فصلنامه پژوهش های معماری اسلامی / شماره چهار/ زمستان۱۴۰۱ / سال دهم

بررسی رفتار حرارتی نقوش هندسی سنتی (خوون‌چینی) در جداره‌های مجوف خارجی دیوارهای دوجداره دزفول در راستای احیای هویت فرهنگی

امید رهایی
(نویسنده‌ی مسئول)
استادیار (دکترا)، دانشکده مهندسی معماری و شهرسازی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران
آیه رضایی‌زاده
دانش آموخته ارشد مهندسی معماری، دانشکده معماری، موسسه آموزش عالی جهاد دانشگاهی خوزستان، اهواز ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۷/۱۷ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۱/۵/۱

چکیـــــــده:

نقوش سنتی به کار رفته در معماری و تزئینات، ریشه در هویت و فرهنگ هر منطقه دارند و خصوصیات خاص فرهنگی و هویتی آن را به نمایش می‌گذارند. در شهرستان دزفول، نقوش هندسی آجری که با نام خوون‌چینی شناخته می‌شوند؛ یکی از شاخصه‌های هویت فرهنگی شهر می‌باشند. با توجه به اقلیم گرم دزفول، معماران از دیوارهای مجوف با الگوهای مذکور در جهت سایه‌اندازی با اهداف اقلیمی استفاده می‌کردند؛ درحالیکه امروزه در معماری معاصر دزفول، این الگوها چندان مورد استفاده نبوده و کاربرد آنها صرفا جنبه تزئیناتی دارد و از اهداف اقلیمی بدور مانده است. حال سوالی که در اینجا مطرح است اینست که تفاوت عملکرد اقلیمی و رفتار حرارتی الگوهای مختلف خوون‌چینی در دیواره‌های دوجداره چیست و کدام الگوها عملکرد اقلیمی موثرتری دارند؟

براین اساس این پژوهش تلاش دارد تا در راستای احیای هویت فرهنگی منطقه با استفاده از الگوهای هندسی سنتی نظیر خوون‌چینی، راهکاری جهت بهبود رفتار حرارتی دیوارهای مجوف سایه‌انداز ارائه نماید و با بررسی رفتار حرارتی این نقوش، الگوی بهینه‌ای پیشنهاد دهد که ضمن احیای هویت فرهنگی شهر، به لحاظ اقلیمی عملکرد مناسبی داشته باشد. روش تحقیق این پژوهش، یک روش ترکیبی است که با توجه به ماهیت خود، روش‌های مختلف تجربی و شبیه‌سازی و پژوهش موردی را درگیر می‌نماید و از روش تحقیق تفسیری و تاریخی نیز بهره‌مند می‌شود. ابتدا به کمک مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی، نقوش هندسی و الگوهای بومی بررسی، طبقه‌بندی و تفسیر شدند و مشاهدات تجربی در این زمینه به ثبت رسید. سپس رفتار حرارتی این الگوها برروی جداره خارجی دیوار دوجداره به کمک شبیه‌سازی تحلیل گردید. در این پژوهش شبیه‌سازی‌ها با نرم‌افزار انرژی‌پلاس پس از اثبات روایی و پایایی آن انجام شد.

نتایج نشان داد که استفاده از الگوهای سنتی در راستای احیای هویت فرهنگی در قالب نقوش هندسی نما، عملکرد اقلیمی بسیار مناسبی داشته و باعث کاهش چند درجه‌ای دمای هوای داخل در ماه‌های گرم سال می‌شوند. بر اساس نوع الگوی هندسی بکار رفته در جداره خارجی، عملکرد اقلیمی دیوارها متفاوت می‌شود و هر نقش عملکرد بخصوصی را ایجاب می‌نماید. بر این اساس الگوهای چلیپایی عملکرد بهتری در کاهش دمای هوای داخل داشته است.

واژه های کلیدی: هویت فرهنگی، دیوار دوجداره، رفتار حرارتی، نقوش هندسی

o.rahaei@sru.ac.ir ayeh.rezaeizadeh@gmail.com

مقدمه

نمای خارجی و تزئینات ساختمان در هر منطقه ریشه در هویت فرهنگی مردم آن منطقه دارد و عوامل مختلفی نظیر مصالح بومی، اقلیم و فرهنگ تاثیرات خود را در ایجاد الگوهای نما نشان می‌دهد. هرچند به تدریج و با پدید آمدن سبک‌های گوناگون معماری و استفاده نابه‌جا از این سبک‌ها، همچنین در نظر نگرفتن عوامل اقلیمی و بی‌تفاوتی به معماری سنتی، شهرها دچار بی‌هویتی می‌گردند؛ که ضرورت دارد تا محققین با بررسی و تحقیقات لازم در جهت احیای هویت فرهنگی جامعه تلاش نمایند. یکی از عناصر بارز در تزئینات و دیوارنگاره‌های سنتی خوزستان، آجرکاری و در اصطلاح محلی برخی از شهرهای استان خوون‌چینی است. خوون‌چینی کاربرد تزیینی آجر است که از ضخامت آن در ایجاد انواع گره‌های تزیینی نما استفاده می‌شود. واژه خوون‌چینی یک نامگذاری در معماری ایرانی است و به نگاره‌های تزیینی موزاییک مانندی گفته می‌شده که بر پیشانی بنا می‌ساختند(دهار، طاهباز، و تابان ۱۳۹۸، ۱۱۹-۱۴۰) لازم به ذکر است خوون‌چینی‌ها انواع مختلفی دارد که برخی از آن‌ها در جدول ۳ معرفی شده است. نکته متمایزکننده سبک معماری آن، وجود عناصر بسیاری است که از سطح کلان بافت شهری تا اجزای خرد معماری نظیر تزیینات آجری و خوون‌ها علاوه بر نقش اصلی خود وظیفه ایجاد سایه را نیز در کالبد ساختمان ایفا کرده‌اند (تابان، مهرکی‌زاده، و نجاران ۱۳۹۸، ۲۵-۴۱). طراحی ساختمان با استفاده از الگوهای بومی معماری در کنار توجه به خصوصیت‌های اقلیمی و مصالح محلی، نه تنها می‌تواند شرایط آسایش در محیط مصنوع را ایجاد کند، بلکه در کاهش مصرف انرژی و احیای هویت فرهنگی نیز کمک خواهد کرد (یاگلو۱ ۱۹۷۲، ۲۵۱).

سبک‌های سنتی به وجود آمده در هر منطقه حاصل تجربه افرادی است که سعی داشتند با استفاده از عناصر و مصالح بومی بهترین عملکرد را برای بناهای منطقه ایجاد نمایند. همانگونه که در دزفول با استفاده از آجر و نقوش هندسی علاوه بر ایجاد عناصر تزئینی خاص منطقه (خوون‌چینی)، به فکر ایجاد سایه‌اندازی در دمای بالای شهر بوده‌اند. با توجه به پژوهشی که در مورد تأثیر اقلیم بر شکل تزیینات معماری با تکیه بر میزان سایه‌اندازی خوون‌چینی‌های آجری بافت تاریخی دزفول انجام شده است (تابان و دیگران ۱۳۹۱، ۷۹-۹۰)؛ مشخص شد در شکل‌گیری چنین الگوهایی علاوه بر توجه به جنبه‌های زیباشناختی و هویتی، به نقش اقلیمی این الگوها بر افزایش میزان سایه ایجاد شده بر سطوح نیز توجه شده است. اما نکته مهم اینست که رفتار حرارتی و تاثیرات اقلیمی این الگوها باهم مقایسه نشده و اینکه در معماری معاصر چگونه این الگوها میتوانند باعث بهبود عملکرد حرارتی دیوارها شوند نامعلوم است.

بر این اساس پرسش اصلی این پژوهش به این صورت است که استفاده از نقوش هندسی سنتی (خوون‌چینی) در جدار خارجی دیوارهای دوجداره بناهای معاصر دزفول چگونه می‌تواند ضمن احیای هویت فرهنگی موجب بهبود عملکرد اقلیمی آنها شوند و کدام الگو عملکرد اقلیمی موثرتری دارد؟ به‌عبارتی چینش مختلف آجرها در جدار خارجی با الگوهای متفاوت سنتی، چه تفاوتی در عملکرد اقلیمی دیوارهای دوجداره خارجی با پوسته مجوف ایجاد می‌نماید؟

نکته اصلی در بررسی این پژوهش استفاده از دو الگو مهم در بحث اقلیم و هویت فرهنگی در کنار یکدیگر می‌باشد. ترکیب نقوش خوون‌چینی شده در کنار دیوار دوجداره و یا تبدیل این نقوش به دیوارهای دوجداره بحث جدید و نوآورانه ایست که تا کنون به آن پرداخته نشده است و هدف اصلی این پژوهش را بیان می‌کند. همچنین هدف دوم و فرعی این پژوهش رسیدن به الگویی شبیه به الگوهای سنتی خوون‌چینی در بافت قدیم دزفول است که قابلیت تبدیل شدن به نماهای پارامتریک در دنیای مدرن امروزی را نیز داشته باشد.

