فصلنامه علمی تخصصی معماری سبز
سال ششم، شماره ۳ (پیاپی: ۲۱)، پاییز ۱۳۹۹، جلد دو
ISSN: 2476-5368

نقش فناوری نانو در عایق‌کاری حرارتی ساختمان‌های مسکونی شهر تبریز به‌منظور صرفه‌جویی در مصرف انرژی

ساناز سالاری[1]*، حدیثه کامران کسمائی[2]

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۵/۱۲
تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۶/۱۴
کد مقاله: ۶۶۷۱۰

چکـیده

امروزه علم نانو پیشرفت قابل‌توجهی در میان علوم پیدا کرده و به‌طور چشمگیری جایگاه مطلوبی در همه رشته‌ها را برای خود ایجاد نموده است و در این راستا، در صنعت ساختمان نیز کاربرد حائز اهمیتی از خود به‌جای گذاشته است. عایق‌کاری یکی از موارد بسیار مهم در سازه‌ها و ساختمان‌ها می‌باشد، به جهت اینکه علاوه بر جلوگیری از هدر رفت انرژی، مقرون‌به‌صرفه بوده و سبب کاهش هزینه‌های اقتصادی می‌شود. فناوری نانو با توجه به توانایی و ظرفیتی که در تغییر ماهیت مواد بنیادین دارا می‌باشد موجب ایجاد مصالحی جدید با ویژگی‌های نوین که در نتیجه موجب دستیابی به طرحی جدید در معماری با توجه به کارایی و عملکرد بیشتر مصالح بسیار تأثیرگذار بوده و از مزیت‌های آن می‌توان به افزایش کیفیت مصالح، صرفه‌جویی در مصرف انرژی که از سوی دیگر معماری پایدار زیست‌محیطی را به همراه دارد، اشاره نمود هدف از این پژوهش بررسی تأثیر عایق‌کاری حرارتی ساختمان‌های مسکونی شهر تبریز با فناوری نانو به‌منظور ارتقاء کیفیت مصالح ساختمانی و دستیابی به معماری پایدار با استفاده از روش کتابخانه‌ای می‌باشد

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

واژگـان کلـیدی: فناوری نانو، معماری پایدار، عایق‌کاری حرارتی، تبریز، مصرف انرژی

۱- دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد معماری، گروه معماری، واحد پردیس، دانشگاه آزاد اسلامی، پردیس، ایران (نویسنده مسئول)
sanisalari212@yahoo.com

۲- استادیار، گروه معماری، واحد پردیس، دانشگاه آزاد اسلامی، پردیس، ایران

۱- مقدمه

با گسترش روزافزون جمعیت و افزایش میزان ساخت‌وساز و همچنین به دلیل محدود بودن منابع و مصالح مصرفی، تقاضا برای استفاده از مصالح جدید در صنعت ساختمان افزایش پیدا کرده است. تلاش در جهت پیدا کردن راه‌حل‌هایی برای اصلاح کیفیت، افزایش کارایی مصالح و کاهش مصرف ماده خام و انرژی، موجب استفاده از فناوری‌های نوین در این صنعت شده است. یکی از بزرگ‌ترین فناوری‌های نوین در قرن حاضر فناوری نانو است که استفاده از آن در راستای برطرف کردن نیازهای صنعت ساختمان، می‌تواند راهگشا باشد. از مزایای استفاده از این فناوری می‌توان به افزایش کیفیت مصالح، صرفه‌جویی در مصرف انرژی و به‌تبع آن صرفه‌جویی اقتصادی اشاره کرد (Halicioglo, 2009).

دو نمونه از نانومصالحی که در ساختمان‌ها بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد و با نانو مهندسی درست شده‌اند به شرح زیر است: نانو پودرها که در جهت دفع و هدایت اشعه کارایی بسیاری در ساختمان دارند. این مواد می‌توانند ترکیباتی با رنگ‌ها و یا مصالحی با چگالی بالا درست کنند که نتایج بهتری نیز حاصل می‌شود. نانولوله‌های کربن کاربرهای وسیعی در تمام صنایع دارند، مصالح ترکیبی که با استفاده از نانولوله‌های کربن به دست می‌آید استحکام و پایداری بالایی دراند و در قسمت‌های سازه‌ای ساختمان (فولاد) مورد استفاده قرار می‌گیرند.(Gupta, 2000)

از دیگر عایق‌های مدرن که هنوز به علت هزینه بالا کاربردهای گسترده پیدا نکرده می‌توان به نانو عایق‌ها که خاصیت عایق‌کاری تا ۳۹ برابر پشم‌شیشه را دارا هستند و با نام تجاری NANSULATE تولید می‌شوند اشاره کرد. این ماده در برابر زنگ‌زدگی مقاومت بالایی داشته و بهترین ماده عایق روی زمین شناخته‌شده است، این عایق را می‌توان به‌راحتی با برس غلطک و اسپری روی دیوار پاشید.

