معمولی به ترتیب امتیاز کل ۴۳ و ۱۶ را کسب کردند و در انتها ساختمان سبز (Viva Yucc) توانست گواهی تأیید ساختمان سبز آمریکا را بدست آورد.

واژگان کلیدی: ساختمان سبز، ساختمان پایدار، مدلسازی اطلاعات ساختمان، توسعه پایدار، سامانه LEED

۱- مقدمه

صنعت ساختمان سازی یکی از مولفه های اصلی اقتصاد هر جامعه ای در سرتا سر جهان است، اما اثرات چشمگیر و غیرقابل اغماضی روی محیط زیست، اقتصاد و جامعه دارد. صنعت ساختمان سازی یکی از بزرگترین مصرف کنندگان انرژی، منابع مواد اولیه و آب است؛ همچنین یکی از صنایع های بسیار آلوده کننده به شمار می آید (Abergel et al., 2019; Chel & Kaushik, 2018; Oyedepo et al., 2021). از اثرات مثبت فعالیت های ساخت و ساز می توان به فراهم سازی ساختمان، پناهگاه و تسهیلات برای برطرف کردن نیازهای بشر و همچنین ایجاد فرصت های شغلی بصورت مستقیم و غیرمستقیم و کمک به درآمد ملی اشاره کرد. بعنوان مثال، در کشور استرالیا صنعت ساخت و ساز به میزان ۷/۵ درصد به تولید ناخالصی داخلی کمک کرده و بیش از یک میلیون شغل را ایجاد می کند (Roodman et al., 1995). اثرات منفی ساختمان سازی و بطور کلی صنعت ساخت و ساز نیز مشهود و قابل توجه است. اثراتی که در مرحله ساخت هستند شامل آلودگی صوتی، گرد و غبار، تراکم ترافیکی، آلودگی آب و دفن زباله ها است. مقدار قابل توجهی از منابع انسانی و طبیعی در مرحله ساخت مصرف خواهد شد. به محض اتمام ساخت پروژه، ساختمان ها در طول عمر مفید خود اثرات ناگوار و مخربی را به محیط زیست تحمیل خواهند کرد. در طول ساخت و ساز، فعالیت های صنعت ساختمان سازی میلیاردها تن از مواد خام و یا حدود ۴۰ درصد از مواد خام مصرفی جهان نظیر سنگ، سنگریزه ها، شن و ۲۵ درصد چوب خام جهان را هر سال مورد استفاده قرار می دهد. شایان ذکر است که این صنعت حدود ۴۰ درصد از انرژی مصرفی و ۱۶ درصد از آب مصرفی جهان را به خود اختصاص داده است (Abdolabbas, 2021; United Nations, 2019).

با توجه به اینکه انرژی مورد نیاز صنعت ساختمان و ساختمان سازی بوسیله ی انرژی های تجدیدناپذیر و فسیلی تأمین می شود، انتشار گازهای گلخانه ای به اتمسفر افزایش یافته و موجب افزایش دمای کره ی زمین می شود. آمارها و روند وضع موجود نشان می دهد که انتشار گاز کربن دی اکسید حاصل شده از ساختمان ها در سال ۲۰۳۵ در سرتاسر جهان به مقدار ۴۲/۴ میلیون تن خواهد رسید (Kulp & Strauss, 2019). امروزه، صنعت ساختمان و بطور کلی ساخت و ساز به دنبال اتخاذ استراتژی ها و سیاست های ساختمان سبز هستند تا بدین طریق بخشی از نگرانی های پایداری نظیر انتشار گازهای کربن دی اکسید و انرژی هایی که پایه ی سوخت های فسیلی دارند و موجب گرمایش جهانی می شوند را کاهش دهند (Construction, 2013; Eastman et al., 2011).

ساخت و ساز ساختمان های سبز بوسیله تکنولوژی مدلسازی اطلاعات ساختمان (BIM) صورت می گیرد. مدلسازی اطلاعات ساختمان بعنوان یک فناوری پیشرفته و فرآیند سیستماتیک در نظر گرفته می شود که هرگونه تغییرات در طراحی ساختمان، ساخت و سازها و مدیریت آن با همه ی ذی نفعان به اشتراک گذاشته می شود تا هریک از آنها تغییرات مربوطه ی حاصل از کل سامانه را در محاسبات خود اعمال کنند (Ozturk, 2020). همچنین، یک فرآیند استانداردسازی شده است که می تواند برای تحلیل ساختمان مورد استفاده قرار بگیرد (Hui, 2019; Liao et al., 2019; Motawa & Carter, 2013; Schlueter & Thesseling, 2009; Solla et al., 2016; Wong & Fan, 2013).

