فرهنگ و زیست فناوری معماری

نشریه علمی فرهنگ و زیست‌فناوری معماری

زمستان ۱۴۰۲، سال ۳، پیاپی ۱۱

فرم‌یابی بایومیمیک سرپناه اضطراری در جهت بهینه‌سازی تهویه طبیعی در اقلیم گرم و مرطوب (شهر بندرعباس)

زمان دریافت: ۱۴۰۲/۶/۲، زمان پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۷، زمان انتشار: ۱۴۰۲/۱۱/۲۲

سیدجمال‌الدین میرجلیلی- کارشناس ارشد معماری، دانشکده مهندسی معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران.

مهدی خاک‌زند[1] **-** دانشیار دانشکده مهندسی معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران.

هانیه صنایعیان - استادیار دانشکده مهندسی معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران.

چکیده

با نگاهی اجمالی به تاریخ زمین می‌توان دریافت که دنیای طبیعی همواره درحال تحول می‌باشد. برای سازگاری با شرایط اقلیمی، موجودات زنده، به ویژگی‌های خلاقانه‌ای دست یافته‌اند تا بقای خود را تامین کنند. همچنین طبیعت، موجوداتی را که در این امر موفق هستند را حفظ می‌کند و دست به حذف دیگر موجودات می‌زند. بنابراین می‌توان با یادگیری از گونه‌های طبیعی و تقلید از دستاوردهای مرتبط، به راه‌حل‌هایی برای ایجاد شرایط آسایش در محل زیست انسان‌ها دست پیداکرد. هدف پژوهش پیش‌رو، دستیابی به راهکار فرمی جهت طراحی سرپناه اضطراری در اقلیم گرم و مرطوب و شهر بندرعباس است که در آن تهویه طبیعی انجام گیرد و شرایط آسایش را ایجاد کند. دستیابی به راهکار مناسب، مستلزم مطالعه گسترده بر گونه‌های زیستی متناسب است. بررسی این نمونه‌ها و تحلیل فرمی آن‌ها برای طراحی فرم، رویکردی است که در پژوهش حاضر مورد تاکید واقع شده است. در این راستا از روش شبیه‌سازی برای بررسی میزان موفقیت تهویه طبیعی در فرم‌ها، استفاده شده است. برای بررسی داده‌های اقلیمی شهر بندرعباس از نرم افزار کلایمت کانسالتنت و برای شبیه‌سازی تهویه طبیعی از نرم‌افزار انسیس فلوئنت استفاده شده است. با شبیه‌سازی فرم‌ها و تحلیل آن‌ها، تاثیر ایده‌های فرمی بر تهویه طبیعی سرپناه‌ها قابل مشاهده است. درنهایت این نتیجه قابل بیان است که با الهام از گونه‌های طبیعی مرتبط با جریان سیالات می‌توان فرم‌هایی با قابلیت تهویه طبیعی طراحی کرد.

واژگان کلیدی: سرپناه اضطراری، تهویه‌ی طبیعی، شبیه‌سازی، بایومیمیکری، گرم و مرطوب.

[1] نویسنده مسئول مکاتبات، شماره تماس: ۰۹۱۲۳۹۷۶۰۵۴، رایانامه: mkhakzand@iust.ac.ir

۱- مقدمه و بیان مساله

انسان‌ها در طول زندگی خود ممکن است دچار بلایای طبیعی یا جنگ شوند که در ابعاد گوناگون ممکن است باعث بی‌خانمانی، ویرانی سکونتگاه‌ها، آسیب‌های جسمی و روحی و حتی مرگ‌ومیر شود. از طرفی در طول هرسال، به‌صورت میانگین سه میلیون نفر پس از حوادث دچار آوارگی از سکونت‌گاه‌های خود می‌شوند و از بین این تعداد هشتاد درصد افراد براثر خرابی‌های ناشی از زلزله دچار بی‌خانمانی می‌شوند. متأسفانه در کشورهای درحال‌توسعه به دلیل عدم استحکام کافی سکونت-گاه‌ها تأثیر بلایای طبیعی بیشتر است و ازاین‌رو درصد بی‌خانمانی پس‌ازاین حوادث بیشتر خواهد بود (Diaster Reduction,2005). از طرفی دیگر، ایران به علت موقعیت خاص جغرافیایی خود همواره در سال دچار بسیاری از بلایای طبیعی ازجمله سیل و زلزله می‌باشد. وقوع سالانه سه تا چهار بلای طبیعی شدید و عدم مدیریت صحیح بحران جهت کاستن از حجم آسیب‌های آن، منجر به افزایش میزان آسیب‌های پس از سانحه به‌خصوص بی‌خانمانی افراد می‌شود. معمولاً بعد از اتمام یک بلای طبیعی، سکونتگاه‌ها به یک مکان نامناسب برای زیست تبدیل می‌گردند و افراد بی‌خانمان مجبور به ترک مخروبه‌ها و سکونت در جای دیگری هستند که این مسئله منجر به آسیب به افراد می‌شود. از همین‌جهت پس از سوانح طبیعی مهم‌ترین نیاز افراد بی‌خانمان و آسیب‌دیده، ایجاد امنیت و آرامش با اسکان‌دهی آن‌ها در سرپناه اضطراری است (Aysan & Davis, 1994). تأمین سرپناه اضطراری دارای آسایش و آرامش از ابتدایی‌ترین نیازها و حقوق اصلی افرادی می‌باشد که دچار حادثه می‌شوند (Sphere,2004). آسایش حرارتی در سرپناه‌ها برای بازماندگان و آسیب دیدگان سوانح تأثیرگذار می‌باشد (Li, 2003). یکی از عواملی که باعث آسایش می‌شود، تهویه طبیعی است. تهویه طبیعی یکی از روش‌هایی است که برای ارتقای کیفیت هوای داخلی فضاها، از کارایی بالایی برخوردار است (حزبئی، ۱۳۹۳). در سرپناه اضطراری به دلیل برپایی در شرایط خاص، ممکن است دسترسی به وسایل و امکانات جهت ایجاد تهویه ممکن نباشد. لذا نقش تهویه طبیعی از اهمیت بالایی برخوردار است. امروزه در ایران، برای اسکان اضطراری، از چادر استفاده می‌شود. این چادرها در تمامی اقلیم‌ها یکسان است در نتیجه با شرایط اقلیمی هر منطقه متناسب نیست (ضیایی و خداداده، ۱۳۸۷). از این‌جهت نیاز است برای هر اقلیم، سرپناه متناسب طراحی شود تا آسایش را برای ساکنان آن به همراه داشته باشد. در پژوهش پیش‌رو سعی شده که سرپناهی متناسب با اقلیم گرم و مرطوب (شهر بندرعباس) طراحی شود و فرم آن با الهام از طبیعت به گونه‌ای باشد که تهویه طبیعی در آن انجام پذیرد. درنهایت میزان موفقیت تهویه طبیعی در فرم‌های طراحی شده، با شبیه‌سازی در نرم‌افزار انسیس فلوئنت بررسی می‌شود.

۲- روش‌شناسی و پیشینه تحقیق

رویکرد بایومیمیکری بیان می‌دارد که سطوح مطالعه در طبیعت شامل ارگانیسم، رفتار و اکوسیستم است. در پژوهشِ «هاید» فرم، شکل و فرآیند ساخت پیشنهاد شده است (Hyde, 2015). اجزای متحرک متعدد در طبیعت ازجمله اجزای گیاهان، حیوانات و انسان‌ها، سازگاری را برای حرکت و دگرگونی فراهم می‌کند. عناصر ساده‌ای از گونه‌هایی مانند فک کوسه برگرفته‌شده که می‌تواند نیروهای سریع و قوی ایجاد کند ادغام هندسه، مواد و فناوری در شکل نما، نیاز به مطالعه جنبه‌های حرکتی اندام‌های گیاهی مانند برگ‌ها و گلبرگ‌ها با توجه به چندین محرک دارد. این حرکات که تروپیسم نام دارند، عبارتند از: *پاسخ به نور، پاسخ به لمس، پاسخ به گرانش و پاسخ به آب* (Hosseini and partners, 2019). پاویون موضوعی که در نمایشگاه اکسپو ۲۰۱۲ در یئوسو کره به نمایش گذاشته‌شده است، یک نمای سینماتیک بود که توسط معماران *سوما* طراحی‌شده بود و از یک‌گونه گیاهی گل‌دار استخراج‌شده است. علاوه بر این، مرکز شهر ورزشی جنگلی شانگ‌های با سقف متحرک پویا با الهام از گیاهان در شانگ‌های در چین واقع‌شده است. همچنین یک موسسه تحقیقاتی سقف پویای خود را بر اساس قابلیت گلبرگ ماگنولیا در پاسخ به چندین شرایط آب‌وهوایی طراحی کرد (Badarnah, 2016).

