

دربافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۵/۳۰

پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۸/۰۹

نوع مقاله: پژوهشی

صفحه: ۷۱-۸۵

ارزیابی اقلیمی جداره‌های الهام گرفته از ساختارهای سلسله مراتبی (وراثتی) در طبیعت

لیلا السادات حمیدیان دیو کلائی^{*}، سیده مهسا باقری^۲

چکیده: جداره‌های ساختمانی یکی از اصلی‌ترین اجزا و عناصر ساختمان هستند که در مبحث طراحی اقلیمی در نظر گرفته می‌شوند. نادیده گرفتن و عدم توجه به چگونگی ساختار جداره‌ها، می‌تواند اتلاف و هدر رفت چشم‌گیر انرژی را در بی‌داشته باشد. در این پژوهش در نظر است تا یک نمونه جداره ساختمانی الهام گرفته شده از طبیعت (ساختار دیاتوم‌های سلسله مراتبی) طراحی و از نظر شرایط مصرف انرژی در مقایسه با حالات دیگر مورد ارزیابی قرار گیرد. با توجه به تجارت موفق طبیعت در شیوه صحیح مصرف انرژی، به نظر می‌رسد که با مشاهده و کشف طبیعت به منظور الگوبرداری از آن، نتایج قابل قبولی در مدیریت مصرف انرژی حاصل گردد. در این پژوهش یک جداره ساختمانی در اقلیم معتدل و مرتبط به کمک نرم‌افزار Rhino و پلاگین Grasshopper با الهام از نوعی دیاتوم- ساختاری از جلبک‌ها- طراحی و به کمک نرم‌افزار Ecotect Analysis 2010 مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که دیوارهای الگوبرداری شده از طبیعت در فصول سرد سال گرمای کمتری را ازدستداده و همچنین در فصول گرم سال گرمای کمتری را در مقایسه با سایر حالت‌ها به دست می‌آورند؛ بنابراین این دیوارها عملکرد بهتری در مصرف انرژی سالیانه خواهند داشت. همچنین یافته‌ها حاکی از آن است که در حالتی که از دیوارهای تطبیقی بیومیمتیک استفاده شود، دمای داخل فضای در ساعت بیشتری از سال به دمای آسایش نزدیک خواهد بود. بدیهی است که با رجوع به طبیعت و شناسایی الگوهای نهان موجود در آن می‌توان گامی به سوی پایداری و ماندگاری هرچه بیشتر بناها و توجه به مقوله حفاظت از زیست‌بوم برداشت.

واژگان کلیدی: طراحی اقلیمی، کاهش مصرف انرژی، الگوبرداری از طبیعت، ساختارهای سلسله مراتبی

^{*} کارشناسی ارشد مهندسی معماری، گروه معماری و شهرسازی، دانشکده فنی و حرفه‌ای دختران بابل، دانشگاه فنی و حرفه‌ای، تهران، ایران؛ نویسنده

مسئول: Lhamidian@tvu.ac.ir

^۲ دانش آموخته دکتری معماری، گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر، تهران، ایران

معماری و خلق اثر زمانی ماندگار و پایدار می‌گردد که همان‌گونه که جزئی از طبیعت است، از دل طبیعت بیرون آید. گویی که خود طبیعت است و زاییده‌ای جدای آن نیست. یکی از حوزه‌های فعال و تأثیرگذار الگوبرداری از طبیعت در مبحث طراحی اقلیمی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی است. به نظر می‌رسد که با استفاده از الگوهای طبیعی بتوان میزان مصرف انرژی در ساختمان‌ها را کنترل و راهکارهایی نوآورانه را در جهت توسعه پایداری در امور ساخت‌وساز ارائه نمود.

در این پژوهش در نظر است تا یکی از اجزای بسیار مهم ساختمانی (جدارهای ساختمان) به کمک روش الگوبرداری از طبیعت طراحی گردد تا از این طریق اثربخشی الهام از طبیعت بر میزان مصرف انرژی و کنترل نور روز در این نوع از جداره‌ها مورد ارزیابی قرار گیرد.

جدارهای ساختمانی یکی از اصلی‌ترین اجزا و عناصر ساختمانی هستند که در مبحث طراحی اقلیمی در نظر گرفته می‌شوند. نادیده گرفن و عدم توجه به چگونگی ساختار جداره‌ها بهویژه در فضاهای پرمصرف نظیر فضاهای اداری و مسکونی می‌تواند اتلاف و هدررفت چشم‌گیر انرژی را در پی داشته باشد؛ بنابراین هدف از این پژوهش طراحی یک نمونه جداره ساختمانی الهام‌گرفته شده از طبیعت (ساختار دیاتوم‌های سلسله مراتبی) به منظور سنجش میزان مصرف انرژی و ارزیابی اقلیمی و همچنین ارائه راهکارهای مناسب و دستیابی به دانش فنی برگرفته از بیومیمتیک و الهام از موجودات زنده به منظور پایداری ساخت‌وساز در معماری بوده است. در همین راستا سؤال اصلی ذیل مطرح می‌گردد:

- استفاده از الگوهای طبیعی در طراحی جدارهای ساختمانی چه تأثیراتی در میزان مصرف انرژی یک ساختمان خواهد داشت؟

۱- مقدمه و بیان مسئله

بشر از ابتدای سکونت بر روی کره زمین همواره به دنبال الهام از طبیعت و تقليد از آن به صورت آگاهانه و یا ناآگاهانه بوده است (Bayhan & Karaca, 2019,2). با آغاز عصر مدرن و تغییرات حاصل از تفکر مدرنیته، انسان در جست‌وجوی بهره‌وری حداکثر از امکانات موجود در جهان طبیعت بهمنظور پاسخگویی به نیازهای خود برآمد. در دهه‌های اخیر افزایش بی‌رویه استفاده از منابع، منجر به کاهش آن و صدمات جبران‌ناپذیری به طبیعت گردیده است. در عین حال شاهد آن هستیم که انسان امروز با بحران‌های مختلفی از جمله بحران انرژی، بحران فرهنگی و بحران هویتی رو برو بوده است.

طبیعت به عنوان مادر انسان و همه موجودات و منبعی سرشار از ایده، تکنولوژی و تمامی پدیده‌های آزموده شده می‌تواند منشأ پایداری جهت خلق ایده و الگوبرداری انسان از آن در جهت تقلیل اثرات بحران‌های مختلف باشد. به نظر می‌رسد که راه حل بسیاری از بحران‌های بشری شامل بحران‌ها و کمبودهای انرژی، بحران هویتی که به صورت هویت‌های گوناگون و چندتکه نمایان می‌شوند، همه و همه در پناه طبیعت باشد.

مطالعه الگوهای فرم‌ها و راهکارهای طراحی نوآورانه و پایدار در طبیعت در راستای دانشی به نام «بیومیمتیک» یا Varshabi et al., 2022 («زیست تقليد» مطرح می‌گردد Jamei & Vrcelj, 2021,2). بیومیمتیک علم تقليد از این مدل‌ها، ساختارها و سیستم‌های موجود در طبیعت باهدف حل مشکلات پیچیده انسان است (Pohl & Nachtingall, 2015).

از طرفی طبیعت هر منطقه با پوشش، اقلیم، فرهنگ و معماری ساختمان‌ها ارتباطی تنگاتنگ دارد. معماری به عنوان بخش وسیعی از عناصر و فضاهای تشکیل‌دهنده اطراف انسان جزیی از طبیعت است.

محیط و کاهش مصرف انرژی در کشور مصر پرداخته‌اند. بر اساس این پژوهش دانش بیومیمتیک می‌تواند در حوزه‌های مختلف شامل فرم، مصالح، ساختار، فرآیند و عملکرد بر بخش‌های مختلف ساختمان اثر گذارد (Eldin et al., 2016, 386).