سامانه ارزیابی LEED یکی از سامانه های ارزیابی در آمریکا است که برای امتیازدهی پروژه های ساختمانی در این تحقیق استفاده شده است (Welle et al., 2011). در این مطالعه، دو پروژه ی ساختمانی مسکونی معمولی و سبز واقع در شمال تهران با بهره گیری از

فرآورده‌های چوبی و ۴۵ تا ۶۰ درصد زباله‌های جهان را به خود اختصاص داده است (Castro-Lacouture et al., 2009). این در حالی است که در تحقیق عبدی و همکاران در سال ۱۳۹۶ انگیزه‌های گرایش به خانه‌های سبز نشان داده می‌شود. دلیل این انگیزه و تمایل داشتن به استفاده از خانه‌های سبز ۵۰ درصد صرفه‌جویی آب، ۹۰ درصد کم شدن ضایعات، دوام بیشتر و در نهایت پایین بودن هزینه‌های نهایی در طول چرخه عمر ساختمان با توجه به بالا بودن هزینه و ۱۰ درصد هزینه اولیه ساخت بیان گردیده است (Abdi & Daneshmand Shirazi, 2017). در تحقیق Moakher و همکاران که در سال ۲۰۱۲ انجام شده است علاوه بر مشخص شدن مزایای فوق به امتیاز شادابی و سلامت ساکنین، بازگشت سرمایه به سرمایه‌گذاران نیز اشاره شده است (Moakher & Pimplikar, 2012). در پژوهشی دیگر که توسط کریگل و همکاران در سال ۲۰۱۴ انجام شده است تغییری در زبان صنعت ایجاد کردند و از اصطلاح پایدار بجای سبز استفاده کردند زیرا پایداری عمق معنایی بیشتری دارد و حال آنکه واژه‌ی سبز تنها تأثیر بر محیط طبیعی دارد (Krygiel & Nies, 2008).

از اینرو در این تحقیق، مطالعه جامعی از عملکردهای مختلف و اعمال مربوط به معیار پایداری و سبز، مفهوم مدلسازی اطلاعات ساختمان (BIM)، سازگاری عملکرد و پیاده‌سازی در صنعت ساخت و ساز داشته و تمرکز خود را روی ادغام BIM با سیستم مدیریتی پایگاه داده‌ها (DBMS) گذاشته است که توسط مهندسین و هنگام طراحی ساختمان پایدار در مرحله طراحی مفهومی استفاده می‌شود و تأکید بر استفاده نوع مصالح مربوطه می‌کند. لازم به ذکر است که تمرکز اصلی این مطالعه، روش‌های مربوط به ترکیب و ادغام BIM با طراحی پایدار می‌باشد که شامل تحلیل و شبیه‌سازی انرژی و همچنین ارزیابی چرخه حیات و مقایسه قابلیت‌های ابزار بکار رفته

سامانه ارزیابی و امتیازدهی LEED مورد مطالعه قرار گرفته است. شایان ذکر است که در این تحقیق آسایش حرارتی و تحلیل انرژی دو نوع ساختمان مذکور مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته است و در نهایت با بهره‌گیری از سامانه امتیازدهی LEED امتیازدهی شده‌اند. هدف این تحقیق، کمک به تصمیم‌گیرندگان می‌باشد که در مرحله کانسپت یا مفهوم پروژه بتوانند در مورد میزان پایداری ساختمانی که قرار است اجرا قرار گیرد، اطلاعات لازم را بدست آورند تا بتوانند تصمیمات درست، انتخاب‌ها و جایگزین‌های بهتری را در مسیر دستیابی به طرحی پایدار اتخاذ نمایند.

۲- پیشینه پژوهش

اردستانی و همکاران در کار تحقیقاتی خود در دومین کنفرانس علم و تکنولوژی در مورد سرانه مصرف سوخت به این نتایج رسیدند که ۵۰ درصد ذخایر سوختی در صنعت ساخت و ساز مصرف می‌شود که به نوب خود منجر به بحران زیست‌محیطی خواهد شد و این امر ضرورت ایجاد و ساخت سازه‌های پایدار را نشان می‌دهد (Ardestani et al., 2015). در تحقیقی دیگر، Li و همکاران به این نتیجه رسیدند که ۳۲ درصد از مصرف انرژی‌های جهان و حدود ۲۰ درصد انرژی‌ها از سوخت‌های فسیلی بوده و موجب انتشار گازهای گلخانه‌ای شده است. همچنین، انتشار حدود یک سوم از کربن سیاه جهان طی پنج سال گذشته را بخود اختصاص داده است (Li et al., 2017). در مطالعه‌ای دیگر، کار تحقیقاتی توسط محمد خرمی و سهیلا معاونی در سال ۲۰۱۲ (شورای ساختمان های سبزجهان) انجام شد و مشخص گردید که ۴۸ درصد ساخت و سازهای صورت گرفته در ایالات متحده آمریکا از نوع فناوری سبز بهره می‌گیرد که این رقم در سال ۲۰۱۵ به ۵۸ درصد افزایش یافت (Khorrami et al., 2012). در تحقیق Castro و همکارانش در سال ۲۰۰۹ طی دهه اخیر، صنعت ساختمان ۴۰ درصد منابع در سراسر جهان، ۱۲ درصد ذخایر آب شرب، ۵۵ درصد

می‌باشد تا این مفاهیم را در صنعت ساخت و ساز اعمال نماید.

۳- مبانی نظری

از آنجاییکه BIM روش‌ها و فرآیندهای نوینی برای طراحی، ساخت و ساز و خدمات مدیریتی ارائه می‌دهد، تأثیر بسزایی بر روند طراحی دارد. مالکین نه تنها موظف‌اند پروژه‌های ساختمانی خود را به‌موقع، کم هزینه و با کیفیت طراحی و ارائه کنند بلکه باید خدماتی فراتر از طراحی و ساخت و ساز فراهم کنند. بنا بر گفته‌ی Becerik-Gerber و همکاران در سال ۲۰۱۰، با توسعه‌ی یک مدل شماتیک قبل از تولید یک مدل ساختمانی دقیق، می‌توان به طراحان کمک کرد که طرح پیشنهادی خود را با دقت بیشتری ارزیابی کرده و تعیین کنند که آیا این طرح مطابق با الزامات مالک، پایدار هست یا خیر. از این طریق می‌توان عملکرد کلی و کیفیت پروژه را بهبود بخشید (Becerik-Gerber & Rice, 2010).

