دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۵/۳۰
پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۸/۰۹
نوع مقاله: پژوهشی
صفحه: ۸۵-۷۱

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

لیلا السادات حمیدیان دیوکلائی*[۱]، سیده مهسا باقری[۲]

چکیده: جداره‌های ساختمانی یکی از اصلی‌ترین اجزا و عناصر ساختمان هستند که در مبحث طراحی اقلیمی در نظر گرفته می شوند. نادیده گرفتن و عدم توجه به چگونگی ساختار جداره‌ها، می‌تواند اتلاف و هدررفت چشم‌گیر انرژی را در پی داشته باشد. در این پژوهش در نظر است تا یک نمونه جدارهٔ ساختمانی الهام گرفته شده از طبیعت (ساختار دیاتوم‌های سلسله مراتبی) طراحی و ازنظر شرایط مصرف انرژی در مقایسه با حالات دیگر مورد ارزیابی قرار گیرد. با توجه به تجارب موفق طبیعت در شیوهٔ صحیح مصرف انرژی، به نظر می‌رسد که با مشاهده و کشف طبیعت به‌منظور الگوبرداری از آن، نتایج قابل قبولی در مدیریت مصرف انرژی حاصل گردد. در این پژوهش یک جدارهٔ ساختمانی در اقلیم معتدل و مرطوب به کمک نرم‌افزار Rhino و پلاگین Grasshoper 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 فضا در ساعات بیشتری از سال به دمای آسایش نزدیک خواهد بود. بدیهی است که با رجعت به طبیعت و شناسایی الگوهای نهان موجود در آن می‌توان گامی به‌سوی پایداری و ماندگاری هرچه بیشتر بناها و توجه به مقولهٔ حفاظت از زیست‌بوم برداشت.

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

[۱]* مربی، گروه معماری، آموزشکده فنی دختران بابل، دانشگاه فنی و حرفه‌ای، تهران، ایران؛ نویسنده مسئول: Lhamidian@tvu.ac.ir
[۲] دانش‌آموخته دکتری، گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر ایران، تهران، ایران.

۱- مقدمه و بیان مسئله

بشر از ابتدای سکونت بر روی کرهٔ زمین همواره به دنبال الهام از طبیعت و تقلید از آن به‌صورت 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 بی‌رویهٔ استفاده از منابع، منجر به کاهش آن و صدمات جبران‌ناپذیری به طبیعت گردیده است. درعین‌حال شاهد آن هستیم که انسان امروز با بحران‌های مختلفی ازجمله بحران انرژی، بحران فرهنگی و بحران هویتی روبرو بوده است.

طبیعت به‌عنوان مادر انسان و همهٔ 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 راه‌حل بسیاری از بحران‌های بشری شامل بحران‌ها و کمبودهای انرژی، بحران هویتی که به‌صورت هویت‌های گوناگون و چندتکه نمایان می‌شوند، همه و همه در پناه طبیعت باشد.

مطالعهٔ الگوها، فرم‌ها و راهکارهای طراحی نوآورانه و پایدار در طبیعت در راستای دانشی به نام «بیومیمتیک[1]» یا «زیست تقلید» مطرح می‌گردد (Varshabi et al., 2022 ,Jamei & Vrcelj ,2021,2). بیومیمتیک علم تقلید از این مدل‌ها، ساختارها و سیستم‌های موجود در طبیعت باهدف حل مشکلات پیچیدهٔ انسان است (Pohl & Nachtigall, 2015).

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

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 (جداره‌های 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.

جداره‌های ساختمانی یکی از اصلی‌ترین اجزا و عناصر ساختمانی هستند که در مبحث طراحی اقلیمی در نظر گرفته می‌شوند. نادیده گرفتن 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 جدارهٔ ساختمانی الهام گرفته‌شده از طبیعت (ساختار دیاتوم‌های سلسله مراتبی) به‌منظور سنجش میزان مصرف انرژی و ارزیابی اقلیمی و همچنین ارائهٔ راهکارهای مناسب و دستیابی به دانش فنی برگرفته از بیومیمتیک و الهام از موجودات زنده به‌منظور پایداری ساخت‌وساز در معماری بوده است. در همین راستا سؤال اصلی ذیل مطرح می‌گردد:

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

[1]. Biomimetic

۲- پیشینه و مبانی نظری پژوهش

از آغاز دهه ۱۹۷۰ بیونیک/بیومیمتیک به‌عنوان دانشی با هدف «یادگیری از طبیعت برای طراحی خودکار و مهندسی‌شده» تعریف گردیده است.

کلمه بیوممسیس[1] 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).

محققان زیادی وجود دارند که زیست‌الگو را تعریف کرده‌اند. به‌عنوان‌مثال، بنیوس[2] زیست‌الگو را به‌عنوان «اصل جدیدی که به بررسی بهترین ایده‌های طبیعت و الگوبرداری از طرح‌ها و فرایندها به‌منظور حل مسائل انسانی می‌پردازد»، تعریف کرده است (Benyus, 1997).

قابل‌ذکر است که دانش بیومیمتیک یا زیست‌تقلید، روشی مستقیم را به‌منظور انجام تکنیک‌های فنی پیشنهاد نمی‌دهد. این دانش برای معماری یا طراحی می‌تواند از عبارت آلمانی "Bau-Bionik" به "Building Biomimetic" به 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 به‌عنوان یک رویکرد طراحی استفاده می‌کنند (Pohl & Nachtigall, 2015).

