عنوان پژوهش : سنجش اثر نمای دو پوسته مبتنی بر فناوری های نوین در کاهش آلاینده های صوتی فضای داخلی ساختمان های بلندمرتبه نمونه موردی: (برج فناوری کرمانشاه)

چکیده:

ترافیک شهری یکی از مهمترین عوامل سروصدای ناخواسته یا به بیان دیگر آلودگی صوتی در ساختمان‌های مسکونی است. این عامل مزاحم ساکنان ساختمان را از استفاده از تهویه پنجره ای که به کاهش غلظت آلاینده های هوای داخل خانه کمک می کند، باز می دارد. انتقال صدای ترافیک از طریق پنجره های قابل اجرا به یک خطر زیست محیطی تبدیل شده است و کیفیت صوتی محیط های ساخته شده را کاهش می دهد. یکی از بهترین راه حلهای موجود استفاده از نماهای دوپوسته است که راهکارمناسبی جهت جلوگیری از آلودگی صوتی است. به همین دلیل این مقاله به سنجش اثر نمای دو پوسته مبتنی در کاهش آلاینده‌های صوتی فضای داخلی خانه های مسکونی می پردازد. بخش نخست این نوشتار که به شناخت مبانی نظری و مرور ادبیات و پیشینه تحقیق مرتبط است به روش توصیفی – تحلیل و در بستر کتابخانه و با مطالعه کتب، مجلات، فصلنامه ها و مقالات میسر شده است. بخش دوم این نوشتار که به مدلسازی و شبیه سازی اختصاص دارد با نرم افزار دیزاین بیلدر انجام شده است. نتایج این شبیه سازی و تجزیه و تحلیل ها به ارائه راهکارها و چهارچوب های طراحی می انجامد که در نهایت به طراحی هرچه بهتر و کارآمدتر خانه های مسکونی منتهی می شود.

کلیدواژه: نمای دو پوسته، آلودگی صوتی، فناوری های نوین، ساختمان های بلند مرتبه

مقدمه:

بحران محیط زیست در جهان، امروزه به یکی از اصلی ترین نگرانیهای جنبشهای توسعه پایدار تبدیل شـده اسـت. افـزایش رو بـه رشـد میزان آلاینده ها ، کاهش روزافزون سوختهای فسیلی و بحرانهای محیطی ناشی از آن تهدیدی جدی برای آینده حیات انسـان محسـوب می گردد و این در حالی است که ساختمانها بیش از نیمی از مصرف انرژی جهان را به خود اختصاص داده اند (Benevolo L, 2008).

تهویه طبیعی یک طرح بالقوه پایدار برای ارائه کیفیت هوای داخلی خوب و خنک کننده رایگان در ساختمان‌ها می باشد. با این حال، کاربرد آن در بسیاری از موارد به دلیل شرایط آب و هوایی، آلودگی هوا و صدا با مشکل مواجه می شود (Fuchs et al, 2004). اما سر و صدای ترافیک شهری ساکنان ساختمان را از استفاده از تهویه پنجره ای که به کاهش غلظت آلاینده های هوای داخل خانه کمک می کند، باز می دارد. انتقال صدای ترافیک از طریق پنجره های قابل اجرا به یک خطر زیست محیطی تبدیل شده است و کیفیت صوتی محیط های ساخته شده را کاهش می دهد. (Lee et al, 2022). آلودگی صوتی بر جمعیت‌های انسانی تأثیر منفی می گذارد، به ویژه در مناطق متراکم شهری و نزدیک مسیرهای حمل و نقل اصلی. به این ترتیب، رویکرد بهینه برای شرایط صوتی مطلوب، رسیدگی به منبع نویز (به عنوان مثال ترافیک وسایل نقلیه) است. با این حال، علی‌رغم تلاش‌های مختلف کنترل صدا در سال‌های اخیر، شکایات مربوط به نویز محیطی روند افزایشی را نشان می‌دهد. از این رو، کیفیت عایق صوتی نمای ساختمان بسیار مهم و ضروری است (Tauber et al, 2017).

یکی از راه حل های تامین بازشو در چنین نماهایی با وجود سرو صدای خیابان، آلودگی هوا و...، در نظر گرفتن یک نمای ثانویه با فاصله از نمای موجود می باشد که می تواند شرایط ممانعت از صوت و فیلتر هوای مورد نیاز برای تهویه را فراهم نماید. ایـن نـوع نماهـا، "نمـای دوپوسته" نامیده می شوند. فاصله بین پوسته داخلی و پوسته خارجی به کمک تعبیه بازشوهای مناسی در پوسـته خـارجی تهویـه مـی گردد و از این فضا می توان برای نصب سیستم هایی که مانع دریافت انرژی خورشیدی توسط پوسته داخلـی مـی گردنـد، اسـتفاده قـرار گیرد. بنابراین این امکان فراهم می گردد که کل نمای خارجی بناهای بلندمرتبه شفاف گردد و انـرژی خورشـیدی بـیش از حـد توسـط پوسته داخلی دریافت نگردد (Alexandri, E., Jones, P., 2008).