بروز و ظهور مدل‌سازی اطلاعات ساختمان همگام با پدیدار شدن مسائل چالش برانگیز جهانی مانند پایداری، طراحان را بر این باور رساند که با بسط بیشتر مفهوم فضای مجازی و ساختمان مجازی تحلیل عملکرد پایه را در همان مرحله‌ی اول طراحی (یعنی تحلیل کیفیت، عملکرد انرژی، اثر اجتماعی و عملکرد محیط‌زیستی) ادغام کند.

یک سیستم BIM ترکیبی می‌تواند فرآیند همکاری و ارتباط بین شرکت‌کنندگان در پروژه را در مرحله‌ی طراحی مفهومی تسریع بخشیده و در عین حال یک ساختمان با عملکرد بهینه ارائه دهد. مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به مالکان کمک می‌کند که ساختمان خود را بصورت سه‌بعدی تجسم کرده و از عواقب فعالیت‌های ساخت و ساز و زمان کلی انجام آن به‌خوبی مطلع شوند. با ادغام قوانین پایداری و تکنولوژی BIM می‌توان روش‌های طراحی سنتی را تغییر داده و طرحی با پتانسیل عملکردی بالا برای

ساختمان‌های پیشنهادی خلق کرد. مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌تواند از طرح و تحلیل سیستم ساختمانی در مراحل اولیه مانند تحلیل ساختاری آزمایشی، کنترل‌های محیطی، روش ساخت و ساز، انتخاب مصالح و سیستم‌ها و تحلیل دقیق کل فرآیندهای طراحی پشتیبانی کند.

اگر مفاهیم BIM را بعنوان روح سیستم در نظر بگیریم؛ نرم‌افزارهای BIM نقش کالبد سیستم را خواهند داشت. به عبارتی دیگر، نرم‌افزارها نقش بازوی اجرایی انسان در مواجهه با این مفاهیم را ایفا می‌کنند. نرم‌افزارهای BIM، در سه سطح قابل استفاده هستند. این سطوح در ادامه تعریف می‌شوند:

۱- ابزار BIM: ابزاری با وظیفه‌ی تخصصی است که خروجی ویژه‌ای دارد. بعنوان مثال، ابزارهای مدل‌سازی، تولید نقشه، تخمین هزینه، شناسایی تعارضات فیزیکی و خطاها، تحلیل‌های مربوط به انرژی، راندمان، برنامه‌ریزی زمانی و نمایش بصری در این گروه قرار می‌گیرند. خروجی این سطح از نرم‌افزارها غالباً مستقل هستند اما گاهی اوقات این خروجی‌ها به نرم‌افزار دیگری اکسپورت می‌شوند (مانند خروجی برآورد مقادیر که امکان دارد برای تخمین هزینه وارد نرم‌افزار دیگری شود). به بیانی دیگر، ابزارهای BIM، فاقد ساختارها و قواعد لازم برای بروزرسانی طراحی هستند و تنها یک هدف تخصصی یعنی انجام تحلیل بر روی یک مدل طراحی شده را محقق می‌سازند.

۲- پلتفرم نرم‌افزاری BIM: برنامه‌ای است که بطور معمول برای هدف‌های مختلف داده تولید می‌کند. این سطح از نرم‌افزارها برخلاف ابزارها، قواعد پارامتریک و سایر قواعد مورد نیاز برای حفظ صحت مدل را در خود ذخیره می‌کنند. اکثر پلتفرم‌های نرم‌افزاری، قابلیت‌های ابزارها نظیر تولید نقشه و شناسایی تعارضات فیزیکی را نیز درون خود دارند.

۳- محیط BIM: مدیریت داده در یک سازمان برای یک یا چند کانال اطلاعاتی است که چندین برنامه

داده‌های مورد نیاز بعنوان ورودی به نرم‌افزار وارد شد و در پروژه اعمال گردید. سپس، با استفاده از پلاگین Insight 360 که موتور تحلیل انرژی نرم‌افزار Revit می‌باشد روی هر دو مدل، تحلیل انرژی صورت گرفت و نتایج تحلیل استخراج گردید. پایگاه داده مربوط به عناصر، اجزا و مصالح بکار رفته در داخل BIM (نرم‌افزار Revit) ایجاد شد.

۴-۴- روش تحقیق مطالعه موردی: از دو تیپ ساختمان در دوره بهره‌برداری از چرخه عمر یک ساختمان به روش BIM استفاده شده است. همچنین از طریق ادغام آن با طرح پایدار، امکان تحلیل انرژی و پایداری در دوره بهره‌برداری از چرخه عمر ساختمان‌ها مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرند. دو مدل مطرح شده که یکی مبتنی بر فرآیند طراحی ساختمان‌های سبز و مدل دیگر که فاقد المان‌های سبز بوده به لحاظ بررسی آثار اکولوژیکی و زیست‌محیطی از طریق تجزیه و تحلیل مولفه‌های پایداری برآورد شده و نقاط معتبر بالقوه لیست می‌شود.