در رابطه با دانش بیومیمتیک و به‌کارگیری آن در طراحی معماری مطالعات متعددی صورت گرفته است. در مطالعه‌ای که توسط Xing و همکاران (۲۰۱۸) انجام گرفته است، بیومیمتیک به‌عنوان راه‌حلی 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 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 مطالعهٔ 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. هرکدام 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 پوستهٔ 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) موردبررسی قرار داده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که طراحی سقف‌ها با الگوی پیشنهادی، موجب کاهش جذب گرما در فصول گرم سال نسبت به فصول سرد می‌گردد (قیابکلو،۱۳۹۶، ۷۷). در تحقیقی دیگر نژاد ابراهیمی و تخمچیان ارتباط بازار تاریخی تبریز و گیاه ریزوم را مورد ارزیابی قرار داده‌اند. مطالعهٔ ایشان نشان می‌دهد که در مواردی همچون ارتباط شبکه‌های ساختاری، سلسله‌مراتب اهمیتی و مرکزیتی- محوری، فرم و مسیر گسترش، قطر، ابعاد، رنگ، هویت بخشی و معنادهی، 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).

1.Biomimicry
2.Benyus

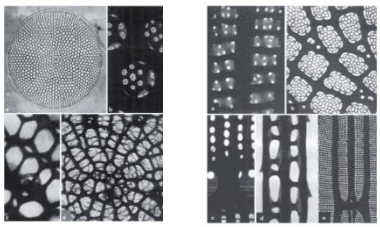
مطالعات نشان می‌دهد که به‌کارگیری نماهای بیومیمتیک در ساختمان‌ها موجب کارایی مصرف انرژی در اقلیم‌های مختلف می‌گردد. تحقیقات صورت گرفته توسط Webb (۲۰۲۲) نشان می‌دهد که استفاده از نمای ساختمان بیومیمتیک، امکان کاهش مصرف انرژی قابل‌توجهی را در تمام مناطق آب‌وهوایی به‌ویژه آب‌وهوای گرمسیری با ۵۵,۴٪ کاهش و آب‌وهوای مرطوب قاره‌ای با ۵۵,۱٪ کاهش فراهم آورده و هم‌چنین موجب کاهش چشم‌گیری در جذب گرما می‌گردد. در پژوهش انجام گرفته توسط Bui و همکارن (۲۰۲۱) در ارتباط با سنجش شباهت‌های بین مکانیزم نما، پنجره الکتروکرومیک و پوست آفتاب‌پرست، 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 الهام گرفته‌شده 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 گرما و درنتیجه کاهش مصرف انرژی تا حدود ۶۵٪ پرداخته شده است. در پژوهش انجام‌گرفته توسط Fecheyr-Lippens و همکاران (۲۰۱۷) مشخص شد که درنتیجه به‌کارگیری بیومیمتیک در طراحی پوشش‌های ساختمانی، کاهش مصرف انرژی در اقلیم‌های گرم و مرطوب حاصل شده است. نتایج پژوهش مذکور حاکی از آن است که به‌کارگیری پوشش‌های بیومیمتیک موجب کاهش جذب حرارت در فصول گرم و درنتیجه کاهش ۶۶ درصدی انرژی در این فصول می‌گردد.

۲-۱-دیاتوم و الگوبرداری از آن

بسیاری از ایده‌های الهام گرفته‌شده 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 قابل‌توجهی از زیست‌تودهٔ 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 ازلحاظ ساختاری به دو دستهٔ اصلی ساختارهای متمرکز و کشیده تفکیک می‌شوند، در گیاه‌شناسی، دیاتوم‌ها با ساختارهای کشیده یا میله‌ای با عنوان Bacillariophyceae تعریف‌شده‌اند.

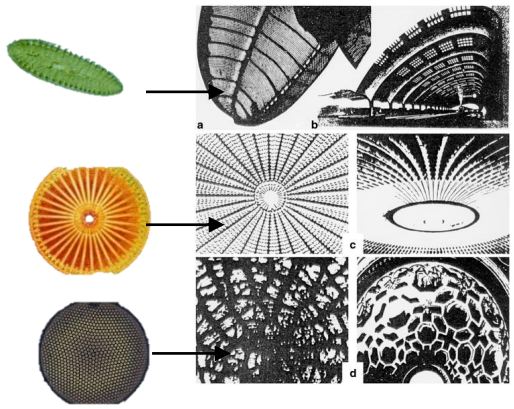
درواقع دیاتوم‌ها، جلبک‌هایی از پلانکتون‌های دریایی و آب شیرین هستند که تخلخل خوبی ایجاد می‌کنند. آن‌ها معمولاً دارای قطر کمتر از یک‌دهم میلی‌متر بوده و آزادانه در پلانکتون اقیانوس یا آب شیرین شناور می‌شوند. آن‌ها همچنین در تماس با یکدیگر زنجیره‌هایی را تشکیل می‌دهند که می‌توانند به کف اقیانوس متصل شوند. چنین ساختارهای زنجیره‌واری از دیاتوم‌ها به‌آرامی پوشش قهوه‌ای‌رنگ 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 منافذ بین آن‌ها لایه‌های پوششی دیگری نیز به‌کاررفته است (Pohl & Nachtigall, 2015). (شکل شماره ۱).