در مطالعه انجام‌شده توسط قیابکلو (۱۳۹۲) نیز به ۵ روش متمایز در تکنولوژی تقلید از طبیعت (۱- تقلید از شکل ۲- تقلید از ماده ۳- تقلید از نحوه ساخت ۴- تقلید از فرآیند (مراحل و روش‌ها) و ۵- تقلید از عملکرد) اشاره شده است. هر کدام از روش‌های مذکور در سه سطح (۱- ساختار و اندام‌های موجود زنده ۲- رفتار انفرادی موجود زنده و ۳- اکوسیستم و رفتار گروهی موجود زنده) قابل تحقق هستند. در پژوهش مذکور، طراحی آکوستیکی سالن همایش چندمنظوره با الهام از پوسته صدف دریایی انجام گرفته است. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که طرح الهام گرفته شده از صدف دریایی در بحث آکوستیکی و موارد مرتبط با شاخص‌های قابلیت فهم گفتار نسبت به طرح‌های دیگر (پره‌ای و مکعبی) برتری داشته است (قیابکلو، ۱۳۹۲، ۱۷).

همین نویسنده در پژوهشی دیگر طراحی نورگیر سقفی را با الهام از طبیعت (نوعی از دیاتوم‌ها) مورد بررسی قرار داده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که طراحی سقف‌ها با الگوی پیشنهادی، موجب کاهش جذب گرمای در فضول گرم سال نسبت به فضول سرد می‌گردد (قیابکلو، ۱۳۹۶، ۷۷). در تحقیقی دیگر نژاد ابراهیمی و تخمچیان ارتباط بازار تاریخی تبریز و گیاه ریزوم را مورد ارزیابی قرار داده‌اند. مطالعه ایشان نشان می‌دهد که در مواردی همچون ارتباط شبکه‌های ساختاری، سلسله مراتب اهمیتی و مرکزیتی- محوری، فرم و مسیر گسترش، قطر، ابعاد، رنگ، هویت بخشی و معناده، حضور، احترام و زندگی در طبیعت در بازار تاریخی تبریز، مشابه‌تی بین این بازار با ساختار ارگانیسمی- گیاهی ریزوم‌ها وجود دارد (نژاد ابراهیمی و تخمچیان، ۱۴۰۰، ۱۸۱).

۲- پیشینه و مبانی نظری پژوهش

از آغاز دهه ۱۹۷۰ بیونیک/بیومیمتیک به عنوان دانشی با هدف «یادگیری از طبیعت برای طراحی خودکار و مهندسی شده» تعریف گردیده است.

کلمه بیومیمتیک^۱ مرکب از دو کلمه bio به معنای حیات و Mimesis به معنای تقلید کردن است و بهنوعی از علم اطلاق می‌شود که در آن تکنیک‌ها و ایده‌های برتر طبیعت بررسی و از آن در حل مشکلات مهندسی استفاده می‌گردد (قیابکلو، ۱۳۹۶، ۷۲).

تحقیقان زیادی وجود دارند که زیست‌الگو را تعریف کرده‌اند. به عنوان مثال، بنیوس ^۲ زیست‌الگو را به عنوان «اصل جدیدی که به بررسی بهترین ایده‌های طبیعت و الگوبرداری از طرح‌ها و فرایندها به منظور حل مسائل انسانی می‌پردازد»، تعریف کرده است (Benyus, 1997).

قابل ذکر است که دانش بیومیمتیک یا زیست‌تقلید، روشی مستقیم را به منظور انجام تکنیک‌های فنی پیشنهاد نمی‌دهد. این دانش برای معماری یا طراحی می‌تواند از عبارت آلمانی "Building Biomimetic" به "Bau-Bionik" معنای تعیین جنبه‌هایی از دانش زیست‌تقلید که می‌تواند بر معماری یا بخش‌های مختلف طراحی اثر بگذارد، معنا گردد. معماران، مهندسان ساختمان و طراحان از نتایج تحقیقات بیومیمتیک به عنوان یک رویکرد طراحی استفاده می‌کنند (Pohl & Nachtigall, 2015).

در رابطه با دانش بیومیمتیک و به کارگیری آن در طراحی معماری مطالعات متعددی صورت گرفته است. در مطالعه‌ای که توسط Xing و همکاران (۲۰۱۸) انجام گرفته است، بیومیمتیک به عنوان راه حلی برای خلق ساختمان‌های مقاوم و پایدار در شرایط مختلف اقلیمی مطرح می‌گردد (Xing et al., 2018, 78).

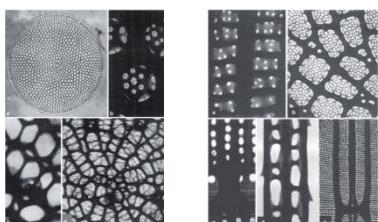
در مطالعه‌ای دیگر Eldin و همکاران (۲۰۱۶)، به پتانسیل‌های دانش بیومیمتیک در سازگاری ساختمان‌ها با

۱-۲-دیاتوم و الکلوبوداری از آن

بسیاری از ایده‌های الهام‌گرفته شده از طبیعت، برگرفته از حشرات و یا ساختارهای بسیار ریز و در مقیاس نانو از گیاهان هستند (Jamei & Vrcelj, 2021, 12). یکی از ساختارهای بسیار ریز گیاهان دیاتوم‌ها هستند. دیاتوم‌ها جلبک‌های کوچکی هستند که بخش قابل توجهی از زیست‌توده زمین را تشکیل می‌دهند. دیاتوم‌ها که جزئی از زیباترین پلانکتون‌های دریایی به شمار می‌آیند، از جنس سیلیس هستند. سیلیس یکی از اصلی‌ترین ساختارهای تشکیل‌دهندهٔ شیشه است. دیاتوم‌ها از لحاظ ساختاری به دو دستهٔ اصلی ساختارهای متمنکز و کشیدهٔ تفکیک می‌شوند، در گیاه‌شناسی، دیاتوم‌ها با ساختارهای کشیده یا میله‌ای با عنوان Bacillariophyceae تعریف شده‌اند.

درواقع دیاتوم‌ها، جلبک‌هایی از پلاتکتون‌های دریایی و آب شیرین هستند که تخلخل خوبی ایجاد می‌کنند. آن‌ها معمولاً دارای قطر کمتر از یک‌دهم میلی‌متر بوده و آزادانه در پلاتکتون اقیانوس یا آب شیرین شناور می‌شوند. آن‌ها همچنین در تماس با یکدیگر زنجیره‌هایی را تشکیل می‌دهند که می‌توانند به کف اقیانوس متصل شوند. چنین ساختارهای زنجیره‌واری از دیاتوم‌ها به‌آرامی پوشش قهقهه‌ای رنگ و لزجی را روی سنگ‌ها تشکیل می‌دهند که اگر در زیر میکروسکوپ قرار گیرند از ساختاری مش مانند (توری شکل) برخوردار هستند. در بررسی تصاویر دقیق‌تر مشاهده می‌گردد که در ساختار منفذ بین آن‌ها لایه‌های پوششی دیگری نیز به کاررفته است (Pohl & Nachtigall, 2015).

(شکل شماره ۱).

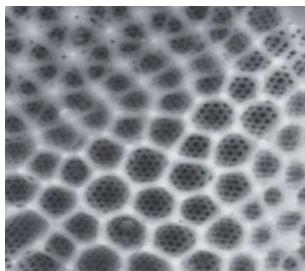


شکل ۱. تصاویر میکروسکوپی دیاتوم‌ها، ساختارهای تشکیل‌دهندهٔ جلبک‌ها - مأخذ: (Pohl & Nachtigall, 2015)

مطالعات نشان می‌دهد که به کارگیری نماهای بیومیمتیک در ساختمان‌ها موجب کارایی مصرف انرژی در اقلیم‌های مختلف می‌گردد. تحقیقات صورت گرفته توسط Webb (۲۰۲۲) نشان می‌دهد که استفاده از نمای ساختمان بیومیمتیک، امکان کاهش مصرف انرژی قابل توجهی را در تمام مناطق آب‌وهایی بهویژه آب‌وهای گرمسیری با ۵۵٪ کاهش و آب‌وهای مرطوب قاره‌ای با ۵۵٪ کاهش فراهم آورده و هم‌چنین موجب کاهش چشم‌گیری در جذب گرم‌ما می‌گردد. در پژوهش انجام گرفته توسط Bui و همکاران (۲۰۲۱) در ارتباط با سنجش شباهت‌های بین مکانیزم نما، پنجه‌الکتروکرومیک و پوست آفت‌پرست، مشخص شد که در صورت استفاده از نماهای تطبیقی بیومیمتیک (BAF)، در میزان مصرف انرژی در شهرهای موردمطالعه (ملبورن در استرالیا و تگزاس در آمریکا) از ۹/۳ تا ۱۹/۶٪ کاهش مشاهده می‌شود.