پیشینه پژوهش

هویت فرهنگی به‌عنوان عاملی جهت‌دهنده، موجب پیدایش شیوههای منحصر به فردی در معماری سنتی شهرهایی نظیر دزفول بوده است (رهایی ۱۳۹۲، ۳۹-۴۶). میان معماری و فرهنگ از گذشته‌های دور، در قالب یک گفتمان پیوسته برقرار بوده است و بر همین اساس مردم هر عصر شاهد انتقال بسیاری از روابط میان این دو مقوله بوده‌اند (پاکزاد ۱۳۹۲). هر فضایی با شدت و ضعف متفاوت واجد هویت است و هویت نهایی فضا، برآیند هویت‌های عملکردی، کالبدی، محیطی، فرهنگی، و معنایی آن است (نقی‌زاده ۱۳۸۵، ۱۵-۲۴). توجه به شهرسازی و معماری قدیم نشان دهنده همدلی با آن است و سیمای شهرهای

بی هویت کنونی حاصل التقاط فرهنگی امروز است (نصر و ماجدی ۱۳۹۲، ۲۶۹-۲۷۷). در معماری سنتی ایران، جداره‌های بنا با مصالح مناسب و متناسب با هویت و کاربرد بنا تزئین می‌شده است (مومنی، عطاران، و محبیان ۱۳۹۹، ۱۴-۲۸). شهرهای تاریخی و سنتی ایران نیز با توجه به تزئیناتی که هنوز در بناهای تاریخی آن‌ها دیده می‌شود؛ واجد روحیه نیاکان این سرزمین هستند که شکل‌دهنده شاکله فرهنگی امروز و تبیین شاخصه‌های هویتی امروزین به شمار می‌رود (ممانی، یاری، و حقیر ۱۳۹۷، ۳۷-۴۶). ماهیت نقوش هندسی بر نظم و تعادلی است که در چارچوب کار نظام‌مند توان هنرمند را در بیان تجرد و مفاهیم ذهنی او افزون می‌نماید (قراگوزلو و حاتم ۱۳۹۳، ۴۵-۵۰).

در پژوهشی تجربی به ارزیابی اثر خوون‌چینی بر کاهش انتقال حرارت از نما در تابستان، در اقلیم بسیار گرم و نیمه‌خشک خوزستان پرداخته شد. طبق نتایج به دست آمده نقش‌های خوون‌چینی برجسته در گرمترین ساعت‌ها باعث کاهش دمای داخلی اتاقک شده بود (دهار، طاهباز، و تابان ۱۳۹۸، ۱۱۹-۱۴۰). سیستم دوجداره (دیوار خارجی دو جداره) یک سیستم منفعل موثر است که می‌تواند برای کاهش گرمای خورشید در ساختمان استفاده شود (تاناکا۲ و دیگران ۲۰۰۹، ۱۵۰۹-۱۵۱۶). نمای دوجداره یک روند در سراسر جهان در ساختمان‌های نوساز است که حتی در آب و هوای گرم با میزان تابش بالا خورشید، مانند: خاورمیانه و آب و هوای مدیترانه‌ای استفاده می‌شود (لارسن۳، رنجیفو۴، و فیلیپین۵ ۲۰۱۵، ۱۸-۳۳). ساختمان‌های ساخته شده با دیوارهای دوجداره آجری دارای ارزش حرارتی بالایی هستند (عبدالنصیر۶ و سانوسی حسن۷ ۲۰۲۰). تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که حتی در آب و هوای معتدل، افزودن دو لایه شیشه شفاف همیشه باعث افزایش بارهای خنک‌کننده ساختمان می‌شود (گراتیا۸ و هرده۹ ۲۰۰۷، ۶۰۵- ۶۱۹). نتایج بدست آمده تاکید می‌کند که ساخت دیوار آجری دوجداره باعث جذب قابل توجه گرما مخصوصا در اواسط بعدازظهر می‌شود (عبدالنصیر و سانوسی حسن ۲۰۲۰). نمای دوجداره روش خوبی برای رسیدن به آسایش حرارتی در یک ساختمان چندطبقه است. دمای سطح خارجی نمای دوجداره به دلیل ویژگی‌های شیشه‌ای جذب گرمای بسیار بالایی دارد؛ اما مکانیزم استخراج گرما در حفره های دوجداره قادر است درجه حرارت سطوح پایین‌تر داخلی را حفظ نماید؛ در نتیجه موجب به حداقل رساندن انتقال حرارت خورشیدی در فضاهای داخلی است (وونگ۱۰ و وانگ۱۱ ۲۰۰۵، ۵۶۳- ۵۷۲). ساخت دیوار دوجداره آجری گرمای قابل توجه‌ای را جذب می‌کند؛ به ویژه در اواسط بعدازظهر به دلیل جرم حرارتی بالا (عبدالنصیر و سانوسی حسن ۲۰۲۰). همچنین می‌توان گرمای بیش از حد محبوس شده بین دو پوسته از یک نمای دوجداره در آب و هوای گرم را به‌عنوان یک نیروی محرکه برای تقویت جریان هوای طبیعی در طبقات یک ساختمان در نظر بگیرد (پورشب۱۲ و دیگران ۲۰۲۰). برای ساختمان‌های اداری در جاکارتا، با استفاده از شیشه‌های دوجداره در نمای ساختمان (دارای ضریب پایین تأثیر جذب گرمای خورشید و ارزش انتقال نوربالا) باعث کاهش ۴۳ درصدی مصرف انرژی سالانه گردیده است (آندرینی۱۳ ۲۰۱۴، ۲۱۷-۲۲۶).

معماری پارامتریک از نوین‌ترین شیوه‌های معماری عصر حاضر است. یکی از مهم‌ترین مسائل مورد توجه در معماری پارامتریک توجه به پارامترهای ساخت، از ابتدای فرآیند طراحی و درج این پارامترهای کنترل‌کننده در الگوریتم‌های طراحی است؛ به طوریکه محصول تولیدی قابلیت ساخته شدن را داشته باشد فناوری معماری و علوم ساختمان همواره به دنبال بهره‌گیری از روش‌هایی بوده است که امکان کاهش مصرف انرژی و افزایش آسایش محیطی را فراهم آورد (خانقلی، خیبری، و لرک ۱۳۹۷). از مزایای شبیه‌سازی پارامتریک انرژی آن است که میزان مصرف انرژی فضای مورد نظر با تغییر پارامتر زاویه محاسبه میشود (رسولی، شهبازی، و متینی ۱۳۹۸، ۱۳۵-۱۴۴). التاول و سو با تمرکز بر ارتقای بهره‌وری نور روز و به حداقل رساندن مصرف انرژی، یک مطالعه مروری در رابطه با استفاده از رویکرد پارامتریک در معماری ارائه دادند. در این مطالعه به این نتیجه رسیدند که استفاده از این تکنیک‌ها در پوسته ساختمان‌ها منجر به افزایش ۶۰ تا ۱۰۰ درصدی میزان نور روز دریافتی و کاهش ۲۶ تا ۵۰ درصدی مصرف انرژی می‌شوند (التاویل۱۴ و سو۱۵ ۲۰۱۷).

لازم به ذکر است در اکثر پژوهش‌های مشابه جهت بررسی رفتار حرارتی جداره‌های خارجی از نرم‌افزار انرژی‌پلاس و روش محاسبه CTF استفاده شده است (رهایی و رضایی‌زاده ۱۳۹۹، ۲۵۳۱-۲۵۲۱). در مطالعات انجام شده

به اهمیت خوون‌چینی (عناصر تزئینی آجرکاری) و تاثیرات آن در سایه‌اندازی بناهای دزفول اشاره شده است؛ ولی تاکنون به عملکرد و تاثیر انواع این خوون‌چینی‌ها در جداره خارجی و تبدیل آن‌ها به دیوارهای دوجداره اشاره‌ای نشده است. همچنین تاکنون به بررسی رفتار حرارتی نقوش خوون‌چینی در قالب دیوارهای دوجداره پرداخته نشده است. بنابراین در این پژوهش به بررسی رفتار حرارتی خوون‌چینی‌های سنتی در قالب دیوارهای دوجداره دزفول پرداخته خواهد شد. و در نهایت مدل‌های پیشنهادی ارائه می‌گردد.