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

[1] biomimetic adaptive façade

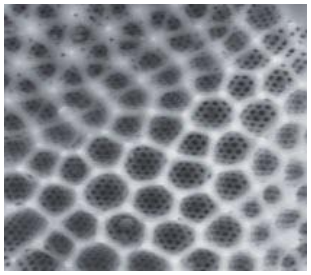
ساختارهای دیاتومی در برخی از پروژه‌های معتبر گذشته به کار گرفته شده‌اند، اما هنوز مشخص نیست که تطابق ساختاری این فرم‌ها با فرم دیاتوم‌ها به‌صورت تصادفی بوده و یا معماران آن‌ها با آگاهی از ساختار دیاتوم‌ها در پی خلق چنین فرم‌های برگرفته از طبیعتی بوده‌اند. برخی از این نمونه‌ها به‌طور مثال (شکل شماره۲)، در ایستگاه قطاری در دهه ۱۹۴۰ (شکل a و b)، میدان ورزشی در رم (شکل c) و کلیسایی در دورهٔ رنسانس در رم (شکل d) که بر اساس ساختارهای فرمی متنوع دیاتوم‌های گوناگون ساخته شده‌اند، قابل‌مشاهده هستند (Pohl & Nachtigall, 2015).



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

گونه‌ای از دیاتوم‌ها به نام Actinoptychus زمینه‌ای برای ایجاد ساختارهای سلسله مراتبی یا وراثتی هستند. در این نوع از ساختارها همواره زیر ساختارها (ساختارهای ثانویه و ...) از ساختار ابتدایی کوچک‌تر هستند. در این گونهٔ دیاتوم‌ها همواره دو مسئله برای این ساختارها وجود دارد: اول جدایی از محیط آب و دوم مقاومت در برابر دشمن‌های طبیعی که از بین برندهٔ این گونه‌ها هستند. این الگوها بسیار پایدار بوده و ساختارهایی بادوام می‌آفرینند. (شکل شماره ۳).

با توجه به پایداری قابل‌توجه ساختارهای سلسله مراتبی در جداره‌های تشکیل‌دهندهٔ این نوع از دیاتوم‌ها، در نظر است تا در این پژوهش الگوبرداری از این نوع از دیاتوم‌ها صورت گیرد تا میزان کارایی آن در فرآیند مشابهت‌یابی در طراحی جداره‌های ساختمانی سنجیده شود.



شکل ۳. ساختارهای وراثتی در دیاتوم‌ها- مأخذ: (Pohl & Nachtigall, 2015)

۲-۲-طراحی جداره‌ها

جداره‌ها و نماهای ساختمان یکی از اصلی‌ترین شاخصه‌های تعیین میزان مصرف انرژی در ساختمان‌ها است که به‌تناسب فصول سرد و گرم سال تحت تأثیر هوای بیرون قرار می‌گیرند (خطیبی و همکاران، ۱۴۰۱). با توجه به اهمیت جداره‌ها، می‌بایست کنترل میزان اتلاف انرژی در این بخش از ساختمان‌ها صورت پذیرد تا از این طریق بتوان مصرف انرژی را به حداقل رساند.

ارائهٔ راهکارهای مناسب در طراحی جداره‌های ساختمان‌های مختلف امری است که می‌تواند در کاهش مصرف انرژی از طریق جداره‌ها مؤثر باشد. با توجه به اهمیت موضوع، در این پژوهش مدنظر است تا نمونه‌ای مشخص از یک ساختمان در این طرح مدل‌سازی و با تعبیهٔ راهکارهای مطرح‌شده در بخش قبل (الگوبرداری از طبیعت) به بررسی و مقایسهٔ عملکردی انرژی در نمونه‌های مدل‌سازی شده پرداخته شود.

استفاده از الگوریتم‌های استفاده‌شده در پوستهٔ دیاتوم‌ها و الگوبرداری از آن‌ها در طراحی فرم و ساختار جداره‌ها می‌تواند گامی مؤثر در جهت بهینه‌سازی مصرف انرژی و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی باشد. لذا با توجه به اهمیت مطرح‌شده در مبحث تأمین انرژی ساختمان‌های مختلف، تمرکز این مقاله بر طراحی جداره‌های ساختمانی از طریق الگوبرداری از ساختار دیاتوم‌های وراثتی و بررسی میزان مصارف انرژی در نمونهٔ موردبررسی است.

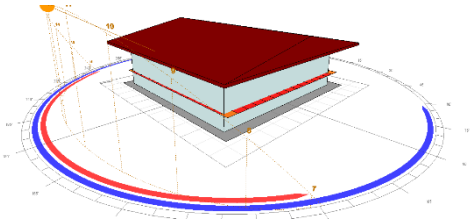
۳-روش تحقیق

روش انجام پژوهش شامل روش‌های تحلیلی- توصیفی و استفاده از نرم‌افزار است. ازاین‌رو تحقیق حاضر به روش شبیه-سازی و مدل‌سازی به کمک نرم‌افزار انجام پذیرفته 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 در مدل‌سازی سه‌بعدی احجام پارامتریک است. با توجه به ارگانیک بودن فرم‌های مربوط به دیاتوم‌ها، این نرم‌افزار امکان طراحی و مدل‌سازی هماهنگ با این‌گونه ساختارها را دارد. همچنین استفاده از نرم‌افزار اکوتکت موجب می‌گردد تا بتوان تحلیل-های مرتبط با انرژی و روشنایی روز را به‌صورت بصری و گرافیکی استخراج نمود. نمونهٔ شبیه‌سازی‌شده در این نرم-افزار، فضایی با پلانی تقریباً مربع شکل و با متراژ حدود ۱۰۰ مترمربع و به‌صورت کاملاً شیشه‌ای است. با توجه به اینکه مدنظر است تا برای این طرح جداره‌ای به‌منظور پوشش سطوح شیشه‌ای و به‌صورت 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 به‌صورت مشخص و مشترک در نظر گرفته می‌شود؛ بنابراین در سه حالت کلی این ساختمان مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت. (شکل‌های ۴ تا ۶).