در تحقیق انجام‌شده توسط شیخ و همکاران (۲۰۱۹) نمای تطبیقی الهام‌گرفته شده از طبیعت و گل پونه موجب کاهش حدود ۳۲٪ مصرف انرژی برای اقلیم گرم و مرطوب در کشور پاکستان گردیده است. در مطالعه دیگری که توسط کلیائی و همکاران (۱۳۹۸) صورت گرفته است، به فواید حاصل از فناوری دیوار سبز در کاهش جذب گرم‌ما و درنتیجه کاهش مصرف انرژی تا حدود ۶۵٪ پرداخته شده است. در پژوهش انجام گرفته توسط Fecheyr-Lippens و همکاران (۲۰۱۷) مشخص شد که درنتیجه به کارگیری بیومیمتیک در طراحی پوشش‌های ساختمانی، کاهش مصرف انرژی در اقلیم‌های گرم و مرطوب حاصل شده است. نتایج پژوهش‌های مذکور حاکی از آن است که به کارگیری پوشش‌های بیومیمتیک موجب کاهش جذب حرارت در فصول گرم و درنتیجه کاهش ۶۶ درصدی انرژی در این فصول می‌گردد.

^۱ biomimetic adaptive façade



شکل ۲. ساختارهای وراثتی در دیاتوم‌ها- مأخذ: (Pohl & Nachtigall, 2015)

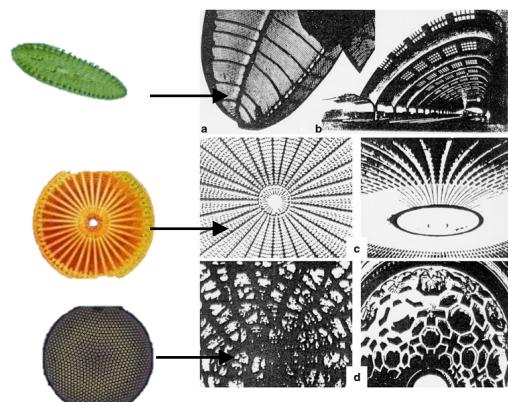
۲-۲- طراحی جدارهای

جدارهای نمایه ای ساختمان یکی از اصلی ترین شاخصه های تعیین میزان مصرف انرژی در ساختمان ها است که به تناسب فصول سرد و گرم سال تحت تأثیر هوای بیرون قرار می گیرند (خطی و همکاران، ۱۴۰۱). با توجه به اهمیت جدارهای، می باشد کنترل میزان اتلاف انرژی در این بخش از ساختمان ها صورت پذیرد تا از این طریق بتوان مصرف انرژی را به حداقل رساند.

ارائه راهکارهای مناسب در طراحی جدارهای ساختمان های مختلف امری است که می تواند در کاهش مصرف انرژی از طریق جدارهای مؤثر باشد. با توجه به اهمیت موضوع، در این پژوهش مدنظر است تا نمونه ای مشخص از یک ساختمان در این طرح مدل سازی و با تعیین راهکارهای مطرح شده در بخش قبل (الگو برداری از طبیعت) به بررسی و مقایسه عملکردی انرژی در نمونه های مدل سازی شده پرداخته شود.

استفاده از الگوریتم های استفاده شده در پوسته دیاتوم ها و الگو برداری از آن ها در طراحی فرم و ساختار جدارهای می تواند گامی مؤثر در جهت بهینه سازی مصرف انرژی و کاهش آلودگی های زیست محیطی باشد. لذا با توجه به اهمیت مطرح شده در مبحث تأمین انرژی ساختمان های مختلف، تمرکز این مقاله بر طراحی جدارهای ساختمانی از طریق الگو برداری از ساختار دیاتوم های وراثتی و بررسی میزان مصارف انرژی در نمونه مورد بررسی است.

ساختارهای دیاتومی در برخی از پروژه های معتبر گذشته به کار گرفته شده اند، اما هنوز مشخص نیست که تطابق ساختاری این فرم ها با فرم دیاتوم ها به صورت تصادفی بوده و یا معماران آن ها با آگاهی از ساختار دیاتوم ها در پی خلق چنین فرم های برگرفته از طبیعتی بوده اند. برخی از این نمونه ها به طور مثال (شکل شماره ۲)، در ایستگاه قطاری در دهه ۱۹۴۰ (شکل a و b)، میدان ورزشی در رم (شکل c) و کلیسا ای در دوره رنسانس در رم (شکل d) که بر اساس ساختارهای فرمی متنوع دیاتوم های گوناگون ساخته شده اند، قابل مشاهده هستند (Pohl & Nachtigall, 2015).

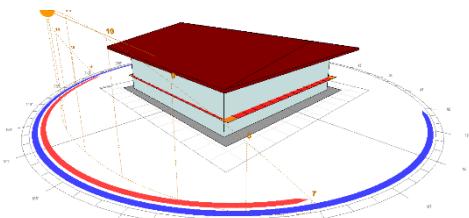


شکل ۲. نمونه های مشابه ساخته شده (شکل راست) از دیاتوم های گوناگون سمت چپ- مأخذ: (Pohl & Nachtigall, 2015)

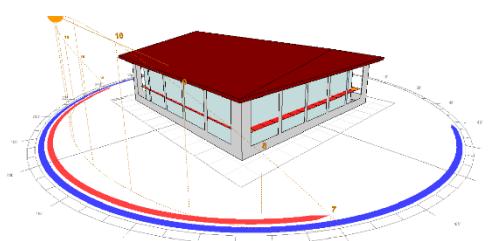
گونه ای از دیاتوم ها به نام *Actinoptychus* زمینه ای برای ایجاد ساختارهای سلسله مراتبی یا وراثتی هستند. در این نوع از ساختارها همواره زیر ساختارها (ساختارهای ثانویه و ...) از ساختار ابتدایی کوچک تر هستند. در این گونه دیاتوم ها همواره دو مسئله برای این ساختارها وجود دارد: اول جدایی از محیط آب و دوم مقاومت در برابر دشمن های طبیعی که از بین برندۀ این گونه ها هستند. این الگوها بسیار پایدار بوده و ساختارهایی بادوام می آفرینند. (شکل شماره ۳).

با توجه به پایداری قابل توجه ساختارهای سلسله مراتبی در جداره های تشکیل دهنده این نوع از دیاتوم ها، در نظر است تا در این پژوهش الگو برداری از این نوع از دیاتوم ها صورت گیرد تا میزان کارایی آن در فرآیند مشابه تیابی در طراحی جداره های ساختمانی سنجیده شود.

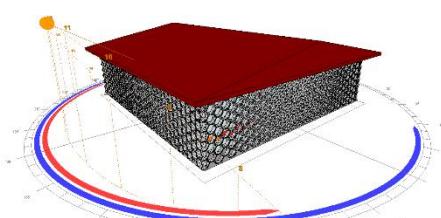
۳- در حالت سوم ساختمان مذکور با همان مشخصات قبلی اما با جداره‌های الهام گرفته شده از فرم دیاتوم‌ها طراحی می‌گردد. در راستای شبیه‌سازی و مدل‌سازی فرم دیاتوم‌ها ساختار یک نمونه از دیاتوم‌ها به‌دقت در زیر میکروسکوپ مشاهده و هندسه اولیه آن استخراج گردید. سپس مدل‌سازی آن توسط نرم‌افزار راینو و پلاگین گرس‌هاپر صورت گرفت ([شکل شماره ۷](#)). در طراحی بازشوها در میان الگوی ژنتیک دیاتوم‌ها نیز به‌دقت به ساختارشان توجه و مساحت موردنظر در بازشوها استخراج گردیده است. این بازشوها بر گرفته از خفره‌ها در ساختار دیاتوم‌ها بوده و به صورت ثابت در نظر گرفته می‌شوند.