سر و صدای حمل و نقل یک منبع اصلی صدا در فضای باز است که اثرات نامطلوبی بر سلامتی مانند اختلال شنوایی، آزار و اختلال خواب ایجاد کرده است. سازمان جهانی بهداشت گزارش می دهد که سر و صدای ناشی از ترافیک به تهدید کننده ترین عامل استرس زای محیطی در اروپا تبدیل شده است. این اثرات نامطلوب سلامتی همچنین می‌تواند منجر به ناتوانی‌های اجتماعی، کاهش بهره‌وری، کاهش عملکرد در یادگیری، غیبت در محل کار و مدارس شود (Berglund et al, 2020). اثرات قرار گرفتن در معرض سر و صدای حمل و نقل مربوط به پیامدهای استرس غیر شنوایی خاص، مانند تغییرات در سیستم های فیزیولوژیکی (به عنوان مثال، فشار خون بالا)، تخریب حافظه شناختی، اختلالات خواب، اصلاح رفتار اجتماعی، علائم مرتبط با استرس روانی-اجتماعی و اثرات عاطفی است (Stansfeld et al, 2005).

یکی از بهترین گزینه ها در ارتباط با ساختمان های مسکونی استفاده از نماهای دو پوسته است که هم عایق مناسبی برای تلفات حرارتی هستند و از جنبه های زیست محیطی بسیار مهم هستند و هم مشکلات آلودگی صوتی را تا حد زیادی برطرف می کنند (Tauber et al,

2017). اساسا مفهوم نمای دو پوسته در نتیجه سر و صدای شهری متولد شد. منافذ دریچه‌های نماهای دو پوسته بر عملکرد صوتی تأثیر می‌گذارند زیرا نویز از طریق دهانه‌های هواکش منتقل می‌شود (Năstase et al, 2022). نمای دو پوسته یک عنصر ساختمانی است که با دو سطح لعاب دار با یک حفره مرکزی مشخص می شود (Alberto et al, 2017). کلیسنس و دی هرد نمای دوجداره را این گونه تعریف می کنند: نمای ثانویه، یک پوسته اضافی است که روی نمای موجود نصب می گردد و غالبا شفاف است (افشین مهر و همکاران، 1394).

بهره گیری از نماهای دو پوسته در ساختمان های مختلف مزایا و معایبی به همراه دارد. از مزایای آن می‌توان به عایق حرارتی مناسب، امکان بهره گیری از تهویه شبانه، عایق بندی آکوستیکی و جلوگیری از آلودگی صوتی، کاهش اثر منفی فشار ساختمان های بلند مرتبه، شفافیت معماری، محافظت از سایه اندازها و سیستم نورپردازی و امکان بهره گیری از تهویه طبیعی نام برد. در مقابل مواردی چون کاهش سطح هزینه مفید ساختمان، محافظت در برابر حریق و هزینه های بالاتر اجرایی و نگهداری، از معایب این ایده به شمار می رود (Poirazis, 2004).

با توجه به تمایل کارفرمایان به معماری شفاف در ساختمان سازی از یک سو و هزینه های بالای انرژی و عایق بندی های مختلف از جمله عایق های حرارتی و صوتی از سوی دیگر، ایده نماهای دوپوسته به عنوان راهکاری موفق در ساختمان سازی به شمار می رود (Araji et al, 2024).

تحقیقات بسیاری در زمینه نماهای دوپوسته انجام شده است که بیشتر آنها از جنبه های زیست محیطی و کاهش مصرف انرژی (Xu & Ojima, 2007; Shameri et al, 2011: Ahmed et al, 2016; Aldawoud et al, 2021; Pouran et al, 2024)، تهویه مطبوع (Khatri et al, 2024; Zheng et al, 2024) و یا آسایش حرارتی (López-Escamilla et al, 2024)، بهینه سازی و ارزیابی عملکرد نماهای دوپوسته () به موضوع پرداخته اند. تحقیقات اخیر موضوعات تولید انرژی از طریق پنل‌های فتوولتاییک را نیز در دستور کار خود قرار داده اند (Liu et al, 2024). که این پژوهش ها بیشتر در ساختمان های اداری (Poirazis, 2004; Gratia & De Herde, 2004; Shameri et al, 2013;) و یا ساختمان‌های بلند مرتبه و برج ها (Ahriz et al, 2022; Rezaie et al, 2024) مورد بررسی قرار گرفته اند. اما این پژوهش سعی دارد بر جنبه های کنترل آلودگی صوتی این نماها در ساختمان های میان مرتبه مسکونی تمرکز کند. در ادامه به بررسی پژوهش های مرتبط با موضوع این مقاله می پردازیم.