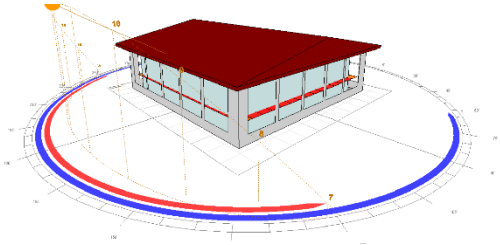
۱-در حالت اول ساختمان با مساحت حدود ۱۰۰ مترمربع و با ارتفاع حدود ۳ متر و کاملاً شیشه‌ای طراحی می-گردد.

۲-در حالت دوم ساختمان با مساحت مذکور و کاملاً شیشه‌ای طراحی‌شده و جداره‌ای به فاصله ۸۰ سانتی‌متر از آن در همه جهات وجود دارد. مجموع مساحت پوستهٔ دوم (جداره‌ها در سطح نما) ۳۴/۸ *۴= ۱۳۹/۲ مترمربع بوده که از این مساحت حدود نیمی از آن (۶۹/۶ مترمربع) به‌صورت بازشو در نظر گرفته می‌شود.

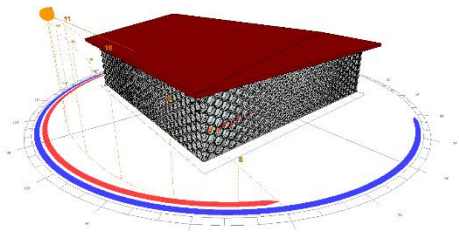
۳- در حالت سوم ساختمان مذکور با همان مشخصات قبلی اما با جداره‌های الهام گرفته‌شده از فرم دیاتوم‌ها طراحی می‌گردد. در راستای شبیه‌سازی و مدل‌سازی فرم دیاتوم‌ها ساختار یک نمونه از دیاتوم‌ها به‌دقت در زیر میکروسکوپ مشاهده و هندسهٔ اولیهٔ آن استخراج گردید. سپس مدل‌سازی آن توسط نرم‌افزار راینو و پلاگین گرس‌هاپر 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 برگرفته از حفره‌ها در ساختار دیاتوم‌ها بوده و به‌صورت ثابت در نظر گرفته می‌شوند.



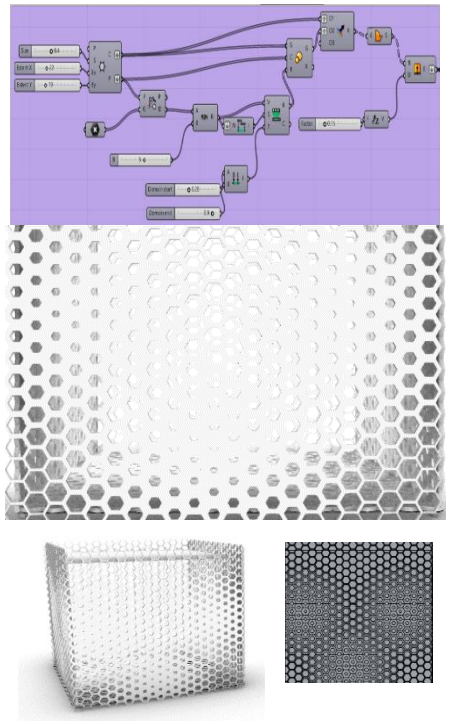
شکل ۴. نمونهٔ طراحی‌شده در حالت اول طراحی فضای کاملاً شیشه‌ای بدون پوسته



شکل ۵. نمونهٔ طراحی‌شده در حالت دوم طراحی فضای کاملاً شیشه‌ای با پوستهٔ متعارف



شکل ۶. نمونهٔ طراحی‌شده در حالت سوم طراحی فضای کاملاً شیشه‌ای با پوستهٔ الهام گرفته‌شده از طبیعت

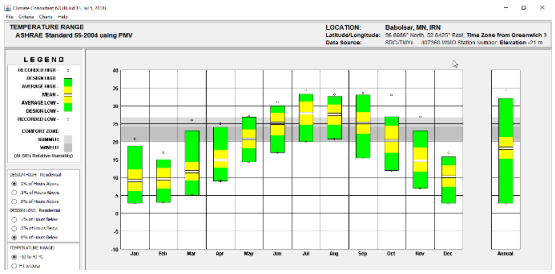


شکل ۷. نمونه مدل‌سازی شده در نرم‌افزار راینو و پلاگین گرس هاپر

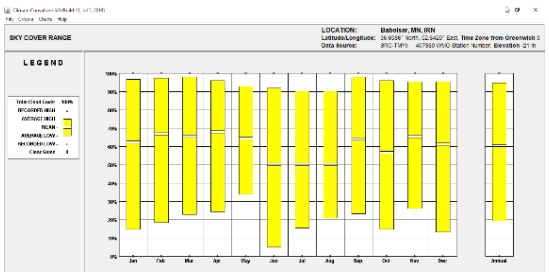
۳-۱- معرفی منطقهٔ موردمطالعه

مطالعه موردنظر با توجه به شرایط اقلیمی شهرستان بابلسر در نظر گرفته‌شده است. این شهر در موقعیتی بین ۵۲/۶۵ درجه طول جغرافیایی و ۳۶/۶۹ درجه عرض جغرافیایی و ارتفاع ۲۱ – از سطح دریا است.