شکل ۴. نمونه طراحی شده در حالت اول طراحی فضای کاملاً شیشه‌ای بدون پوسته



شکل ۵. نمونه طراحی شده در حالت دوم طراحی فضای کاملاً شیشه‌ای با پوسته متعارف



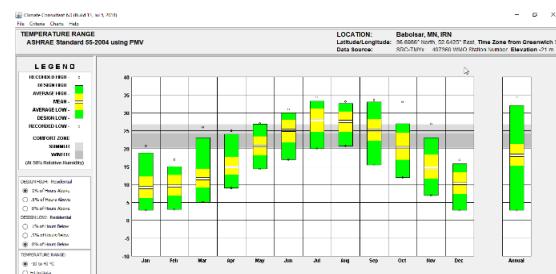
شکل ۶. نمونه طراحی شده در حالت سوم طراحی فضای کاملاً شیشه‌ای با پوسته الهام گرفته شده از طبیعت

۳- روش تحقیق

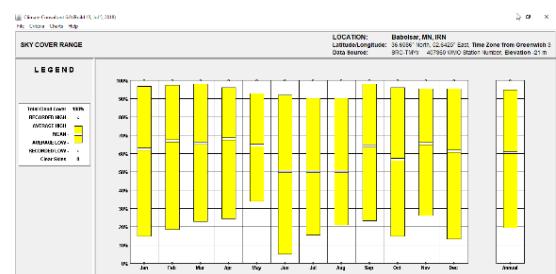
روش انجام پژوهش شامل روش‌های تحلیلی- توصیفی و استفاده از نرم‌افزار است. از این رو تحقیق حاضر به روش شبیه- سازی و مدل‌سازی به کمک نرم‌افزار انجام پذیرفت و اطلاعات اولیه با استفاده از منابع کتابخانه‌ای و مطالعات میدانی جمع‌آوری گردیده است. بخش شبیه‌سازی به کمک نرم‌افزار راینو و پلاگین گرس‌هاپر و بخش تحلیل انرژی به کمک نرم‌افزار اکوتکت صورت گرفته است. انتخاب راینو به جهت پتانسیل بالای پلاگین گرس‌هاپر و بخش تحلیل انرژی به سه‌بعدی احجام پارامتریک است. با توجه به ارگانیک بودن فرم‌های مربوط به دیاتوم‌ها، این نرم‌افزار امکان طراحی و مدل‌سازی همانگ با این گونه ساختارها را دارد. همچنین استفاده از نرم‌افزار اکوتکت موجب می‌گردد تا بتوان تحلیل- های مرتبط با انرژی و روشنایی روز را به صورت بصری و گرافیکی استخراج نمود. نمونه شبیه‌سازی شده در این نرم- افزار، فضایی با پلاتی تقریباً مربع شکل و با متراز حدود ۱۰۰ مترمربع و به صورت کاملاً شیشه‌ای است. با توجه به اینکه مدنظر است تا برای این طرح جداره‌ای به‌منظور پوشش سطوح شیشه‌ای و به صورت محافظی برای آن طراحی گردد، این طرح در دو نوع جداره‌های عادی و جداره‌های الهام گرفته از فرم دیاتوم‌ها طراحی می‌گردد. به‌منظور یکپارچه- سازی شرایط برای هر دو حالت، مساحت فضاهای نورگیر و باز به صورت مشخص و مشترک در نظر گرفته می‌شود؛ بنابراین در سه حالت کلی این ساختمان مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت. ([شکل‌های ۴ تا ۶](#)).

۱- در حالت اول ساختمان با مساحت حدود ۱۰۰ مترمربع و با ارتفاع حدود ۳ متر و کاملاً شیشه‌ای طراحی می- گردد.

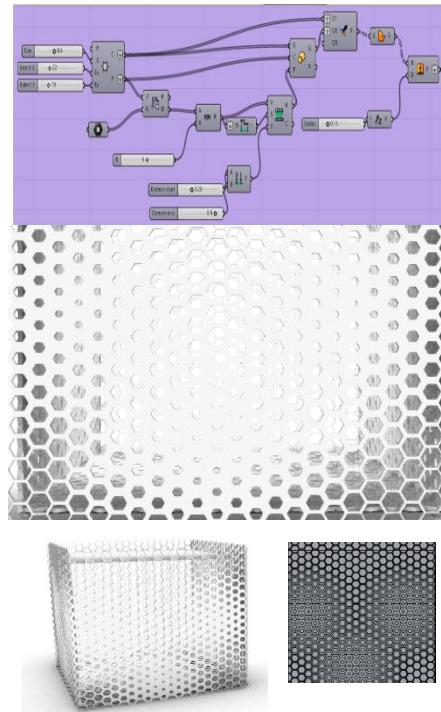
۲- در حالت دوم ساختمان با مساحت مذکور و کاملاً شیشه‌ای طراحی شده و جداره‌ای به فاصله ۸۰ سانتی‌متر از آن در همه جهات وجود دارد. مجموع مساحت پوسته دوم (جداره‌ها در سطح نما) $=(34/8)*4=139/2$ مترمربع بوده که از این مساحت حدود نیمی از آن (۶۹/۶ مترمربع) به صورت بازشو در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۸. میانگین دمای هوای شهرستان بابلسر در ماههای مختلف سال - **مأخذ:** (نرمافزار مشاور انرژی)



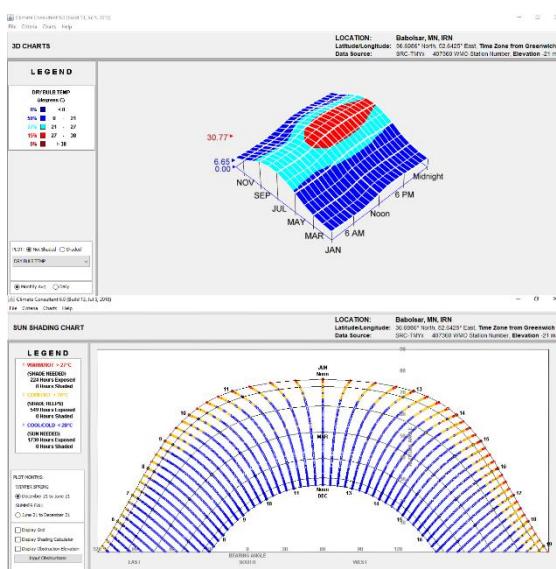
شکل ۹. درصد پوشش ابر در ماههای مختلف سال در شهرستان بابلسر - **مأخذ:** (نرمافزار مشاور انرژی)



شکل ۷. نمونه مدلسازی شده در نرمافزار راینو و پلاگین گرس هاپر

۱-۳-۱- معرفی منطقه مورد مطالعه

مطالعه موردنظر با توجه به شرایط اقلیمی شهرستان بابلسر در نظر گرفته شده است. این شهر در موقعیتی بین ۵۲°۶۵' طول جغرافیایی و ارتفاع ۳۶°۶۹' عرض جغرافیایی و ارتفاع ۲۱ متر از سطح دریا است.

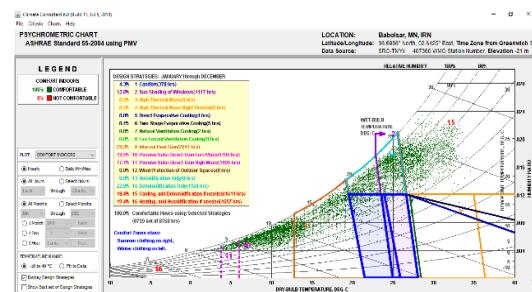


شکل ۱۰. نمودار تحلیل و بررسی زاویه تابش خورشید برای سایه اندازی در شهرستان بابلسر - **مأخذ:** (نرمافزار مشاور انرژی)

مطالعات اقلیمی شهرستان بابلسر برگرفته از نرمافزار مشاور انرژی نشان می‌دهد که میانگین دمای سالیانه این شهرستان از محدوده دمای آسایش پایین‌تر است (**شکل ۸**). همچنین دیاگرام‌های تحلیلی نشان می‌دهد که درصد پوشش ابری در بسیاری از ماههای سال در این شهرستان بالاست (**شکل شماره ۹**). همچنین مطالعات اقلیمی بیانگر آن است که ساختمان‌های واقع در این اقلیم و در این شهرستان نیازمند دریافت ۱۷۳۹ ساعت تابش آفتاب در سال می‌باشند (**شکل شماره ۱۰**). در این شهرستان به منظور رسیدن به بالاترین حد آسایش می‌توان علاوه بر ایجاد امکان رطوبت‌زدایی با افزایش حرارت داخلی تا حدود ۲۳ درجه در جهت تأمین آسایش حرارتی اقدام کرد (**شکل شماره ۱۱**).

