



شناسایی سیستم‌های کامپوزیت عایق حرارتی خارجی (اتیکس): راه حلی نوین در دوام، پایداری و بهینه‌سازی مصرف انرژی ساختمان در ایران

نیلوفر جابری

کارشناس ارشد معماری، دانشگاه پیام نور مرکز بین‌الملل قشم

سید مهدی موسوی

عضو هیات علمی و دانشیار دانشگاه اراک، گروه مهندسی عمران

سید اردوان جان‌دل

کارشناس ارشد معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری

چکیده

این پژوهش بر شناسایی سیستم‌های کامپوزیت عایق حرارتی خارجی (ETICS) به عنوان راهکاری نوین در افزایش دوام، پایداری و بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌ها در ایران تمرکز دارد. مساله مورد مطالعه در این پژوهش، شناسایی و بررسی سامانه اتیکس به عنوان یکی از فناوری‌های کارآمد در دنیا در راستای بهبود بهره‌وری انرژی و در نتیجه کاهش اثرات زیست محیطی است. از اهداف این پژوهش، ارزیابی اثربخشی اتیکس در راستای نیل به افزایش عملکرد ساختمان و همچنین بررسی مزایا و ویژگی‌های آن در جهت اهداف پژوهش می‌باشد. روش تحقیق شامل بررسی ادبیات جامع، مطالعات موردی و بررسی کاربرد اتیکس در پروژه‌های اجرا شده در دنیا به منظور استفاده از این فناوری در ایران است. یافته‌ها نشان می‌دهد که اتیکس می‌تواند به طور قابل توجهی عایق حرارتی را بهبود بخشد، مصرف انرژی در ساختمان را کاهش دهد، دوام بنا را افزایش داده و به اهداف پایداری کمک شایانی نماید. نتایج پژوهش، اتیکس را به عنوان یک راه حل مقرون، به صرفه و سازگار با محیط زیست برای ساخت و ساز در ایران شناسایی می‌کند.

واژگان کلیدی: اتیکس، بهره‌وری انرژی، عایق حرارتی، پایداری

مقدمه

سیستم‌های کامپوزیت عایق حرارتی خارجی¹ (ETICS) با بهبود بهره‌وری انرژی، کاهش تلفات حرارتی، افزایش آسایش حرارتی و کمک به شیوه‌های ساخت و ساز پایدار، به طور قابل توجهی بر بهینه‌سازی ساختمان‌های امروزی تأثیر گزارده که این امر منجر به ایجاد سازه‌های سازگار با محیط‌زیست و همچنین سازه‌های مقرون به صرفه‌تر در دنیا شده است. (Parracha et al., 2021a) این سیستم‌ها، نه تنها با بهبود عایق حرارتی، به صرفه‌جویی قابل توجهی در انرژی کمک می‌کنند، بلکه نقش مهمی در طراحی معماری مدرن امروزی دارند. هدف این مقاله بررسی مزایا و شناسایی سیستم اتیکس و استفاده از این سامانه با بررسی تأثیر آن بر دوام، پایداری و بهره‌وری انرژی می‌باشد. به طور کلی، کاربرد اتیکس به طرز قابل توجهی در دهه‌های گذشته در دنیا و به ویژه در اروپا افزایش یافته است؛ چه در مبحث مقاوم‌سازی ساختمان‌ها و چه مبحث بهینه سازی مصرف انرژی. در واقع، استفاده از سامانه اتیکس در جهت مقاوم‌سازی حرارتی می‌تواند منجر به کاهش قابل توجه تلفات و سود انرژی شود. (Varela Luján, 2019) همچنین می‌تواند اثر پل حرارتی را کاهش داده و آسایش حرارتی را به دلیل افزایش اینرسی حرارتی بهبود بخشد. (Barreira and de Freitas, 2014) هزینه اجرای نسبتاً پایین و کاربرد آسان با امکان نصب بدون ایجاد مزاحمت برای ساکنین ساختمان‌ها از دیگر مزایای سیستم اتیکس می‌باشد. اتیکس همچنین باید مجموعه‌ای از الزامات مربوط به رفتار بهداشتی، چسبندگی به بستر مورد نظر، مقاومت در برابر ضربه و موارد دیگر را تأیید کند تا کیفیت مناسب و عملکرد مناسب آن در نظر گرفته شود. (EOTA, 2020) با این حال ناهنجاری‌های قابل توجهی در نماهای اتیکس در برخی موارد و مدت کوتاهی پس از استفاده از این سیستم‌ها شناسایی شده است. (Amaro et al., 2013; Kvande et al., 2018) غالب این مشکلات با مسائل مرتبط با آب و همچنین کنترل رطوبت در ارتباط هستند. (Maia et al., 2019; Parracha et al., 2020) در دهه‌های اخیر، بخش ساخت‌وساز در ایران، غالباً با چالش‌های مهمی در رابطه با مصرف انرژی، اثرات زیست محیطی و دوام ساختمان مواجه بوده است. شیوه‌های سنتی اجرای ساختمان، اغلب منجر به عملکرد حرارتی ضعیف شده که در نهایت سبب افزایش مصرف انرژی و هدررفت هرچه بیشتر گرمایش و سرمایش در ساختمان شده است. علاوه بر این، ناکافی بودن اثرات عایق در این بناها، منجر به ورود رطوبت، رشد قارچ و در نهایت زوال ساختاری تدریجی در این بناها شده است. پرداختن به اینگونه پرسش‌ها، نیازمند راه حل‌های نوآورانه‌ای است که می‌تواند عملکرد ساختمان را در حین ارتقاء پایداری، افزایش دهد. پذیرش اجرای سامانه اتیکس در بخش ساخت‌وساز در ایران، نتایج قابل توجهی از جمله بهبود در بهره‌وری انرژی، کاهش اثرات زیست محیطی و افزایش دوام سازه را در پی دارد. اتیکس با ارائه عایق حرارتی موثر و محافظت در برابر مسائل مربوط به آب‌وهوا، می‌تواند در به حداقل رساندن اتلاف گرما در طول ماه‌های زمستان و کاهش افزایش گرما در تابستان کمک شایانی نماید، که در نهایت منجر به کاهش مصرف انرژی و بهبود آسایش داخلی می‌شود. علاوه بر این، استفاده از اتیکس می‌تواند به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای مرتبط با عملیات ساختمانی، همسو با اهداف ساخت‌وساز در ایران، در راستای توسعه پایدار کمک شایانی نماید. تحقیقات قبلی در مورد سامانه اتیکس، اثربخشی آن را در افزایش عملکرد ساختمان در شرایط مختلف آب‌وهوایی نشان داده است. مطالعات در سراسر جهان، مزایای استفاده از سیستم اتیکس را از منظر صرفه‌جویی در انرژی، راحتی حرارتی و کنترل رطوبت بررسی نمودند. با این حال، تحقیقات جامعی که به طور خاص بر روی کاربرد اتیکس در ساختمان‌های ایران متمرکز باشد، وجود ندارد. درک نحوه عملکرد اتیکس در اقلیم منحصر به فرد و نوع شیوه‌های ساخت و ساز در ایران، برای به حداکثر رساندن مزایای بالقوه آن در عین پرداختن به چالش‌ها یا محدودیت‌های بالقوه ضروری است. این تحقیق با هدف بررسی امکان‌سنجی و اثربخشی اجرای اتیکس در ساخت و ساز در ایران به منظور بهبود دوام، پایداری و بهره‌وری انرژی انجام شده است. این پژوهش، عملکرد اتیکس را از نظر خواص عایق حرارتی، مقاومت در برابر رطوبت، دوام در شرایط آب و هوایی محلی و تأثیر کلی بر مصرف انرژی ساختمان ارزیابی خواهد کرد. این فرضیه‌ها، شامل این است که اتیکس به طور قابل توجهی بارهای گرمایشی و سرمایشی را کاهش داده، سطح آسایش داخل ساختمان را بهبود می‌بخشد و دوام ساختمان را در برابر عوامل محیطی مانند ورود رطوبت یا نوسانات دما افزایش می‌دهد.