۴-۵- روش تحقیق تحلیلی یا مدلسازی: به‌منظور دستیابی به مجموعه اهداف این پژوهش، روند موجود در شکل ۱ طی می‌شود.

این تحقیق بر روی مرحله طراحی مفهومی پروژه

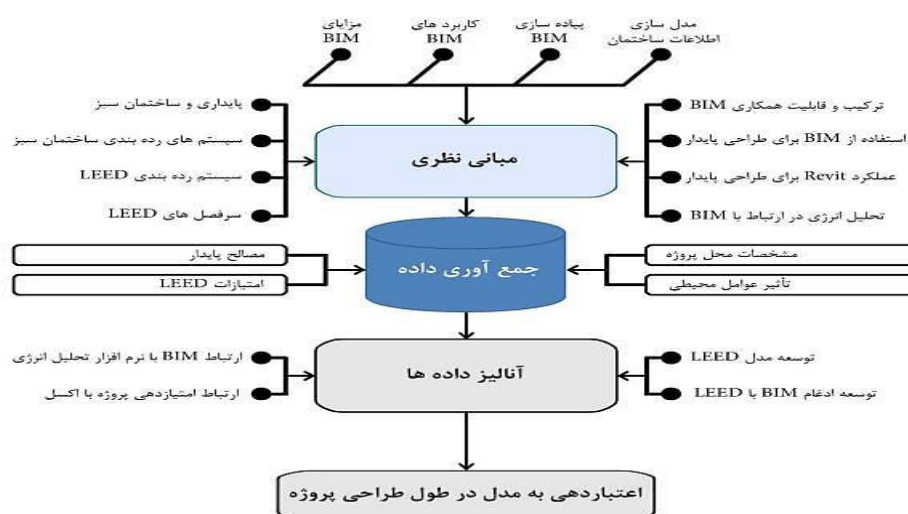
کاربردی اعم از ابزارها و پلتفرم‌های نرم‌افزاری را در برمی‌گیرد. هدف محیط BIM، یکپارچه‌سازی ابزارها، پلتفرم‌های نرم‌افزاری و ارتباطات میان افراد است. استفاده از این محیط‌ها، بکارگیری انواع اطلاعات با حجم بالایی که برای مدیریت پروژه‌ها کاربرد دارند (از جمله ویدئو، عکس، صدای ضبط شده و ایمیل) را ممکن می‌سازد. پلتفرم‌های نرم‌افزاری قابلیت مدیریت طیف وسیعی از اطلاعات را ندارند.

۴- روش تحقیق

۴-۱- نوع تحقیق: از نظر هدف، پژوهش حاضر کاربردی است و ماهیت تحقیق توصیفی-تحلیلی است.

۴-۲- روش تحقیق آماری: داده‌های بکار رفته در این تحقیق از صفحات اینترنتی USGBC، جمع‌آوری شده و سپس در پایگاه داده‌ی داخلی ذخیره شد. این داده‌ها بر اساس ساختاری تفکیک شده مرتب و سپس در کتابخانه اجزاء ذخیره شد و در نهایت در ابزار BIM اعمال شدند و برای اجزای طراحی پایدار به شکل سه‌بعدی استفاده شدند.

۴-۳- روش تحقیق نرم‌افزارنویسی: نحوه‌ی کار در این مطالعه بدین صورت می‌باشد که پروژه در محیط BIM در نرم‌افزار Revit طراحی شده که تمام



شکل ۱. فرآیند تحقیق

این مدل به این صورت می‌باشد که با توجه به آخرین نسخه تهیه شده‌ی سامانه LEED، در محیط نرم‌افزار Excel، سرفصل‌های LEED و مواردی که در هر فصل را شامل می‌شوند به همراه مقدار امتیازی که از هر قسمت می‌شود کسب گردد و یا چه بخش‌هایی لازم‌الاجرا می‌باشند بصورت جداولی تهیه گردید. امتیازدهی بصورت دستی انجام گرفت و با توجه به کتابچه، دستورالعمل هر قسمتی از سرفصل‌ها در صورت تأمین شدن در پروژه طراحی شده امتیاز مخصوص بخود را کسب نمود. با وارد کردن امتیاز هر بخش مجموع امتیازات بدست آمد و مشخص شد که هر دو تیپ ساختمان چه اعتباری از سامانه ارزیابی LEED کسب نمودند.

یکی از کاربردی‌ترین شاخص‌ها برای بررسی شرایط حرارتی هوا از نظر آسایش، جدول زیست-اقلیمی اولگی است. در اولگی محدوده دمایی بین ۲۱ تا ۲۸ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شده است. نتایج خروجی از نرم‌افزار بومی Tcic با استفاده از داده‌های آماری دوره ۵ ساله جهت تحلیل نمودار زیست‌اقلیم الگی بصورت شکل ۲ است.