محافظت شده با پوسته متعارف با اتلاف حدود ۷۹۰۰۴ wh و دیوار شیشه‌ای عادی با اتلاف حدود ۵۴۲۴۴ wh از دست می‌دهند. بیشترین اتلاف در هر سه گروه به ترتیب در ماههای آبان، آذر و دی‌ماه اتفاق می‌افتد. همچنین بالاترین میزان دریافت حرارت در ماه مرداد بوده است که در دیوار شیشه‌ای محافظت شده با پوسته متعارف بیشترین دریافت wh (۳۸۳۴۱) صورت پذیرفته است. پس از آن دیوار شیشه‌ای عادی wh (۲۱۹۰۳) و در آخر دیوار الگو یافته وراثتی (wh ۱۱۱۲۵) کمترین میزان دریافت حرارت را در ماههای گرم به خود اختصاص داده‌اند ([شکل شماره ۱۲](#)).

نتایج نمودار heat gain/loss (دریافت یا اتلاف گرم) نشان می‌دهد که بیشترین اتلاف حرارتی در هر سه حالت مذکور از نوع Fabric (مرتبه جدارهای) بوده و میزان آن در حالت دوم (جدارهای پوشیده شده از پوسته‌های متعارف) برابر با ۵۵۶۲۳۳ wh بوده که در مقایسه با دو حالت دیگر (دیوارهای شیشه‌ای عادی با میزان wh ۳۶۶۴۷۷ و دیوارهای شیشه‌ای با جدارهای پوشیده شده از الگوریتم ژنتیک با میزان wh ۲۷۱۰۷۹) به مرتب بیشتر است ([شکل شماره ۱۳](#)). همچنین نتایج مذکور نشان می‌دهد که اتلاف حرارت از راه تهویه طبیعی نیز در حالت پوسته‌های الگوبرداری شده (wh ۱۷۵۰۵) از دو حالت دیگر (جدارهای با پوسته‌های متعارف به میزان ۷۳۸۵ wh و جدارهای شیشه‌ای ساده به میزان wh ۷۳۸۴) بیشتر است.



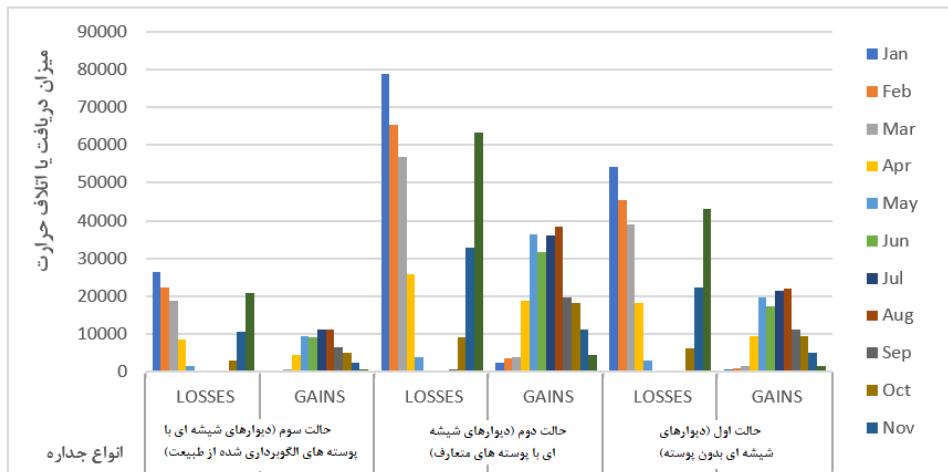
شکل ۱۱. نمودار سایکرومتریک در شهرستان بابلسر - **مأخذ:**
(نرم‌افزار مشاور انرژی)

با توجه به نتایج مطالعات اقلیمی به دست آمده از شهرستان بابلسر، نیاز این شهرستان به بهره‌برداری از تابش خورشید قابل توجه است.

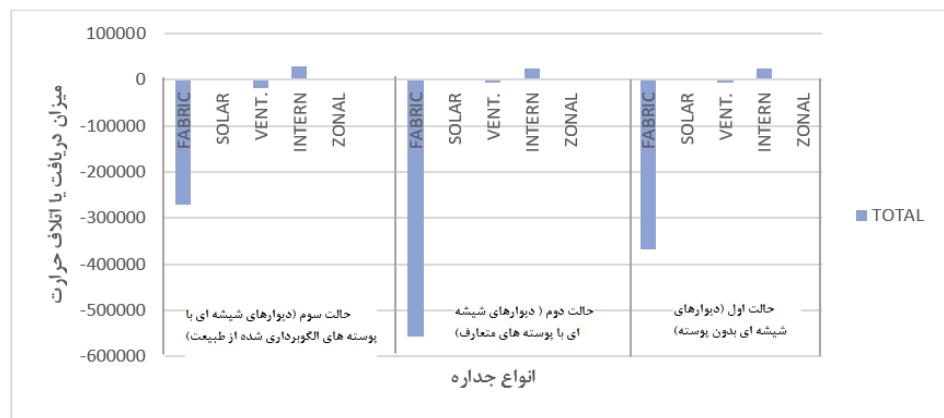
۴- بحث و یافته‌های پژوهش

پیش‌بینی عملکرد حرارتی جدارهای نما به عوامل مختلفی از جمله هندسه و فرم، خواص فیزیکی و حرارتی مصالح و اجزای مختلف نما بستگی دارد که در این پژوهش تمرکز و توجه به تأثیر هندسه پوسته بیرونی بر عملکرد حرارتی فضا بوده است. اولین مرحله تحلیل حرارتی در این پژوهش، بررسی نتایج شبیه‌سازی مصارف انرژی گرمایشی و سرمایشی سالیانه برای هر سه حالت (جدارهای شیشه‌ای بدون پوسته، جداره شیشه‌ای با پوسته متعارف و جداره شیشه‌ای با پوسته الگوبرداری شده از طبیعت) است.

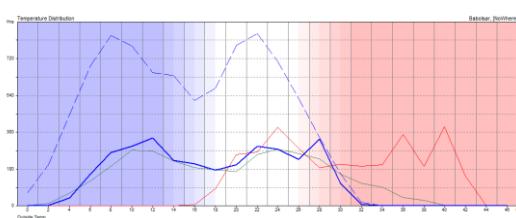
همان‌گونه که از نتایج [شکل شماره ۱۲](#) مشخص است، دیوارهایی که با الگوهای برگرفته وراثتی طراحی شده‌اند در فصول سرد مقدار انرژی کمتری را (حدود ۲۶۲۷۸ wh) در سردترین ماه سال نسبت به دو حالت دیگر (دیوار شیشه‌ای



شکل ۱۲. نمودار دریافت و اتلاف گرما بر حسب wh در ماههای مختلف سال

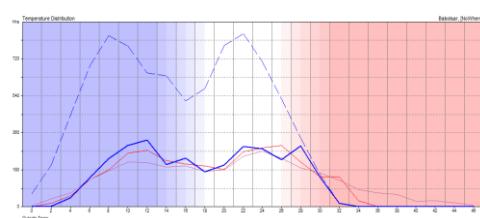


شکل ۱۳. نمودار دریافت و اتلاف گرما از طریق اجزا و بخش‌های مختلف ساختمان بر حسب wh در طول یک سال

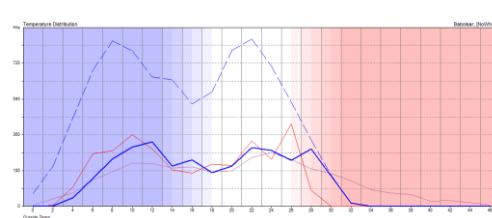


شکل ۱۶. نمودار توزیع دمایی (Distribution) – برای حالت سوم

همان‌گونه که از نتایج دیاگرام توزیع دما مشخص است، دیوارهای شیشه‌ای با پوسته‌های الگوبرداری شده از الگوی رژنیک بیشترین ساعات در طول سال را در دمای نزدیک به دمای آسایش (حدود ۲۸ درجه) به خود اختصاص می‌دهند در حالی که این میزان برای دو حالت دیگر نزدیک به ۱۲ درجه (پایین‌تر از دمای آسایش) است (شکل‌های ۱۶-۱۴).