1. External Thermal Insulation Composite Systems

روش تحقیق

روش تحقیق در این پژوهش، شامل بررسی جامع از منابع مختلف برای به دست آوردن بینش در مورد وضعیت فعلی دانش در مورد سامانه اتیکس است. جمعیت آماری برای این مطالعه، شامل بررسی مقالات علمی، مجموعه مقالات کنفرانس، گزارش‌های فنی و کتابهای منتشر شده در منابع معتبر است. سیستم‌های کامپوزیت عایق حرارتی خارجی (ETICS) سیستم‌های عایق‌بندی شده‌ای هستند که در قسمت بیرونی و به خصوص در نمای ساختمانها اعمال می‌شود. این سیستم‌ها به طور کلی از چندین لایه تشکیل شده‌اند: یک لایه عایق، یک لایه اتصال و یک لایه محافظ. اتیکس مزایای مختلفی نسبت به روشهای سنتی عایق ارائه می‌دهد: بهبود عایق حرارتی، جلوگیری از هدررفت گرما از طریق دیوارهای خارجی، مصرف انرژی بهینه، مقاومت در برابر هوازگی و آسیب رطوبت و تقویت دوام ساختمان‌ها. (کمیسون اروپا، ۲۰۲۱) در ایران، کشوری که به دلیل تنوع بالای اقلیمی و وجود آب‌وهوای سخت در بسیاری از نقاط آن، تقاضای انرژی روز به روز در حال افزایش است، اجرای سامانه اتیکس می‌تواند به طور قابل توجهی در کاهش مصرف کلی انرژی در ساختمان‌ها نقش داشته باشد. برای تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها از مطالعات انتخاب شده، روشهای تجزیه و تحلیل داده‌های کیفی مانند تجزیه و تحلیل موضوعی استفاده می‌شود. این رویکرد امکان شناسایی الگوها و مضامین موجود در داده‌هایی را فراهم می‌کند که می‌تواند بینشی متفاوت در مورد اثربخشی اتیکس‌ها در بهبود بهره‌وری انرژی ساختمان در زمینه‌های مختلف در ایران فراهم نماید. یافته‌های این تحقیق در چندین بخش ارائه می‌شود. در مرحله اول، مروری بر تاریخچه موجود در مورد اتیکس در دنیا ارائه می‌شود. ثانیاً، مطالعات موردی از جهان که نشان دهنده اجرای موفقیت‌آمیز اتیکس است، مورد شناسایی قرار خواهد گرفت. سرانجام، اجزای اتیکس، مزایا و ویژگی‌های استفاده از آن در اجرای ساختمان مورد بررسی قرار می‌گیرد.

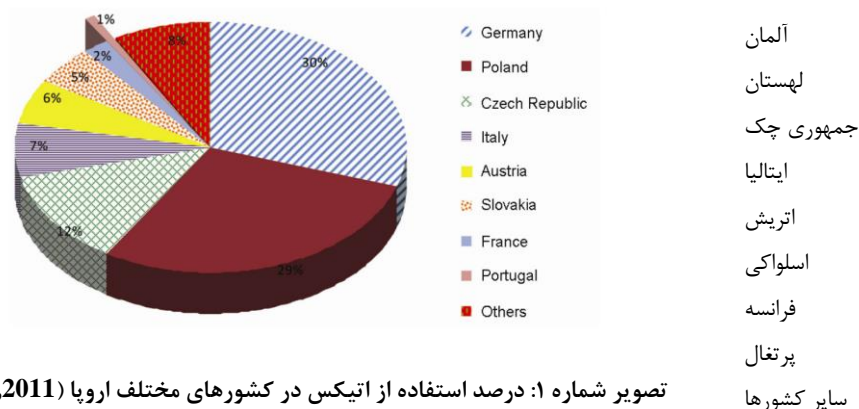
یافته‌ها

سیستم اتیکس به عنوان یک راه حل جدید و موثر برای افزایش دوام، پایداری و بهینه‌سازی انرژی ساخت‌وساز در ایران است. اجرای مصالح عایق بر روی دیوارهای خارجی ساختمان‌ها، سبب ایجاد مقاومت حرارتی بالا و کاهش انتقال حرارت خواهد شد. این پژوهش با هدف بررسی مزایا و ویژگی‌های مرتبط با پذیرش اجرای سیستم اتیکس در رویه‌های ساختمانی ایران انجام شده است. یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که استفاده از اتیکس می‌تواند به معنای بهبود کارایی ساختمان‌ها در ایران باشد. اتیکس با کاهش تلفات حرارتی از طریق دیوارهای خارجی، به حفظ دمای قابل مقایسه در داخل ساختمان کمک نموده و در عین حال هزینه‌های گرمایش و سرمایش را کاهش خواهد داد. علاوه بر این، استفاده از اتیکس می‌تواند علاوه بر افزایش دوام ساختمان، سبب جلوگیری از نفوذ رطوبت در این ساختمان‌ها شود.

پیشینه و تاریخچه

اتیکس در مناطق مختلف در سراسر جهان از جمله اروپا، آمریکای شمالی و آسیا محبوبیت پیدا کرده است. در اروپا، اتیکس به طور گسترده در کشورهایی مانند آلمان، ایتالیا و فرانسه برای رعایت استانداردها و مقررات سختگیرانه بهره‌وری انرژی استفاده شده است. از دهه ۱۹۵۰، و پس از جنگ جهانی دوم، سیستم‌های اتیکس، به عنوان عایق خارجی نماها، در اروپای مرکزی به کار گرفته شده‌اند. سیستم اتیکس ابتدا در کشور آلمان توسعه یافت و اولین سامانه اتیکس در یک ساختمان مسکونی در سال ۱۹۵۷ برلین اجرا گردید. (Künzel, 1975) موسسه IBP که در سال ۱۹۲۹ در اشتوتگارت تأسیس شد، با تمام جنبه‌های فیزیک ساختمان، از جمله صرفه‌جویی در انرژی، حفاظت در برابر رطوبت و آکوستیک ساختمان‌ها سروکار داشت. با این حال، عمده تحقیقات در مورد اتیکس و عملکرد آن‌ها، در محل آزمایش میدانی IBP در هولزکیرچن واقع در نزدیکی کوه‌های آلپ باواریایی، انجام شد. بنابراین مکان هولزکیرچن، که در ابتدا فقط برای استفاده موقت در نظر گرفته شده بود، هم اکنون نیز اعتبار خود را حفظ نموده است. در آسیا، کشورهایی مانند چین و ژاپن شروع به گنجاندن اتیکس در کدها و استانداردهای ساختمانی خود نمودند تا بهره‌وری انرژی و پایداری در پروژه‌های ساختمانی را افزایش دهند. (IBP, 2015) به دلیل ویژگی نوآورانه این سیستم، که در ابتدا تنها به شکل تخته‌های پلاستیکی فوم‌دار و گچ‌های رزین مصنوعی اجرا می‌شد، موسسه فیزیک ساختمان فرانکفورت (IBP) تحقیقات علمی را در