روش تحقیق

روش تحقیق این پژوهش ترکیبی بوده و راهبردهای تحقیق تجربی، شبیه‌سازی و پژوهش موردی را درگیر می‌نماید. بر این اساس ابتدا مطالعات کتابخانه‌ای، تحلیلی، و میدانی صورت گرفت و سپس شبیه‌سازی‌ها با نرم‌افزار انرژی‌پلاس انجام شد. نقوش هندسی به‌عنوان متغیر مستقل، و رفتار حرارتی دیوار دوجداره به‌عنوان متغیر وابسته در این پژوهش مورد مطالعه قرار گرفتند. به منظور تحلیل داده‌ها و نیز مداخله در معماری، از روش شبیه‌سازی استفاده شد (مطابق ادبیات موضوع). شبیه‌سازی‌ها با روش محاسبه CTF و با نرم‌افزار انرژی‌پلاس نسخه ۸,۲ صورت گرفته‌اند. عملکرد نرم‌افزار انرژی‌پلاس بر پایه‌ی مشخصات ساختمان شامل ساختار فیزیکی، معرفی سیستم‌های مکانیکی و الکتریکی آن با استفاده از داده‌های آب‌وهوایی سالانه‌ی ساعت‌به‌ساعت محل استقرار ساختمان (شهر موردنظر)، می‌تواند اطلاعات مربوط به دما و همچنین بار سرمایش و گرمایش را مورد شبیه‌سازی و آنالیز قرار دهد و همچنین با تعریف محدوده‌ای به‌عنوان محدوده آسایش می‌تواند محاسبات موردنظر را انجام دهد (ابوالحسنی و دیگران ۱۳۹۴، ۱۰۷-۱۱۸). برای محاسبات انتقال حرارت همرفتی سطح داخلی از روش TARP نرم‌افزار استفاده‌شده که بر اساس الگوریتم تهیه‌شده توسط والتون است (والتون۱۶ ۱۹۸۳). همچنین از روش DOE-۲ برای محاسبات مربوط به انتقال حرارت همرفتی سطح خارجی استفاده‌شده‌است (لارنس برکلی لابراتوار۱۷ ۱۹۹۴).

روش CTF

برای محاسبه دقیق میزان انتقال حرارت در جدارهای داخلی و خارجی دیوار دوجداره از روش CTF نرم‌افزار Energy plus استفاده شده است. این روش در شرایط موجود که تعداد لایه‌های جدار زیاد است سرعت بالایی جهت محاسبه ارائه می‌کند.CTF، به معنی توابع انتقال هدایت است. توابع انتقال هدایت یک روش کارآمد برای محاسبه شار حرارتی سطح است. به همین دلیل این روش نیاز به دانستن دما و میزان جریان حرارتی مقطع داخلی جدار را از بین می‌برد. روش اساسی مورداستفاده در محاسبات انرژی‌پلاس برای CTF به‌عنوان روش فضای حالت شناخته می‌شود (سیم۱۸ و دیگران ۱۹۸۹، ۲۴۶-۲۷۳). یکی دیگر از رایج‌ترین روش‌های قدیمی، تغییرات لاپلاس (Laplace) برای رسیدن به راه‌حل استفاده‌شده است. روش لاپلاس در بلاست (BLAST) مورداستفاده قرار گرفت. سیستم فضای حالت اولیه توسط معادلات ماتریس خطی زیر تعریف می‌شود:

$$d[x]=[A][x]+[B][u] \quad (1)$$

$$[y]= [c]\ [x]+ [d][u] \quad (2)$$

که در آن x یک بردار متغیر حالت است؛ u یک بردار ورودی است، y بردار خروجی، t زمان، و A، B، C، و D ماتریس ضریب است. از طریق استفاده از جبر ماتریسی، بردار متغیر حالت (x) را می‌توان از سیستم معادلات حذف کرد و بردار خروجی (y) می‌تواند به صورت مستقیم به بردار ورودی (u) و بردارهای زمان ورودی و خروجی مربوط باشد.

این فرمول را می‌توان برای حل معادله هدایت حرارتی گذرا با استفاده از یک شبکه اختلاف محدود بر روی لایه‌های مختلف در عنصر ساختمان مورد تجزیه‌وتحلیل قرارداد. در این حالت، متغیرهای حالت، درجه حرارت پایه هستند؛ درجه حرارت محیط (داخلی و خارجی) ورودی است و شار حرارت حاصل از آن در هر دو سطح خروجی است. بنابراین، نمایش فضای حالت با متغیرهای متناهی محدود، به‌صورت ذیل می‌باشد:

$$\frac{d\begin{bmatrix} T_1 \\ \vdots \\ T_n \end{bmatrix}}{dt} = [A]\begin{bmatrix} T_1 \\ \vdots \\ T_n \end{bmatrix} + [B]\begin{bmatrix} T_i \\ T_0 \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\begin{bmatrix} q''_i \\ q''_0 \end{bmatrix} = [C]\begin{bmatrix} T_1 \\ \vdots \\ T_n \end{bmatrix} + [D] \quad (4)$$

که در آن T۱، T۲، ...، TN-۱، TN درجه حرارت متفاوت گره هستند؛ n تعداد گره‌ها است؛ Ti و To درجه حرارت محیط داخلی و خارجی است و و شار حرارتی (خروجی موردنظر) هستند.

محاسبات سایه‌انداز

محاسبات سایه ابتدا مستلزم این است که سطوح ساختمان به صورت هندسی توصیف شوند. سطوح با مختصات رئوس آنها در یک سیستم مختصات دکارتی سه‌بعدی توصیف می‌شوند. راس‌ها بر خلاف جهت عقربه‌های ساعت ثبت می‌شوند (همانطور که سطح از خارج از منطقه آن مشاهده می‌شود). در الگوریتم سایه EnergyPlus هر سطحی به‌عنوان یکی از سطوحی در نظر گرفته می‌شود که یک جامد را در بر می‌گیرد و تنها سطوحی که در یک ساعت معین نور خورشید نیستند؛ سطوح سایه‌زن در نظر گرفته می‌شوند.

محاسبات بر اساس الگوریتم‌های ریاضی زیر حل می‌شود (وایلر۱۹ و آترتون۲۰ ۱۹۷۷).

$$CW_1 = \sin\psi \cdot \cos\phi \quad (۵)$$

$$CW_2 = \cos\psi \cdot \sin\phi \quad (۶)$$

$$CW_3 = \cos\phi \quad (۷)$$

کسینوس زاویه تابش پرتوهای خورشید بر سطح توسط حاصل ضرب نقطه ای کسینوس سطح و جهت خورشید به دست می‌آید.

$$\cos\theta = CS_1 \cdot CW_1 + CS_2 \cdot CW_2 + CS_3 \cdot CW_3 \quad (۸)$$

سایه ای از رئوس چندضلعی سایه‌انداز (SP) در امتداد جهت پرتوهای خورشید به صفحه چندضلعی سایه گیرنده (RP) پرتاب می شود. اگر هر یک از رئوس SP زیر صفحه RP باشد (z <۰)؛ یک سایه کاذب ایجاد می‌شود. یک راس که در (x, y, z) نسبت به سیستم مختصات RP قرار دارد به نقطه‌ای از صفحه RP سایه می‌اندازد.

$$x' = x - \frac{z \cdot a}{\cos\theta} \quad (۹)$$

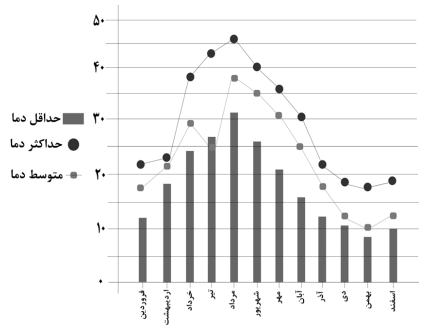
$$y' = y - \frac{z \cdot b}{\cos\theta} \quad (۱۰)$$

که در اینجا a و b اینگونه بدست می آید:

$$a = \sin\psi \cdot CS_1 - \cos\psi \cdot CS_2 \quad (۱۱)$$

مشخصات اقلیمی دزفول

شهرستان دزفول در موقعیتی بین ۳۲ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. شهر دزفول دارای آب وهوای گرم و نیمه مرطوب بوده و درجه حرارت تابستانی آن متجاوز از ۵۰ درجه سانتیگراد است. نمودار ۱ حداقل، حداکثر و نوسان دمای هوا در ماه های گرم سال این شهر را نمایش می دهد. در شهرستان دزفول، شرایط محیط زیست فقط در مواقع کوتاهی از سال برقرار بوده و در اکثر ماه های سال نیز به سایه و جریان هوا محسوس است(تابان، مهرکی‌زاده، نجاران،۱۳۹۸: ۲۵-۴۱).