شکل ۱۴. نمودار توزیع دمایی (Distribution) – برای حالت اول

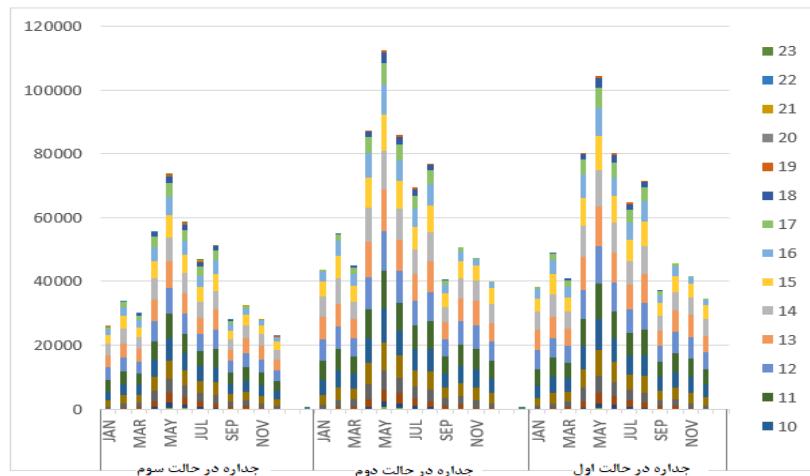


شکل ۱۵. نمودار توزیع دمایی (Distribution) – برای حالت دوم

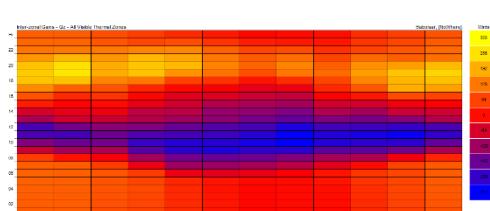
و در ساعت ۱۳ (۱۳۱۳۸ wh) خواهد بود. این میزان همچنین برای جداره‌های شیشه‌ای فاقد پوسته حدود ۱۲۴۲۰ wh و جداره‌های شیشه‌ای با پوسته‌های الگوبرداری شده از طبیعت است جداره‌های شیشه‌ای با پوسته‌های متعارف بیشترین دریافت غیرمستقیم از تابش آفتاب را خواهند داشت ([شکل ۱۷](#)).
[شماره ۱۷](#)

با توجه به مطالعات اقلیمی شهرستان بابلسر و نیاز غالب به گرمایش در این شهرستان به نظر می‌رسد که به کارگیری پوسته‌های الگوبرداری شده از طبیعت، دمای داخل فضای را به دمای آسایش نزدیک کند.

در نمودار Indirect Solar Gain (دریافت تابش غیرمستقیم آفتاب) بیشترین میزان آن مرتبط با جداره‌های شیشه‌ای پوشیده شده از پوسته‌های متعارف در اردیبهشت ماه

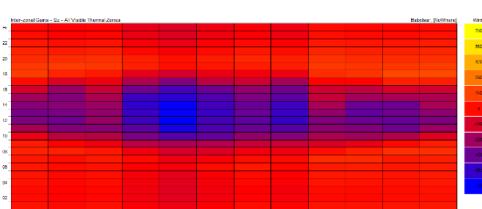


شکل ۱۷. نمودار Indirect Solar Gain - دریافت تابش غیرمستقیم آفتاب بر حسب wh در ساعت و ماههای مختلف سال

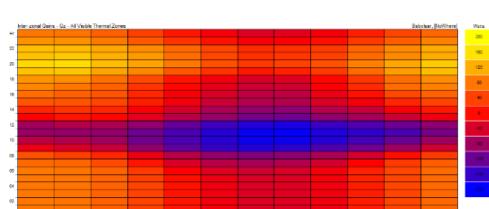


شکل ۱۹. نمودار دریافت / اتلاف حرارت در میان زون ها- (Interzonal Gain)- برای حالت دوم

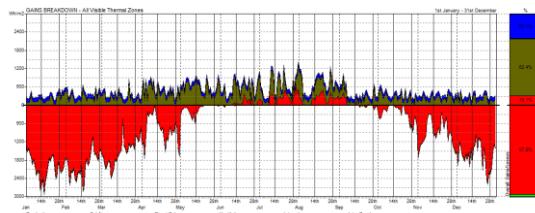
دیاگرامهای حرارتی در میان زونها نشان می‌دهد که بیشترین کاهش دما در میان زونها در جداره‌های پوشیده از الگوی ژنتیک مشاهده می‌گردد. این مساله بیانگر آن است که این جداره‌ها مانند یک فیلتر در برابر هوای بیرون عمل می‌کنند ([شکل های ۲۰-۱۸](#)).
[شکل های ۲۰-۱۸](#)



شکل ۱۸. نمودار دریافت / اتلاف حرارت در میان زون ها- (Interzonal Gain)- برای حالت سوم



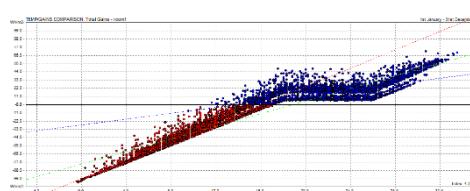
شکل ۲۰. نمودار دریافت / اتلاف حرارت در میان زون ها- (Interzonal Gain)- برای حالت اول



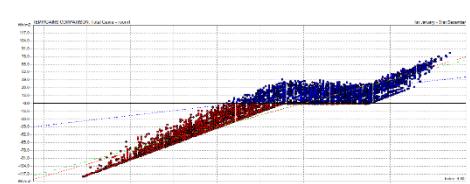
شکل ۲۳. نمودار شکست دریافت / اتلاف حرارت (Passive) - برای حالت اول (Gain Breakdown)

نمودار Temperature Gain Comparison به بررسی میزان تأثیرپذیری حرارت داخلی از دمای بیرونی (دمای هوا) می‌پردازد. برای این دیاگرامها نیز شاخصی تعریف گردیده است. هرچه میزان این شاخص کمتر باشد به این معنی است که تأثیرپذیری دما و درنتیجه حرارت داخلی کمتر به دمای بیرونی بسته است و بالعکس هرچه میزان شاخص بیشتر باشد تأثیرپذیری دمای داخلی از هوا بیرونی بیشتر است؛ بنابراین اگر میزان شاخص‌ها کمتر باشند کارایی انرژی ساختمان در آن حالت بهتر خواهد بود.

در (شکل‌های ۲۶-۲۴)، کمترین شاخص مرتبط با جدارهای الگوبرداری شده از طبیعت با میزان $Index=4/20$ خواهد بود. بعد از آن جدارهای شیشه‌ای با پوسته‌های متعارف و جدارهای شیشه‌ای بدون پوسته به ترتیب میزان $Index=4/77$ و $Index=4/80$ را کسب کرده‌اند.



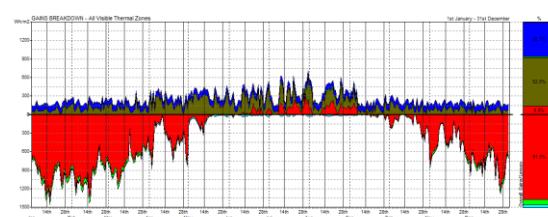
شکل ۲۴. نمودار (Temperature Gain Comparison) - برای حالت سوم



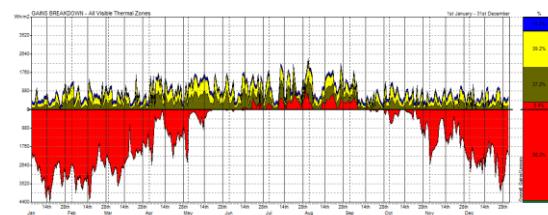
شکل ۲۵. نمودار (Temperature Gain Comparison) - برای حالت دوم

(شکل‌های ۲۱-۲۳)، بیانگر نمودار شکست دریافت یا اتلاف حرارتی حاصل از ۳ حالت مذکور است. در حالت سوم (دیوارهای الگوبرداری شده از الگوی ژنتیک) اتلاف حرارت مربوط به هدایت یا Conduction با ۵٪، ۹۱/۵٪، ۵۲/۵٪ دریافت حرارت از طریق هدایت یا Conduction، از طریق sol-Air (حرارت دریافت شده از هوای گرم شده) در درون زون حاصل شده است.