اوایل دهه ۱۹۷۰ آغاز کرد. با توجه به رشد تدریجی اهمیت سیستم‌های عایق دیوار خارجی در آلمان، آزمایش‌های متعدد در IBP در طول دهه‌های بعدی، ادامه پیدا کرد. (IBP, 2015) در آمریکای شمالی، اتیکس نیز به طور فزاینده‌ای به عنوان بخشی از تلاش‌ها برای ترویج شیوه‌های ساختمانی پایدار و کاهش انتشار کربن مورد استفاده قرار گرفته است. این مکان در سال ۱۹۵۱، به دلیل آب‌وهوای نسبتاً شدید، مربوط به نوسانات دمایی و بارندگی ناشی از باد، به عنوان مکانی معتبر جهت آزمایش هوازدگی برای IBP انتخاب شد. در سال ۱۹۷۵، اولین تحقیقات و آزمایشات، بر روی ۹۳ ساختمان در آلمان، اتریش و سوئیس انجام شد و در سال ۱۹۸۳، این تحقیقات، بر روی ۸۷ ساختمان دیگر نیز ادامه یافت. بدین ترتیب، در دهه ۱۹۸۰، استفاده از اتیکس در بازار ساخت‌وساز در اروپا، رایج شده بود. در سال ۱۹۸۹، ارزیابی‌های معادلی بر روی اتیکس با مواد عایق معدنی، انجام شد. آزمایشات و تحقیقات بیشتر در سال ۱۹۹۵، و نیز بر روی تعداد منتخبی از ساختمان‌های بزرگ‌تر در سال ۲۰۰۴، به منظور ارزیابی رفتار بلندمدت و ثبت ضرورت اقدامات نوسازی، انجام شد. (IBP, 2015) در طول سالیان متمادی، اتیکس توسط نوآوری‌های مختلفی، به تکامل فعلی رسیده است. این نوآوری‌ها، شامل بهبود در مواد عایق، مانند پلی‌استایرن منبسط شده (EPS) پشم معدنی و فوم پلی‌یورتان است که سبب بهینه‌سازی در عملکرد حرارتی اتیکس و دوام عالی آن می‌شود. پیشرفت در فناوری‌های چسب نیز نقش مهمی در افزایش استحکام باند و طول عمر سیستم‌های اتیکس، ایفا کرده است. علاوه بر این، پیشرفت در پوشش‌های تکمیلی، معماران و طراحان را قادر می‌سازد تا به تطبیق‌پذیری زیبایی‌شناختی دست یافته و در عین حال به سطوح بالایی از بهره‌وری انرژی برسند. (اتیکس مانا، ۱۴۰۳) در طول چند دهه گذشته، اتیکس پرکاربردترین راه حل در جهت بهبود بهره‌وری انرژی ساختمان‌ها در تمام کشورهای عضو اتحادیه اروپا بوده است. (Lengsfeld et al., 2015) در اروپا، بیش از ۲ میلیارد مترمربع سامانه اتیکس در حال حاضر اجرا و نصب شده است. این موضوع، نشان دهنده تجربیات موفق سیستم اتیکس می‌باشد. (Paskar, 2017)



روند آغاز و توسعه اتیکس در نگاهی اجمالی

- اتیکس برای اولین بار در آلمان توسعه یافت.
- در دهه ۱۹۲۰، پاشش‌اندود بر روی سطوح ساختمانی، آغاز گردید.
- در سال ۱۹۲۲، تولید تخته عایق الیاف چوب، آغاز شد و به منظور عایق‌کاری حرارتی خارجی، مورد استفاده قرار گرفت.
- در سال ۱۹۳۸، استاندارد DIN 1101 برای عایق تخته الیاف چوب، تدوین و ارائه گردید.
- در سال ۱۹۴۳، در جهت ادامه و تکمیل، استاندارد DIN 1102 برای عایق تخته الیاف چوب، تدوین و ارائه گردید.
- در دهه ۱۹۵۰، اندود با ترکیب شدن با الیاف مشبک، سبب جلوگیری از هرگونه ترک خوردگی شد.
- در دهه ۱۹۵۰، اتیکس با ورود به بازار، به جهت جلوگیری از انتشار نم و رطوبت، و همچنین حفظ کیفیت اقلام ذخیره شده، به طور معمول در سیلوها مورد استفاده قرار گرفت.

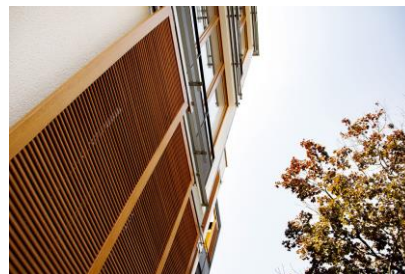
- در سال ۱۹۵۷، اتیکس برای نخستین بار در ساختمان‌های مسکونی مورد استفاده قرار گرفت.
- در دهه ۱۹۶۰، بسیاری از شرکت‌ها به اتیکس پیوستند.
- در سال ۱۹۶۹، برای اولین بار استاندارد DIN4108، برای عایق حرارتی ساختمان‌ها تدوین و اجرا شد.
- در دهه ۱۹۷۰، سیستم‌های اتیکس، به صورت گسترده در سراسر سوئد اجرا شد.
- در اکتبر ۱۹۷۳، نخستین بحران نفتی در اروپا اتفاق داد و این موضوع، سرمنشا نگرشی متفاوت به اتیکس بود.
- در دهه ۱۹۸۰، به سبب تشویق و حمایت دولت، اتیکس در ساخت‌وسازهای جدید، رشد قابل توجهی به دنبال داشت.
- در دهه ۱۹۹۰، مزایای اتیکس فراگیر شد و استفاده از آن به سرعت افزایش یافت.
- در دهه ۱۹۹۰، ضخامت عایق نیز افزایش یافت.
- در دهه ۱۹۹۰، پس از اجرای استاندارد در ترکیه، اتیکس به طور گسترده مورد استفاده قرار گرفت. (اتیکس مانا، ۱۴۰۳)

نمونه موردی: برندگان سمپوزیوم اتیکس EAE AWARDS در سال ۲۰۲۱ در دنیا

در بخش نوسازی مسکونی

۱. ویلای وستند در برلین آلمان:

پروژه ویلای وستند برلین آلمان، یک ساختمان مسکونی پیشرفته است که در منطقه مجلل Westend برلین، در آلمان واقع شده است. این پروژه، شامل نوسازی و گسترش یک مستعمره ویلایی تاریخی، به ویژه در بخش «اشن آلی» و «پلاتانان آلی»، برای ایجاد تجربه یک زندگی مدرن و مجلل، با حفظ میراث و ویژگی‌های ساختمان‌های اصلی است. لازم به ذکر است که امکانات نسبتاً لوکس و اولیه، در سال ۱۹۹۹ و ۲۰۰۰ برای آن، در نظر گرفته شده است. (EAE, 2021) پروژه وستند ویلا در برلین، یک تلاش معماری قابل توجه است که عناصر طراحی مدرن را با حفظ ماهیت تاریخی منطقه به نمایش می‌گذارد. این پروژه به دلیل رویکرد نوآورانه خود برای ادغام سیستم کامپوزیت عایق حرارتی خارجی (ETICS) در ارتفاع نمای آن، که هم جذابیت زیبایی شناختی و هم بهره‌وری انرژی ساختمان را افزایش می‌دهد، شناخته شده است. جزئیات معماری پروژه ویلا وستند، ترکیبی هماهنگ از سبک‌های معاصر و سنتی است. این ویلا دارای خطوط مشخص و پنجره‌های بزرگی است که نور طبیعی را به فضاهای داخلی ساختمان هدایت کرده و در نهایت ایجاد یک پالت رنگی مینیمالیستی که حس پیچیدگی را به بیننده القاء می‌کند. استفاده از مواد باکیفیت مانند شیشه، فولاد و بتن، رنگ شفاف و حس مجلل بودن را به طراحی کلی ساختمان بخشیده است. یکی از ویژگی‌های برجسته پروژه وستند ویلا، ادغام سیستم اتیکس در نمای ساختمان در ارتفاع است که عایق حرارتی و بهره‌وری انرژی را بهبود می‌بخشد. علاوه بر مزایای عملکردی، سیستم اتیکس با ایجاد یک نمای بدون درز با پوششی براق به جذابیت بصری ویلا نیز کمک می‌کند. معماران در پشت پروژه وستند ویلا، توجه دقیقی به جزئیات داشته و اطمینان حاصل نمودند که هر جنبه‌ای از طراحی، در خدمت اهداف عملی و زیبایی است. از چیدمان اتاق‌ها گرفته تا انتخاب وسایل روشنایی، هر عنصری با دقت در نظر گرفته شد تا فضایی ایجاد شود که نه تنها از نظر بصری خیره کننده باشد، بلکه برای ساکنانش بسیار کاربردی باشد.