۱) *دافنه فچیر* و همکاران با الهام از پوست قورباغه آفریقایی و سوسک هرکول پوششی برای نمای ساختمان‌ها ارائه کرده است که مصرف انرژی را کاهش می‌دهد (Fecheyr and partners,2017). با توجه به این‌که در این تحقیق از روش شبیه‌سازی استفاده شده است تا میزان کارایی فرم سرپناه‌ها در تهویه طبیعی منتج شود، باید به پیشینه تهویه و عملکرد معماری در مواجهه با جریان هوا و شبیه‌سازی آن نیز نگاهی اجمالی داشت.

۲) توحیدی در پژوهش خود با الهام از لانه موریانه و تهویه طبیعی آن، برای یک ساختمان آموزشی، امکان ایجاد تهویه طبیعی با دودکش را با شبیه‌سازی بررسی کرده است (توحیدی، ۱۴۰۱).

۳) در تحقیق دیگری نورالدین و همکارانش با الهام از لانه‌سازی موریانه‌ها یک مدل دیوار تنفسی را برای بهبود تهویه ارائه می‌دهد (Nour ElDin. N, 2016).

۴) هنسل و همکاران با بررسی لانه‌های موریانه‌ها یک سیستم پیچیده انشعاب برای تهویه را ارائه می‌کند که با شبیه‌سازی کارایی آن قابل ملاحظه می‌باشد (Hensel and partners, 2010).

۵) مایکل پار و همکاران با الهام از لانه سگ دشتی و نحوه چیدمان بارناکل یک پوسته نما طراحی کردند که قابلیت افزایش تهویه طبیعی را به همراه دارد (Michael Johann Paar and partner,2016).

۶) در تحقیق دیگری، کومار دبنات با الهام از فرم کاکتوس‌ها، تاثیر جریان هوا را برنمای ساختمان‌های بلند مرتبه با فرمی پره‌مانند شبیه‌سازی نموده است (Kumar Debnath, 2014).

۷) یوانا باجسنسکی با الهام از پوست کوسه که باعث سرعت بیشتر آن در آب می‌شود، یک طرح نما ارائه داده است که در برابر سرعت بالای جریان هوا عملکرد خوبی دارد و با شبیه‌سازی آن را مورد سنجش قرار داده است (Bajsanski and prtners, 2017).

۸) تحقیقات انجام گرفته در زمینه تهویه طبیعی، محدودیت‌ها و راهکارهایی را بررسی نموده است. حالت بهینه تهویه هوا زمانی ایجاد می‌گردد که جهت وزش باد، با سطح بازشو دارای زاویه باشد. درواقع تهویه طبیعی زمانی موثر است که جریان هوا در بیشترین فضای ممکن چرخش کرده و سپس خارج گردد (ضیایی و زرندی، ۱۴۰۰).

۹) برقراری جریان هوا صرفاً در داخل بنا، جهت رسیدن به آسایش کافی نیست و این جریان باید ورودی و خروجی مناسبی داشته باشد و از سرعت مناسبی برخوردار باشد. تهویه، زمانی مؤثر است که سرعت باد بیش از ۲/۵ متر بر ثانیه باشد (Andersen, 2002). برای ایجاد تهویه طبیعی می‌توان از راهکارهای کالبدی در سقف، نما و بدنه بنا استفاده کرد (Cibse,2005). سقف به دلیل حرکت صعودی هوای گرم و امکان خروج و ایجاد مکش، مؤثر است و نما بدلیل امکان تنظیم زاویه و سرعت جریان هوا دارای اهمیت است (McCarthy,1999).

۱۰) آلارد در تحقیق خود عناصری که می‌توان از آن‌ها جهت تهویه استفاده کرد را این‌گونه بیان می‌کند: بادخور، بادخان، دودکش‌های خورشیدی، نماهای دوپوسته و بازشوها در دو طرف (Ghiaus,2005 Allard,).

۱۱) ضیایی و زرندی در پژوهش خود به تاثیر به سزای کشیدگی و عمق فضا در تهویه طبیعی اشاره می‌کنند (ضیایی و زرندی، ۱۴۰۰).

۱۲) معماریان و همکاران با بررسی تاثیر اندام‌های بومی معماری سیستان بر تهویه طبیعی، بیان می‌کند که برای تهویه طبیعی می‌توان صرفاً با ایجاد حفره بر روی جداره‌ها به تهویه طبیعی دست یافت که این تحقیق نشان‌دهنده تاثیر جزئیات نما بر تهویه طبیعی می‌باشد (معماریان و همکاران، ۱۳۹۹).

برای رسیدن به راه‌حل طراحی اقلیمی، روش‌های مختلفی وجود دارد. این تحقیق با رویکرد بایومیمیکری صورت گرفته است. هدف از طراحی فرم‌های سرپناه، ایجاد تهویه طبیعی است و تهویه طبیعی به معنای جریان سیال در محیط است. برای انتخاب گونه‌های طبیعی متناسب، گونه‌های طبیعی مرتبط با جریان‌های سیال آب و هوا مورد مطالعه قرار گرفت. با استفاده از ایده‌های به دست

آمده، نمونه‌های مختلفی طراحی شد. باتوجه به این‌که روش این پژوهش شبیه‌سازی است، درنهایت برای اطلاع از چگونگی انجام تهویه طبیعی در سرپناه‌هایی که فرم آن‌ها با الهام از طبیعت طراحی شده است، با استفاده از نرم افزار انسیس فلوئنت، شرایط محیطی و جریان هوا شبیه‌سازی شد.

۳- ادبیات تحقیق

۳-۱ تهویه طبیعی

جانشین کردن و یا جابه‌جا کردن هوا را در یک فضا، تهویه طبیعی می‌نامند. امروزه تهویه طبیعی به‌عنوان یک استراتژی خنک‌کننده ایستا مورد استقبال واقع‌شده است. بناهایی که از سیستم‌های سرمایش، گرمایش و تهویه مطبوع به‌صورت مکانیکی برخوردار نیستند، به طراحی و تعامل با محیط محلی می‌پردازند تا با ایجاد تهویه طبیعی، آسایش را برای کاربران خود فراهم آورند (احدی، ۱۳۹۳). هنگام برخورد جریان باد با بنا، یک میدان فشار اطراف بنا ایجاد می‌شود که مبتنی بر سرعت باد است. این میدان فشار می‌تواند باعث مکش یا دمش جریان هوا شود. هنگام برخورد جریان هوا با یک بنا، جریان مستقیم هوا در بالا و طرفین بنا شکسته و منتشر می‌گردد، در این حالت فشار هوا در سطح‌هایی که رو به باد (منطقه فشار) زیاد و در سطح‌هایی که پشت به باد (منطقه مکش) هستند بسیار کم است. به این شکل در سطوح گوناگون ساختمان اختلاف فشار ایجاد می‌شود (ضیایی و زرندی، ۱۴۰۰).

۳-۲ بایومیمیکری

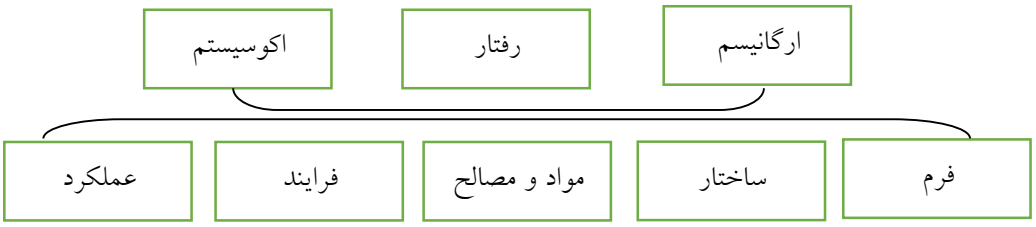
اصطلاح *biomimicry* از یونانی bios به معنای زندگی یا طبیعت و mimesis به معنای تقلید گرفته‌شده است. یعنی تقلید از طبیعت. بایومیمیک را به‌عنوان رویکردی نوآورانه که با تقلید از الگوها و استراتژی‌های آزمایش‌شده طبیعت به دنبال راه‌حل‌های پایدار برای چالش‌های انسانی است، نیز می‌توان تعریف کرد (N.Lipholt, 2019). تعریف *آلتمن و ورنر* این است که بایومیمیکری علم تقلید سیستم‌ها و طرح‌های طبیعی، برای ایجاد محصولات صنعتی جدید است. این مبتنی بر آنچه می‌توانیم از طبیعت بیاموزیم است، نه بر اساس آنچه می‌توانیم از آن استخراج‌کنیم (Altman & Werner, 2013). مطالعه زمینه‌های همپوشانی زیست‌شناسی و معماری که پتانسیل نوآورانه‌ای را برای حل مشکلات معماری نشان می‌دهد، تعریفی است که توسط *رادوانا* و *اسامه* به‌عنوان بایومیمیکری بیان شده است (G.A.N. Radwana, A.N. Osama, 2016). در کل، به طور عمومی سه رویکرد اصلی در بایومیمیکری وجود دارد:

- *رویکرد زیست- تقلید،*
- *رویکرد زیست- استفاده و*
- *رویکرد زیست- الهام.*

رویکرد بایومیمتیک شامل تقلید مستقیم از سیستم‌ها و ساختارهای زیست‌شناسی برای ایجاد محصولات یا فناوری‌های جدید است. این رویکرد سعی دارد وظایف و خصوصیات سیستم‌ها و ساختارهای طبیعی را به‌نحوی که با نیازهای انسان سازگار باشد، تقلید کند. رویکرد زیست استفاده شامل استفاده از مواد و منابع طبیعی به صورت پایدار برای ایجاد محصولات و فناوری‌ها است. رویکرد زیست الهام شامل استفاده از طبیعت به عنوان منبع الهام برای طراحی‌ها و فناوری‌های جدید است. این رویکرد سعی دارد اصول و الگوهای موجود در طبیعت را درک کرده و آنها را به کارگیرد (J. Benyus, 2008). بایومیمیک را می‌توان در سه سطح ارگانیسم، رفتار و اکوسیستم طبقه‌بندی کرد (N.Lipholt, 2019):

- مرحله اول تقلید ظاهری ویژگی‌های یک موجود زنده است، یعنی شکل بصری، اجزاء، مواد و ویژگی‌های مورفولوژیکی؛
- مرحله دوم، تقلید از چگونگی تطبیق پیدا کردن گونه طبیعی با محیط خود و رفتار آن است؛
- مرحله سوم این رویکرد، به تعاملات و روابط بین گونه‌های مختلف و همچنین فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی که در یک اکوسیستم رخ می‌دهد گویند.

سطح اکوسیستم بایومیمیکری سعی دارد نه تنها از سیستم یا فرآیندهای خاص تقلید کند، بلکه به درک و تقلید از رویکرد جامع و یکپارچه طبیعت در حل مسائل پیچیده بپردازد. این می‌تواند منجر به راه‌حل‌های پایدارتر و بازسازنده‌تری شود که با جهان طبیعی هماهنگ باشد. سه سطح بایومیمیکری تعیین می‌کند که کدام جنبه از زیست را می‌توان تقلید کرد و برای یک مسئله طراحی استفاده کرد (J. Benyus, 2008). با توجه به تصویر (۱) در هر یک از این سطوح، پنج بعد تقلید دیگر وجود دارد: ۱) فرم و شکل ۲) مواد سازنده و جنس (ماده). ۳) نحوه ساخت (ساخت). ۴) نحوه عملکرد (فرآیند). ۵) عملی که انجام می‌شود، چه کمکی می‌کند (عملکرد) (N. Othmani, M. Yunos, N. Ismail, 2018).



تصویر ۱. سطوح بایومیمیکری؛ ماخذ: Othmani, M. Yunos, N. Ismail, 2018 .

۳-۳ گونه‌های طبیعی مورد مطالعه

بقای موجودات آبزی به چگونگی و میزان جریان آب بستگی دارد، چراکه تنفس، تغذیه و تولید مثل آن‌ها به جریان آب بستگی دارد. موجوداتی که در خشکی زندگی می‌کنند، جهت ایجاد شرایط آسایش برای زندگی ملزم به ارتباط صحیح با جریان هوا هستند تا لانه‌های مناسب برای زندگی بسازند. برای مثال بذرها و گرده گیاهان از طریق جریان هوا جابجا می‌شود و تولید مثل را ممکن می‌سازد. در آب‌ها نیز جریان آب، حامل مواد غذایی مورد نیاز اسفنج‌های دریایی می‌باشد (Bradley and partners, 2020). از این‌جهت با توجه به اینکه موضوع تحقیق طراحی فرم های سرپناه متناسب با تهویه طبیعی می‌باشد، گونه‌های مورد مطالعه گونه‌هایی هستند که بقای آن‌ها مستقیماً با جریان سیال آب و هوا در ارتباط است.

۳-۳-۱ کلاهک قارچ چتری

برخی از گونه‌های طبیعی با انتشار بذر یا تخم‌های خود می‌توانند تولید مثل کنند. در برخی از مواقع جریان هوا می‌تواند به انتشار و انتقال بذرها کمک کند. بذری که قارچ‌ها با انتشار آن به بقای نسل می‌رسند هاگ نام دارد (Gopalakrishnan and partners 2019). قارچ‌های چتری با داشتن کلاهکی با فرم منحنی خاص، می‌توانند ضمن کنترل جریان هوا و از طرفی افزایش سطح تماس هاگدان‌های خود، انتشار هاگ‌ها که لازمه بقای آن‌هاست را افزایش دهند.

تصویر ۲. کلاهک و هاگ‌دان قارچ؛ ماخذ: آرشیو نگارندگان.

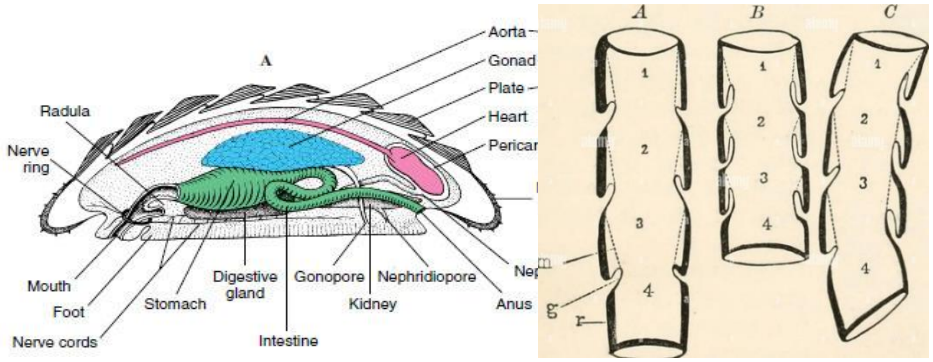
۳-۳-۲ کندوی زنبور وحشی

زنبورها، مورچه‌ها و موریانه‌ها تنها در دماهای خاصی می‌توانند فعالیت‌های لازم برای زنده ماندن را انجام دهند. از همین جهت لانه‌های این موجودات دارای شرایط محیطی ثابتی می‌باشد. برای مثال زنبورهای وحشی باید به‌گونه‌ای لانه خود را بسازند که از انتقال دما بین محیط بیرون و داخل کندو جلوگیری کنند و این کار را به لایه‌لایه‌ای و کروی ساختن کندوی خود انجام می‌دهند. لایه‌لایه بودن باعث خود سایه اندازی نیز می‌شود (Stabentheiner and partners, 2022).

تصویر ۳. کندوی زنبور وحشی و برش از آن؛ ماخذ: آرشیو نگارندگان.

۳-۳-۳ تنفس پوستی بندپایان

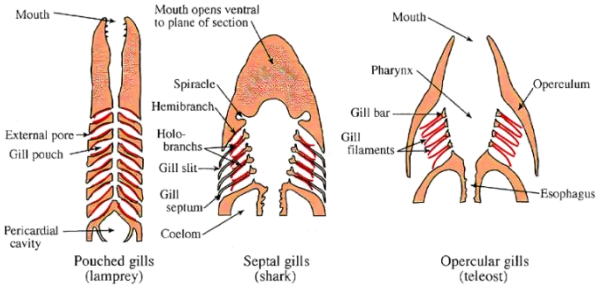
گروهی از بی‌مهرگان بندپایان نام دارند. بندپایان دارای تنفس پوستی هستند اما به دلیل جنس سخت پوسته آن‌ها، منافذ تنفس در پوسته دوم قرار گرفته است. پوسته اول جهت محافظت شکل گرفته است. برای حرکت کردن بندپایان و همچنین عبور جریان هوا برای رسیدن به منافذ پوستی، پوسته سخت اولیه به شکل بند بند می‌باشد. فاصله بین این بندها که به شکل روزنه هستند قابل تنظیم می‌باشند و بندپایان می‌توانند با تغییر دادن ورودی هوا، میزان دریافت اکسیژن مصرفی خود را تنظیم کنند (Hsia and partners ,2013).



تصویر ۴. منافذ پوستی بندپایان؛ ماخذ: آرشیو نگارندگان.

۳-۳-۴ فرم آبشش آبزیان

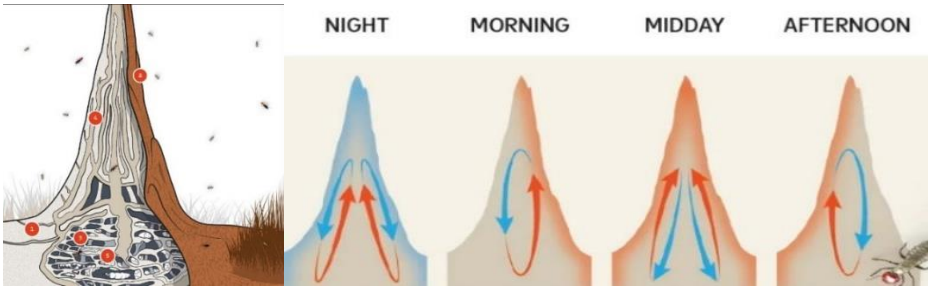
تنفس برخی از گونه‌های آبزی از طریق آبشش انجام می‌گیرد. فرم خاص آبشش آبزیان ضمن افزایش سطح تماس آن با جریان آب برای رسیدن به بالاترین میزان اکسیژن، جریان آب ورودی و خروجی را به‌گونه‌ای تنظیم می‌کند تا آب با سرعت و فشار مناسب وارد و خارج شود (Benson,2001). از این‌رو فرم خاص آبشش آبزیان، به دلیل ارتباط با جریان آب می‌تواند برای تحقیق کارگشا باشد.