در حالت دوم (دیوارهای شیشه‌ای با پوسته‌های متعارف) اتلاف حرارت مربوط به هدایت یا Conduction با ۹۸/۲٪، ۸/۴٪ دریافت حرارت از طریق هدایت یا Conduction، ۳۷/۲٪ از طریق sol-Air (حرارت دریافت شده از هوای گرم شده)، ۳۹/۲٪ از تابش مستقیم آفتاب و ۱۴/۲٪ در درون زون حاصل شده است. در حالت اول (دیوارهای شیشه‌ای عادی) اتلاف حرارت مربوط به هدایت Conduction با ۹۷/۸٪، ۱۰/۱٪ دریافت حرارت از طریق هدایت یا Conduction، ۶۲/۴٪ از طریق sol-Air (حرارت دریافت شده از هوای گرم شده) و ۲۶/۱٪ در درون زون حاصل شده است.



شکل ۲۱. نمودار شکست دریافت / اتلاف حرارت (Passive) - برای حالت سوم (Gain Breakdown)



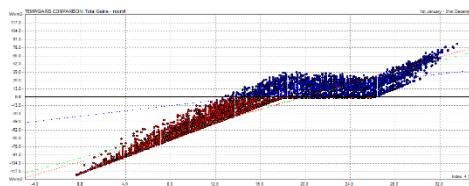
شکل ۲۲. نمودار شکست دریافت / اتلاف حرارت (Passive) - برای حالت دوم (Gain Breakdown)

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

یکی از مهم‌ترین پارامترهای تحقق معماری پایدار، بهره‌وری انرژی است و الگوبرداری از طبیعت می‌تواند راهکارهای بسیار مؤثری به منظور کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها ارائه نماید. یکی از مهم‌ترین حوزه‌های تأثیرپذیری از این موضوع، جداره‌های بیرونی ساختمان‌ها و نماهای مرتبط با آن است. نماها اولین مانع در برابر شرایط سخت آب و هوایی هستند. به واسطه توسعه فناوری، با نمای تطبیقی که با رویکردهای بیومیمتیک ادغام شده است، می‌توان به کاهش انرژی دست یافت. نما و پوشش ساختمان‌ها دیگر نباید مانند یک سازه باربر، ثابت باشد بلکه باید مانند پوست یک موجود زنده، به عنوان یک واسطه پویا بین محیط داخلی و خارجی عمل کند (Srisuwan, 2022, 15) تا حداکثر بهره‌وری را در مصرف انرژی داشته باشد. صرف‌جویی در مصرف انرژی به ویژه برای ساختمان‌هایی که در تمام طول روز مورد استفاده قرار نمی‌گیرند بسیار حائز اهمیت است.

نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که دیوارهای الگوبرداری شده از طبیعت در فصول سرد سال گرمای کمتری را از دست داده و همچنین در فصول گرم سال گرمای کمتری را در مقایسه با حالت‌های مذکور به دست می‌آورند؛ بنابراین این دیوارها عملکرد بهتری در مصرف انرژی سالیانه خواهند داشت. همچنین نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که در حالتی که از دیوارهای تطبیقی بیومیمتیک استفاده شده است دمای داخل در ساعت‌های بیشتری از سال به دمای آسایش نزدیک است.

همچنین دیاگرام‌های حرارتی در میان زون‌ها نشان می‌دهد که بیشترین کاهش دما در فصول گرم سال در میان زون‌ها در جداره‌های پوشیده از الگوی ژنتیک مشاهده می‌شود. این مسئله بیانگر آن است که این جداره‌ها مانند یک فیلتر در برابر هوای بیرون عمل می‌کنند.



شکل ۲۶. نمودار (Temperature Gain Comparison) – برای حالت اول

نتایج این تحقیق با تحقیقات صورت گرفته دیگر هماهنگ است. به طور مشابه، در تحقیقات صورت گرفته Webb (۲۰۲۲) استفاده از نمای ساختمان بیومیمتیک پتانسیل کاهش مصرف انرژی قابل توجهی را در تمام مناطق آب و هوایی به ویژه آب و هوای گرمسیری (۵۵٪) و آب و هوای مرطوب قاره‌ای (۱۵٪) نشان می‌دهد.

در تحقیق انجام شده توسط شیخ و همکاران (۲۰۱۹) نمای تطبیقی الهام گرفته شده از طبیعت و گل پونه، موجب کاهش حدود ۳۲٪ مصرف انرژی برای اقلیم گرم و مرطوب در کشور پاکستان شده است. در همین راستا می‌توان بیان کرد که پوشش ساختمان‌ها نقش مهمی در تنظیم تبادل انرژی بین محیط داخلی و خارجی دارند (Sommese et al., 2022). مطالعه صورت گرفته توسط Bui و همکاران (۲۰۲۱) نیز در همین جهت بوده است که نشان می‌دهد که بیش از ۴۰ درصد از مصرف انرژی در جهان به نماهای ساختمانی مرتبط می‌شود. در پژوهش نامبرده با سنجش شباهت‌های بین مکانیزم نما، پنجره الکتروکرومیک و پوست آفتاب پرست مشخص شد که در صورت استفاده از نماهای تطبیقی بیومیمتیک (BAF) میزان مصرف انرژی در شهرهای موردمطالعه (ملبورن در استرالیا و تگزاس در آمریکا) از ۹۳ تا ۱۹۶٪ کاهش مصرف انرژی داشته است (Bui et al., 2021).

نتایج این تحقیق کارایی انرژی ساختمان را در صورت استفاده از نماهای الگو یافته از طبیعت تأیید می‌کند. در همین راستا تحقیقات Webb (۲۰۲۲) نیز نشان داده است که نمای بیومیمتیک دارای پتانسیل کاهش مصرف انرژی برای کاربری‌های مختلف ساختمانی به ویژه مراکز نگهداری سالمندان با کاهش حدود ۶۷٪ است (Webb, 2022).

۶- منابع

- خطیبی، اشکان، و شهبازی، مجید، و ترابی، زهره. (۱۴۰۱). بررسی رفتار حرارتی نماها باهدف تعیین گرینه مطلوب از نظر مصرف انرژی (مورد مطالعه: ساختمان اداری در اقلیم تهران). دو فصلنامه انرژی های تجدیدپذیر و نو. ۲۹(۲)، ۱۲۱-۱۲۹.

DOR: 20.1001.1.24234931.1401.9.2.13.6

- قیابکلو، زهرا. (۱۳۹۶). طراحی نورگیر سقفی با الهام از طبیعت (بیومیمتیک)، دو فصلنامه اندیشه معماری، ۱(۱)، ۷۱-۷۸.
- قیابکلو، زهرا. (۱۳۹۲). طراحی آکوستیکی سالن همایش چند منظوره با الهام از پوسته صدف دریابی. معماری و شهرسازی (هنرهای زیبا)، ۳(۱۸)، ۲۴-۱۷.

DOI: 10.22059/JFAUP.2013.51314

- کلیائی، مهیار، و حمزه نژاد، مهدی، و لیتکوهی، سانا، و بهرامی، پیام. (۲۰۲۰). تأثیر شاخص های داخلی و خارجی دیوار سبز بر عملکردهای زیست محیطی و صرفه جویی انرژی. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۱(۱۱)، ۲۵۳-۲۶۷.
- نژاد ابراهیمی، احمد، و تخمچیان، علی. (۱۴۰۰). تحلیل آفرینش معماری مبتنی بر طبیعت برای تبیین ارتباط میان گیاه ریزوم و بازار تاریخی تبریز. انسان و محیط زیست، ۱۹(۲)، ۱۸۱-۱۹۹.

• Bayhan, H. G., & Karaca, E. (2019). SWOT Analysis of Biomimicry for Sustainable Buildings—A Literature Review of the Importance of Kinetic Architecture Applications in Sustainable Construction Projects. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 471(8), 082047. IOP Publishing.