با توجه به نمودار زیست‌اقلیم الگی، ناحیه بیضی شکل ترسیم‌شده با خط ممتد و نقطه‌چین به‌ترتیب محدوده‌ی آسایش زمستانی و تابستانی را در شرایط مطلوب نشان می‌دهد. زمانی که محل تلاقی خط دما و رطوبت نسبی در داخل ناحیه (الف) قرار گیرد، با ایجاد جریان ملایم هوا در داخل (حداکثر ۱/۵ متر بر ثانیه) ناحیه‌ی آسایش گسترش می‌یابد و احساس آرامش حاصل می‌شود. گسترش محدوده آسایش در ناحیه (ب) از طریق افزودن بخار آب به هوای داخل ساختمان نظیر کولر، حوض یا فواره‌ی آب و در ناحیه (ج) با ایجاد سایه و جلوگیری از تابش مستقیم آفتاب و در ناحیه (د) با استفاده از آفتاب و انرژی خورشید غیرفعال صورت می‌پذیرد. وضعیت گرمایی منطبق بر نواحی پایین‌تر از

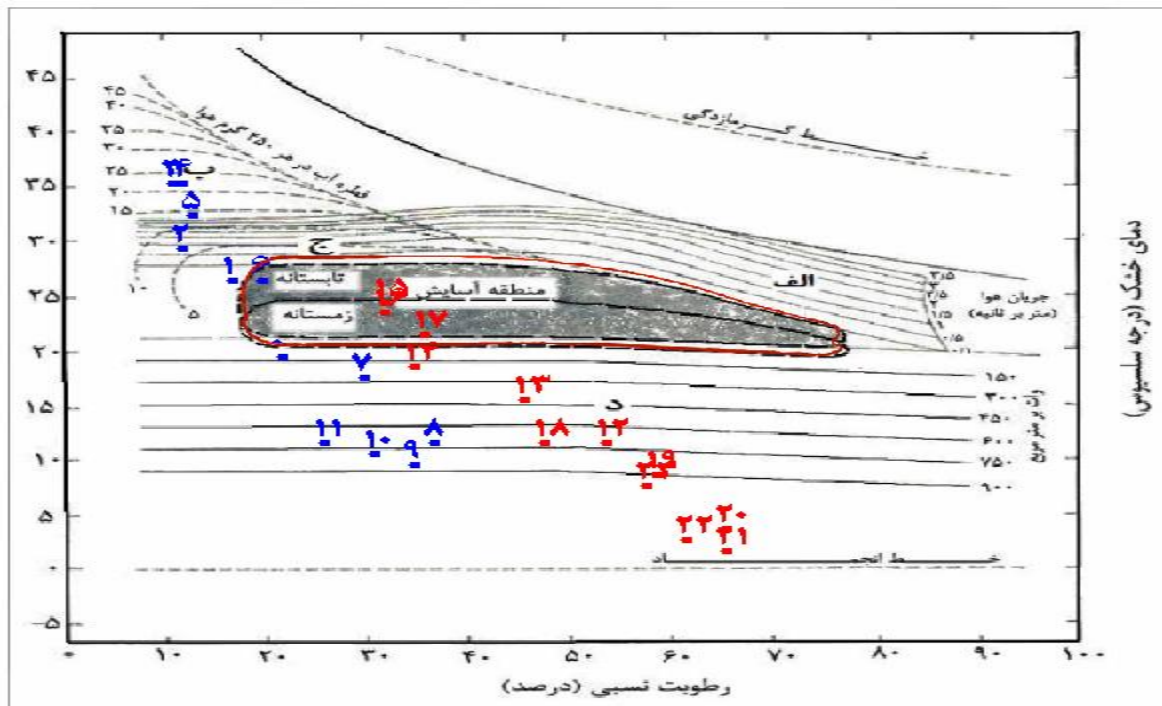
تمرکز دارد. با کمک فناوری BIM دو تیپ ساختمان در محدوده شمال تهران که یکی از آن‌ها ساختمان سازگار با محیط‌زیست سالم با ویژگی‌ها و معیارهای یک ساختمان سبز (پایدار) و دیگری ساختمان فاقد طراحی پایدار بصورت یک سازه معماری جدید است. هر دو سازه در یک اقلیم جغرافیایی مشخص و شرایط آب و هوایی یکسان طراحی و اجرا گردیده و در مرحله بهره‌برداری قرار دارند مورد و مورد مقایسه و تحلیل انرژی قرار گرفته و در نهایت ارزیابی دو مدل از طریق سامانه ارزیابی LEED صورت می‌گیرد. در این مطالعه، فناوری BIM، نرم‌افزارهای تحلیل انرژی و سامانه ارزیابی LEED در مرحله‌ی طراحی مفهومی با یکدیگر ترکیب شدند تا مشخص شود پروژه ساختمانی در دست طراحی، به چه میزان می‌تواند در دستیابی به معماری پایدار و ساختمان سبز موفق باشد و امتیازی که می‌تواند از سامانه ارزیابی LEED کسب کند چه مقدار است و با توجه به آن چه اعتباری از LEED را می‌تواند بدست آورد.

محاسبات صورت گرفته به‌منظور ایجاد یک ساختار برای مدل یکپارچه BIM-LEED یک چارچوب یکپارچه‌ی عمومی ایجاد شد و سپس به‌منظور یافتن کارکردهای مناسبی که در راهکارهای فعلی BIM دیده نشده‌اند یک تحلیل صحت‌سنجی انجام شد. این تحلیل بویژه در Autodesk Revit و نرم‌افزارهای مکمل ایجاد گردید. مشخصات و جزئیات هر دو مدل اعم از اجزاء، مصالح ساختمانی، ارتباطات، نحوه تأمین منابع مورد نیاز و انرژی مصرفی مشخص اعمال گردیده و با توجه به دستورالعمل امتیازات سامانه‌ی ارزیابی LEED، امتیازات جدولی در نرم‌افزار صفحه‌گسترده برای هر دو مدل وارد شده و امتیازات محاسبه گردید.