تصویر ۵. ریخت‌شناسی آبشش در آبزیان و تصویر ۶. تصویر میکروسکوپی از آبشش؛ ماخذ: آرشیو نگارندگان.

۳-۳-۵ لانه موریانه‌ها

موریانه‌ها برای تنظیم دمای لانه خود جهت انجام بهینه‌ی فعالیت‌های زیستی و رسیدن به اکسیژن لازم، لانه خود را به‌گونه‌ای می‌سازند که با داشتن فرم دودکشی به خروج هوای داخل لانه و ورود هوای تازه کمک می‌کند (Tohidi and partners, 2022).



تصویر ۷. تهویه طبیعی در لانه موریانه؛ ماخذ: آرشیو نگارندگان.

۳-۴ ایده‌های فرمی

با بررسی گونه‌های طبیعی، این نتیجه حاصل شد که گونه‌هایی برای الهام جهت تهویه طبیعی در سرپناه اضطراری می‌توانند کمک‌کننده باشند که با سیالات، اعم از جریان هوا و جریان آب در ارتباط باشند. از بین این گونه‌ها، بهترین رفتارها و فرم‌ها جهت الهام برای طراحی فرمی با قابلیت تهویه طبیعی انتخاب شدند. در مرحله بعد عصاره و چکیده رفتار، فرایند و ساختاری که به صورت فرمی نمود پیدا کرده بود یا فرم بر اساس آن‌ها تطبیق پیدا کرده بود، استخراج شد. در جدول (۱) عصاره ایده‌های فرمی و نحوه عملکرد و توضیحات هر فرم به صورت خلاصه قابل مشاهده است.

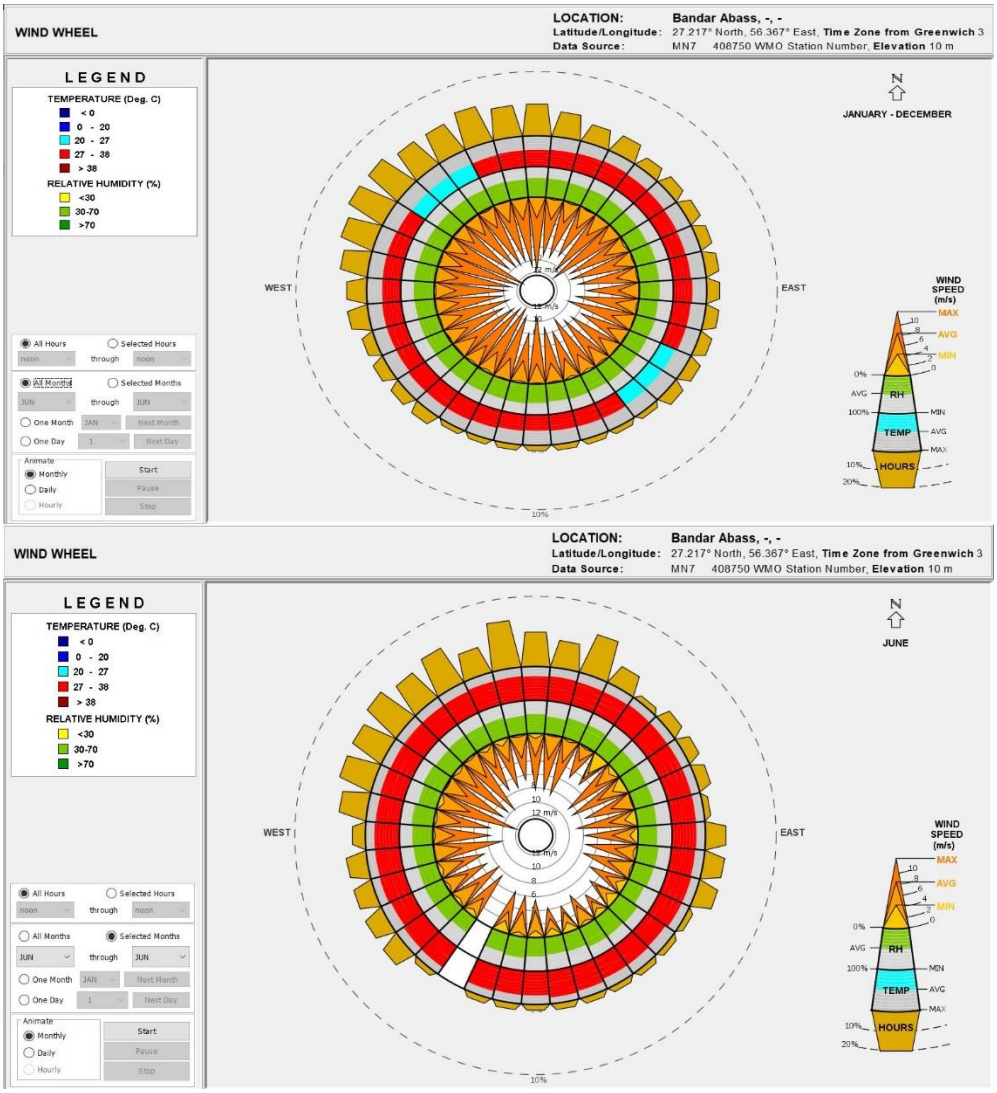
جدول ۱. معرفی و تحلیل گونه های زیستی؛ ماخذ: یافته‌های تحقیق.

گونه زیستی	شکل حضور در طبیعت	ایده فرمی	نحوه عملکرد
فرم قارچ‌ها			فرم خاص کلاهک قار ها، حرکت جریان هوا را تنظیم می‌کند تا هاگ‌ها به انتشـــار حداکثری برسند.
کندوی زنبور وحشی			چند پوسـته بودن کندوی زنبور وحشـی موجب کنترل دمای داخل کندو می‌شود.
پوسته بندپایان			منافذ پوســـته بند پایان، جریان هوا را کنترل می‌کند.
آبشش آبزیان			آبشـش آبزیان، جریان آب ورودی و خروجی را تنظیم می‌کند.
لانه موریانه			فرم دودکشی لانه موریانه، هوای گرم داخل را به بیرون می‌راند.

۴- بیان یافته‌های تحقیق

برای انجام شبیه‌سازی به داده‌های کمی نیاز است که این داده‌ها از طریق اطلاعات آب و هوایی هر منطقه به دست می‌آید. برای این امر نیاز است یک شهر به‌عنوان نمونه مطالعاتی درنظر گرفته شود و در این تحقیق، شهر بندرعباس درنظر گرفته شد. با استفاده از نرم‌افزار کلایمت کانسالتنت، داده‌های آب‌وهوایی ده‌سال اخیر ایستگاه هواشناسی بندرعباس، به‌صورت نمودارها و جدول‌هایی جهت تحلیل شرایط اقلیمی این منطقه به‌دست آمد. با توجه به رویکرد تحقیق که تهویه طبیعی است، نمودارهای گلباد این منطقه، جهت بررسی جهت، سرعت و میزان جریان هوا ارائه شد. نتیجه این تحلیل برای طراحی و شبیه‌سازی حائز اهمیت است، چراکه جهت انجام شبیه‌سازی، بحرانی‌ترین شرایط این اقلیم از نظر دمای هوا و رطوبت در نظر گرفته‌شده است و در صورت موفقیت طرح در این شرایط، در شرایط معمول نیز قابل تعمیم است. نمودار گلباد علاوه برجهت و سرعت باد، ساعت وزش، میزان رطوبت و دمای آن را نیز نشان می‌دهد. به‌صورت کلی و در مقیاس سالیانه، دمای باد از ۲۷ درجه سانتی‌گراد بالاتر است و رطوبت نسبی بین ۳۰ تا ۷۰ درصد را نشان می‌دهد. سرعت باد به‌صورت میانگین ۳ تا ۴ متر بر ثانیه ثبت‌شده است. اما در برخی ساعات از ۱۲ متر بر ثانیه نیز فراتر می‌رود. با توجه گرم‌ترین دمای ثبت‌شده که در ماه ژوئن بوده، برای بررسی و اطلاع از شرایط

بحرانی باید شرایط این ماه را در نظر بگیریم. این نمودار نشانگر دمای بالای ۲۷ درجه باد در این ماه است، همچنین رطوبت نسبی باد در این ماه بین ۳۰ تا ۷۰ درصد است. سرعت باد نیز به‌صورت میانگین به ۴ متر بر ثانیه می‌رسد و جهت باد به‌صورت غالب در شمال غرب واقع است.