DOI: 10.1088/1757-899X/471/8/082047

- Benyus, J.M. (1997). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*; Morrow: New York, NY, USA.

<https://cmc.marmot.org/Record/.b10751920>

با توجه به مطالعات اقلیمی شهرستان بابلسر و نیاز غالب به گرمایش در این شهرستان به نظر می‌رسد که به کارگیری پوسته‌های الگوپردازی شده از طبیعت، دمای داخل فضا را به دمای آسایش نزدیک کند. با توجه به موارد مطروحة مشهود است که فرضیه مهم این پژوهش مورد تأیید قرار گرفته است و جداره‌های الگوپردازی شده از طبیعت می‌توانند با هدف حفظ مصرف انرژی و در نتیجه، طراحی ساختمان با همین هدف مطرح گردند.

انعطاف‌پذیری و سازگاری نماهای بیومیمتیک نشان می‌دهد که چگونه راهکارها و ویژگی‌های بیولوژیکی می‌توانند عملکرد محیط‌های مختلف را بهبود بخشند، همان‌گونه که موجوداتی که الهام‌بخش نوآوری هستند، از قبل به خوبی با شرایط روی زمین سازگار شده‌اند. دیاتوم‌ها یکی از ابتدایی‌ترین موجودات بر روی کره زمین هستند که راهکارهای بسیار خوبی در جهت تطبیق با طبیعت ارائه می‌دهند. ازین‌رو در این پژوهش مورد توجه ویژه قرار گرفته و جداره‌های نما با توجه به ساختار و فرم این موجودات طراحی شده‌اند. همان‌طور که نتایج مطالعات نشان داده است این جداره‌ها از نظر شرایط اقلیمی بسیار بهتر از حالت‌های دیگر عمل کرده و پاسخ مناسبی در فصول مختلف سال ارائه داده است.

بازگشت به طبیعت و کاربست اصول خلاقانه آن، نوآوری‌های قابل قبولی بهمنظور حل چالش‌ها و معضلات موجود در طراحی بهویژه طراحی مبتنی بر طبیعت و سازگار با اقلیم دارد. امید است در پژوهش‌های آتی با در نظر گرفتن اقلیم‌های متنوع و سنجش تأثیر اقلیم بر کارایی الگوهای برگرفته از طبیعت در طراحی و معماری به نتایج جامع و کاملی دست یافت. بدیهی است که با رجعت به طبیعت و شناسایی الگوهای نهان موجود در آن، می‌توان گامی به سوی پایداری و ماندگاری هرچه بیشتر بناها و حفظ زیست‌بوم برداشت.

[DOI: 10.56261/built.v20.247184](https://doi.org/10.56261/built.v20.247184)

- Webb, M. (2022). Biomimetic building facades demonstrate potential to reduce energy consumption for different building typologies in different climate zones. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 24(2), 493-518.

[DOI: 10.1007/s10098-021-02183-z](https://doi.org/10.1007/s10098-021-02183-z)

- Xing, Y., Jones, P., Bosch, M., Donnison, I., Spear, M., & Ormondroyd, G. (2018). Exploring design principles of biological and living building envelopes: what can we learn from plant cell walls? *Intelligent Buildings International*, 10(2), 78-102.

[DOI:10.1080/17508975.2017.1394808](https://doi.org/10.1080/17508975.2017.1394808)

- Bui, D. K., Nguyen, T. N., Ghazlan, A., & Ngo, T. D. (2021). Biomimetic adaptive electrochromic windows for enhancing building energy efficiency. *Applied Energy*, 300, 117341.

[DOI: 10.1016/j.apenergy.2021.117341](https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.117341)

- Eldin, N. N., Abdou, A., & Abd ElGawad, I. (2016). Biomimetic potentials for building envelope adaptation in Egypt. *Procedia Environmental Sciences*, 34, 375-386.

[DOI:10.1016/j.proenv.2016.04.033](https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.04.033)

- Fecheyr-Lippens, D., & Bhiwapurkar, P. (2017). Applying biomimicry to design building envelopes that lower energy consumption in a hot-humid climate. *Architectural Science Review*, 60(5), 360-370.

[DOI:10.1080/00038628.2017.1359145](https://doi.org/10.1080/00038628.2017.1359145)

- Jamei, E., & Vrcelj, Z. (2021). Biomimicry and the built environment, learning from nature's solutions. *Applied Sciences*, 11(16), 7514.

[DOI:10.3390/app11167514](https://doi.org/10.3390/app11167514)

- Pohl, G., & Nachtigall, W. (2015). Biomimetics for Architecture & Design: Nature-Analogies-Technology. Springer.

<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-19120-1>

- Sheikh, W. T., & Asghar, Q. (2019). Adaptive biomimetic facades: Enhancing energy efficiency of highly glazed buildings. *Frontiers of Architectural Research*, 8(3), 319-331.

- Sommese, F., Badarnah, L., & Ausiello, G. (2022). A critical review of biomimetic building envelopes: towards a bio-adaptive model from nature to architecture. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 169, 112850.

[DOI:10.1016/j.rser.2022.112850](https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112850)

- Srisuwan, T. (2022). Applications of Biomimetic Adaptive Façades for Enhancing Building Energy Efficiency. *International Journal of Building, Urban, Interior and Landscape Technology (BUILT)*, 20, 37-48.

Received: 21/08/2022

Accepted: 31/10/2022

Climatic assessment of walls inspired by hierarchical (hereditary) structures in nature

Leila Sadat Hamidian Divkolaei^{1*}, Seyyedeh Mahsa Bagheri²

Abstract: Building walls are one of the main building components and elements that are considered in the topic of climate design. Ignoring and not paying attention to how the walls are structured can lead to significant energy wastage. In this article, it is intended to design a building wall sample inspired by nature (hierarchical diatom structure) and evaluate it in terms of energy consumption conditions. Nature, as the mother of man and all creatures and a source full of ideas, technology and all tested phenomena, can be a stable source for creating ideas and modeling it for humans in order to reduce the effects of various crises. It seems that the solution to all human crises, including crises and energy shortages, identity crisis, which appear in the form of various and fragmented identities, is all under the shelter of nature. According to the successful experiences of nature in the correct way of energy consumption, it seems that by observing and discovering nature in order to model a structure of it, can obtain acceptable results in energy consumption management. In this research, a wall with the help of Rhino software and Grasshopper plugin constructed, inspired by a type of diatoms - a structure of algae - has been designed and evaluated with the help of the software. In this research, the building wall in a temperate and humid climate has been evaluated with the help of Rhino software and Grasshopper plugin, inspired by a type of diatoms with the help of Ecotect Analysis 2010 software. The results of this research show that walls modeled by nature lose less heat in the cold seasons of the year and gain less heat in the hot seasons of the year compared to other conditions. Also, the thermal diagrams among the zones show that the greatest decrease in temperature in the hot seasons of the year among the zones is observed in the walls covered with the genetic pattern. This problem indicates that these walls act like a filter against the outside air. According to the climate studies of Babolsar city and the prevailing need for heating in this city, it seems that the use of shells modeled on nature will bring the temperature inside the space closer to the comfort temperature. Therefore, these walls will perform better in annual energy consumption. Also, the findings indicate that if biomimetic adaptive walls are used, the temperature inside the space will be close to comfort temperature in more hours of the year. It is obvious that by returning to nature and identifying the hidden patterns in it, we can take a step towards the stability and durability of buildings and pay attention to the protection of the ecosystem. The flexibility and adaptability of biomimetic models show how biological strategies and properties can enhance and improve performance in different environments, just as the organisms that inspire innovation are already well adapted to conditions on Earth. It is obvious that by returning to nature and identifying the hidden patterns in it, one can take a step towards the stability of buildings and preserving the ecosystem.

Keywords: Climate Design, Energy, Modeling of Nature, Hierarchical Structures

¹ Master of architecture, Department of Architecture and Urban planning, Babol girls' Technical and Vocational college, Technical and Vocational university (TVU), Tehran, Iran. Corresponding Author, Email: Lhamidian@tvu.ac.ir

² PHD, Department of Architecture, Faculty of Architecture and Urban Planning, University of Arts, Tehran, Iran