نستازه و همکارانش (2022)[1] در پژوهشی در بازه‌های زمانی طولانی‌تر، در ارتباط با انتقال حرارت و اندازه‌گیری‌های دقیق، در بازه‌های زمانی کوتاه‌تر، برای پارامترهای عایق صدا و آسایش حرارتی دریافتند که نماهای دوپوسته می‌توانند به کاهش نویز، بهبود آسایش حرارتی داخلی و افزایش عملکرد انرژی در مقایسه با نماهای تک‌شیشه معمولی کمک کنند، اما در محدوده‌های خاصی.

[1] Năstase et al, 2022

لی و همکارانش (2022)[2] پژوهشی با هدف بررسی عملکرد صوتی لوورهای سایه‌انداز و دریچه‌های هوا در نمای دو پوسته (DSF) همراه با عملکرد تهویه طبیعی انجام دادند. بدین منظور یک ماکت نمای دو پوسته برای کاهش نویز در محفظه طنین بسته به درصد سطح باز دریچه هوا (به عنوان مثال، 100٪ در مقابل 40٪)، نوع لوورهای سایه (مانند، عمودی در مقابل افقی)، جهت گیری لوورهای سایه انداز آزمایش شد. علاوه بر این، یک مطالعه شبیه‌سازی اولیه با استفاده از نرم‌افزار دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) برای پیش‌بینی سرعت هوا و توزیع دمای هوا در داخل حفره هوای نمای دو پوسته انجام شد. نتایج نشان داد که نمای دو پوسته 33 تا 36 دسی بل آلودگی صوتی محیط را کاهش می دهد. پرده های سایه بان عمودی که در زاویه 90 درجه کج می شوند، که یک موقعیت بسته است، در کاهش نویز 3 تا 6 دسی بل موثر بود. اما درصد سطح باز دریچه هوا، پارچه آکوستیک لوورهای سایه‌انداز و نوع لوورهای سایه‌زن در کاهش نویز نقش مهمی نداشتند. نتایج مطالعه شبیه‌سازی اولیه CFD همچنین نشان داد که تنظیمات دریچه هوا می‌تواند جریان ورودی حجم هوای بیرون را با سرعت هوای راحت 1.5 متر بر ثانیه بهبود بخشد.

هو و همکارانش (2021)[3] در پژوهش خود به چالش جدی در زمینه نماهای دوپوسته و آلودگی صوتی اشاره کردند آنها بیان کردند که ادبیات موجود کمبود آشکار ابزارهای شبیه‌سازی را برای طراحی، تجزیه و تحلیل و ارزیابی عملکرد عایق صوتی سازه‌های ساختمانی نشان می‌دهد، به ویژه زمانی که فرکانس مورد علاقه بیشتر می‌شود. برای مقابله با این مشکل، یک روش تابع انتقال متراکم مبتنی بر عددی در کنار یک طرح محاسبه تکه‌ای، برای بررسی یک سیستم نمای دو پوسته ساده شده، اقتباس شده است. این روش با پذیرش فلسفه ساختار فرعی، جایگزین جذابی برای تحلیل‌های موجود از نظر ارائه کارایی محاسباتی پیشرفته و توصیف فیزیکی سیستم ارائه می‌کند. آنالیزهای عددی مسیرهای انتقال صدای غالب را در یک اتاق، نشان می‌دهند. در همین حال، به عنوان دستگاه‌های کاهش صدا، پانل‌های ریز سوراخ‌دار در دو آرایش مورد بررسی قرار می‌گیرند و رفتارهای جذب صدا و اصول طراحی متفاوتی را ایجاد می‌کنند. مدل پیشنهادی با سایر سازه‌های ساختمان اجازه ادغام می دهند.

باتیستا کوری و همکارانش (2019)[4] در پژوهشی با هدف حذف آلودگی صوتی بر روی ساختمان سنتی معلق به میراث فرهنگی یونسکو تعلق که از آن برای کلاس های تحصیلات تکمیلی دانشگاه ملی مکزیک استفاده می کردند، دو گزینه پیشنهاد دادند: اول ایجاد یک سد عایق واقع در لبه ملک که جریان خودرو و مجموعه معماری را تقسیم می کند. دوم اینکه نماهای دو پوسته با شیشه فتوولتائیک در فاصله دو متری از نمای اصلی، بدون جانبی که آن را می بندد. نتایج آزمون ها و شبیه سازی نشان داد که پیشنهاد اول به اندازه کافی صداهای مزاحم خیابان را کاهش نمی دهد بنابراین نماهای دو پوسته در فاصله دو متری اجرا شد. که تا 35 دسی بل صداهای مزاحم را کاهش می دهد.