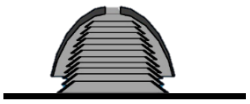
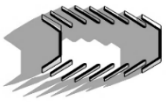
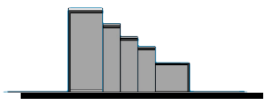


تصویر ۸. نمودار گلباد ماه ژوئن و تصویر ۹. نمودار گلباد سالیانه.

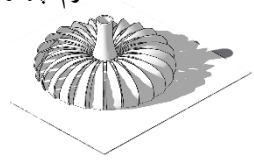
۴-۱ طراحی فرم

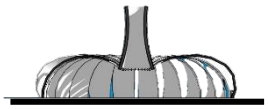
با در نظر گرفتن ایده‌های فرمی به دست آمده از گونه‌های طبیعی، شناخت ویژگی‌های اقلیم گرم و مرطوب (شهر بندرعباس) و شرایط ایجاد تهویه طبیعی، متناسب با این اقلیم (گرم و مرطوب)، عملکرد (سرپناه اضطراری) و رویکرد (تهویه طبیعی) فرم‌هایی طراحی شد که در جدول (۲) قابل مشاهده است.

جدول ۲. معرفی ویژگی‌های نمونه‌های اولیه

فرم	پلان	برش	توضیحات
فرم اول			این فرم دو پوسته در راس خود یک حفره دارد که هوای گرم را خارج می‌کند. پوسته خارجی موجب سایه‌اندازی می‌شود و جریان هوا را به گونه‌ای تنظیم می‌کند که هوای ورودی فقط از پایین وارد شود و از بالا خارج شود. همچنین پو سته داخلی با افزایش سطح تماس به تنظیم رطو بت و جر یان هوا کمک می‌کند.
فرم دوم			این فرم لا یه لا یه، انحنای خا صی دارد که ضمن تنظیم جریان هوا، سایه اندازی را نیز افزایش می‌دهد. پره‌ها در تنظیم سر عت و زاو یه ی ورود و خروج جریان هوا تاثیر می‌گذارد.
فرم سوم			این فرم سه باز شو دربالا و یک باز شو در جداره ی خود دارد که عملکرد هر کدام با تو جه به جهت جر یان هوا تنظیم می‌شود. بازشو های بالایی سایه بان بازشوی زیرین خود نیز هستند.

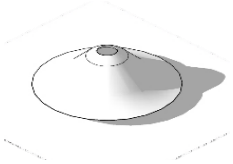
فرم چهارم

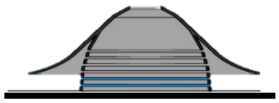




این فرم از دو بخش بدنه ی اصـــلی پره مانند و دودکش سـقفی تشـکیل شـده اسـت. بازشوهای منحنی و زاویه دار به کنترل زاویه و میزان ورود و خروج جر یان هوا ک مک می‌کنـد. دود کش نیز هوای گرم را به بیرون می‌راند.

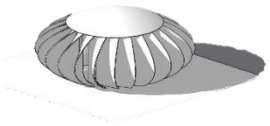
فرم پنجم

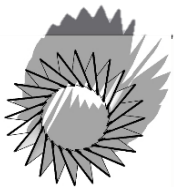


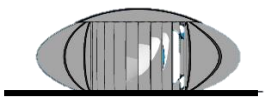


با تو جه به پلان می‌توان فضـــای خالی در نظر گرفته شـده در این حجم را دید که ضـــمن ایجاد فاصـــله جهت سـایه اندازی و عایق پوسـته داخلی نسبت به تابش، امکان تعبیه کردن پوشـــال جهت رطوبـت زدایی را هم فراهم می‌کند. همچنین فرم فرورفته پوســـته داخلی و برجســـته پوسته خارجی، جریان هوا را بهبود می‌بخشد.

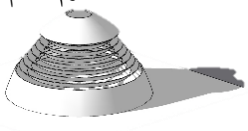
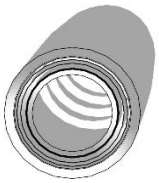
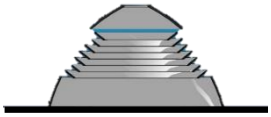
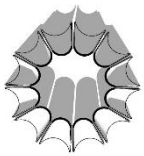
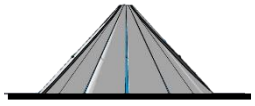
فرم ششم







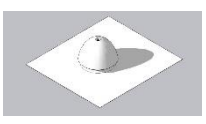
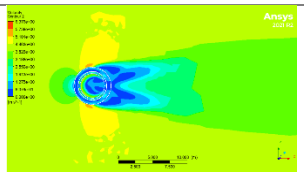
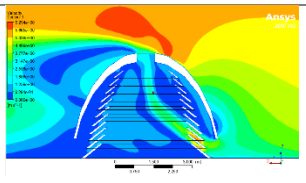
ویژگی ا صلی این فرم، قرار گرفتن چندین پره با انحنای خاص اســـت. این انحنا، فرم اصلی را به گونه ای می‌گشاید که چه در نما، چه در پلان ضمن سایه اندازی حداکثری، تاثیر گذاری جریان هوا را به شـکل مناسـبی افزایش دهد. جریـان هوا می‌توانـد از هر جهتی وارد و خارج شود، اما تهویه خوبی شکل گیرد.

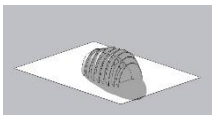
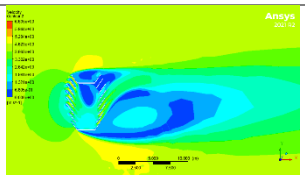
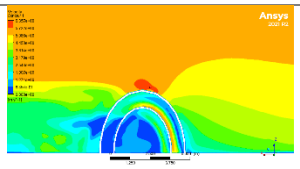
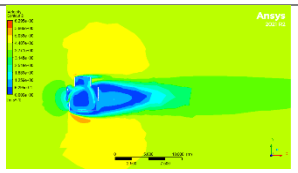
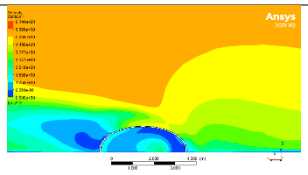
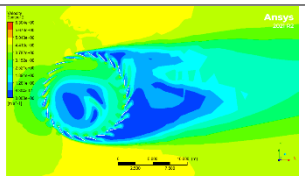
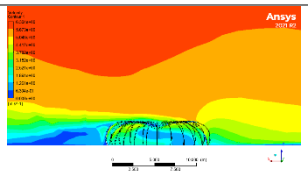
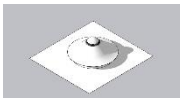
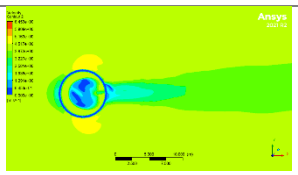
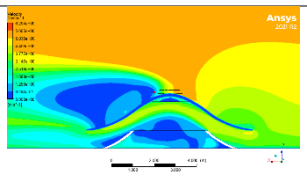
فرم هفتم   		این فرم متشـــکل از ســـه بخش کلاهک، بدنه و پایه می‌باشـــد. کلاهک به دلیل محل قرارگیری و فرمی که دارد، به خارج کردن هوای گرم کمک می‌کند. بدنه، به واسطه زاویه پره‌ها، به هدایت جریان هوا کمک می‌کند.
فرم هشتم  		این فرم از ۱۲ قطعه منحنی تشـکیل شـده اسـت. جریان هوا از بین قطعات، که به شـکل شـکاف هسـتند عبور می‌کند. همچنین جریان هوا از قســـمت بالای فرم، خارج می‌شـــود و مکش ایجـاد می‌کند.