۵- یافته‌های پژوهش

با استفاده از مدل ترکیبی بدست آمده از LEED و BIM، پروژه طراحی شده مورد ارزیابی قرار گرفت.

حمیدرضا سهرابی، مقایسه تحلیل انرژی خورشیدی و آسایش حرارتی ساختمان معمولی و سبز با استفاده از سامانه ارزیابی LEED (مطالعه موردی: یک ساختمان ۱۴ طبقه در شمال تهران)



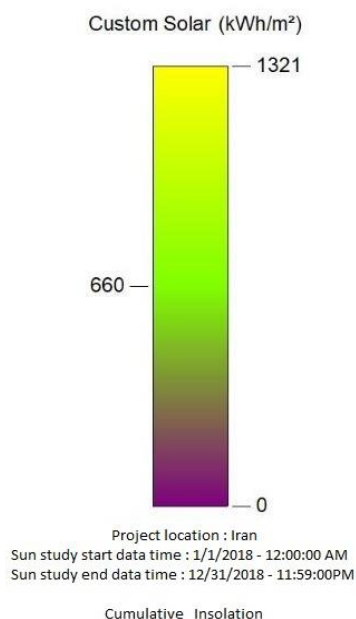
شکل ۲. نمودار زیست اقلیمی ساختمانی الگی تهران (خروجی از نرم افزار Tcic)

قسمت شمالی ساختمان، خنک سازی هوا بصورت طبیعی صورت گرفته است اما در ساختمان معمولی بدلیل ضوابط شهرسازی برای عرض گذر کمتر از ۱۲ متر امکان احداث بالکن میسر نبوده است.

همچنین، مطابق نمودار شکل ۲، در فصل تابستان در ماه های تیر، مرداد، شهریور در طول روز در ناحیه (ب) واقع شده است که ساکنین در ساختمان برای رسیدن به شرایط آسایش با ایجاد رطوبت در هوا و از طریق خنک سازی هوا با وسایل مکانیکی (کولرهای آبی و اسپیلت گازی) در ساختمان ایجاد می گردد. در فصل بهار، در ماه فروردین در طول روز و شب و در ماه های اردیبهشت و خرداد در طول شب و در فصل زمستان در ماه های آبان و آذر در طول روز و در مهر ماه در طول شب در محدوده (د) پایین تر از ناحیه ی آسایش و در دمای هوایی پایین تر از ۲۱ درجه سانتی گراد واقع شده است. در این شرایط، ساکنین هر دو ساختمان احساس آسایش نمی کنند مگر در معرض دریافت مستقیم نور

ناحیه (د) بسیار سرد بوده و بدون سیستم های حرارتی مرسوم، آسایش مورد نظر تأمین نمی شود و در صورت قرار گرفتن در وضعیت بالاتر از ناحیه (الف) گرمزدگی و سرگیجه شروع می شود و آسایش تأمین نخواهد شد.

نتایج بدست آمده از نمودار اولگی مطابق شکل ۲، نشان می دهد ساکنین هر دو ساختمان در فصل تابستان در ماه های تیر، مرداد، شهریور در ساعات شب و در ماه مهر در طول روز در ناحیه آسایش قرار دارد. بعبارتی دیگر، ساکنین در سایه و حالتی که سرعت هوا نامحسوس یعنی کمتر از یک متر بر ثانیه باشد احساس راحتی می کند. در ماه های اردیبهشت و خرداد در طول روز در ناحیه (ج) واقع شده است که با ایجاد سایبان، کنسول و کرکره احساس آسایش و راحتی ساکنین در ساختمان تأمین می گردد. درباره ی ساختمان سبز مورد مطالعه، با ایجاد سایه بان و کنسول در بخش جنوبی ساختمان و ایجاد فضای سبز در بالکن طبقات در



شکل ۳. نمودار شاخص انرژی تجمعی خورشید در یک دوره یکساله



شکل ۴. خروجی تحلیل انرژی ساختمان معمولی

خورشید قرار گیرند و در غیر اینصورت جهت تأمین آسایش حرارتی نیاز به وسایل گرمایش می‌باشد. در فصل پاییز در ماه‌های آبان و آذر در طی شب و در فصل زمستان در ماه‌های دی، بهمن و اسفند در بازه‌ی زمانی شب طبق نمودار در محدوده پایین‌تر از ناحیه (د) واقع شده که جهت رسیدن به آسایش حرارتی در داخل ساختمان فقط از طریق استفاده از وسایل گرمایشی مکانیکی حاصل می‌گردد. با توجه به نتایج بدست آمده از نمودار اولگی و موقعیت قرارگیری اقلیمی هر دو ساختمان، نشان می‌دهد که هر دو ساختمان مورد مطالعه در بیشتر ماه‌های سال در منطقه سرد و خشک واقع شده است.

در تحلیل مقایسه‌ای انرژی دو تیپ ساختمان مشاهده شد قسمت‌هایی از نما که به سمت رنگ سبز حرکت می‌کنند قسمت‌هایی هستند که نور بیشتری به آنها تابیده می‌شود و به تبع، میزان انرژی بیشتری دریافت می‌کنند. این انرژی با واحد کیلووات ساعت سنجیده می‌شود و خروجی‌های تحلیل انرژی ساختمان‌های معمولی و سبز مطابق شکل‌های ۳، ۴ و ۵ می‌باشد.