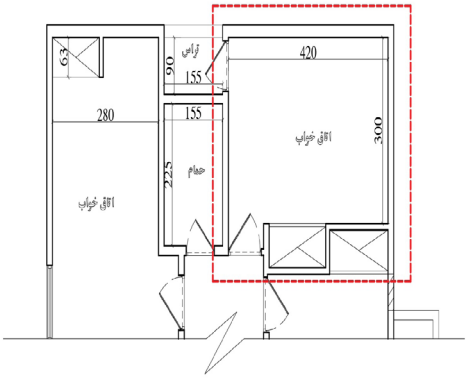


نمودار ۱. اطلاعات دمای هوای دزفول در ماههای گرم

آزمون تجربی و اعتبار سنجی

به منظور اعتبارسنجی نرم‌افزار و نتایج شبیه سازی‌ها یک اتاق به ابعاد ۴,۲۰ × ۳ متر، که بخشی از یک واحد مسکونی ۳ طبقه در شهر دزفول می‌باشد مورد آزمون تجربی قرار

گرفت (شکل ۲). لازم به ذکر است این فضا همان مدل ساده در شبیه‌سازی‌ها می‌باشد که با مدل‌های خوون‌چینی شده مورد مقایسه قرار گرفته است. این فضا –که در طبقه همکف قرار دارد– از دو جهت بدون همسایگی می‌باشد (همسایگی آن کوچه و گذر است) و از ضلع دیگر به اتاق مجاور و از ضلع دیگر به تراس و حمام واحد متصل است (شکل ۲). تنها عوامل مداخله‌گر آن یک درب شیشه مات دوجداره می‌باشد که به یک تراس با مساحت ۱,۷ متر دسترسی دارد. متریال‌های اصلی این فضا به ترتیب آجرنما، سفال و گچ می‌باشد



شکل ۱. پلان نمونه موردی

شکل ۲. فضای اتاق (نمونه موردی)

آزمون دماسنجی در یک دوره ۵ روزه درون اتاق انجام شد. به هنگام آزمون درب‌های درون اتاق کاملا بسته و درزها کیپ شد تا عوامل مداخله‌گر کمترین تاثیرات را در آزمون داشته باشند. این آزمون در روزهای ۶ تا ۱۰ اردیبهشت ۱۴۰۰ حدود ساعت ۱۲ ظهر انجام شد که نتایج آن به شرح جدول ۱ می باشد. میانگین داده‌ها در نرم‌افزار انرژی‌پلاس با استفاده از فایل اطلاعات آب و هوایی مورد بررسی قرار گرفت(جدول ۲). با توجه به اندازه های به دست آمده و محاسبه، درصد خطای به دست آمده ۱,۱٪ بود که طبق استاندارد اشری مقدار خطای ساعتی زیر ۱۰٪ مجاز است.

روزهای انجام شده	دمای محاسبه شده	دمای محاسبه شده نرم‌افزاری
روز اول	۲۵,۳	۲۵,۷
روز دوم	۲۷	۲۷,۴
روز سوم	۲۶,۳	۲۶,۷
روز چهارم	۲۴,۷	۲۵,۲
روز پنجم	۲۴,۶	۲۵

جدول ۱. دماهای ثبت شده در ۵ روز آزمون در محدوده مشخص شده شکل ۱ (واحد ها برحسب درجه سانتی گراد می باشد)

به همین دلیل و با توجه به درصد خطای بدست آمده صحت نتایج شبیه‌سازی تایید می‌شود و سایر مدل‌ها با همین روش شبیه‌سازی شده‌اند. همچنین آزمون های تجربی دیگر مطابق جدول ۲ در ساعات دیگر روز (به صورت تصادفی) در همان روزهای آزمون انجام پذیرفت تا صحت نتایج در ساعات دیگر نیز مورد بررسی قرار گیرد.

روزهای انجام شده	ساعت	دمای محاسبه شده تجربی	دمای محاسبه شده نرم‌افزاری
روز اول	۱۳	۲۵,۹	۲۶,۳
روز سوم	۱۴	۲۷,۶	۲۸
روز پنجم	۱۶	۲۷,۱	۲۷,۶
روز پنجم	۲۰	۲۸,۳	۲۸,۷

جدول ۲. دماهای ثبت شده در برخی از روزهای آزمون در ساعاتی متفاوت (واحد ها بر حسب درجه سانتی‌گراد می باشد)

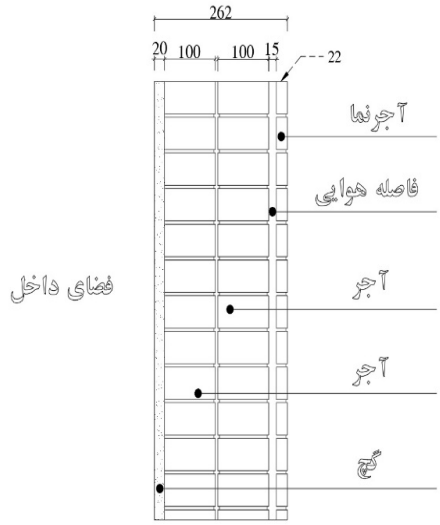
معرفی مدل:

مدل انتخابی در این پژوهش یک اتاق به ابعاد ۳(عرض) × ۴,۲۰ (طول) × ۳ (ارتفاع) می‌باشد. فایل آب و هوایی شهر دزفول با پسوند epw به‌عنوان ورودی به نرم‌افزار معرفی گردید. همچنین مصالح مورد استفاده در این شبیه‌سازی در جدول ۴ معرفی میگردد. لازم به ذکر است دیوار مورد نظر در جهت جنوبی جانمایی و شبیه‌سازی شده است. عوامل مداخله گر در این پژوهش در نظر گرفته نشده است.

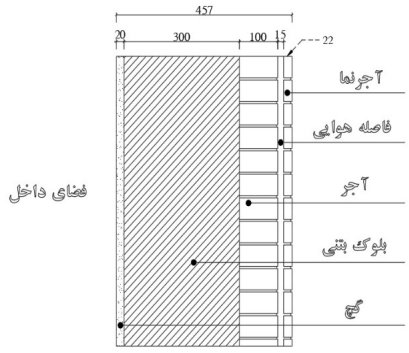
دیوار خوون‌چینی (آجری)	دیوار خوون‌چینی (آجری و بتنی)	دیوار خارجی	سقف	کف
۲۲ میلیمتر آجر (نما)	۲۲ میلیمتر آجر (نما)	۱۰۰ میلیمتر آجر	۳۰۰ میلیمتر بلوک بتنی	۳۰۰ میلیمتر بلوک بتنی
فاصله هوایی ۱۵ میلیمتر	فاصله هوایی ۱۵ میلیمتر	۱۰۰ میلیمتر آجر	۳۰۰ میلیمتر بلوک بتنی	۲۰ میلیمتر سنگ کف
۱۰۰ میلیمتر آجر	۱۰۰ میلیمتر آجر	۲۰ میلیمتر گچ	–	–
۱۰۰ میلیمتر آجر	۳۰۰ میلیمتر بلوک بتنی	–	–	–
۲۰ میلیمتر گچ	۲۰ میلیمتر گچ	–	–	–

جدول ۴. مصالح معرفی شده به نرم‌افزار جهت شبیه‌سازی

در این شبیه‌سازی به بررسی دو نوع دیوار دوجداره خاص برای خوون‌چینی‌ها پرداخته شده است. جزئیات این دیوار در شکل۴و ۵ نمایش داده شده است. طی شبیه‌سازی‌های معتددی که انجام شد بهترین الگو پیشنهادی از نظر عملکرد برای دیوار دوجداره در شهر دزفول الگوی ترکیبی از آجر و بلوک بتنی (شکل ۵) می‌باشد. براساس شبیه‌سازی‌ها و نتایج به دست آمده مشخص شد هر دو این دیوارهای پیشنهادی می‌توانند عملکرد قابل قبولی نسبت به مدل ساده خود داشته باشند ولی مدل ترکیبی آجری و بلوک بتنی بهترین حالت را از لحاظ نوسانات دمایی داشته (نمودار ۲) که در ادامه پژوهش مدل‌ها با این نوع دیوار دوجداره (شکل ۵) شبیه‌سازی شده‌اند.



شکل ۳. جزئیات دیوار دوجداره آجری

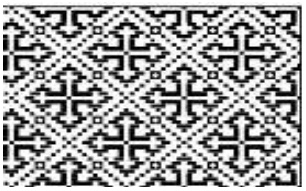
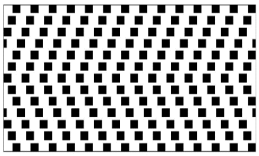
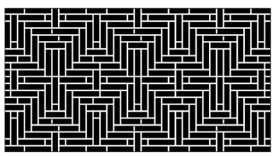


شکل ۴. جزئیات دیوار دوجداره آجری و بتنی

نمودار ۲. مقایسه نوسانات دمایی بین دیوار دوجداره آجری و دیوار دوجداره آجری و بتنی (در مدل خوون‌چینی چلیپا شکل ۷)

مشاهدات اولیه در بافت قدیم دزفول (نحوه انتخاب خوون‌چینیها)

سازی و پژوهش بر اساس مطالعات میدانی انجام شده در دزفول انجام شد. در مطالعات میدانی انجام شده در بین خانه‌های قدیمی دزفول به مشاهده الگوهای رایج خوون‌چینی در این بناها پرداخته شد. با توجه به آنچه مشاهده شد؛ تعداد الگوهای خوون‌چینی استفاده شده در بناها به شدت متنوع می‌باشد؛ بنابراین جهت ساماندهی و سهولت در مقایسه و پژوهش، در مطالعات میدانی سعی بر این شد تا نمونه‌های پرتکرار موجود و متفاوت نسبت به یکدیگر در اکثر بناها انتخاب شود. از این رو نمونه‌های خوون‌چینی در سه نوع رایج و پرتکرار در جدول ۵ معرفی می‌گردد. همچنین الگوهای ترسیمی این مدل‌ها پس از مطالعات میدانی و کتابخانه‌ای انجام شده، جهت پژوهش‌های اولیه در جدول ۶ ارائه شدند.