تصویر شماره ۲ و ۳: ویلای وستند در برلین آلمان (EAE, 2021)

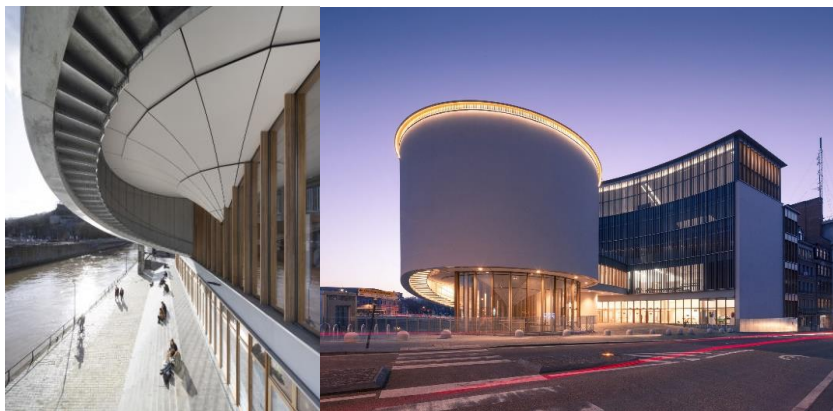
در بخش ساختمان‌های غیر مسکونی

۲. مرکز فرهنگی مزون در منطقه نامور بلژیک

این مرکز فرهنگی، در منطقه نامور در کشور بلژیک واقع شده و در این پروژه، فیلیپ سامین و همکاران، بخش طراحی و معماری آن را به عهده گرفته‌اند. (EAE, 2021) مرکز مزون، دارای فضاهای متعددی از قبیل تئاتر، محوطه نمایشگاه، بخش هنرمندان، استودیو و غیره می‌باشد. این ساختمان، به عنوان یک مرکز فرهنگی در استان نامور، عمل می‌کند و فضایی را برای رونق فعالیت‌های مختلف هنری و فرهنگی در دل خود جای داده است. هدف از طراحی و ساخت این پروژه، فراهم کردن امکاناتی مدرن و کاربردی است که نیازهای متنوع جامعه را برآورده کند. طراحی معماری این مرکز، ترکیبی از زیبایی‌شناسی و عملکرد معماری معاصر را به نمایش می‌گذارد. نمای ساختمان، با خطوط براق، استفاده نوآورانه از مصالح و ادغام هماهنگ با محیط اطراف، مشخص می‌شود. فضاهای داخلی به گونه‌ای برنامه‌ریزی شده است که رویدادهای فرهنگی، نمایشگاه‌ها، اجراها و گردهمایی‌های مختلف را در خود جای دهد.

اجرای اتیکس در مرکز فرهنگی مزون بلژیک

فرآیند اجرای اتیکس در مرکز فرهنگی مزون با آماده سازی دیوارهای خارجی به جهت عایق کاری آغاز شد. در این بخش هر گونه پوشش یا آلودگی قدیمی در ساختمان، کاملاً تمیز، خشک و بدون نقص آماده شد. پس از آماده شدن، نمای بیرونی ساختمان بر اساس رسانایی حرارتی، دوام و سازگاری آن با سایر مصالح مورد استفاده در ساخت ساختمان انتخاب شد. انتخاب مصالح مناسب برای اجرای اتیکس در مرکز فرهنگی مزون، در راستای موفقیت هنری و فرهنگی این ساختمان، بسیار حائز اهمیت بود. در نتیجه، اتیکس با موفقیت بر روی دیوارهای بیرونی در مرکز فرهنگی مزون اعمال شد و عایق حرارتی بسیار مناسبی را در عین حفظ یکپارچگی ساختاری و امکان انتقال بخار رطوبت به خارج از سطح را فراهم نمود.



تصویر شماره ۴ و ۵- مرکز فرهنگی مزون در استان نامور بلژیک: (EAE, 2021)

۳. ویلا کاملئون در منطقه زورسل بلژیک

ویلا کاملئون در منطقه‌ای جنگلی و سرسبز در اطراف آنتورپ ساخته شده است. این خانه مراقبت در شهرداری کوچک زورسل به ابتکار یک مشتری خصوصی طراحی شده است و در کشور بلژیک قرار دارد. این پروژه در سال ۲۰۲۱ به عنوان یکی از برندگان جایزه سمپوزیوم اتیکس شناخته شد. ویلا کاملئون یک خانه مراقبتی نوساز با محل اقامت دائم برای ۹ بزرگسال معلول است. هنگامی که یک پدر بزرگ در تلاش برای یافتن خانه‌ای گرم و راحت برای نوه‌اش بود، طراحی یک ساختمان با دسترسی راحت و مدرن را سفارش داد که در آن مراقبت و کیفیت زندگی در اولویت قرار داشت. آنها با یک سازمان غیرانتفاعی Emmaus همکاری کردند تا یک پروژه مسکونی برای نوه خانواده و هشت ساکن دیگر دارای معلولیت ذهنی ایجاد کنند. (EAE, 2021)

مشخصات اتیکس به کار رفته در ویلا کاملئون

اتیکس به کار رفته در این ویلا شامل استفاده از عایق EPS، به ضخامت ۱۶۰ میلی‌متر و پوشش سیلیکونی، به اندازه دانه ۱ میلی‌متر می‌باشد. اتیکس با عایق EPS، ضخامت ۱۶۰ میلی‌متر، با کاشی و سرامیک در ۳ سایه مختلف سبز با روکش لعابی. هیچ کدام از کاشی‌ها بریده نشده‌اند، ابعاد نما و نازک‌کاری به گونه‌ای است که فقط از کاشی کامل استفاده شده است. جالب توجه است که همان کاشی‌های سرامیکی در فضای داخلی نیز به عنوان عنصری هماهنگ و تکراری در سرتاسر فضای داخلی ساختمان استفاده شده است. (EAE, 2021)



تصویر شماره ۶ و ۷- ویلا کاملئون در زورسل بلژیک (EAE, 2021)

اجزای اتیکس

سیستم‌های کامپوزیتی عایق حرارتی خارجی (ETICS) یک فناوری پایدار است که برای افزایش بهره‌وری انرژی ساختمان‌ها استفاده می‌شود. اجزای اولیه اتیکس شامل چسب یا اتصالات مکانیکی، مواد عایق حرارتی، پوشش پایه، مش تقویتی، پوشش نهایی و لوازم جانبی مختلف مانند مهره‌های گوشه و اتصالات انبساط است. (EOTA, 2013)

۱. **مواد عایق:** مواد عایق، جزء اصلی اتیکس بوده که مقاومت حرارتی اولیه را فراهم می‌کند. انتخاب ماده عایق، به عوامل مختلفی مانند عملکرد حرارتی، مقاومت در برابر آتش و اثرات محیطی بستگی دارد. مواد عایق حرارتی جزء اصلی سیستم اتیکس است و می‌تواند از مواد مختلفی مانند پلی استایرن منبسط شده (EPS)، پشم معدنی (MW) یا تخته‌های چوب پنبه طبیعی ساخته شود. (Pasker, 2017)

۲. **چسب:** از چسب برای چسباندن مواد عایق به دیوار بیرونی ساختمان، استفاده می‌شود. به طور کلی، در این بخش، دو نوع اصلی چسب وجود دارد: چسب‌های پایه سیمانی و چسب‌های مبتنی بر پلیمر. انتخاب چسب مناسب، بستگی به نوع ماده عایق، ماهیت لایه زیرین و نیازهای خاص در هر پروژه دارد. این چسب سبب می‌شود تا مواد عایق تحت شرایط محیطی مختلف به طور ایمن در جای خود باقی بمانند. (Künzel et al., 2006)

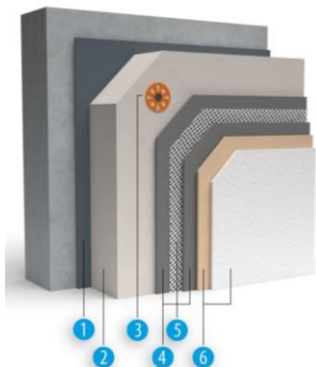
۳. **بست‌های مکانیکی:** علاوه بر چسب‌ها، اغلب از بست‌های مکانیکی، برای محکم کردن تخته‌های عایق، در لایه زیرین ساختمان، استفاده می‌شود. این امر، به ویژه در مناطقی که بارهای باد زیادی وجود دارد، یا زمانی که به پایداری سازه‌ای مزاد، اهمیت داده می‌شود، کاربرد دارد.