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهاد

با ارزیابی و تحلیل نتایج حاصله از نمودارهای الگی و انرژی در هر دو ساختمان نشان داده شد که در ساختمان سبز با ایجاد فرورفتگی در نمای پیرامونی ساختمان و طراحی سایه‌بان‌ها مشخص شد که در فصول گرم سال، این سطوح با ایجاد شکست در نور خورشید از نفوذ حداکثری انرژی خورشیدی به داخل ساختمان جلوگیری می‌کند که منجر به صرفه‌جویی در مصرف انرژی از طریق کاهش استفاده از وسایل گرمایش و سرمایشی می‌شود. در ساختمان معمولی که فاقد سایه‌بان در نمای ساختمان دارای پنجره‌های با حرارت بالا است در بازه زمانی یکساله برای ساکنین ممکن است آزار دهنده باشد، بنحوی که برای تهیه مطبوع داخل ساختمان شاید لازم باشد که از ظرفیت‌های بالای این وسایل برودتی استفاده شود. در نهایت، نشان داده شد که هر کدام از ساختمان‌ها چه اعتباری از سامانه LEED را کسب کردند. با توجه به نتایج بدست آمده، در طول فرآیند طراحی بهینه ملاحظه شد که اغلب امتیازات کسب شده از LEED مربوط به بخش انرژی و جو می‌باشد. مجموع کل امتیاز کسب شده از سامانه LEED برای ساختمان سبز در مجموع ۴۲ امتیاز و ساختمان معمولی ۱۷ امتیاز شد که در انتها ساختمان سبز (Viva Yucca) توانست گواهی تأیید ساختمان سبز آمریکا را بدست آورد.



شکل ۵. خروجی تحلیل انرژی ساختمان سبز

مطابق شکل‌های ۳، ۴ و ۵ مشخص شد که در ساختمان سبز بدلیل ایجاد فرورفتگی و پیشامدگی‌هایی که در نمای ساختمان وجود داشت بنحوی به ایجاد سایه‌بان‌ها در ساختمان نزدیک شده و مشاهده شد که در فصول گرم سال این سطوح با ایجاد شکست در نور خورشید از نفوذ حداکثری انرژی خورشیدی به داخل ساختمان جلوگیری می‌کند. در ساختمان دوم که فاقد این شکستگی‌ها در بدنه نمای ساختمان است دارای پنجره‌های با حرارت بالا (بدلیل جذب نور خورشید) است.

در نهایت، با بررسی هر قسمت از شاخص‌های سامانه LEED برای پروژه طراحی شده، مشخص شد که آیا پروژه مدنظر امتیازهای لازم را کسب نموده است یا خیر. شایان ذکر است که امتیازات هر دو ساختمان مورد مطالعه جمع زده می‌شود و در نهایت مشخص می‌شود که ساختمان سبز باید اجرا گردد یا خیر. اگر امتیازهای لازم کسب نشود مجدد طراحی جهت بهینه‌سازی به مراحل پیشین طراحی بازگشته و تغییرات لازم انجام می‌شود تا در نهایت به تأیید کارفرما برسد. امتیازات کسب شده‌ی هر دو تیپ ساختمان در این تحقیق مطابق جدول ۱ در پیوست و ضمایم نشان داده شده است.

7- References

Persian References:

- Abdi, K., & Daneshmand Shirazi, M. (2017). Impact of green buildings on the environment (in Persian). *Report of Fars Province Building Engineering Organization*.
- Abdolabbas, F. (2021). Analysis of indicators to achieve a sustainable city of Dezful with emphasis on reducing greenhouse gases (in Persian). *Scientific Journal of Iranian Urbanism*, 226–237.
- Ardestani, M., Khagani, & Shoaee. (2015). Green roof as a factor for sustainable development and reducing energy consumption in the building (in Persian). *International Congress on Sustainability in Contemporary Architecture and Urban Planning in the Middle East*. <https://civilica.com/doc/505621>.
- Khorrami, M., Moaveni, S., & Mashkooch Razavi, H. (2012). The necessity of implementing a green building in Iran and comparing it with ordinary buildings today (in Persian). *National Conference on Iranian-Islamic Architecture and Urban Planning*. <https://civilica.com/doc/202040>.

Latin References:

- Abergel, T., Dulac, J., Hamilton, I., Jordan, M., & Pradeep, A. (2019). Global status report for buildings and construction—towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector. *International Energy Agency, Global Alliance for Buildings and Construction, UN Environment Programme*.
- Becerik-Gerber, B., & Rice, S. (2010). The perceived value of building information modeling in the US building industry. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 15(15), 185–201.
- Castro-Lacouture, D., Sefair, J. A., Flórez, L., & Medaglia, A. L. (2009). Optimization model for the selection of materials using a LEED-based green building rating system in Colombia. *Building and Environment*, 44(6), 1162–1170. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2008.08.009>
- Chel, A., & Kaushik, G. (2018). Renewable energy technologies for sustainable development of energy efficient building. *Alexandria Engineering Journal*, 57(2), 655–669. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aej.2017.02.027>
- Construction, M.-H. (2013). World green building trends: Business benefits driving new and retrofit market opportunities in over 60 countries. *Bedford Massachusetts: Smart Market Report*.
- Eastman, C. M., Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. John Wiley & Sons.
- Hui, I. D. S. C. M. (2019). New opportunities of using building information modelling (BIM) for green buildings. *The 15th Asia Pacific Conference on the Built Environment: 5R Technology for Building Environment*, 18–19.
- Krygiel, E., & Nies, B. (2008). *Green BIM: successful sustainable design with*

building information modeling. John Wiley & Sons.