نام	تصویر
مدل ۱	
مدل ۲	
مدل ۳	

جدول ۵. معرفی الگوهای واقعی خوون‌چینی در دزفول
(مأخذ: نگارندگان)

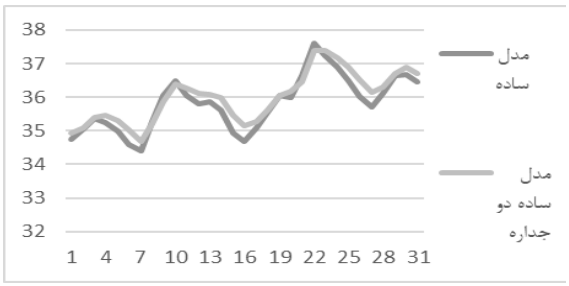
طبق مطالعات کتابخانه‌ای که انجام شد و براساس یک پژوهش (زرگرزاده دزفولی و دیگران ۱۳۹۴، ۴۷-۶۵) که به معرفی ۶۵ الگو خوون‌چینی در دزفول بصورت متمرکز پرداخته بود؛ الگوبرداری نقوش هندسه پایه در خوون‌چینی‌ها انجام شد. در این الگوبرداری، مشخص شد در اکثر این الگوها سه هندسه اصلی چلیپا، لوزی (مکعب وارونه) و هشت‌ضلعی مورد استفاده قرار گرفته است که در بعضی از این الگوها هر سه هندسه به چشم می‌آید. براین اساس و طبق نقوش هندسی که در مطالعات کتابخانه‌ای استخراج شد؛ به معرفی مدل‌های پیشنهادی این پژوهش پرداخته شد (تصویر ۵ تا ۷). این مدل‌های پیشنهادی که بر مبنای اندازه‌های بومی می‌باشد با توجه به پیچیدگی هندسه ابتدا از هندسه هشت ضلعی و سپس ترکیب آن با لوزی و در نهایت با اضاف کردن هندسه چلیپا، در هر سه حالت مورد شبیه‌سازی قرار گرفت تا عملکرد هر به خوبی نشان داده شود.

مقایسه مدل دیوار ساده با دیوار دوجداره (خوون‌چینی نشده)

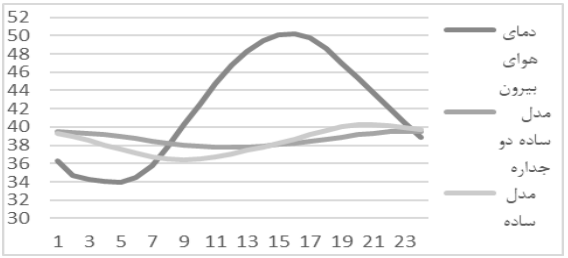
این پژوهش قصد دارد تا با استفاده از نوعی دیوار دوجداره علاوه بر بحث هویت بخشی نماها باعث ارتقای عملکرد اقلیمی جداره‌های خارجی شود. پس از بررسی و دست یافتن به نمونه‌های پرکاربرد خوون‌چینی در دزفول (در قالب‌های متفاوت) به شبیه‌سازی نمونه‌ها (جدول ۵) پرداخته شد. با بررسی شبیه‌سازی‌ها مشخص شد هر مدل چه میزان عملکردی را در طی ماه‌های مختلف ارائه می‌دهد. در ابتدای پژوهش در شبیه‌سازی‌ها به این پرداخته شد که دیوار ساده (خوون‌چینی نشده) موجود را در نرم‌افزار به دیوار دوجداره پیشنهادی تبدیل کرده تا تفاوت عملکرد در این دو حالت مورد مقایسه و بحث قرار گیرد. به همین منظور هر دو دیوار در نرم‌افزار انرژی‌پلاس شبیه‌سازی شدند. در این شبیه‌سازی گرم ترین ماه سال به‌عنوان ماه مورد پژوهش انتخاب شد. طبق آنچه در نتایج به دست آمد مشخص شد تبدیل دیوار ساده به دیوار دوجداره پیشنهادی می‌تواند سبب بهتر شدن عملکرد این جداره شود. همانطور که در نمودار ۳ نشان داده شده، در اکثر روزها دیوار دوجداره توانسته عملکرد بهتری را نسبت به مدل ساده داشته باشد.

مسئله قابل بحث دیگر از بین رفتن نوسانات دمایی در طی شبانه روز می‌باشد که از جمله مسائلیست که رابطه

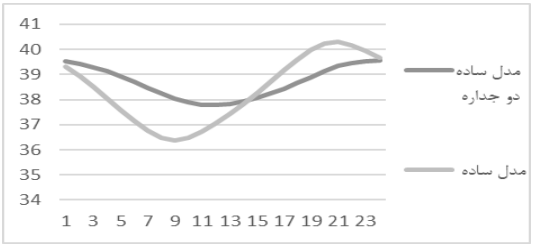
مستقیمی با عملکرد جداره‌های خارجی دارد. به همین دلیل در شبیه‌سازی دیگر گرم‌ترین روز در گرم‌ترین ماه سال مورد پژوهش قرار گرفت. شبیه‌سازی‌ها نشان می‌دهند (نمودار ۴) مدل ساده و مدل دوجداره هر دو نوسانات دمایی را تا حدودی کنترل کرده‌اند ولی همچنان این نوسانات دمایی عملکرد قابل قبولی را ارائه نکرده است. همچنین با توجه به نمودار ۵ نکته قابل توجه این است مدل ساده از ساعات ابتدایی بامداد تا ساعات ابتدایی ظهر عملکرد دمایی بهتری را نسبت به مدل دوجداره نشان می‌دهد؛ ولی از ساعات ظهر به بعد دما را به طرز قابل توجهی بالا می برد. طبق نوسانات دمایی مشاهده شده در نمودار ۵ نوسان دمایی مدل ساده ۵ درجه و نوسان دمایی مدل دوجداره ۳ درجه می باشد.



نمودار ۳. مقایسه نوسانات دمایی بین مدل ساده (نمونه تجربی) و مدل دوجداره در گرمترین ماه سال



نمودار ۴. مقایسه نوسانات دمایی بین مدل ساده و مدل دوجداره با دمای هوای بیرون در گرمترین روز سال



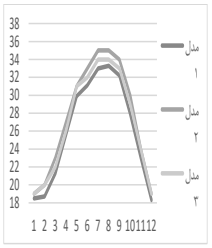
نمودار ۵. دمای هوای مدل ساده و مدل دوجداره در گرمترین روز سال

بحث و تحلیل مدل‌ها

بعد از نتایج اولیه و مقایسه دو نمونه دیوار (ساده و دو جداره) در ادامه شبیه سازی‌ها جهت بررسی عملکرد دیوار دیوارهای خوون‌چینی شده، تبدیل به دیوارهای دوجداره شدند. در این قسمت نیز جهت بررسی دقیق تر عملکرد، دیوارهای خوون‌چینی شده با دیوار ساده (خوون‌چینی نشده) مورد مقایسه و پژوهش قرار گرفتند.

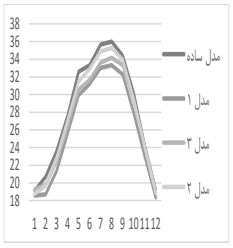
در بررسی اولیه در گرمترین ماه سال، مدل‌ها در بهترین حالت توانستند با ۶ درجه کاهش دما در بهبود هوای داخل موثر باشند که بیشترین میزان کاهش دما در مدل ۱ (جدول ۵) مشاهده شده است. طبق نمودار ۸ مدل ۱ در ساعات ۱۸ تا ۲۱ که گرمترین دمای هوا را دارد؛ توانسته با ۶ درجه اختلاف، دمای هوا را از ۴۱ درجه به ۳۵ درجه کاهش دهد. همچنین در ۲۴ ساعت دمای هوا را در محدوده معین ۳۵ درجه نگه دارد و از نوسانات دمایی جلوگیری کند که این مورد منجر به افزایش نرخ ذخیره‌سازی انرژی می‌شود و از اتلاف انرژی جلوگیری می‌کند. همچنین در سردترین ماه سال نیز توانستند با افزایش ۷ درجه‌ای دما باعث بهبود عملکرد هوای داخل شوند. قابل ذکر است طبق نمودار ۶ عملکرد این سه الگو در ماه‌های سرد سال بسیار به یکدیگر نزدیک بوده ولی مدل ۲ (جدول ۵) با اختلاف بسیار ناچیزی بهتر از دو الگوی دیگر عمل کرده است. همچنین با توجه به نمودار ۷ به مقایسه ۳ مدل پیشنهادی با مدل ساده (بدون استفاده از نقوش خوون‌چینی) پرداخته شد. طبق این نمودار مشخص شد استفاده از این دیوارهای دوجداره در فصل تابستان تا چه میزان توانسته‌اند باعث کاهش دما و عملکرد بهتر جداره‌ها شوند. با توجه به این نمودارها مدل ۱ نسبت به سایر مدل‌ها در فصل‌های گرم بهترین عملکرد را با چند درجه اختلاف دما نسبت به مدل ساده و سایر مدل‌ها ارائه کرده است. این الگو در تابستان با توجه به بالا بودن دمای هوا نسبت به دو مدل دیگر فضای داخل را چند درجه خنک‌تر می‌کند که نشان‌دهنده بهبود رفتار حرارتی جداره می‌باشد. همچنین این مدل در فصل زمستان نیز توانسته عملکرد قابل قبولی را ارائه دهد. عملکرد این مدل در سردترین و گرمترین روز سال در نمودارهای ۹ و ۱۰ نشان داده شده است. این نتایج می‌تواند بیان‌کننده آن باشد که اگر چینش آجرها با یک نسبت مشخص به صورتی در سطح قرارگیرند که کل سطح دیوار