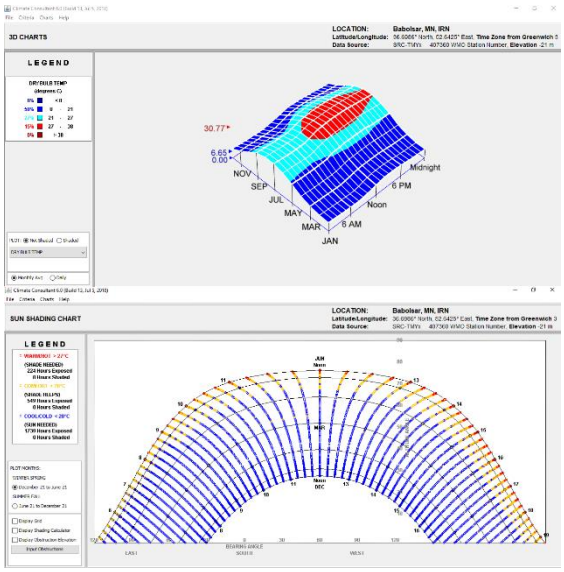
مطالعات اقلیمی شهرستان بابلسر برگرفته از نرم‌افزار مشاور انرژی نشان می‌دهد که میانگین دمای سالیانهٔ این شهرستان از محدوده دمای آسایش پایین‌تر است (شکل شماره ۸). همچنین دیاگرام‌های تحلیلی نشان می‌دهد که درصد پوشش ابری در بسیاری از ماه‌های سال در این شهرستان بالا است (شکل شماره ۹). همچنین مطالعات اقلیمی 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 به‌منظور رسیدن به بالاترین حد آسایش می‌توان علاوه بر ایجاد امکان رطوبت‌زدایی با افزایش حرارت داخلی تا حدود ۲۳ درصد در جهت تأمین آسایش حرارتی اقدام کرد (شکل شماره ۱۱).



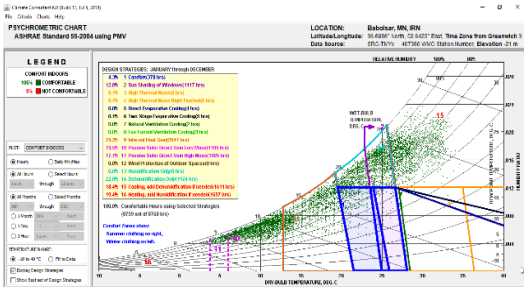
شکل ۸. میانگین دمای هوای شهرستان بابلسر در ماه‌های مختلف سال – مأخذ: (نرم‌افزار مشاور انرژی)



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



شکل ۱۰. نمودار تحلیل و بررسی زاویهٔ تابش خورشید برای سایه‌اندازی در شهرستان بابلسر – مأخذ: (نرم‌افزار مشاور انرژی)



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

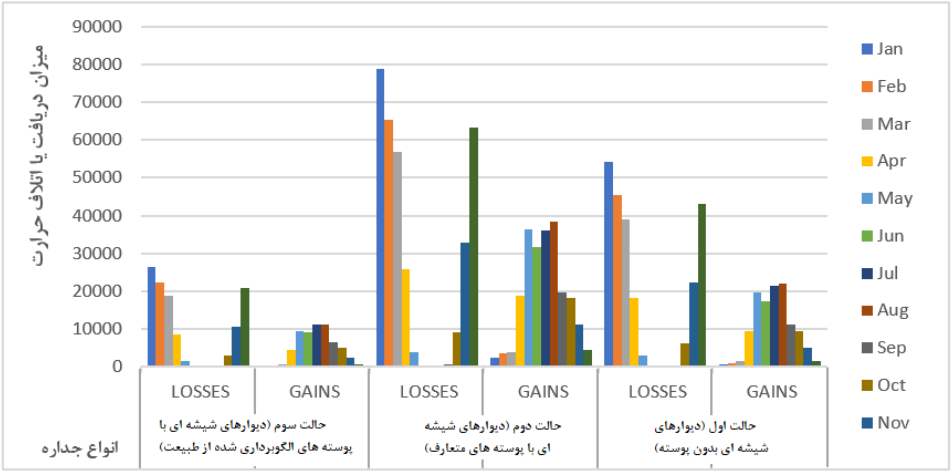
با توجه به نتایج مطالعات اقلیمی به‌دست‌آمده از شهرستان بابلسر، نیاز این شهرستان به بهره‌برداری از تابش خورشید قابل‌توجه است.

٤- بحث و یافته‌های پژوهش

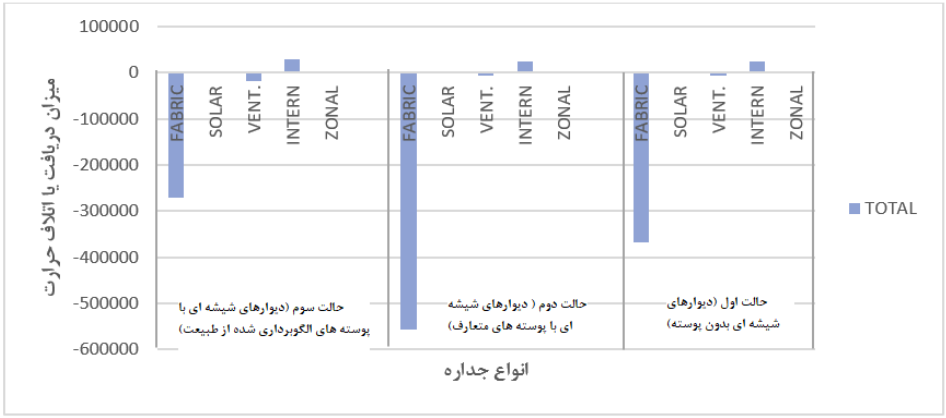
پیش‌بینی عملکرد حرارتی جداره‌های نما به عوامل مختلفی ازجمله هندسه و فرم، خواص فیزیکی و حرارتی مصالح و اجزای مختلف نما بستگی دارد که در این پژوهش تمرکز و توجه به تأثیر هندسهٔ پوستهٔ بیرونی بر عملکرد حرارتی فضا بوده است. اولین مرحلهٔ تحلیل حرارتی در این پژوهش، بررسی نتایج شبیه‌سازی مصارف انرژی گرمایشی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