تاوبر و همکارانش (2017)[5] در پژوهشی پتانسیل نماهای دو پوسته را برای ارائه کنترل نویز و قابلیت تهویه طبیعی بررسی می کنند. بدین منظور سه استراتژی را مورد ارزیابی قرار می دهند: 1) دستکاری مسیرهای صوتی از طریق افست بازشوها در دو پوسته نما. 2) استفاده از

[2] Lee et al, 2022
[3] Hu et al, 2021
[4] Bautista Kuri et al, 2019
[5] Tauber et al, 2017

مواد جاذب در فضای بینابینی نما. 3) روش‌های حذف نویز فعال با استفاده از تداخل موج مخرب که به نتایج موثری جهت طراحی نماهای دوپوسته با اولویت حذف آلودگی صوتی دست یافتند.

لی و همکارانش (2016)[6] در پژوهش خود بیان کردند دهانه های دریچه نمای دو پوسته باعث کاهش عملکرد صوتی حفره های هوای نمای دو پوسته می شود. زیرا نویز هوا منتقل شده از طریق دهانه های دریچه به صورت افقی و عمودی حرکت می کند. بنابراین، هدف پژوهش شبیه‌سازی عملکرد حرارتی حفره هوا با اثر پشته‌ای و تلفات انتقال نویز توسط پره‌های شیشه‌ای عمودی با استفاده از FloVENT و SoundFlow است. نمونه‌های آزمایشی مطالعه شبیه‌سازی CFD بر اساس حجم‌های فضایی مختلف حفره هوای نمای دو پوسته که توسط پره‌های شیشه‌ای عمودی تقسیم‌بندی شده‌اند، طراحی شده‌اند که بر تغییرات دمای هوا و جریان هوا در داخل حفره‌های هوا تأثیر می‌گذارند. نتایج به داده های مناسبی از نسبت طول به عمق حفره های هوای نماهای دو پوسته رسید.

اربن و همکارانش (2016)[7] نیز در پژوهشی عایق صوتی نماهای دو پوسته با تهویه طبیعی را بر اساس فرکانس تصادفی، فرکانس‌های تشدید ساختاری، فرکانس‌های تشدید حفره‌ای، ساخت نما، ابعاد و خواص مواد پیش‌بینی و تجزیه و تحلیل می‌کنند. نتایج نشان می دهد که پیش‌بینی‌های مدل با داده‌های اندازه‌گیری تأیید می‌شوند.

مبانی نظری پژوهش

بسیاری از مهندسان محیط تاکنون پژوهش هایی را در زمینه تأثیر نامطلوب آلودگی صوتی بر انسان انجام داده اند .برای مثال به (2009 ,Movafagh) و(Hedayati, 1994) می توان اشاره کرد. در این پژوهش سعی شده به منظور تکمیل روند پروژه های قبلی و با روش محاسبه آیین نامه 18 مقررات ملی و به کمک تحلیل داد ههای موجود، نحوه دستیابی به آسایش صوتی در محیط های مسکونی با مصالح رایج ارائه شود.

آکوستیک را می توان فن طراحی فضاها و بناها و سیستم های مکانیکی مطابق با نیازهای شنوایی دانست که با طراحی صحیح بتوان صدای مطلوب را شنید و نوفه(صداهای ناخواسته)را تا حد قابل قبول کاهش داد .در اینجا ابتدا معرفی کوتاهی درباره ویژگی های صوت می شود :صدا دارای دو عامل فیزیکی(بسامد، شدت صدا)و روانی(زیر و بم، بلندی صدا)است .این دو عامل با هم متناظر هستند یعنی وقتی صحبت از زیر و بمی صدا م یکنیم منظور همان بسامد صدا است یا شدت صدا همان بلندی صدا است .اما ساختار گوش انسان به گونه ای است که اگر شدت ثابت بماند و بسامد تغییر کند شخص احساس م یکند که بلندی صدا تغییر کرده است، در حالی که چنین نیست. در معماری، هدف کنترل (Jacobsen et al., 2011).

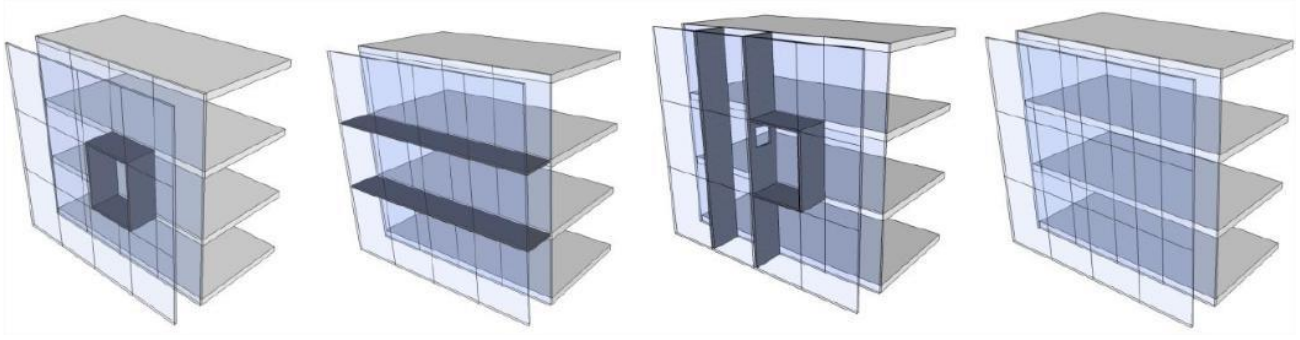
صدا را می توان به سه حالت نغمه ناب، نغمه و نوفه دسته بندی کرد نوفه است .صدای ترافیک، هواپیما و ... از جمله صداهای نوفه می باشد .برای کنترل نوفه باید ابتدا بتوان میزان صدا را اندازه گیری کرد .حداکثر تراز شنوایی انسان 140 دسی بل است؛ یعنی اگر تراز صدا بیشتر از 140 دسی بل شود، پرده , (Jacobsen et al., 2011) . گوش انسان پاره می شود و صدای زیر 40 دسی بل در منطقه سکوت قرار دارد .