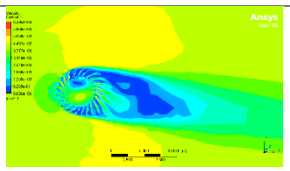
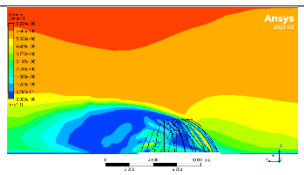
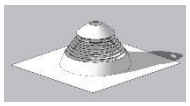
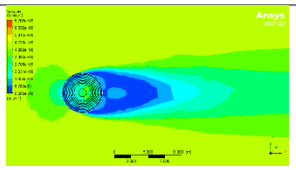
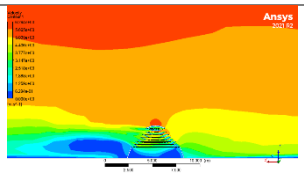
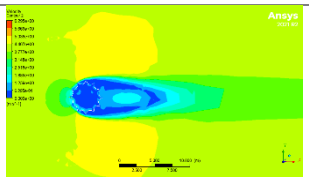
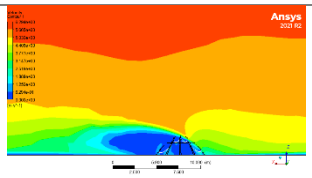
۴-۲ شبیه‌سازی

پس از طراحی فرم با استفاده از ایده‌های فرمی و متناسب با اقلیم و عملکرد، نیاز است برای اطلاع از چگونگی و میزان انجام تهویه طبیعی، شبیه‌سازی انجام گیرد. لذا با در نظر گرفتن شرایط محیط شبیه‌سازی و داده‌های اقلیمی در نرم‌افزار انسیس فلوئنت این امر انجام شد. برای انجام شبیه‌سازی، نیاز است که یک فضای سه‌بعدی، دارای طول $30H$، ارتفاع $7H$ و عرض $2H$ درنظر گرفته شود که H ارتفاع مدلی است که قرار است شبیه‌سازی شود. با توجه به‌سرعت باد در شرایط بحرانی این منطقه که به‌طور میانگین ۴ متر بر ثانیه می‌باشد، این عدد در پروفیل جریان باد قرار گرفت که این پروفیل به‌صورت لگاریتمی تغییر می‌کند. در جدول (۳) تصویر شبیه سازی‌ها در برش عمودی و افقی قابل مشاهده است.

جدول ۳. جدول مقایسه و تحلیل شبیه‌سازی مدل‌ها؛ ماخذ: یافته‌های تحقیق.

مدل شبیه‌سازی شده	پلان از شبیه‌سازی	مقطع از شبیه‌سازی	توضیح شبیه‌سازی
 مدل اول			جریان هوا از پوسته اول گنبدی شکل که از پایین باز است وارد می‌شود و از حفره سقف خارج

			می‌شود. تهویه در این فرم ناقص است.
مدل دوم			 پره‌های موجود در پوسته خارجی باعث هدایت جریان هوا می‌شود تا جریان هوا در داخل حجم، گردش کامل انجام دهد. به جز بخش اندکی از فضا، تهویه در سایر فضاها مناسب است.
مدل سوم			 به دلیل مناسب نبودن محل ورودی و خروجی هوا، جریان هوا تنها در اطراف بازشوها گردش می‌کند و تهویه در داخل فرم به خوبی شکل نمی‌گیرد. این فرم تهویه مناسبی ندارد.
مدل چهارم			 وجود دودکش در این فرم تاثیر چندانی ندارد اما پره‌های نما، تهویه مناسبی را فراهم آورده است. قطر فرم بیش از ۱۰ متر است، به همین دلیل تهویه در فضای مرکزی سرعت مناسبی ندارد.
مدل پنجم			 فرم قارچ گونه پوسته خارجی باعث ورود مناسب جریان هوا به داخل می‌گردد که سرعت هوا نیز مناسب است. اما تنها سقف این

			فرم برای تهویه مناسب است و وجود بدنه صلب، تهویه را با مشکل مواجه می‌کند.
مدل ششم			وجود بازشوهای پره‌ای شکل در تمامی جهات فرم، باعث تهویه بسیار مناسبی در فرم شده است. این پره‌ها به دلیل زاویه‌دار بودن، جریان هوا را به خوبی در فرم می‌چرخانند.
مدل هفتم 			زاویه ورودی و خروجی جریان هوا بیشتر از ۹۰ درجه است که باعث شده جریان هوا گردش مناسبی داشته باشد و در نهایت این فرم تهویه مناسبی دارد.
مدل هشتم			این فرم مکش مناسبی دارد اما دریچه ورودی هوا مناسب نیست و این مسئله باعث شده که تهویه مناسبی صورت نگیرد.

می‌توان نتایج شبیه‌سازی هر فرم را این گونه تحلیل نمود:

- **مدل اول**: این فرم از ترکیب لانه زنبور و لانه موریانه به دست آمد. به دلیل این‌که سطح بازشو در اطراف زیاد است و به اصطلاح فرم دارای تقارن مرکزی است، جریان هوا از هر سمت وارد شود از نزدیک ترین خروجی خارج می‌شود. این فرم برای اقلیم گرم و خشک مناسب‌تر است، زیرا تهویه همیشگی و محدود است. درواقع بهتر است جریان هوا از یک سمت، وارد شود و از سمت مقابل، خارج شود تا تهویه به صورت کامل انجام گیرد. اما وجود بازشوی سقفی باعث می‌شود جریان خروجی از سقف خارج شود. سرعت جریان هوا در ورودی و خروجی مناسب است اما در فضای اصلی از ۲,۵ متر برثانیه کمتر است.

برای تحقیقات آینده می‌توان تاثیر اندازه بازشوی سقفی نیز بررسی شود. همچنین جنس سرپناه، میزان نفوذپذیری هوا و ابعاد بازشوها در میزان تهویه طبیعی تاثیرگذار است و می‌تواند به بهینه شدن فرم کمک کند.

- **مدل دوم**: این فرم از ترکیب لانه ی زنبور و آبشش ماهی به دست آمد. با وجود این‌که زاویه ورود و خروج جریان هوا کمتر از ۹۰ درجه است، تصور می‌شد تهویه به مشکل بخورد اما به دلیل کنترل زاویه ورود و خروج جریان هوا توسط پره‌ها و عمق فضا که ۵ متر است، سرعت جریان هوا در ورود و خروج بیش از ۴ متر برثانیه و در اکثر نقاط فضا بیش از ۲,۵ متر برثانیه انجام می‌شود. برای تحقیقات آینده می‌توان تاثیر عمق و ابعاد ورودی و خروجی هوا را جهت بهینه شدن فرم در نظر گرفت.
- **مدل سوم**: این فرم از ایده فرمی پوسته بندپایان به دست آمد. به دلیل وجود بازشوهای زیاد در کنار هم و زاویه کمتر از ۱۸۰ درجه بین بازشوها، خروج جریان هوا از نزدیک‌ترین بازشو انجام می‌پذیرد و تهویه به صورت کامل در فضا انجام نمی‌گیرد. سرعت جریان هوا در ورودی و خروجی فرم بالاتر از ۲,۵ متر برثانیه است، اما در مرکز فرم سرعت به صفر می‌رسد که درنتیجه، تهویه مناسبی انجام نمی‌شود. برای تحقیقات آینده می‌توان زاویه ورودی و خروجی جریان هوا را ۱۸۰ درجه در نظر گرفت و بازشوهای دیگر را محدود کرد.
- **مدل چهارم**: ایده طراحی این فرم، ترکیب آبشش ماهی و پوسته بندپایان است. فرم دارای تقارن مرکزی بوده و پره‌های نما دارای چرخش هستند. با وجود سرعت خوب جریان هوا در ورودی و خروجی که به بیش از ۴ متر برثانیه می‌رسد، اما به دلیل زیاد بودن عمق فضا که بیش از ۱۰ متر است، تهویه در مرکز فرم به خوبی صورت نمی‌گیرد. در تحقیقات آینده با کوچک‌تر کردن عمق فضا می‌توان به نتایج بهتری رسید.
- **مدل پنجم**: این فرم از کلاهک قارچ‌ها الهام گرفته شد. سرعت جریان هوا در زیر کلاهک تا ۵ متر بر ثانیه می‌رسد که تهویه مناسبی در آن صورت گرفته است. در تحقیقات آینده با نفوذپذیر درنظر گرفتن قسمت پایین فرم می‌توان به نتایج بهتری رسید.
- **مدل ششم**: این فرم، نمونه کوچکتر فرم چهارم است. همان طور که انتظار می‌رفت با کمتر شدن قطر فضا و رسیدن آن به ۵ متر، تهویه خوبی انجام می‌گیرد. سرعت جریان هوا در اکثر نقاط فضا بیش از ۳ متر برثانیه است.
- **مدل هفتم**: این فرم از آبشش ماهی الهام گرفته شده است. طراحی بازشوهای وسیع که در تمام جهات کشیده شده است، باعث می‌شود جریان هوا به خوبی کنترل نشود و قبل از انجام تهویه کامل از نزدیک‌ترین بازشو خارج شود. به دلیل کنترل زاویه ورودی و خروجی

جریان هوا می‌توان مشاهده نمود که تهویه در بخشی از فضا انجام می‌شود، اما در قسمت تحتانی فرم تهویه مناسب نیست. در تحقیقات آینده می‌توان از ضمن کنترل میزان بازشوها، مصالح نفوذپذیر برای قسمت‌های نزدیک به کف استفاده کرد تا نتایج بهتری حاصل شود.

- **مدل هشتم**: این فرم از ترکیب لانه موریانه و پوسته بندپایان الهام گرفته شد. به‌دلیل کوچک بودن عرض بازشوها ورود و خروج جریان هوا به خوبی صورت نمی‌گیرد. در تحقیقات آینده می‌توان ابعاد بازشوها را بهینه کرد و بر روی ارتفاع دودکش نیز مطالعه انجام داد.