۴. **پوشش پایه:** یک پوشش پایه، بر روی مواد عایق اعمال می‌شود تا سطح صافی برای تکمیل و تعبیه مش تقویت کننده، ایجاد کند که استحکام و مقاومت در برابر ترک را به سیستم می‌افزاید.

۵. **مش تقویت کننده:** معمولاً از فایبرگلاس یا مواد مشابه، ساخته می‌شود. مش تقویت کننده، در لایه زیرین تعبیه می‌شود تا استحکام کششی ایجاد نموده و تنش‌ها را به طور یکنواخت در سطح مورد نظر، توزیع کند و از ترک خوردن آن نیز جلوگیری نماید.

۶. پوشش پایانی یا پوشش نهایی: این بخش، بیرونی‌ترین لایه اتیکس بوده و قابل مشاهده می‌باشد. محافظت از آب‌وهوا را به عهده داشته و کیفیت و زیبایی ساختمان را به نمایش می‌گذارد. این پوشش، در بافت‌ها و رنگ‌های مختلف ارائه می‌شود تا در بخش معماری و طراحی بنا، انعطاف‌پذیری بیشتری از خود نشان دهد.

۷. اجزا و لوازم جانبی: این لوازم، شامل طاقچه‌های پنجره، مهره‌های گوشه و سایر عناصر طراحی شده، برای اطمینان از نصب و عملکرد صحیح سیستم، این اجزا و لوازم در اطراف دهانه‌ها و لبه‌های ساختمان تعبیه می‌شود. (Pasker, 2017)

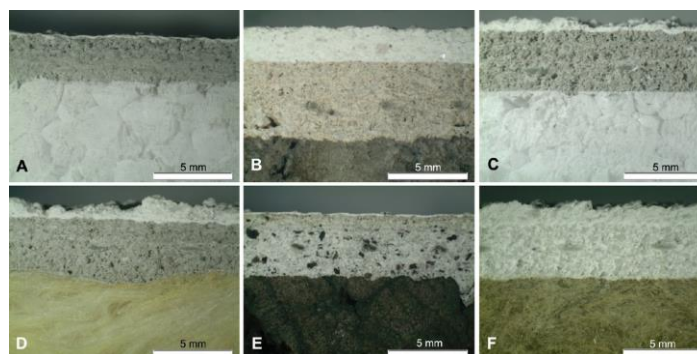


۱. چسب
۲. تخته عایق حرارتی
۳. بست‌های ثابت مکانیکی
۴. پوشش زیرین یا پایه
۵. مش تقویت کننده
۶. پوشش پایانی یا پوشش نهایی

تصویر شماره ۸- اجزای اتیکس (EAE, 2024)

پایداری اتیکس

پایداری اتیکس امری حائز اهمیت است؛ زیرا تولید و استفاده از این سیستم‌ها اثرات زیست محیطی دارد. به عنوان مثال، پتانسیل گرمایش جهانی (GWP) اجزای اتیکس شاخصه محیطی مهم است. ارزیابی و راستی آزمایی فرآیند پایداری عملکرد (AVCP) در اتحادیه اروپا، تولیدکنندگان اتیکس را ملزم می‌کند که محصولات خود را بر اساس معیارهای پایداری در معرض ارزیابی فنی اروپایی (ETA) قرار دهند. به یاد داشته باشید، در حالی که اتیکس می‌تواند به طور قابل توجهی کارایی انرژی یک ساختمان را بهبود بخشد، برای اطمینان از رویکردی پایدار، در نظر گرفتن کل تأثیر چرخه عمر این سیستم‌ها، از تولید تا دفع امری بسیار ضروری است.



تصویر شماره ۹- انواع سطح مقطع اتیکس (Parracha et al., 2021a)

موارد قابل اجرا با فناوری اتیکس

- مقاومت و نوسازی: یکی از کاربردهای اولیه اتیکس، در مقاوم‌سازی و نوسازی ساختمان‌های موجود است. بسیاری از ساختمان‌های قدیمی‌تر، با بازده حرارتی به نسبت کمتری ساخته شدند. اعمال اتیکس در این ساختارها، می‌تواند به طور قابل توجهی، به کاهش از دست دادن گرما در طول زمستان، کمک نموده و منجر به صرفه‌جویی قابل توجهی در انرژی شود.

- **ساخت و ساز جدید:** استفاده از اتیکس، در پروژه‌های ساختمانی جدید، از تطبیق ساختمان با استانداردهای بهره‌وری انرژی خبر می‌دهد. این نکته حائز اهمیت است که اتیکس، در مرحله طراحی نیز، امکان ادغام بهینه با معماری ساختمان را فراهم می‌کند. استفاده از اتیکس در این مرحله، دو فاکتور زیبایی‌شناسی در معماری را به همراه عملکرد حرارتی، به صورت همزمان با هم، ارائه می‌دهد.
- **ساختمان‌های مسکونی بلند مرتبه:** ساختمان‌های بلند مرتبه، به ویژه برج‌های مسکونی، به دلیل بودن در سطح وسیعی از نما که در معرض دمای خارجی قرار دارد، از فناوری اتیکس بهره‌مند می‌شوند. استفاده از اتیکس، می‌تواند به کاهش اثر «پل حرارتی»، که اغلب در چنین سازه‌هایی دیده می‌شود، کمک شایانی نماید؛ همان جایی که گرما، از طریق قسمت‌های کمتر عایق بندی شده، از پوشش ساختمان خارج می‌شود.
- **ساختمان‌های تجاری و عمومی:** مدارس، بیمارستان‌ها، ساختمان‌های اداری و سایر سازه‌های تجاری یا عمومی، از اتیکس، برای کاهش هزینه‌های عملیاتی، و کاهش مصرف انرژی به جهت گرمایش و سرمایش، بهره می‌برند. این فناوری، نه تنها به صرفه‌جویی مالی کمک می‌کند، بلکه از اهداف معماری پایدار نیز حمایت می‌کند.
- **کاربردهای خاص آب‌وهوا:** در مناطقی با شرایط آب‌وهوایی متفاوت - سرما و یا گرمای شدید - اتیکس نقش مهمی در حفظ دمای متعادل در داخل خانه، بدون اتکای بیش از حد به سیستم‌های گرمایش یا سرمایش مکانیکی دارد. این سازگاری، اتیکس را برای طیف گسترده‌ای از مناطق آب‌وهوایی مناسب می‌کند. (اتیکس مانا، ۱۴۰۳)

نحوه اجرای اتیکس

به طور کلی، اجرای اتیکس (ETICS)، نیازمند برنامه‌ریزی دقیق، اجرای صحیح و اطمینان از عایق‌کاری موثر نمای ساختمان است. در اینجا، به اجرای اتیکس در ۶ مرحله می‌پردازیم:

۱. **اجرای پوشش پایه:** پس از ارزیابی اولیه و بررسی کامل از سازه ساختمان، جهت تعیین ضخامت عایق مناسب، نوع مواد مورد نیاز و هر گونه موانع احتمالی که ممکن است بر فرآیند نصب تأثیر بگذارد، اقدامات لازم انجام می‌پذیرد. سطح بیرونی ساختمان به طور کامل تمیز شده تا هرگونه آلودگی، گردوغبار، ذرات سست یا آلاینده‌هایی که می‌توانند مانع چسبندگی شوند، پاک شود. پس از آن بخش‌های آسیب دیده تعمیر خواهند شد و از صاف بودن سطح، عدم وجود ترک یا شکاف اطمینان حاصل می‌شود. خط‌تراز بالاتر از سطح زمین نصب شده و از پیچ‌ها یا بست‌های مقاوم در برابر خوردگی استفاده خواهد شد.
۲. **نصب صفحات عایق:** جهت آماده‌سازی نصب صفحات عایق، یک لایه ملات چسب با استفاده از ماله، روی سطح تمیز و آماده شده اندود می‌شود. چسب، بایستی به طور یکنواخت روی سطح پخش شده تا پایه‌ای یک‌دست، جهت اتصال تخته‌های عایق، ایجاد نماید. صفحات عایق روی پوشش پایه مرطوب قرار گرفته و در جای خود، محکم می‌شوند. از تراز بودن تخته‌ها جهت اتصال مناسب، اطمینان حاصل می‌شود.
۳. **نصب بست‌های مکانیکی:** جهت محکم نمودن اکثر صفحات عایق در جای خود، در این مرحله، از بست‌های مکانیکی استفاده می‌شود. بست‌های مکانیکی در فواصل زمانی معین، طبق دستورالعمل سازنده بسته می‌شود. از اتصال مناسب بست‌های مکانیکی به پوشش زیرین خود و نیز ثبات آنها اطمینان حاصل می‌شود.
۴. **مش تقویت‌کننده:** در این بخش، توری یا مش تقویت‌کننده در لایه دوم ملات چسبی که روی صفحات عایق اعمال می‌شود، قرار داده می‌شود. توری تقویت‌کننده محکم به ملات مرطوب فشار داده شده تا از پوشش کامل و عدم وجود شکاف، اطمینان حاصل شود. مش تقویتی به استحکام سیستم، جلوگیری از ترک خوردگی و دوام آن، کمک می‌کند.
۵. **پرایمر:** لایه نهایی چسب روی مش تقویتی اندود می‌شود. پوشش نهایی صاف شده تا سطحی یکنواخت با ظاهری مناسب ایجاد شود. پوشش نهایی، به عنوان لایه‌ای محافظ در برابر آب‌وهوا بوده و به عنوان پایه‌ای برای تزیینات نما، عمل می‌کند.

علاوه بر آن، پوشش فوق، در برابر اشعه ماوراء بنفش و آسیب‌های مکانیکی، محافظت می‌کند. ملات چسبی DP، باید حداقل ۷۲ ساعت قبل از اجرای پوشش نهایی، محافظت و خشک شود.

۶. پوشش نهایی: پس از خشک شدن پوشش نهایی، می‌توان از روکش‌های تزئینی همانند پوشش‌های اکریلیک یا سیلیکونی، رندهای بافت‌دار یا رنگ استفاده نمود تا بدینوسیله، زیبایی نمای ساختمان را افزایش داد. پوشش‌های مذکور، در رنگ‌ها و بافت‌های متنوع و گسترده، به بازار عرضه شده‌اند. این روکش‌ها همچنین محافظ خوبی در برابر آب‌وهوا می‌باشند. جهت راندمان بالاتر، سیستم اتیکس را به طور منظم، بازرسی و نگهداری کرده تا از عملکرد و دوام طولانی مدت آن، اطمینان حاصل نمایید. تعمیر و نگهداری مستمر اتیکس، سبب جلوگیری از ورود رطوبت، اتلاف حرارتی یا تخریب سیستم عایق خواهد شد و عمر این سیستم را افزایش خواهد داد.

استانداردها و ضوابط اتیکس

- استاندارد ۱۱۰۵۶ (سازمان ملی استاندارد)

در سال ۱۳۸۷، سازمان ملی استاندارد ایران، با هدف تعیین الزامات فنی سامانه‌های مرکب عایق حرارتی بیرونی ساختمان (اتیکس)، استاندارد ۱۱۰۵۶ را منتشر نمود. در استاندارد مذکور، مشخصه‌های فنی مصالح اتیکس و روش‌های استاندارد آزمون این سامانه، به درستی مشخص شده است. این استاندارد، در آخرین بازنگری خود در سال ۱۴۰۱، به چاپ جدید رسید. (استاندارد ۱۱۰۵۶، ۱۳۸۷)

- نشریه ۷۱۴ (سازمان برنامه و بودجه)

نشریه شماره ۷۱۴ سازمان برنامه و بودجه کشور، در فصل یازدهم خود با عنوان «دستورالعمل طراحی سازه‌ای و الزامات و ضوابط عملکردی و اجرایی نمای خارجی ساختمان‌ها»، به الزامات طراحی و اجرای سامانه اتیکس به تفصیل پرداخته است. (نشریه ۷۱۴، ۱۳۹۵)

- مبحث ۱۹ مقررات ملی ایران (وزارت مسکن و شهرسازی)

مبحث نوزدهم مقررات ملی ایران، به بررسی صرفه‌جویی در مصرف انرژی ساختمان‌ها می‌پردازد. مطابق با این مبحث، ساختمان‌ها بر اساس میزان کارایی، در سه رده انرژی طبقه‌بندی می‌شوند که توضیحات مربوطه، در جدولی در مبحث فوق، ارائه شده است. (مبحث ۱۹ مقررات ملی، ۱۳۹۹)

- استاندارد ملی ۸۲۹۹ (سازمان ملی استاندارد)

در ادامه مبحث اتیکس، استاندارد ملی ۸۲۹۹ نیز با هدف طبقه‌بندی مصالح، فرآورده‌ها و اجزای ساختمانی، از نظر عملکرد در برابر آتش، به این مقوله پرداخته است. (استاندارد ملی ۸۲۹۹، ۱۳۸۴)

ویژگی‌های اتیکس

فناوری اتیکس، با قدمتی قابل توجه در سراسر جهان، همواره به یکی از گزینه‌های محبوب و گاه در برخی موارد، به گزینه‌ای ضروری، در اجرا در نمای ساختمان، بدل شده است. این سامانه، طی فرآیند ساخت و اجرا، در دهه‌های متمادی و در کشورهای مختلف، آزموده شده و بسیاری از مزایای آن، امروزه به روشنی بر تمامی معماران و سازندگان، آشکار است.

۱. کارایی انرژی Energy Efficiency

اتیکس، در خط مقدم راه‌حل‌های کاهش‌دهنده مصرف انرژی ساختمان، قرار دارد. توانایی اتیکس، در به حداقل رساندن پل‌های حرارتی بوده و بایجاد یک لایه عایق حرارتی پیوسته، موجب بهبود بهره‌وری انرژی در ساختمان می‌شود. به‌طوری که با اجرای

اتیکس، می‌توان مصرف انرژی ساختمان را تا ۴۵٪ کاهش داد. علاوه بر آن، اتیکس، با ارائه یک لایه عایق حرارتی پیوسته، می‌تواند انتقال حرارت میان داخل و خارج ساختمان را تا ۵۵٪، در مقایسه با دیوار فاقد سیستم عایق حرارتی، تقلیل نماید.