[6] Lee et al, 2016
[7] Urbán et al, 2016

برای آکوستیک کردن ساختمان باید موارد زیر را در نظر گرفت 1. برسنج نوفه 2. صدا بندی جداره ها 3. ساکت سازی سیستم های تأسیساتی 4. شکل بنا 5. تراز صدای خواسته. برسنج نوفه برای ساختما نها با کاربری های مختلف در آیین نامه مقررات ملی مبحث 18آمده است .علاوه بر سر و صدای محیط بیرونی که شامل صدای ترافیک می شود، باید صداهای موجود داخل فضا را نیز تحت کنترل قرار دارد .این موضوع به ویژه در سالن های کنفرانس یا تالارها و سینماها حائز اهمیت است (Hedayati,1994).

نمای دو پوسته:

مفهوم نمای دو پوسته (DSF) به ابتدای قرن بیستم یا حتی بیشتر از آن برمی گردد. بنابراین برای معماران و مهندسان به خوبی شناخته شده است و در طول سال ها به طور متناوب مورد توجه و انتقاد قرار گرفته است. شور و شوق در مورد این مفهوم اغلب با سطوح شفاف و بزرگ، حفظ زیبایی شناسی و دید نماهای تاریخی زیرین، ادغام احتمالی عملکردهای مختلف پوشش پویا، بهبود عملکرد انرژی بالقوه، کاهش سطح آلودگی صوتی و سایر ویژگی های معماری ارزشمند توضیح داده می شود. نمای دو پوسته (Double Skin Facade) تلاشی از سوی محققان این صنعت به‌منظور ارتقا کارایی نماهای ساختمانی می‌باشد. اگرچه این نما آن‌قدرها ناشناخته نیست اما در واقع تمامی افراد اطلاعات کافی در مورد انواع آن، کارکردهای مختلفش و جنس متریال های به‌کاررفته در آن نداشته و فقط آن را نمایی دارای دو لایه شفاف با امکان جریان یافتن هوا در بین دو پوسته تصور می‌کنند. اگرچه ایجاد تهویه طبیعی از مزایای حتمی این نوع نماها است اما کنترل کامل صوت، باد و باران، امکان استفاده از نور طبیعی و عایق در برابر شرایط جوی نامساعد، نمای دوپوسته را چنان مطلوب قرار داده که در هرجای کشورهای اروپایی به‌عنوان یک سبک از معماری و نمای مدرن توانسته قلب تپنده صنعت طراحی نما گردد.



تصویر شماره 1 : نمای دوپوسته سیستمی است که از دو لایه شیشه که هوا در بین حفره میان دو شیشه در جریان است تشکیل شده است

مزایای نمای دو پوست

1-کاهش اوج فشار باد 2-بهبود بهروری انرژی نما 3-افزایش استفاده از حرارت خورشیدی در فصل زمستان 4-کاهش تلفات حرارتی در زمستان 5-کاهش کلی افزایش حرارت خورشیدی در فصل تابستان - 6استفاده از تهویه طبیعی 7-جلوگیری از ورود سر و صدا 8-استفاده مفید از نور روز

نماهای دو پوسته بهترین انتخاب برای کنترل تعامل بین فضاهای داخلی و خارجی است. نماهای دوجداره اخیراً برای افزایش شفافیت هم در بازسازی ساختمان و هم در ساخت و سازهای جدید بیشتر مورد استفاده قرار گرفته اند. اگرچه مشکلات تابش خیره کننده ممکن است بدتر شود، نماهای دو لایه سطح روشنایی و نمای بیرون را بهبود می بخشد. هنگامی که یک نمای شیشه ای معمولی را با نمای شیشه ای با یک لایه اضافی از لعاب مقایسه می کنیم، می توان اتلاف گرما و سر و صدای بیرون را کاهش داد (Melgaard et al, 2023)

نمای دو پوسته براساس اصول چند لایه ای‌ها شکل گرفته است. این نماها شامل یک نمای خارجی، یک فضای میانی و یک نمای داخلی است. لایه خارجی وظیفه حفاظت در برابر هوا را دارد و همچنین عایق صوتی در برابر سروصدای خارجی است و معمولا دارای بازشوهایی برای تهویه فضای میانی و اتاق های داخلی می باشد. جریان هوا از طریق فضای میانی یک نمای دو پوسته و به وسیله جریان همرفتی و یا مکش، فعال می شود. برای تطابق بیشتر با شرایط محیطی این امکان نیز وجود دارد که بازشوهای لایه بیرونی کاملا بسته شود (افشین مهر و همکاران، 1394).