- Kulp, S. A., & Strauss, B. H. (2019). New elevation data triple estimates of global vulnerability to sea-level rise and coastal flooding. *Nature Communications*, 10(1), 4844. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12808-z>
- Li, X., Xu, J., & Zhang, Q. (2017). Research on Construction Schedule Management Based on BIM Technology. *Procedia Engineering*, 174, 657–667. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.214>
- Liao, L., Teo, E. A. L., & Chang, R. (2019). Reducing Critical Hindrances to Building Information Modeling Implementation: The Case of the Singapore Construction Industry. *Applied Sciences*, 9(18). <https://doi.org/10.3390/app9183833>
- Moakher, P. E., & Pimplikar, S. S. (2012). *Building information modeling (BIM) and sustainability—using design technology in energy efficient modeling*.
- Motawa, I., & Carter, K. (2013). Sustainable BIM-based Evaluation of Buildings. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 74, 419–428. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.03.015>
- Oyedepo, S. O., Anifowose, E. G., Obembe, E. O., & Khanmohamadi, S. (2021). 6 - Energy-saving strategies on university campus buildings: Covenant University as case study. In D. Borge-Diez & E. Rosales-Asensio (Eds.), *Energy Services Fundamentals and Financing* (pp. 131–154). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820592-1.00006-3>
- Ozturk, G. B. (2020). Interoperability in building information modeling for AECO/FM industry. *Automation in Construction*, 113, 103122. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103122>
- Roodman, D. M., Lenssen, N. K., & Peterson, J. A. (1995). *A building revolution: how ecology and health concerns are transforming construction*. Worldwatch Institute Washington, DC.
- Schlueter, A., & Thesseling, F. (2009). Building information model based energy/exergy performance assessment in early design stages. *Automation in Construction*, 18(2), 153–163. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.07.003>
- Solla, M., Ismail, L. H., & Yunus, R. (2016). Investigation on the potential of integrating BIM into green building assessment tools. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 11(4), 2412–2418.
- United Nations. (2019). *The Sustainable Development Goals Report 2019*. UN. <https://doi.org/10.18356/55eb9109-en>
- Welle, B., Haymaker, J., & Rogers, Z. (2011). ThermalOpt: A methodology for BIM-based passive thermal multidisciplinary design optimization. *Center for Integrated Facility Engineering Technical Report*, 200.
- Wong, K., & Fan, Q. (2013). Building information modelling (BIM) for sustainable building design. *Facilities*, 31(3/4), 138–157. <https://doi.org/10.1108/02632771311299412>

حمیدرضا سهرابی، مقایسه تحلیل انرژی خورشیدی و آسایش حرارتی ساختمان معمولی و سبز با استفاده از سامانه ارزیابی LEED (مطالعه موردی: یک ساختمان ۱۴ طبقه در شمال تهران)

ضمایم

ضمیمه ۱

جدول ۱. مجموع امتیازات کسب شده‌ی دو تیپ ساختمان مبتنی بر LEED

نام پروژه ساختمانی	ساختمان سبز	ساختمان معمولی
شاخص‌ها	امتیاز	امتیاز
موقعیت و حمل و نقل	۱۶	
۱	محافظةت زمین	۱
۲	سایت با اولویت بالا	۱
۳	تراکم محیطی و کاربرد های متنوع	۲
۴	دسترسی به راه عبور مناسب	۳
۵	تسهیلات دو چرخه	۱
۶	کاهش اثر پارکینگ	۱
	سایت پایدار	۱۰
۱	ارزیابی سایت	۱
۲	توسعه سایت-بازسازی و محافظت از محل	۲
۳	فضای باز	۱
۴	مدیریت آب باران	۳
	بهره روی آب	۱۰
۱	کاهش مصرف خارجی آب	۱
۲	کاهش مصرف داخلی آب	۲
۳	اندازه گیری مصرف آب	۱
	انرژی و جو	۳۵
۱	افزایش راه اندازی	۳
۲	بهینه سازی عملکرد پروژه	۱۵
۳	انرژی سبز و کاهش تولید کربن	۱
	مصالح و منابع	۱۴
۱	کاهش تأثیر چرخه حیات ساختمان	۲

		۱۵	کیفیت محیطی داخل ساختمان
۰	۱	افزایش استراتژی های کیفیت هوای داخل	۱
۰	۱	آسایش حرارتی	۲
۱	۱	نور روز	۳
۰	۰	۱۰	خلاقیت در طراحی و اولویت منطقه ای
۱۶	۴۳	جمع کل	



نحوه ارجاع به این مقاله:

سهرابی، حمیدرضا و رضویان، فاطمه (۱۴۰۱). مقایسه تحلیل انرژی خورشیدی و آسایش حرارتی ساختمان معمولی و سبز با استفاده از سامانه ارزیابی LEED (مطالعه موردی: یک ساختمان ۱۴ طبقه در شمال تهران)، شهرسازی ایران، ۵ (۹)، ۴۴-۵۹.

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the Iranian Urbanism Journal. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

URL: <https://www.shahrsaziiran.com/1401-5-9-article3/>

DOR: <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27170918.1401.5.9.3.3>