از آنجایی که دیوارها، اصلی‌ترین مسیر اتلاف حرارت و برودت، در فضای داخلی ساختمان هستند، وجود عایق حرارتی دیوار بیرونی در این بخش، می‌تواند در صرفه‌جویی انرژی، اختلاف چشمگیری ایجاد نماید. با توجه به کارایی انرژی اتیکس، می‌توان از تجهیزات گرمایشی و تهویه مطبوع، با ظرفیت پایین‌تر، بهره‌برداری نمود. این عامل، در تثبیت آسایش حرارتی ساختمان، تأثیری قابل توجه خواهد داشت. (اتیکس مانا، ۱۴۰۳)

۲. امکان طراحی نامحدود در معماری Infinite Design Possibility

فناوری اتیکس، محدودیتی در طراحی نما به وجود نخواهد آورد. بنابراین معماران و طراحان، با در نظر گرفتن خلاقیت معمارانه، به ویژه در مبحث زیبایی شناختی، و فارغ از هرگونه محدودیت، می‌توانند طراحی منحصر به فرد خود را ارائه نمایند. پس از مرحله طراحی توسط معمار، نقشه‌ها و جزییات ارائه شده، به متخصصین فناوری اتیکس سپرده خواهد شد. این متخصصان، جزییات اجرایی اتیکس، در نمای طراحی شده را مشخص خواهند نمود. نکته قابل توجه در طراحی معماران، انتخاب نامحدود در رنگ و بافت اتیکس بوده که در طیف گسترده‌ای به معماران، عرضه خواهد شد. این نامحدود بودن، در فرم و شکل اتیکس نیز وجود دارد. این انعطاف‌پذیری، به معماران اجازه می‌دهد تا با استفاده از انواع سبک‌های معماری، از سنتی تا مدرن، در هر فرم، شکل، بافت و رنگی، طرح‌های نوآورانه و پیشرو خود را ارائه داده و اهداف زیبایی شناختی خود را در طراحی، بدون به خطرانداختن عامل بهره‌وری انرژی، به درستی محقق نمایند.

۳. دوام Durability

اتیکس، دوام بسیار بالایی در برابر شرایط مختلف آب‌وهوایی، از خود بروز می‌دهد. این ویژگی، از اصلی‌ترین مشخصه‌های اتیکس، در تبدیل آن به رویکردی پایدار، در ساخت‌وساز می‌باشد. همانطور که قبلاً اشاره شد، نمای اتیکس، برای چندین دهه متوالی، در بسیاری از کشورهای دنیا، با اقلیم‌های متفاوت، اجرا شده و عملکرد و دوام آن، به درستی ثابت شده است. اتیکس، در شرایط مختلف آب و هوایی، از جمله سرما و گرمای شدید، بارندگی، طوفان، تابش شدید، نور خورشید و...، همچنان عملکرد و ظاهر اولیه خود را حفظ می‌نماید. علاوه بر آن، سامانه اتیکس بسیار انعطاف‌پذیر طراحی شده، به طوری که در مقابل ترک خوردگی نیز مقاومت قابل توجهی دارد. سازگاری اتیکس و انعطاف‌پذیری آن، سبب شده تا از ایجاد ترک‌های ناخوشایند رایج در نماهای موجود، در اثر انبساط و انقباض ناشی از حرارت و برودت به وجود آمده، جلوگیری به عمل آید. تسلیح پوشش پایه اتیکس با مش فایبرگلاس نیز در افزایش مقاومت آن، در برابر ترک خوردگی و ضربه بسیار موثر می‌باشد. به دلیل یکپارچه بودن پوشش رنگی با رویه نهایی اتیکس، در اثر خراشیدن و ساییده شدن، تغییرات بصری در ظاهر و نمای ساختمان مشاهده نمی‌گردد. پوشش دکوراتیو اتیکس، به طور ویژه با پوشش‌های اکریلیک و فوق آب‌گریز، فرموله شده است که این عامل، سبب تثبیت ظاهری و محافظت از سیمای ساختمان، در برابر عوامل خارجی خواهد شد.

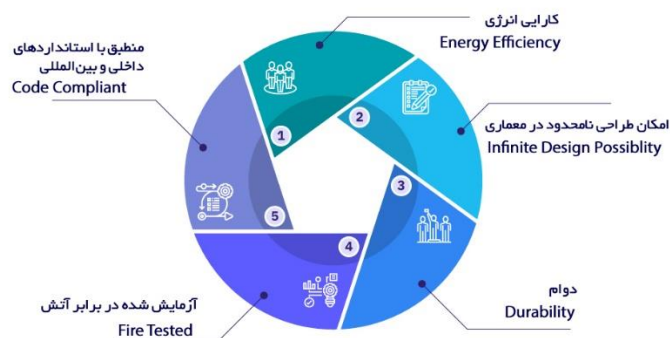
۴. منطبق با استانداردهای داخلی و بین‌المللی Code Compliant

سامانه اتیکس، امروزه منطبق با آخرین و به روزترین آزمایشات داخلی و خارجی است. فرآیندهای تضمین کیفیت اتیکس، به طور مشخص، در معتبرترین استانداردهای داخلی و بین‌المللی، از جمله استاندارد ملی ایران و استانداردهای موسسه ASTM آورده شده است. این استانداردها، شامل مشخصات مصالح و سامانه و همچنین دستورالعمل‌های نصب و جزییات اجرایی می‌باشد. با مراجعه به استانداردهای مذکور، هر مرحله از اجرای اتیکس، این موارد قابل بررسی و کنترل بوده و در نهایت، دستاورد آن، ساخت و اجرای قابل اطمینان خواهد بود. وجود استانداردهای مشخص و سختگیرانه اتیکس، نشان از کیفیت و عملکرد بالای این سامانه،

مطابق روش‌های آزمون استاندارد می‌باشد. فرآیندهای نصب و جزییات اجرایی، از استانداردها و رویه‌های کاملاً تعریف شده، پیروی می‌کند. این رویکرد، علاوه بر افزایش عمر و عملکرد سیستم، سبب تشکیل چهارچوب دقیق، تعریف شده و قابل اطمینان، برای جامعه مهندسی ساختمان، در این فناوری خواهد بود. این چهارچوب، سبب پرورش نیروهای اجرایی ماهر شده و نصب اتیکس را به فرآیندی آموزش‌پذیر، مبدل می‌کند. (اتیکس مانا، ۱۴۰۳)

۵. آزمایش شده در برابر آتش Fire Tested

با توجه به اهمیت بالای ایمنی ساختمان در برابر حریق، قوانین و استانداردهای بین‌المللی و داخلی سختگیرانه‌ای در این زمینه وجود دارد. اتیکس، آزمایشات مورد نیاز این استانداردها، از جمله مقاومت در برابر آتش را با موفقیت گذرانده است. علاوه بر آن، در حریق ساختمان‌های اجرا شده توسط سامانه اتیکس، عملکردی قابل قبول از خود نشان داده است. در صورت تولید و نصب اتیکس مطابق استانداردها، شاهد عملکرد قابل قبول و مناسب در برابر حریق از خود نشان خواهد داد. مطابق با بند ۵-۴ استاندارد ملی ۱۱۰۵۶، طبقه‌بندی واکنش در برابر آتش در سامانه اتیکس، باید مطابق استاندارد ملی ایران ۸۲۹۹ تعیین گردد. اتیکس در آزمایشات انجام شده طبق این استاندارد، رده B واکنش در برابر آتش را کسب نموده است. (استاندارد ملی ۱۱۰۵۶، ۱۳۸۷)



مزایا و ویژگی‌های اتیکس (اتیکس مانا، ۱۴۰۳)

نتیجه‌گیری

به طور کلی، تحقیقات انجام شده در خصوص اثرات سیستم‌های کامپوزیتی عایق حرارتی خارجی (اتیکس)، بر دوام و بهره‌وری انرژی در سالهای اخیر، بینش‌های ارزشمندی را در مورد عملکرد این راه‌حل نوآورانه ساختمان ارائه نموده است. اتیکس با به حداقل رساندن انتقال حرارت از طریق دیوارها، به کاهش وابستگی به سیستم‌های گرمایش و سرمایش مکانیکی یاری نموده که در نهایت منجر به کاهش مصرف انرژی و کاهش اثرات زیست‌محیطی خواهد شد. این امر با تلاش‌های جهانی در راستای شیوه‌های ساخت‌وساز پایدار و طراحی ساختمان با مصرف انرژی کارآمد هماهنگ است. در نتیجه، یافته‌های پژوهش با تأکید بر اجرای سامانه اتیکس به عنوان راه حلی مناسب در راستای افزایش عملکرد ساختمان در بخش ساخت‌وساز در ایران، حمایت می‌کند. استفاده از اتیکس نه تنها در بهبود بهره‌وری انرژی تأثیر گذاشته، بلکه به حفظ شرایط آسایش در داخل ساختمان، کاهش هزینه‌های عملیاتی، جلوگیری از ورود رطوبت و افزایش دوام کلی ساختمان کمک می‌نماید.