امروزه فعالان بازار ساخت و ساز به خوبی می¬دانند نمای دوپوسته چیست؟ نمای دو پوسته یک رویکرد معماری است که در طراحی ساختمان‌ها برای بهبود عملکرد انرژی و ایجاد شرایط داخلی بهینه به کار می‌رود. این سیستم از دو لایه یا پوسته به عنوان واسطه بین داخل و خارج ساختمان تشکیل شده است. هر یک از این پوسته ها وظایف و خصوصیات خاص خود را دارند. این رویکرد معماری به طراحان امکان می‌دهد تا متناسب با محیط زیست و نیازهای ساکنان، ساختمان های هوشمند و پایدارتری ایجاد کنند. نمای دوپوسته ساختمان یک ساختار پاکتی است که متشکل از دو پوسته شفاف است که توسط یک محفظه هوا جدا می‌شوند. نمای دو پوسته شکلی از نمای فعال است، زیرا این تجهیزات همانند فن‌ها یا سنسورها حرارت خورشید را به کار می گیرند.

تصویر شماره 2 نمای دو پوسته

پو سته ساختمان به عنوان جدا کننده فضای داخلی و محیط خارجی ساختمان نقش مهمی در رفتار حرارتی ساختمان دارد. این بخش از ساختمان به عنوان مهمترین منبع دریافت نور و انرژی خورشیدی بر گرمایش و سرمایش تهویه تعمدی و ناخواسته کنترل نوفه های صوتی کیفیت طراحی و اجرا و ابعاد زیبایی شناسی تأثیر قابل توجهی در میان سایر اجزای ساختمان دارد (Yellamraju, 2004).

پو سته ساختمان به شکل سنتی به عنوان حائلی بین ف ضای داخلی و شرایط آب و هوایی متغیر خارجی ساختمان بوده ا ست و ارزیابی عملکرد آن با توجه به توانایی تفکیک فضـای داخلی و خارجی سـاختمان صـورت می گرفته اسـت در حالی که ایده های نوین طراحی به پوســـته ســـاختمان به عنوان حائلی که موجب ایجاد تعادل بین فضـــای داخلی و محیط خارج ســـاختمان می گردد، نگاه میکند (McClintock, 1997).

از آنجا که در نماهای دو پوسته جریان هوا (Airflow) بسیار حائز اهمیت است این نماها به دو گروه اصلی یعنی نماهای دارای تهویه (Ventilated)و نماهای فاقد تهویه (Air Tight) تفکیک می شوند. سیستم‌های تهویه دار اعم از مکانیکی یا طبیعی بر اساس شرایط محیطی و نیازهای خاص هر ساختمان اجرا می‌شوند. در مورد تهویه مکانیکی، مقدار معینی از هوا به داخل منتقل می‌شود، در حالی که تهویه طبیعی از نیروی باد و پدیده‌های دینامیکی هوا بهره می‌برد تا به تبادل هوای موثری دست یابد. در برخی طراحی‌ها ارتباط هوایی بین تمام طبقات برقرار است که این امر به تهویه بهتر کمک می‌کند. اما در سایر موارد، لایه بیرونی هر طبقه از دیگر طبقات جدا است. این طراحی می‌تواند به دلایل خاصی از جمله بهبود عملکرد حرارتی یا ایجاد حریم خصوصی انتخاب شود. این گوناگونی در طراحی و کاربرد، نماهای دوپوسته را به یک انتخاب مناسب برای طیف وسیعی از ساختمان‌ها با نیازهای متفاوت تبدیل می‌کند. نمای دوپوسته مزیت‌هایی همچون عایق بودن در برابر گرما، کاهش صدا، بهبود کیفیت هوای اطراف، اثرات بصری زیبا و مزایای اقتصادی را به ارمغان می‌آورد. بدین ترتیب می‌توان

نماهای دو پوسته را بدین گونه طبقه بندی کرد:

- **نماهای پنجره‌ای(Box window facade)**
- **نماهای شفت جعبه‌ای(Shaft-box facade)**
- **نماهای کریدوری(Corridor facade)**
- **نماهای چندطبقه(Multi-story facade)**

لایه های نمای دو پوسته عبارتند از شیشه بیرونی، شیشه دورنی و حفره هوای بین دو شیشه می باشد.