را پوشش دهند، عملکرد آن‌ها قابل قبول‌تر خواهد بود. همچنین طبق مطالعاتی که در مقاله (مقایسه رفتار حرارتی دیوارهای ترومب جنوبی با ترکیبات متفاوت هندسی در فضاهای راهرویی شهر اهواز) انجام شد، مشخص شد الگوهایی که هندسه شطرنجی دارند در اقلیم خوزستان عملکرد مناسب تری را ارائه می‌دهند (رهایی و رضایی‌زاده ۱۳۹۹، ۲۵۲۱-۲۵۳۱).



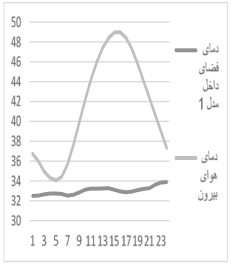
نمودار ۱. بررسی دمای هوای داخل ۳ مدل جدول ۲

نمودار ۶. بررسی دمای هوای داخل ۳ مدل جدول ۵



نمودار۲. مقایسه دمای هوای داخل ۳ مدل جدول ۲ با مدل ساده

نمودار ۷. مقایسه دمای هوای داخل سه مدل جدول ۲ با مدل ساده



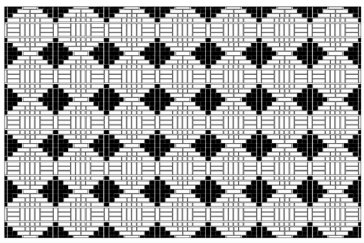
نمودار ۴. بررسی دمای هوای داخل مدل ۱(جدول ۲) در گرمترین روز سال

نمودار ۸.بررسی دمای هوای داخل مدل ۱ (جدول ۵) در گرم ترین روز سال

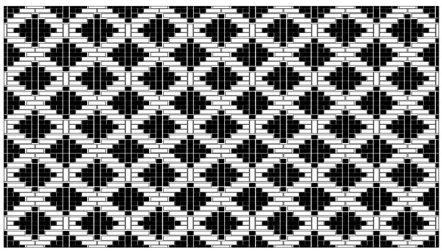
نمودار۵. دمای هوای داخل مدل ۱ (جدول ۲) در سردترین روز سال

نمودار ۹. نمودار دمای هوای داخل مدل ۱ (جدول ۵) در سردترین روز سال

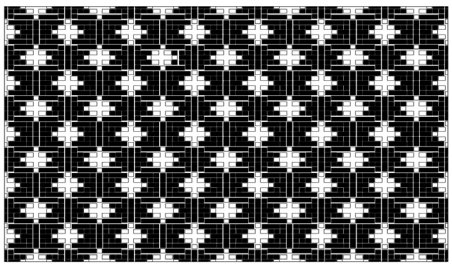
پس از بررسی هدف اصلی (دیوار خوون‌چینی شده دو جداره) در ادامه پژوهش به بررسی مدل‌های پیشنهادی (شکل ۱ تا ۳) پرداخته شد. هدف دوم این پژوهش رسیدن به الگویی شبیه به الگوهای سنتی خوون‌چینی در بافت قدیم دزفول است که قابلیت تبدیل شدن به نماهای پارامتریک در دنیای مدرن امروزی را نیز داشته باشد. این الگوها علاوه بر شکل منحصر به فرد خود در نحوه اجرا نیز نوعی جدید از دیوارهای دوجداره را ارائه می‌دهند. این نوع از دیوارها ترکیبی از یک لایه دیوار آجری درکنار یک لایه بلوک بتنی می‌باشد که با فاصله‌ای ۱۵ میلی متری از آجرنما جدا شده است (شکل ۱). لازم به ذکر است این فاصله در شبیه‌سازی‌ها عایق حرارتی در نظر گرفته شده است. این دیوار طی شبیه سازی‌های معتددی که انجام شد بهترین الگو پیشنهادی از نظر عملکرد برای دیوار دوجداره در شهر دزفول میباشد. با بررسی شبیه سازی‌ها مشخص شد در میان مدل‌ها، استفاده از الگوهای هندسی خوون‌چینی (شکل‌های ۶ تا ۸) عملکردی نسبتا مشابه یکدیگر دارند که این می‌تواند بررسی‌های اولیه پژوهش را در مورد سه مدل اول تایید نماید. این مدل‌ها با توجه به سادگی و پیچیدگی توانستند عملکرد نسبتا مشابه‌ای را داشته باشند که نشان می‌دهد نحوه چینش آجرها در عملکرد دیوارهای دوجداره تاثیرگذاری بیشتری تا پیچیدگی و گره‌های آجر دارد



شکل ۵. مرحله اول ترسیم الگو پیشنهادی ترکیبی از لوزی و هشت ضلعی



شکل ۶. مرحله دوم ترسیم الگو پیشنهادی ترکیب لوزی و هشت ضلعی

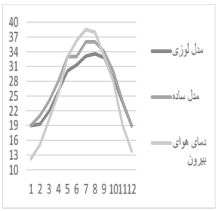


شکل ۷. مرحله سوم ترسیم الگو پیشنهادی ترکیب لوزی، هشت ضلعی و چلیپا

طبق اطلاعات به دست آمده این الگوها توانستند به خوبی در عملکرد هوای داخل تاثیرگذار باشند و نشان دهند استفاده از عناصر تزئینی آجرکاری علاوه بر حفظ هویت فرهنگی می‌تواند در عملکردهای اقلیمی نیز موثر واقع شوند. با توجه به نمودارهای ۱۱ تا ۱۳ که به مقایسه رفتار حرارتی این سه مدل پیشنهادی پرداخته است مشخص شد در بهترین حالت در گرمترین ماه سال مدل چلیپا (شکل ۸) با ۱ درجه اختلاف دما نسبت به دو مدل دیگر بهتر عمل کرده است.

نمودار۶. بررسی دمای هوای مدل ساده با ، دمای هوای بیرون و مدل چلیپا

نمودار ۱۰. بررسی دمای هوای مدل ساده با دمای هوای بیرون و مدل چلیپا (شکل ۸)



نمودار۷. دمای هوای مدل ساده با، دمای هوای بیرون و مدل لوزی

نمودار ۱۱. دمای هوای مدل ساده با دمای هوای بیرون و مدل لوزی (شکل ۷)

نمودار۸. دمای هوای مدل ساده با، دمای هوای بیرون و مدل هشت ضلعی

نمودار ۱۲. دمای هوای مدل ساده با دمای هوای بیرون و مدل هشت ضلعی (شکل ۶)

نتیجه گیری

به منظور دستیابی به رفتار حرارتی دیوارهای دوجداره در قالب خوون‌چینی‌ها با نقوش هندسی متفاوت در شهر دزفول به مقایسه سه مدل خوون‌چینی موجود در بافت قدیم شهر دزفول و ارائه سه مدل پیشنهادی مستخرج از این الگوها پرداخته شد. شبیه‌سازی‌ها با استفاده از نرم‌افزار انرژی‌پلاس انجام شد. با شبیه‌سازی سه مدل خوون‌چینی که در بافت‌های قدیم دزفول به وفور به چشم می‌آمد مشخص شد این الگوها علاوه بر آنکه جنبه زیبایی دارند؛ می‌توانند با تبدیل به دیوارهای دوجداره در رفتار حرارتی جداره‌ها تاثیرگذار باشند. از این رو می‌توان با استفاده از مدل‌های پیشنهادی علاوه بر احیای هویت فرهنگی گمشده در شهر به بهبود رفتار حرارتی جداره‌ها نیز کمک کرد. طبق بررسی‌ها در نمودار ۶ مشخص شد مدل ۱ (جدول ۵) بهترین عملکرد و پایین ترین دما را نسبت به سایر مدل ها و همچنین مدل ۲ (جدول ۵) بیشترین دما و ضعیف ترین عملکرد را نسبت به سایر مدل‌ها در ماه‌های گرم داشته است. در ادامه بررسی‌ها مشخص شد مدل ۱ که به خوبی توانسته رفتار حرارتی جداره را کنترل نماید به