همان‌گونه که از نتایج شکل شماره ۱۲ مشخص است، دیوارهایی که با الگوهای برگرفتهٔ وراثتی طراحی‌شده‌اند در فصول سرد مقدار انرژی کمتری را (حدود۲۶۲۷۸wh) در سردترین ماه سال نسبت به دو حالت دیگر (دیوار شیشه‌ای محافظت‌شده با پوستهٔ متعارف با اتلاف حدود ۷۹۰۰۴ wh و دیوار شیشه‌ای عادی با اتلاف حدود ۵۴۲۴۴) 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 محافظت‌شده با پوستهٔ متعارف بیشترین دریافت (wh ۳۸۳۴۱) صورت پذیرفته است. پس‌ازآن دیوار شیشه‌ای عادی (wh ۲۱۹۰۳) و در آخر دیوار الگو یافتهٔ وراثتی (wh ۱۱۱۲۵) کمترین میزان دریافت حرارت را در ماه‌های گرم به خود اختصاص داده‌اند (شکل شماره ۱۲).

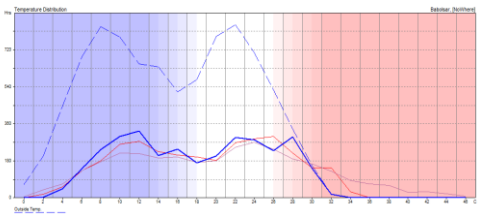
نتایج نمودار heat gain/loss (دریافت یا اتلاف گرما) نشان می‌دهد که بیشترین اتلاف حرارتی در هر سه حالت مذکور از نوع Fabric (مرتبط با جداره‌ها) بوده و میزان آن در حالت دوم (جداره‌های پوشیده شده از پوسته‌های متعارف) برابر با ۵۵۶۲۳۳wh بوده که در مقایسه با دو حالت دیگر (دیوارهای شیشه‌ای عادی با میزان ۳۶۶۴۷۷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



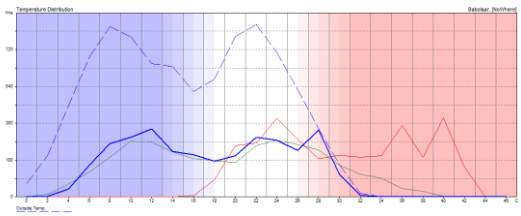
شکل ۱۲. نمودار Monthly degree days- دریافت و اتلاف گرما برحسب wh در ماه‌های مختلف سال



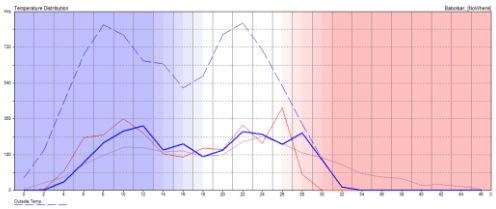
شکل ۱۳. نمودار Heat gain/loss- دریافت و اتلاف گرما از طریق اجزا و بخش‌های مختلف ساختمان برحسب wh در طول یک سال



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



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

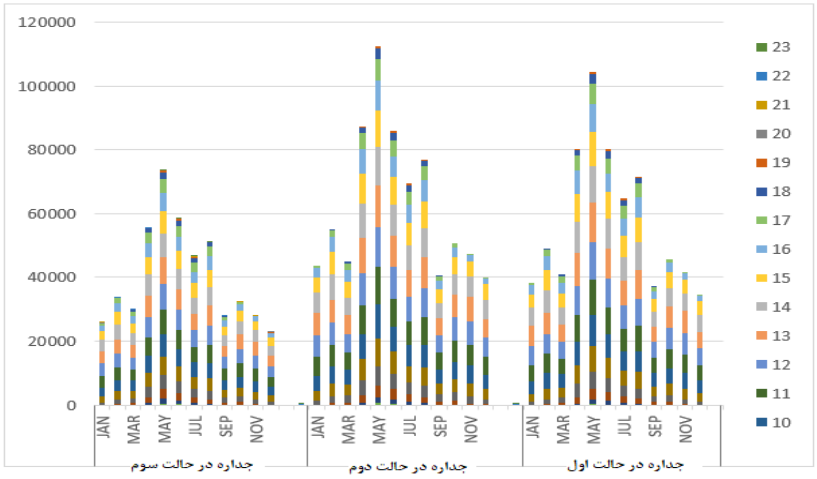


شکل ۱۵. نمودار توزیع دمایی (Temperature Distribution)- برای حالت دوم

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

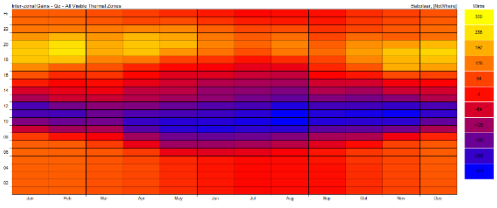
با توجه به مطالعات اقلیمی شهرستان بابلسر و نیاز غالب به گرمایش در این شهرستان به نظر می‌رسد که به‌کارگیری پوسته‌های الگوبرداری شده از طبیعت، دمای داخل فضا را به دمای آسایش نزدیک کند.