در پایان، بررسی اتیکس نقش حیاتی در افزایش کارایی انواع ساختمان‌ها در ایران از طریق بهبود حفظ انرژی و افزایش طول عمر سازه به همراه دارد. با پرداختن به پارامترهای مختلف اتیکس از جمله شیوه‌های نصب، عملکرد و ارزیابی دوام، می‌توان در بهینه‌سازی اتیکس در برابر شیوه‌های مختلف ساخت‌وساز در ایران نقش به سزایی در این امر داشت.

منابع و مآخذ:

۱. استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۹۹، «واکنش در برابر آتش برای مصالح و فرآورده‌های ساختمانی - روش طبقه‌بندی»، ویرایش ۱۳۸۴
۲. استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۰۵۶، «فرآورده‌های عایق کاری حرارتی برای ساختمان‌ها - سامانه‌های مرکب عایق حرارتی بیرونی (ETICS) بر پایه پلی‌استایرن منبسط - ویژگی‌ها»، ویرایش ۱۳۸۷
۳. اتیکس مانا- سامانه مرکب عایق حرارتی خارجی (اتیکس)، www.etics.ir
۴. نشریه ۷۱۴ (دستورالعمل طراحی سازه ای نمای ساختمان‌ها) - ویرایش ۱۳۹۵
۵. مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان - ویرایش چهارم (۱۳۹۹) - وزارت مسکن و شهرسازی
6. Amaro, B., Saraiva, J., de Brito, J., Flores-Colen, I., 2013. Inspection and diagnosis system of ETICS on walls. *Constr. Build. Mater.* 47, 1257–1267. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.06.024>.
7. Atlas. Environmental Product Declaration for Atlas ETICS External Thermal Insulation Composite System with Mineral Wool Boards (MW); ITB: Warsaw, Poland, 2019.
8. Barreira, E., de Freitas, V., 2014. External thermal insulation composite system: critical parameters for surface hygrothermal behaviour. *Adv. Mater. Sci. Eng.* 650752. <https://doi.org/10.1155/2014/650752>.
9. Baunit. Environmental Product Declaration for Baunit Pro External Thermal Insulation Composite System (ETICS); ITB: Warsaw, Poland, 2021.
10. Duarte, C. 2011. A Europa das argamassas e dos ETICS. Tendências, perspectivas e oportunidades [The Europe of mortars and ETICS. Trends, perspectives and opportunities], in Proc. of the IX SBTA – Brazilian Symposium on Mortars Technology, Belo Horizonte, Brazil, 7–16. ETAG 004 2000. Guideline for European technical approval.
11. EAE - European Association for External Thermal Insulation Composite Systems, 2024, <https://www.ea-etics.com/etics/about-etics/>
12. European Commission. Views on Construction. 2020 and beyond. Brussels, Belgium. 2020. Available online: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/40706> (accessed on 16 August 2021).
13. EOTA, European Organization for Technical Assessment, 2013, <https://www.eota.eu/>
14. EOTA, 2020. EAD 040083-00-0404, Guideline for European Technical Approval of External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS) With Rendering. Brussels, Belgium.
15. IBP, Fraunhofer Institute for Building Physics, (2015) <https://www.ibp.fraunhofer.de/en.html>
16. Künzle, H. (2006), (Long-Term Performance of External Thermal Insulation Composite System). *Architectura*(5), 11–24.
17. Künzle, H. (1975). Außenseitige Wärmedämmung und Witterungsschutz (External Thermal Insulation and Weathering Protection). *Gesundheits-Ingenieur*, 96 (5), 132–139.
18. Kvande, T., Bakken, N., Bergheim, E., Thue, J.V., 2018. Durability of ETICS with rendering in Norway – experimental and field investigations. *Buildings* 8 (7), 93. <https://doi.org/10.3390/buildings8070093>.
19. Landolfi, R., Nicoletta, M., 2022.
19. Lengersfeld, K., Krus, M., Künzle, H., & Helmut, K. (2015). Assessing the long-term performance of applied External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS). Fraunhofer Institute for Building Physics IBP, Stuttgart, Germany.
20. Maia, J., Ramos, N.M.M., Veiga, R., 2019. Assessment of test methods for the durability of thermal mortars exposure to freezing. *Mater. Struct.* 52, 112. <https://doi.org/10.1617/s11527-019-1411-4>.
21. Parracha, J.L., Borsoi, G., Flores-Colen, I., Veiga, R., Nunes, L., Dionísio, A., Gomes, M.G., Faria, P., 2021a. Performance parameters of ETICS: correlating water resistance, biosusceptibility and surface properties. *Constr. Build. Mater.* 272, 121956. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121956>.
22. Parracha, J.L., Borsoi, G., Veiga, R., Flores-Colen, I., Nunes, L., Garcia, A.R., Ilharco, L.M., Dionísio, A., Faria, P., 2021b. Effects of hygrothermal, UV and SO₂ accelerated ageing on the durability of ETICS in urban environments. *Build. Environ.* 204, 108151. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108151>.

23. Parracha, J.L., Cortay, A., Borsoi, G., Veiga, R., Nunes, L., 2020. Evaluation of ETICS characteristics that affect surface mould development. DBMC 2020 – XV International Conference on Durability of Building Materials and Components. <https://doi.org/10.23967/dbmc.2020.061>. 8p, Barcelona, Spain.
24. Pasker, R. (2017). The European ETICS market - Do ETICS sufficiently contribute to meet political objectives? In 4th European ETICS Forum. Warsaw.
25. Varela Luján, S., Viñas Arrebola, C., Rodríguez Sánchez, A., Aguirela Benito, P., González Cortina, M., 2019. Experimental comparative study of the thermal performance of the façade of a building refurbished using ETICS. Sustain. Cities Soc. 51, 101713. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101713>.

External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS); An innovative solution to durability, sustainability, and energy efficiency in buildings in Iran

First Author¹: Niloofar Jaberi

MArch, PNU University-Qeshm Branch-Iran

Second Author: Seyed Mehdi Mousavi

Assoc Prof of Arak University, Dept. of Civil Engineering, Iran

Third Author: Seyed Ardavan Jan E Del

MArch, Islamic Azad University, Sari branch, Iran

Abstract

The purpose of this study is to identify External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS) as a new solution that will increase durability, stability, and optimize energy consumption in buildings in Iran. This research seeks to identify and investigate the ETICS system as one of the most energy-efficient technologies in the world in order to improve energy efficiency and reduce environmental impact. The objective of this research is to evaluate the effectiveness of ETICS for enhancing the performance of the building, as well as to examine its advantages and characteristics in line with the research objectives. In order to apply ETICS to Iran, a comprehensive literature review, case studies, and the application of ETICS in projects implemented around the world will be conducted.

According to the findings, ETICS can significantly improve thermal insulation, reduce energy consumption, increase building durability, and contribute to sustainability. As a result of the research results, ETICS is identified as an affordable, cost-effective, and environmentally friendly solution for construction in Iran.

Keywords: ETICS, energy efficiency, thermal insulation, sustainability

1-Corresponding Author