نکته حائز اهمیت در شبیه‌سازی‌ها، تاثیر مقیاس فرم در تهویه است. زیرا ممکن است با وجود ایده مناسب فرمی، به دلیل پرورش نامناسب ایده و تناسبات متفاوت، نتیجه دلخواه حاصل نشود. مقیاس به معنای تناسبات بنا در کشیدگی فرم، عمق فضا، ارتفاع فرم و مشخصات بازشوها، ازجمله اندازه آن‌ها و فاصله آن‌ها از یکدیگر می‌باشد، برای مثال:

- در تحقیق توحیدی با الهام از لانه موریانه، تناسبات و مقیاس دودکش متناسب با ساختمان است و تهویه را ممکن می‌سازد.
- همچنین مدل سیستم تهویه در تحقیق هنسل نیز برای فرم‌های بزرگ مقیاس مناسب است. در این تحقیق به دلیل کوچک بودن مقیاس فرم‌ها، امکان درنظر گرفتن دودکش کوچک نیست و باید یک دودکش عظیم طراحی شود (فرم شماره ۴ و ۸). تعبیه دودکش در اقلیم گرم و خشک، پاسخ بهتری نسبت به اقلیم گرم و مرطوب است، مگر این‌که به دلیل محدودیت در نما، و نبودن امکان تهویه دوطرفه، از سقف برای تهویه استفاده شود.
- در تحقیق نورالدین که یک مدل دیوار تنفسی برای تهویه و خنک‌سازی پیشنهاد شده است، برای تهویه طبیعی، تاثیر چندانی ندارد و سرعت هوا کمتر از ۲,۵ متر بر ثانیه می‌رسد. این مدل نیز برای اقلیم گرم و خشک پاسخ مناسب‌تری است و در اقلیم گرم و مرطوب باید حفره‌های درون دیوار بزرگ‌تر باشد (مدل شماره ۷ و ۳).
- مایکل پار در تحقیق خود یک پوسته نما طراحی کرد که تهویه را بهبود می‌بخشد. پوسته نما به دلیل سایه‌اندازی، بر سرعت و دمای جریان هوا، نیز تاثیرگذار است. در تحقیق پیش رو، امکان در نظر گرفتن دمای هوا وجود نداشت و درنتیجه تاثیر پوسته نما به صورت محسوس قابل مشاهده نیست (مدل شماره ۱).
- طرح کومار دبنات (فرم کاکتوس) و ایوانا باجسنسکی (پوست کوسه) به دلیل تاثیرگذاری بر سرعت و زاویه جریان هوا، با وجود اینکه برای ساختمان‌های بلندمرتبه پیشنهاد شده بود، در این تحقیق نتیجه مناسبی به همراه داشت.
- همان گونه که ضیایی و زرندی بهترین تهویه را در صورت زاویه‌دار بودن سطح بازشو با جریان هوا توصیه کرده بودند، در این تحقیق نیز فرم‌هایی که سطح بازشوی آن‌ها با جریان

هوا زاویه‌دار بود، یا پره‌ها جهت، سرعت و میزان جریان هوا را تنظیم می‌کردند، تهویه ی موفقی شکل گرفت (فرم شماره ۴و ۶).

- با توجه به پیشنهادات کالبدی آلارد برای تهویه، تهویه سقفی موفق عمل کرد (فرم شماره ۱). اما به دلیل پتانسیل چندنما بودن فرم‌های این تحقیق، بهترین پیشنهاد کالبدی، تهویه دو طرفه از نما می‌باشد. باتوجه به نتایج شبیه‌سازی، تعبیه بازشو در دوسمت مقابل به هم که فاصله بیشتری از هم داشته باشند، باعث گردش بیشتر جریان هوا و درنتیجه تهویه افقی مطلوب می‌شود (فرم شماره ۲). ضیایی و زرندی، به این موضوع نیز اشاره کردند.

۵- نتیجه‌گیری و جمعبندی

بر اساس این پژوهش، این نتیجه به دست می‌آید که برای طراحی فرم سرپناه با هدف انجام تهویه طبیعی، می‌توان از گونه‌های طبیعی که با جریان سیال آب یا هوا در ارتباط هستند، بهره برد و از فرم، ساختار، فرایند و رفتار آن‌ها الهام گرفت. در واقع دست آورد نوآورانه این پژوهش طراحی فرم نمای سرپناه با الهام از موجودات زنده مرتبط با سیالات است که با روش شبیه‌سازی، موفقیت آن‌ها در تهویه طبیعی قابل مشاهده است. باید توجه داشت که شبیه‌سازی‌ها، برای محیطی با سرعت جریان هوای ۴ متر برثانیه انجام گرفته است و در صورت تغییر پارامتر ها، نتایج ممکن است متفاوت باشند. با تحلیل نتایج به دست آمده از شبیه‌سازی فرم‌های طراحی شده و با توجه به اقلیم گرم و مرطوب و موضوع سرپناه اضطراری و همچنین ویژگی های جریان هوا (سرعت و جهت) می‌توان از توصیه‌های زیر در طراحی استفاده نمود.

- تهویه طبیعی در جهت افقی، در این مقیاس و اقلیم، نتیجه بهتری به‌همراه دارد. تهویه عمودی و تهویه سقفی در اقلیم گرم خشک و بناهای تک نما، بهتر عمل می‌کند.
- در طراحی مقطع و پلان، محل ورودی و خروجی جریان هوا باید در دورترین نقاط نسبت به هم در نظر گرفته شود که جریان هوا بیشترین گردش را داخل فرم داشته باشد.
- مقطع و پلان باید به گونه‌ای طراحی شود که زاویه ورودی و خروجی جریان هوا بیش از ۹۰ درجه باشد.
- نماهای پره‌ای شکل دارای دریچه‌های عمودی، تهویه بهتری به همراه دارد.
- با طراحی پره‌هایی برای منافذ ورودی و خروجی جریان هوا، می‌توان سرعت و زاویه باد را تنظیم کرد.
- برای سهولت در عبور جریان هوا می‌توان فرم را به شکل قرینه محوری یا مرکزی در نظر گرفت. اما باید جهت ورود و خروج جریان هوا کنترل شود.
- میزان نفوذ جریان هوا با سرعت جریان هوا و عمق فرم رابطه دارد. در این اقلیم با توجه به سرعت هوا، عمق فرم نباید از ۱۰ متر تجاوز کند.

- با توجه به شبیه‌سازی انجام گرفته، بهترین ابعاد برای عمق نفوذ جریان هوا، ۵ متر می‌باشد.
- جریان هوای خارجی در پنج متر قبل از رسیدن به فرم و تا ۱۵ متر بعد از فرم‌ها تحت‌تاثیر قرار می‌گیرد. ارتفاع فرم‌ها بهتر است از ۵ متر تجاوز نکند. همچنین برای چیدمان فرم‌ها در کنار هم، این نکته حائز اهمیت است.
- بهتر است کشیدگی فرم‌ها عمود بر جهت باد باشد و پره‌ها با زاویه، جریان هوا را هدایت کنند. درصورتی‌که عمق فرم، جهت نفوذ جریان هوا ۵ متر باشد، می‌توان کشیدگی را ادامه داد.
- نمای دو پوسته باعث خنک‌سازی هوا و سایه‌اندازی شود اما در این تحقیق این نتیجه به دست آمد که برای موثر بودن نمای دو پوسته باید جهت ورود و خروج هوا کنترل شود.
- فرم دودکشی در این شبیه‌سازی موفق نیست و تهویه با سرعت مدنظر حاصل نمی‌شود.
- ابعاد ورودی و خروجی هوا با درنظرگرفتن صلب بودن جنس فرم باید بیش از ۳۰ سانتی متر باشد در غیر این صورت تهویه ی طبیعی مانند فرم هشتم به خوبی صورت نمی‌گیرد.

در پایان، برای تحقیقات آینده می‌توان موضوعات تابش، دما و رطوبت را برای طراحی فرم سرپناه در نظر گرفت. همچنین ابعاد فرم‌ها و اندازه و تعداد بازشوها را می‌توان بررسی کرد و حالت بهینه آن‌ها را به دست آورد. در تحقیق پیش‌رو فرم‌هایی بررسی شده‌اند که از چهار طرف دارای نما هستند. نتایج به دست آمده را می‌توان برروی ساختمان‌هایی که از یک جهت دارای نما هستند نیز آزمود. تمامی سطوح فرم‌ها، صلب در نظر گرفته شده است. می‌توان جنس این فرم‌ها را نفوذپذیر برای جریان هوا درنظر گرفت، که می‌تواند نتایج را تغییر دهد. و در آخر، این تحقیق درباره طراحی فرم یک سرپناه است. اما نحوه چیدمان فرم‌ها در کنار هم و زاویه و فاصله آن‌ها نیز حائز اهمیت است که می‌توان در تحقیقات آینده این مسئله را مورد مطالعه قرار داد.