در نمودارIndirect Solar Gain (دریافت تابش غیرمستقیم آفتاب) بیشترین میزان آن مرتبط با جداره‌های شیشه‌ای پوشیده شده از پوسته‌های متعارف در اردیبهشت‌ماه و در ساعت ۱۳ (۱۳۱۳۸wh) خواهد بود. این میزان همچنین برای جداره‌های شیشه‌ای فاقد پوسته حدود wh۱۲۴۲۰ و جداره‌های شیشه‌ای با پوسته‌های الگوبرداری شده از طبیعت wh۷۵۳۲۳ می‌باشد. همان‌طور که از نتایج داده‌ها مشهود است جداره‌های شیشه‌ای با پوسته‌های متعارف بیشترین دریافت غیرمستقیم از تابش آفتاب را خواهند داشت (شکل شماره ۱۷).

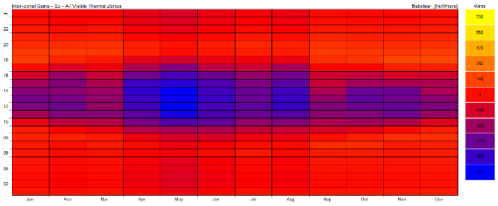


شکل ۱۷. نمودار Indirect Solar Gain- دریافت تابش غیرمستقیم آفتاب برحسب wh در ساعات و ماه‌های مختلف سال

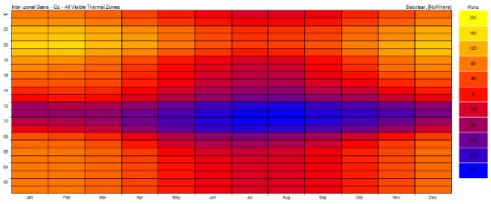
دیاگرام‌های حرارتی در میان زون‌ها نشان می‌دهد که بیشترین کاهش دما در میان زون‌ها در جداره‌های پوشیده از الگوی ژنتیک مشاهده می‌گردد. این مساله بیانگر آن است که این جداره‌ها مانند یک فیلتر در برابر هوای بیرون عمل می‌کنند (شکل‌های ۱۸-۲۰).



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



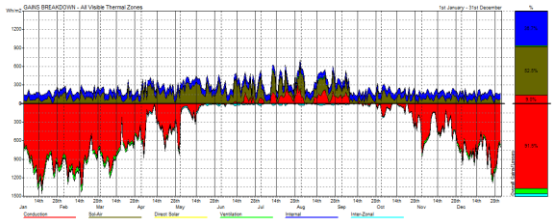
شکل ۱۸. نمودار دریافت/ اتلاف حرارت در میان زون‌ها (Interzonal Gain)- برای حالت سوم



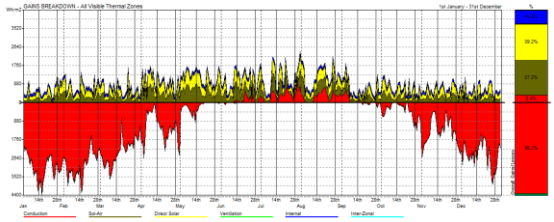
شکل ۲۰. نمودار دریافت/ اتلاف حرارت در میان زون‌ها (Interzonal Gain)- برای حالت اول

(شکل‌های ۲۳-۲۱)، 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 ۹۱/۵٪، ۹٪ دریافت حرارت از طریق هدایت یاConduction ، ۵۲/۵٪ از طریق sol-Air (حرارت در یا فت شده از هوای گرم شده)، ۳۶/۷٪ در درون زون حاصل‌شده است.

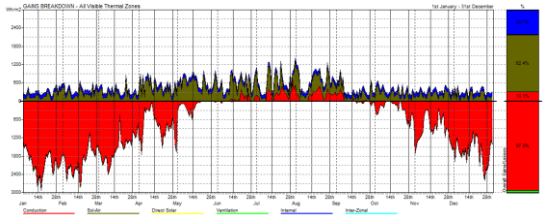
در حالت دوم (دیوارهای شیشه‌ای با پوسته‌های متعارف) اتلاف حرارت مربوط به هدایت یاConduction با ۹۸/۲٪، ۸/۴٪ دریافت حرارت از طریق هدایت یا Conduction، ۳۷/۲٪ از طریق sol-Air (حرارت دریافت شده از هوای گرم‌شده)، ۳۹/۲٪ از تابش مستقیم آفتاب و ۱۴/۲٪ در درون زون حاصل شده است. در حالت اول (دیوارهای شیشه‌ای عادی) اتلاف حرارت مربوط به هدایت یا 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 Gain Breakdown)- برای حالت سوم



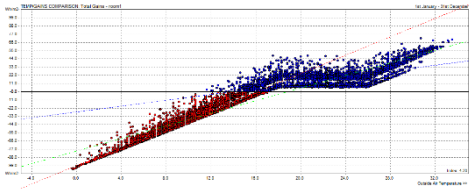
شکل ۲۲. نمودار شکست دریافت/ اتلاف حرارت (Passive Gain Breakdown)- برای حالت دوم



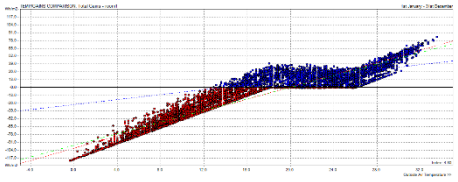
شکل ۲۳. نمودار شکست دریافت/ اتلاف حرارت (Passive Gain Breakdown)- برای حالت اول

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 هوای بیرونی بیشتر است؛ بنابراین اگر میزان شاخص‌ها کمتر باشند کارایی انرژی ساختمان در آن حالت بهتر خواهد بود.