شیشه بیرونی: معمولا شیشه منفرد سخت شده است و نمای بیرونی می تواند کاملا شیشه ای باشد

شیشه درونی: شیشه دو لایه عایق شده (انواع شیشه های خورشیدی می تواند مورد استفاده قرار گیرد) می باشد و ممکن است این لایه کاملا شیشه ای باشد.

حفره هوای بین دو شیشه: حفره مابین دو پوسته میتواند کاملا طبیعی یا مکانیکی تهویه شود. پهنای حفره بین 20 سانتیمتر تا 2 متر متغیر است و این پهنا زمانی که نما به عنوان نگهدارنده عمل می کند اثرگذار می باشد.

ناگفته نماند که امکان باز کردن پنجره های داخلی توسط کاربران به منظور تهویه هوا وجود دارد و تنظیم اتوماتیک سایه خورشید می تواند به طور یکپارچه در داخل حفره انجام شود (افشین مهر و همکاران، 1394).

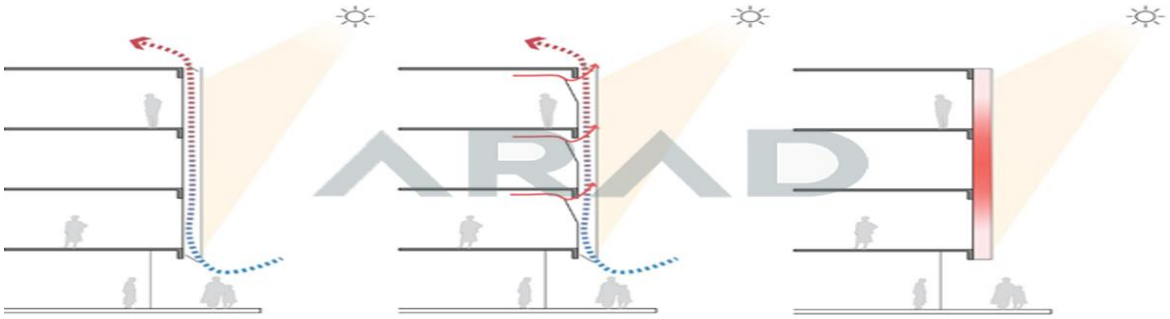
ویژگی ها و عملکرد نمای دو پوسته

در این بخش به این می پردازیم که ویژگی‌ها و عملکرد نمای دوپوسته چیست؟ این نوع نما با توانایی‌های چندگانه خود، تحولی در معماری مدرن ایجاد کرده است.

•**عایق حرارتی :**نمای دو پوسته به عنوان یک سیستم عایق حرارتی عمل می کند. فضای بین دو پوسته می تواند به عنوان عایق حرارتی عمل کرده و باعث کاهش مصرف انرژی برای سرمایش یا گرمایش ساختمان شود.

•**عایق صوتی :**حفره بین پوسته ها و مواد صوتی عایق در این نما باعث کاهش نفوذ صدا از محیط خارجی به داخل ساختمان می شود، این ویژگی باعث بهبود کیفیت محیط زندگی در داخل ساختمان می گردد.

•**تنظیم نور و حرارت خورشید :**پوسته خارجی می تواند نور خورشید را کنترل کرده و از حرارت خورشید به داخل ساختمان جلوگیری کند. این قابلیت باعث بهینه سازی مصرف انرژی برای سرمایش یا گرمایش می شود.



تصویر شماره 3

•**تهویه طبیعی :**در برخی از نماهای دو پوسته، فضای بین دو پوسته به عنوان یک سیستم تهویه طبیعی عمل می کند. جریان هوای بین پوسته ها باعث بهبود کیفیت هوای داخلی و افزایش راحتی ساکنان می شود.

•**کنترل انرژی :**این نما با تنظیم اندازه فضای بین پوسته ها و مدیریت مناسب جریان هوا می تواند به کنترل بهینه دما و میزان انرژی مصرفی در ساختمان کمک کند.

•**پویایی در طراحی :**معماران می توانند طراحی های خلاقانه و پویاتری را به اجرا درآورند، زیرا این نوع نما می تواند با انواع طرح ها

متناسب با شرایط محیطی سازگار باشد.

•**کاهش مصرف انرژی :**این نما با بهینه سازی عملکرد حرارتی و نوری می تواند مصرف انرژی ساختمان را به شدت کاهش دهد.

عایق صوتی:

نمای دوپوسته در ساختمان‌ها نه تنها به عنوان عنصری زیباشناختی عمل می‌کند، بلکه دارای کارکردهای متعددی از جمله عایق صوتی است. این نوع نما با ایجاد فضایی بین دو لایه خود می‌تواند صداهای مزاحم از محیط بیرونی را به شدت کاهش دهد. این ویژگی باعث بهبود قابل توجه در کیفیت زندگی داخل ساختمان‌ها می‌شود، زیرا سکون و آرامش را در محیط‌های پر سر و صدا تضمین می‌کند. نمای دوپوسته با استفاده از مواد عایق صوتی و طراحی مناسب می‌تواند به یک عنصر کلیدی در کاهش آلودگی صوتی تبدیل شود و محیطی آرام و دلنشین برای ساکنان فراهم آورد.