(*) اعلام عدم تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که در انجام این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافعی برای ایشان وجود نداشته است. (تعارض منافع به حالتی گفته می‌شود که منافع شخصی مادی یا غیرمادی نویسنده یا نویسندگان با نتایج پژوهش در تعارض باشد و این موضوع بر روند انجام پژوهش یا اعلام صادقانهٔ نتایج تأثیر بگذارد).

۶- منابع و ماخذ

۱. احدی، امین الله (۱۳۹۳) *بررسی فرم مناسب سقف و سودمندی استفاده از بادخور و بادگیر در تهویه طبیعی مسکن چابهار*، مجله مسکن و محیط روستا، شماره ۱۴۸، ۳۵-۳۷.

۲. حزبئی مرتضی، ادیب زهرا، و نصراللهی فرشاد (۱۳۹۳) *تهویه طبیعی در شوادون های شهر دزفول با بهره گیری از مدلسازی .CFD*. مجله باغ نظر، شماره ۳۰، ص ۳۷-۴۸

۳. خداداده، د. ی.، دکتر یاسمن, ضیایی، مینو. (۱۳۸۷) *بررسی اشکالات چادرهای موجود برای اسکان موقت بازماندگان زلزله در ایران و ارائه طرح پیشنهادی چادر فنری*. هنرهای زیبا، ۳۳(۳۳).
۴. ضیایی، شادی. محمودی زرندی، مهناز (۱۴۰۰) *تحلیلی بر نقش فضاهای نیمه باز در معماری بومی مسکونی شهر رشت جهت بهره‌گیری از تهویه طبیعی*، نشریه علمی مطالعات برنامه ریزی سکونتگاه‌های انسانی، دوره شانزدهم، شماره ۳، ص ۵۲۳-۵۳۵.
۵. معماریان غلامحسین، محمدمرادی اصغر، حسینعلی پور سیدمصطفی، حیدری ابوالفضل، و دودی سعیده. (۲۰۱۷) تحلیل رفتار باد در تهویه طبیعی مسکن بومی روستای قلعه نوی سیستان به کمک CFD.
6. Allard, F. Ghiaus, C. (2005), Natural ventilation in the Urban Environment: Assessment and Design. UK; earthscan.
7. Allard, F.(2002), Natural Ventilation in buldings: A Design Handbook. London: James.
8. Altman, I., & Werner, C. M. (Eds.). (2013). *Home environments* (Vol. 8). Springer Science & Business Media.
9. Andersen, K. T. (2002), natural ventilation. Denmark.
10. Aysan, Y., & Davis, I. (1994). Rehabilitation and Reconstruction,Disaster Management Training Programme (DMTP). Geneva and New York: UNDP UNDHA.
11. Badarnah, L. (2016). Light management lessons from nature for building applications. *Procedia Engineering*, *145*, 595-602.
12. Bajsanski, I., Stojakovic, V., Tepavcevic, B., Jovanovic, M., & Mitov, D. (2017). An application of the shark skin denticle geometry for windbreak fence design and fabrication. Journal of Bionic Engineering, 14(3), 579-587.
13. Benson, W. H. (2001). Target Organ Toxicity in Marine and Freshwater Teleosts: Organs. CRC Press.
14. Christopher; Battle McCarthy Consulting Enginers.(1999), Wind Towers, Jon Wiley & Sons Ltd. London.
15. CIBSE (Chartered Institution of Bulding Services Engineers). (2005) Natural Ventilation in nondomestic buldings. London: CIBSE.
16. Daphne Fecheyr-Lippens & Pravin Bhiwapurkar (2017) Applying biomimicry to design building envelopes that lower energy consumption in a hot-humid climate, Architectural Science Review, 60:5, 360-370
17. Debnath, K. B. (2014). Parametric study of biomimetic design of high rise office building facades in view of optimizing natural ventilation potential in the humid tropics.
18. Disaster Reduction (2005). National Report of the Islamic Republic of IRAN on Disaster Reduction, World Conference
19. ElDin, N. N., Abdou, A., & Abd ElGawad, I. (2016). Biomimetic potentials for building envelope adaptation in Egypt. Procedia Environmental Sciences, 34, 375-386.
20. *G.A.N. Radwana, A.N. Osama, BIOMIMICRY, AN APPROACH, FOR ENERGY EFFICIENT BUILDING SKIN DESIGN, Procedia Environmental Sciences 34 (2016)178–189.*
21. Hensel, M., Menges, A., & Weinstock, M. (2013). Emergent technologies and design: towards a biological paradigm for architecture. Routledge.
22. Hosseini, S. M., Mohammadi, M., Rosemann, A., Schröder, T., & Lichtenberg, J. (2019). A morphological approach for kinetic façade design

process to improve visual and thermal comfort. *Building and environment*, *153*, 186-204.
23. Li, X. (2003). *Emergency shelter study and prototype design*. University of Southern California.
24. Lipholt, N. R. W. (2019). Biomimicry-Where nature is changing innovation (Bachelor's thesis, University of Twente).
25. on Disaster Reduction, Kobe, Japan, 18-22 January.
26. Othmani, N. I., Yunos, M. Y. M., Ismail, N. A., & Rahman, K. A. A. A. (2018). Review on biomimicry levels. American Journal of Humanities and Social Sciences Research (AJHSSR) e-ISSN, 55-58.
27. Paar, Michael Johann and Petutschnigg, Alexander. 'Biomimetic Inspired, Natural Ventilated Façade – A Conceptual Study'. 1 Jan. 2016 : 131 – 142.
28. R. Hyde, From biomimetic design to nearly zero energy building, Architect. Sci.
29. Rev. 58 (2) (2015) 103–105
30. TheSphereProject(2004),HumanitarianCharterandMinimumStandardsinDisasterResponse,SphereProject,Geneva.
31. TOHİDİ, S., & YILDIRIM, T. (2022). Using Biomimetic Architectural Design Approach For Passive Natural Ventilation In Educational Buildings. Gazi University Journal of Science Part B: Art Humanities Design and Planning, 10(2), 93-109.
32. Hsia, C. C., Schmitz, A., Lambertz, M., Perry, S. F., & Maina, J. N. (2013). Evolution of air breathing: oxygen homeostasis and the transitions from water to land and sky. *Comprehensive Physiology*, *3*(2), 849.
33. Stabentheiner, A., Nagy, J. M., Kovac, H., Käfer, H., Petrocelli, I., & Turillazzi, S. (2022). Effect of climate on strategies of nest and body temperature regulation in paper wasps, Polistes biglumis and Polistes gallicus. *Scientific Reports*, *12*(1), 3372.

چکـــیده لاتین

S.Jamaleddin Mirjalili-*MSC in Architecture, Iran University of Science & Technology, Tehran, Iran*
Mehdi Khakzand - *Associate Professor of Landscape Architecture, Iran University of Science & Technology, Tehran, Iran*
Hanieh Sanayeian-*Assistant Professor of Architecture, Iran University of Science & Technology, Tehran, Iran*

Biomimetic form Finding for emergency sheltering to optimize natural ventilation in hot and humid climate (Bandar Abbas city)

Abstract

With a glance at the history of the earth, we can see that the natural world is always evolving. To adapt to the climatic conditions, living organisms have achieved creative features to ensure their survival. Also, nature preserves the creatures that are successful in this matter and removes other creatures. Therefore, by learning from natural species and imitating related achievements, solutions can be found to create comfortable conditions in human habitats. The aim of the upcoming research is to achieve a formal solution for the design of an emergency shelter in the hot and humid climate of Bandar Abbas city, in which natural ventilation can be carried out and create comfortable conditions. Achieving a suitable solution requires extensive study of appropriate biological species. Examining these samples and their form analysis for form design is an approach that is emphasized in the current research. In this regard, the simulation method has been used to check the success rate of natural ventilation in the forms. To check the climate data of Bandar Abbas city, Climate Consultant software was used, and to simulate natural ventilation, Any's Fluent software was used. By simulating forms and analyzing them, the effect of form ideas on the natural ventilation of shelters can be seen. Finally, this conclusion can be expressed that with the inspiration of natural species related to the flow of fluids, forms with natural ventilation can be designed.

Key words: *emergency shelter, natural ventilation, simulation, biomimicry, hot and humid*

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the BOTHIGHA Journal. This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution License.

نحوه ارجاع به مقاله:
میرجلیلی، سیدجمال الدین. خاکزند، مهدی و صنایعیان، هانیه. (۱۴۰۲) **فرمیابی بایومیمیک سرپناه اضطراری در جهت بهینه‌سازی تهویه طبیعی در اقلیم گرم و مرطوب (شهر بندرعباس).** ۳(۱۱)، ۱۷-۴۰.

DOI: 10.52547/ijba.12.3.3
DOR: 20.1001.1.28212398.1402.6.3.3.3
URL: www.ijba.ir/fa/downloadpaper.php?pid=149&rid=18&p=A