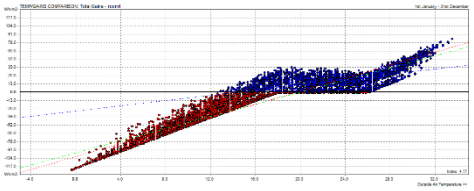
در (شکل‌های ۲۴-۲۶)،کمترین شاخص مرتبط با جداره‌های الگوبرداری شده از طبیعت با میزان4/20 =Indexخواهد بود. بعدازآن جداره‌های شیشه‌ای با پوسته-های متعارف و جداره‌های شیشه‌ای بدون پوسته به ترتیب میزان Index=۴/۷۷ و Index=۴/۸۰ را کسب کرده‌اند.



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



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



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

نتایج این تحقیق با تحقیقات صورت گرفته دیگر هماهنگ است. به‌طور مشابه، در تحقیقات صورت گرفته Webb (۲۰۲۲) استفاده از نمای ساختمان بیومیمتیک پتانسیل کاهش مصرف انرژی قابل‌توجهی را در تمام مناطق آب‌و-هوایی به‌ویژه آب‌وهوای گرمسیری (۵۵,۴٪ کاهش) و آب-وهوای مرطوب قاره‌ای (۵۵,۱٪ کاهش) نشان می‌دهد.

در تحقیق انجام‌شده توسط شیخ و همکاران (۲۰۱۹) نمای تطبیقی الهام گرفته‌شده 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). مطالعهٔ 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 می-شود. در پژوهش نامبرده با سنجش شباهت‌های بین مکانیزم نما، پنجره الکتروکرومیک و پوست آفتاب‌پرست 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 ۹/۳ تا ۱۹/۶٪ 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 به‌ویژه مراکز نگهداری سالمندان با کاهش حدود ۶۷/۱٪ است (Webb, 2022, 493).

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

یکی از مهم‌ترین پارامترهای تحقق معماری پایدار، بهره‌وری انرژی است و الگوبرداری از طبیعت می‌تواند راهکارهای بسیار مؤثری به‌منظور 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 آب‌وهوایی هستند. به‌واسطهٔ توسعهٔ 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 سازهٔ باربر، ثابت باشد بلکه باید مانند پوست یک موجود زنده، به‌عنوان یک واسطهٔ پویا بین محیط داخلی و خارجی عمل کند (Srisuwan, 2022,15) تا حداکثر بهره‌وری را در مصرف انرژی داشته باشد. صرفه‌جویی در مصرف انرژی به‌ویژه برای ساختمان‌هایی که در تمام طول روز مورداستفاده 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 ازدست‌داده و همچنین در فصول گرم سال گرمای کمتری را در مقایسه باحالت‌های 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 ساعات 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 مسأله بیانگر آن است که این جداره‌ها مانند یک فیلتر در برابر هوای بیرون عمل می‌کنند

با توجه به مطالعات اقلیمی شهرستان بابلسر و نیاز غالب به گرمایش در این شهرستان به نظر می‌رسد که به‌کارگیری پوسته‌های الگوبرداری شده از طبیعت، دمای داخل فضا را به دمای آسایش نزدیک کند. با توجه به موارد مطروحه مشهود است که فرضیهٔ مهم این پژوهش مورد تأیید قرار گرفته است و جداره‌های الگوبرداری 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 به‌خوبی 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. ازاین‌رو در این پژوهش موردتوجه 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 ازنظر 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 خلاقانهٔ آن، نوآوری‌های قابل‌قبولی 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 به‌سوی پایداری و ماندگاری هرچه بیشتر بناها و حفظ زیست‌بوم برداشت.

٦- منابع

- خطیبی، اشکان، و شهبازی، مجید، و ترابی، زهره. (۱۴۰۱). بررسی رفتار حرارتی نماها باهدف تعیین گزینه مطلوب از نظر مصرف انرژی (مورد مطالعه: ساختمان اداری در اقلیم تهران). *دو فصلنامه انرژی های تجدیدپذیر و نو*. ۹(۲)، ۱۲۹-۱۲۱.

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)، ۷۸-۷۱.

- قیابکلو، زهرا. (۱۳۹۲). طراحی آکوستیکی سالن همایش چند منظوره با الهام از پوسته صدف دریایی. *معماری و شهرسازی (هنرهای زیبا)*, ۱۸(۳)، ۱۷-۲۴.

DOI: 10.22059/JFAUP.2013.51314

- کلیائی، مهیار، و حمزه نژاد، مهدی، و لیتکوهی، ساناز، 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)، ۲۶۷-۲۵۳.

- نژاد ابراهیمی، احد، 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)، ۱۹۹-۱۸۱.

- 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

DOI: 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

- 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

- 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

- 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

- 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

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

DOI: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

- 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.

Vol. 3, No. 8, Autumn 2022

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 Bagheri [2]

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 Grass hoper 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 Grasshoper 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] Instructor, Department of Architecture, Babol Technical School, 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, Iran University of Art, Tehran, Iran.