نویز به طور کلی به عنوان یک اثر ناخواسته صدا تعریف می شود که می تواند از نظر فیزیولوژیکی و روانی ثبت شود (Kang, 2007). آلودگی صدا از نظر کیفی در مباحث روان شناسی به صوتی ناخوشایند نامطلوب و ناخواسته اطلاق می‌شود. از نظر کمی، سروصدا ترکیبی از اصوات گوناگون با شدت و طول موج‌های مختلف است که برای گوش ناخوشایندند و ترکیب مشخص و معینی ندارند (اویسی و دیگران، 1386). مناسب ترین مقیاس جهت به دست آوردن متوسط تراز فشار صوت به منظور تعیین تر از سر و صدا در منابع صوتی متغیره مانند صدای ناشی از ترافیک که با زمان تغییر می کند. میزان تراز صوتی معادل بر حسب دسی بل " می باشد (عباسپور، 1371). استاندارد صدا در مناطق مسکونی ایران در روز ۵۵ دسی بل و در شب ۴۵ دسی بل میبا شد (منوری ۱۳۸۰.) محیط مسکونی به عنوان فضایی که فرد بیشترین زمان از عمر خود را در آن میگذراند نیز از مواجهه با این اثر زیان‌بار محیطی مستثنی نیست بنابراین در طراحی آنها تأمین آسایش صوتی نیازمند توجه و اتخاذ تدابیری است تا از نوفه صداهای مزاحم بیش از حد استاندارد در محل کار و سکونت پیشگیری گردد (حقایق و همکاران، 1401).

آلودگی صوتی تهدید جدی برای سلامت انسانها است که به دلیل تنوع منابع (ترافیک، صنعت، محل کار و هم جواری) یکی از گسترده ترین خطرات برای سلامتی انسان به شمار می رود. از عمده ترین مشکلاتی که صداهای ناخواسته ایجاد می کنند آزردگی صوتی می باشد. آزردگی مربوط به واکنش به سروصدای ناخواسته است و زمانی رخ می دهد که سرو صدا با تفکر اصلی یا وظیفه ای که شخص در حال انجام آن است تداخل کند. اثرات بهداشتی ناشی از آلودگی صوتی شامل افت موقت و دایم شنوایی، اثرات فیزیولوژیکی عمومی مثل تحریکات عصبی، ضربان قلب، فشار خون، تغییر در دیواره شریانی و احتمال حمله قلبی، ناراحتی های اجتماعی مانند اثر برخواب و روابط اجتماعی و خانوادگی افراد مخصوصا هنگامی که افت شنوایی اتفاق می افتد (احمدی افزادی و عنایتی، 1399).

جدول1: ارزیابی انواع نما ها ی دو پوسته از نظر، میزان عایق بودن در برابر صدا

چند طبقه ای	کریدوری	پنجره ای	جعبه ای	نیزه ای
عایق در برابر صدا	در زمانی که سطح آلودگی صوتی خارج زیاد است مناسب می باشد	مشکل انتقال صدا از اتاق های مجاور وجود دارد	استفاده در زمانی که سطح آلودگی بالاست و نیاز به عایق بودن دو اتاق مجاور وجود دارد	عایق بهتری برای صداهای خارجی هستند.

روش پژوهش:

روش پژوهش در این مقاله به این صورت است که در ابتدا با توجه به میزان سر و صدای ناشی از ترافیک بلوار شهید بهشتی، میزان نوفه ای که به ساختمان می رسد .سپس میزان صدابندی جداره های محاسبه می شود .اگر میزان صدابندی مناسب نباشد راهکارهایی برای بهبود صدابندی جداره ها پیشنهاد می شود .محاسبات مربوطه تکرار شده و میزان صدابندی به دست آمده برای هر یک از تمهیدات با هم مقایسه شده و نتایج به صورت دسته بندی شده بیان می شود.

این پژوهش به طور همزمان از دو روش بهره می‌گیرد. بخش اول این مقاله که به مبانی نظری، مرور ادبیات تحقیق و پیشینه پژوهش اختصاص دارد به روش توصیفی – تحلیل و با هدف کاربردی، در بستر کتابخانه با مطالعه کتب، مقالات، مجلات، فصلنامه ها و پایان نامه ها میسر شده است. بخش دوم این پژوهش به مدلسازی و شبیه سازی توسط نرم افزار دیزاین بیلدر[8] اختصاص دارد.

نمونه مورد مطالعه در این پژوهش ساختمان اداری آموزشی برج فناوری واقع در سه راه 22 بهمن بلوار شهید بهشتی می باشد .

[8] DesignBuilder

- Benevolo L. The history of the city. London: Scholar Press; 1980.
- Alexandri, E., Jones, P., 2008. Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. Build. Environ. 4, (480-493).