همان میزان نیز توانسته نوسانات دمایی در شبانه روز را نیز کنترل نماید و با ۶ درجه کاهش دما و ثابت نگه داشتن دما در محدوده‌ای معین (نمودار ۸) نسبت به مدل ساده (بدون تزئینات و نقوش خوون‌چینی) بهبود رفتار حرارتی جداره را نشان دهد. همانگونه که در سه نمودار ۱۱، ۱۲ و ۱۳ مشخص شده است؛ سه الگو پیشنهادی در این پژوهش (تصاویر ۶ تا ۸) به خوبی می‌توانند رفتار حرارتی جداره‌ها خارجی را کنترل نمایند و تبدیل آن‌ها به دیوارهای دوجداره تاثیرات بسیار مثبتی را به همراه خواهد داشت. این سه الگو پیشنهادی رفتار بسیار نزدیک به یکدیگر را داشته‌اند؛ اما با توجه به آنکه مدل چلیپا در گرم‌ترین ماه سال با اختلاف یک درجه نسبت به دیگر الگوها بهتر عمل کرده است؛ بنابراین می توان این مدل را به‌عنوان مدل برتر انتخاب نمود. در نتیجه این موضوع اثبات خواهد کرد بر خلاف آنچه تصور می‌شود الگوهای حرکتی در رفتار حرارتی مدل‌های خوون‌چینی بسیار تاثیرگذارتر است تا میزان گره و پیچیدگی موجود در هر مدل. بنابراین طبق شبیه‌سازی‌هایی که انجام شد و با توجه به نتایج به دست آمده از الگو پیشنهادی و الگوهای واقعی موجود در بافت قدیم، برای اقلیم دزفول که معمولا بناها را به سمت جنوب غربی می‌سازند؛ الگوی چلیپا پیشنهاد می‌شود که عملکرد بهتری را ارائه خواهد کرد. این روش به‌عنوان یک روش غیرفعال تاثیرات بسیاری را در عملکرد اقلیم چه در فصل گرما و چه در فصل سرما داشته است و پیشنهاد می‌شود جهت احیای هویت فرهنگی شهر دزفول و بهبود عملکرد اقلیمی و همچنین بهبود رفتار حرارتی جداره‌ها از الگوهای خوون‌چینی به‌عنوان یک روش غیرفعال استفاده شود.

پی‌نوشت

1. Yaglou CP
2. Tanaka
3. Larsen
4. Rengifo
5. Filippín
6. Abdul Nasir
7. Sanusi Hassan
8. Gratia
9. Herde
10. Wong
11. Wang
12. Pourshab
13. Andarini
14. Eltaweel
15. Su
16. Walton
17. Lawrence Berkeley Laboratory
18. Seem
19. Weiler
20. Atherton

منابع

۱. ابوالحسنی، نوشین. بهروز محمدکاری، و ریما فیاض. ۱۳۹۴. بهسازی حرارتی جدار ساختمان‌های موجود در اقلیم سرد در ایران با بهره‌گیری از ویژگی‌های دیوار ترومب. مطالعات معماری ایران (۸): ۱۰۷-۱۱۸.
۲. پاکزاد، جهانشاه. ۱۳۹۳. معماری نما. فصلنامه معماری و فرهنگ (۵۱).
۳. تابان، محسن. محمد مهرکی‌زاده، و سارا نجاران. ۱۳۹۸. شناخت عناصر سایه‌انداز در مسکن سنتی دزفول. معماری و شهرسازی آرمانشهر (۲۷): ۲۵-۴۱.
۴. تابان، محسن، محمدرضا پورجعفر، محمدرضا بمانیان، و شاهین حیدری. ۱۳۹۱. تأثیر اقلیم بر شکل تزیینات معماری با تکیه بر تحلیل میزان سایه‌اندازی خوون‌چینی‌های آجری بافت تاریخی دزفول. نقش جهان-مطالعات نظری و فناوری‌های نوین معماری و شهرسازی ۲ (۲): ۷۹-۹۰.
۵. خانقلی، شیما. امید خیبری، و علیرضا لرک. ۱۳۹۷. تاثیر استفاده از نمای دوپوسته در ساختمان مسکونی به روش پارامتریک از منظر انرژی و نور، در سومین کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین عمران معماری و صنعت ساختمان ایران، تهران.
۶. دهار، علی. منصوره طاهباز، و محسن تابان. ۱۳۹۸. بررسی اثر خوون‌چینی بر انتقال حرارت از نمای جنوبی در تابستان در اقلیم بسیارگرم و نیمه‌خشک خوزستان. نشریه معماری اقلیم گرم و خشک ۷ (۱۰).
۷. رسولی، مسعود. یاسر شهبازی، و محمدرضا متینی. ۱۳۹۸. عملکرد سایه‌اندازهای کرکره‌ای افقی و قائم متحرک در نمای دوپوسته ساختمان‌های اداری، ارزیابی و شبیه‌سازی پارامتریک. نقش جهان- مطالعات نظری و فناوری‌های نوین معماری و شهرسازی ۹ (۲): ۱۴۴-۱۳۵.
۸. رهایی، امید.۱۳۹۲. هویت فرهنگی و اثرات آن بر روش‌های بومی تهویهٔ طبیعی بازار قدیم دزفول، راسته صنعتگران. باغ نظر ۱۰ (۲۴): ۳۹-۴۶.
۹. رهایی، امید، و آیه رضایی‌زاده. ۱۳۹۹. مقایسه رفتار حرارتی دیوارهای ترومب جنوبی با ترکیبات متفاوت هندسی در فضاهای راهرویی شهر اهواز. مهندسی مکانک مدرس ۲۰ (۱۰): ۲۵۲۱-۲۵۳۱.
۱۰. زرگرزاده دزفولی، مجتبی، کیانوش لاری بقال، نجمه سالاری‌نسب، و مهرناز بابایی مراد. ۱۳۹۵. خوون‌چینی، تکامل، و تناسب ابعاد آجر در نماسازی های آثارمعماری دزفول. مطالعات معماری ایران (۹): ۴۷-۶۵.
۱۱. قراگوزلو، بهاره، و غلامعلی حاتم. ۱۳۹۳. بررسی رمز نقوش هندسی دایره، مثلث، و مربع در هنر اسلامی. فصلنامه علمی پژوهشی هنرهای تجسمی نقش‌مایه (۸): ۴۵- ۵۰.
۱۲. کیانی، مصطفی. ۱۳۹۲. جایگاه هنر آجرکاری تزئینی در معماری دوره پهلوی اول. هنرهای زیبا ۱۸ (۱): ۱۵-۲۸.
۱۳. ممانی، حمید. فهیمه یاری، و سعید حقیر. ۱۳۹۷. مولفه‌های معماری ایرانی- اسلامی و نقش هویت‌بخشی تزئینات. فصلنامه هنر و تمدن شرق (۶): ۳۷-۴۶.
۱۴. مومنی، کوروش، کوروش عطاریان، و مصطفی محبیان. ۱۳۹۹. بازشناسی هویتِ فرهنگ اسلامی در معماری نماهای ورودی (مطالعه موردی: خانه‌های بافت قدیم دزفول). دوفصلنامهٔ اندیشهٔ معماری ۴ (۷): ۱۴-۲۸.
۱۵. نصر، طاهر، و حمید ماجدی. ۱۳۹۲. نگاهی به مقوله هویت در شهرسازی. معماری و شهرسازی آرمانشهر (۱۱): ۲۶۹-۲۷۷.
۱۶. نقی‌زاده، محمد. ۱۳۸۵. تاملی بر روند دگرگونی میدان در شهرهای ایرانی. هنرهای زیبا (۲۵): ۱۵-۲۴.

References

1. Abdul Nasir, Muhammad Hafeez, and Ahmad Sanusi Hassan. 2020. Thermal Performance of Double Brick Wall Construction on The Building Envelope of High-Rise Hotel in Malaysia. Journal of Building Engineering (31).
2. Abolhassani, Noushin, Behrooz Mohammadkari, and Rima Fayyaz. 2015, Thermal Improvement of the Walls of Buildings in Cold Climates in Iran Using the Features of the Trombe Wall. Iranian Architectural Studies (8): 107-118.
3. Andarini, R. 2014. The Role of Building Thermal Simulation for Energy Efficient Building Design.

Energy Procedia (47): 217-226.
4. Dahar, Ali, Mansoureh Tahabaz, and Mohsen Taban. 2019. Investigation of The Effect of Khavoon Chini on Heat Transfer from the Southern View in Summer, In Very Hot And Semi-Arid Climate Of Khuzestan. Journal Of Hot And Dry Climate Architecture 7(10).
5. Eltaweel, A., and Y. Su. 2017. Parametric Design and Daylighting: a Literature Review. Renewable and Sustainable Energy Reviews (73): 1068–1103.
6. Gratia. E, and A. De Herde. 2007. Are Energy Consumptions Decreased with the Additionof a Double-Skin. Energy Build (39): 605–619.
7. Kiani, Mostafa. 2013. The Place of Decorative Brickwork in the Architecture of the First Pahlavi Era. Armanshahr Architecture and Urban Planning 18 (1).
8. Larsen.s, I. Rengifo, and C. Filippín. 2015. Double Skin Glazed Facades in Sunny Mediterranean Climates, Energy and Buildings (102): 18–31.
9. Lawrence Berkeley Laboratory. 1994. DOE2.1E-053 Source Code [Internet]. Berkeley: Lawrence Berkeley Laboratory (LBL); Unknown Cited & Cite.
10. Mamani, Hamid, Fahimeh Yari, and Saeed Haghir. 2016.Components of Iranian-Islamic Architecture and the Identity-Constructing Role of Embellishments. Quarterly Journal of Eastern Art and Civilization (6): 37-46.
11. Momeni, Kourosh, Kourosh Attarian, and Mostafa Mohebian. 2020. Recognition of the Identity of Islamic Culture in the Architecture of Entrance Facades (Case Study: Houses of the Old Texture of Dezful).
Bi-Quarterly Journal of Architectural Thought 4 (7): 14-28.
12. Naghizadeh, Mohammad, 2006, A Reflection on the Transformation of the Square in Iranian Cities. Fine Arts (25): 15-24.
13. Nasr, Tahereh, and Hamid Majedi. 2013, A Look at the Category of Identity in Urban Planning. Armanshahr Architecture and Urban Planning 11 (269-277).
14. Pakzad, Jahanshah. 2014. Facade Architecture. Quarterly Journal of Architecture and Culture (51). Tehran.
15. Qaraguzlu, Bahareh, and Gholam Ali Hatem. 2014. A Study of the Code of Geometric Patterns of Circles, Triangles and Squares in Islamic Art. Quarterly Journal of Naghsh-e Mayeh Visual Arts 8 (21): 45-50.
16. Rahaei, Omid. 2013. Cultural Identity and Its Effects on Indigenous Methods of Natural Ventilation in the Old Market of Dezful, the Order of Craftsmen. Bagh-i-Nazar 10 (24): 39-46.
17. _____, and Ayeh Rezaeizadeh. 2020. Comparison of the Thermal Behavior of the Walls of the Southern Thrombus with Different Geometric Compositions in the Corridor Spaces of Ahvaz. Mechanical Engineering Modares 20 (10): 2531-2521.
18. Seem JE, SA Klein, WA Beckman, and JW Mitchell. 1989. Comprehensive Room Transfer Functions for Efficient Calculation of the Transient Heat Transfer Processes in Buildings. Journal of Heat Transfer 111(2): 264-273.
19. Taban, M., M. Pourjafar, M. Bemanian, and S. Heidari. 2012. Climate Impact on Architectural Ornament Analyzing the Shadow of Khavoons in Dezful Historical Context with the Use of Image Processing. Naqshejahan 2 (2): 79-90
20. Taban, Mohsen, Mohammad Mehrakizadeh, and Sara Najaran. 2019. Recognition of Shading Elements in Traditional Housing in Dezful. Armanshahr Architecture And Urban Planning (27): 25-41.
21. Tanaka. H., M. Okumiya, H. Tanaka, Yoon.g Young, and K. Watanabe. 2009. Thermal Characteristics of a Double-Glazed External Wall System With Roll Screen In Cooling Season. Building and Environment (44): 1509–1516.
22. Walton GN. 1983. Thermal Analysis Research Program Reference Manual [Report]. Gaithersburg: National Bureau of Standards. 198316.
23. Weiler, K. and P. Atherton. 1977. Hidden Surface Removal Using Polygon Area Sorting. ACM

SIGGRAPH Computer Graphics 11(2): 214-222.
24. Wong Nyuk Hien, Wang Liping, Aida Noplie Chandra, Anupama Rana Pandey, and Wei Xiaolin. 2005. Effects of Double Glazed Facade on Energy Consumption, Thermal Comfort and Condensation for a Typical Office Building in Singapore. Energy and Buildings 37 (6): 563-572.
25. Yaglou CP. The Comfort Zone for Man. J Ind Hyg 1972;9:251.
26. Zargarzadeh Dezfuli, Mojtaba, Kianoosh Lari Baqal, Najmeh Salari Nasab, Mahnaz Babaei Morad. 2016. Khavoon Chini, Evolution And Proportion Of Brick Dimensions In The Exhibits Of Dezful Architectural Works. Iranian Architectural Studies (9): 47-65.

Journal of Reasearch in Islamic Architecture / No.4 / Winter 2023

Investigation of thermal behavior of traditional geometric patterns (khavoon chini) in the external hollow walls of Dezful double-walled walls in order to revive cultural identity

Omid rahaei
(Corresponding author)

Assistant Professor (Phd), School of Architecture and Urban Design, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran, Iran

Ayeh rezaeizadeh

Master of Architecture Engineering, School of Architecture, Institute for Higher Education ACECR Khouzestan, Ahvaz,iran

Received: 9/10/2021 Accepted: 23/7/2022

Abstract

Traditional geometric patterns in architecture and decoration are rooted in the cultural identity of each region and in cities such as Dezful, they display its special cultural and identity characteristics. In Dezful, the geometric patterns of the bricks, known as the khavoon chini are one of the hallmarks of the city›s cultural identity. Due to the hot climate of Dezful, the architects used hollow walls with the mentioned patterns to shade with climatic purposes. The traditional styles created in each region are the result of the experience of people who tried to create the best performance for the buildings of the region by using local elements and materials. As in Dezful, by using bricks and geometric patterns, in addition to creating special decorative elements of the region (khavoon chini), they have been thinking of creating shade in the high temperature of the city. The important point is that the thermal behavior of these patterns has not been compared and how in contemporary architecture these patterns can improve the thermal performance of walls is unknown. This study tries to revive the cultural identity of the region by using traditional geometric patterns such as khavoon chini, to provide a solution to improve the thermal behavior of hollow shaded walls and by examining the thermal behavior of these designs, to suggest an optimal model that revives the cultural identity of the city. , Have a good performance in terms of climate. The research method of this research is a combined method that in addition to historical interpretive studies, includes experimental and simulation methods. First, with the help of library and field studies, geometric patterns and native patterns were studied and classified, and then the thermal behavior of these patterns on the outer wall of the double-walled wall was analyzed by simulation. In this research, simulations were performed with Energy Plus software. The results showed that the use of traditional patterns in order to revive cultural identity in the form of geometric facades, has a very good climatic performance and reduce the indoor temperature by several degrees in the warmer months of the year. The type of geometric pattern used in the outer wall, the climatic function of the walls is different and each role requires a specific function. Accordingly, cross patterns have performed better.

Keywords: Cultural identity, double wall, thermal behavior, geometric patterns

o.rahaei@sru.ac.ir ayeh.rezaeizadeh@gmail.com

Research Method:

The research method of this research was combined and did not involve experimental research, simulation and case study strategies. Based on this, first the authorized, analytical and field library studies were performed and simulated by software energy. Geometric patterns as an independent variable, and thermal behavior of a double-walled wall as a dependent variable were studied in this study. In order to analyze the data as well as intervention in architecture, the simulation method was used (according to the literature). The simulations were performed by CTF calculation method and Energy Plus software version 8.2. Performance of Energy Plus software based on technical specifications including physical, introduction of its mechanical and electrical system using annual water data of the hour (target city), temperature information as well as cooling and heating load required for simulation and analysis and Also, with a limited definition in order to buy a limited title, do comfort in the desired calculations (Abolhassani et al., 2015: 107-118). For internal surface convective heat transfer calculations, the software TARP method is used, which is based on an algorithm developed by Walton (Walton, 1983). The DOE-2 method has also been used for calculations related to external surface convective heat transfer (Lawrence Berkeley Laboratory, 1994). Also, the validity and reliability of this software in the article (comparison of the thermal behavior of the walls of the southern thrombus with different geometric composition in the corridor spaces of Ahvaz) has already been proven (Rahaei, Rezaeizadeh, 1399: 2521-2531).

Conclusion:

As shown in three diagrams 7, 8 and 9, the three models proposed in this study (Figures 1 to 3) can well control the thermal behavior of external walls and their conversion into double-walled walls will have very positive effects. These three proposed models have been very close to each other, but considering that the cross model has performed better than the other models by one degree in the hottest month of the year, so this model can be selected as the superior model. As a result, it will prove that, contrary to popular belief, motion patterns are much more influential in the thermal behavior of khavoon chini models than the degree of knot and complexity in each model. Therefore, according to the simulations that were performed and according to the results obtained from the proposed model and the real patterns in the old texture, for Dezful climate, which usually makes the building to the southwest, the cross pattern is proposed, which will provide better performance. This method as a passive method has many effects on climate performance in both hot and cold seasons and is recommended to revive the cultural identity of Dezful and improve climatic performance as well as improve the thermal behavior of the walls of khavoon chini patterns as Use a passive method.