نوع جدیدی از غشاهای بازتابنده حرارت موسوم به غشای سپر حرارتی ابداع‌شده که بیشترین بازتابش پرتوهای فروسرخ و در نتیجه کمترین میزان جذب حرارتی را دارند آزمایش‌های انجام شده نشان می‌دهد که در روزهای گرم تابستان افراد در فضای داخلی زیر سازه‌ای غشایی که در آن‌ها از این نوع غشا استفاده شده کاهش دمای حدود ۱/ ۵ درجه سانتی گراد را نسبت به غشاهای قدیمی تجربه دوام پوشش غشا افزوده شده و مقاومت دراز مدت در برابر عوامل محیطی افزایش خواهد یافت (گلابچی و همکاران، ۱۳۹۰).

بهره‌گیری خواصی از موادو سطوح که به کمک نانوتکنولوژی دست یافتنی شده است، این امکان را فراهم می سازد که معماری، معماری داخلی ونظامات وابسته به آن، وسیله ای برای رسیدن به انرژی کارآمدتر و ساختمانی پایدارتر از طریق نوآوری باشد. انرژی مصرفی جهت گرمایش وسرمایش ساختمان‌ها از عمده ترین منابع انرژی صرف شده درهر کشور می باشد. باتوجه به اینکه سالیانه هزینه های بسیارزیادی در این خصوص انجام می پذیرد، طبیعی است که به فکرچاره جویی در جهت کم کردن مصرف انرژی باشیم. یکی از راه‌های صرفه جویی، ترویج فرهنگ عایق سازی ساختمان است که با این روش می‌توان از هدررفتن بخش عظیمی از سرمایه های ملی جلوگیری کرد (تصویر ۱)

تصویر ۱- میزان و منابع اتلاف انرژی درساختمان (http://www.novact.info)

۲- پایداری ساختمان

ساختمان هوشمند به ساختمانی اطلاق می‌گردد که خودش فکر می‌کند و با سنجیدن نیازهایش، درجهت رفع آن گام برمی‌دارد و ضمن بررسی و درک وضعیت خود و برآورد میزان سالم بودن، درصورت نیاز، تعمیرات لازم را به عمل می‌آورد. نانوساختارها تلاش بی‌وقفه طراحان و معماران برای رسیدن به فرم‌های جدید، سازگار با محیط و عملکردگرا را به نتیجه می‌رسانند. این رویای علمی تخیلی نیست زیرا علم نانو خیلی سریع‌تر از یک واقعیت رخ خواهد داد. نانوکریستال‌های سنتز نمونه‌ای از عایق کردن ساختمان‌ها به شمار می‌آید که نقشی فراگیر در جهت پایداری و زیست‌محیطی بر عهده دارد. همچنین نقش دیگر آن استفاده در شیشه‌های هوشمند است که در هنگام تابش شدید نور آفتاب تیره و مات می‌شوند و هنگام تابش ضعیف‌تر شیشه‌ها روشن‌تر می‌شوند (هاشمی و همکاران، ۱۳۹۷) بدیهی است این مکانیزم ساده تحولی عظیم در بهینه‌سازی و پایداری شرایط آسایش و مصالح ایجاد می‌کند. در زیر نمونه‌ای از جالب‌ترین دسته‌های مواد هوشمند با قابلیت تغییر رنگ (کرومیک) که در پایداری مصالح ساختمانی نقش دارند تقسیم‌بندی شده است (جدول شماره ۱).

جدول شماره ۱- نقش مواد هوشمند در پایداری مصالح (بوکر، ۱۹۳۵)

نام ماده	عامل تغییر رنگ
فوتوکرومیک	تغییر نور
تروکرومیک	تغییر دما
مکانوکرومیک	فشار با تغییر شکل
کموکرومیک	شرایط شیمیایی خاص
الکتروکرومیک	تغییر ولتاژ

۳- عایقکاری حرارتی ساختمان

به مجموعه اقداماتی که در جهت کاهش انتقال حرارت از پوسته ساختمان انجام میشود عایقکاری حرارتی گفته میشود. هـدف از عایقکاری حرارتی، کاهش اتلاف انرژی حرارتی و درنتیجه کاهش مصرف انرژی است که خود مزایایی مانند کاهش هزینه هـای ساختمان در بلند مدت، کمک به ذخیره انرژی، کنترل انتقال گرما، کنترل درجه حرارت، پیشگیـری از یـخ زدگـی، حفاظـت دربرابر سوختگی، کنترل آتش وکاهش آلودگی محیط زیست را به دنبال دارد (قیابکلو، ۱۳۹۳).

۳-۱- انواع مواد و مصالح عایق و پرکاربرد و ویژگیهای آن‌ها

عایق‌های حرارتی را میتوان به دو روش کلی طبقه بندی کرد: از لحاظ جنس ماده عایق و از لحاظ شکل ظاهر. انواع عایق‌های حرارتی از نظر جنس عبارتند از:

۳-۱-۱- الیاف معدنی

الیاف معدنی مانند پشم شیشه، پشم سنگ، پشم سرباره و پنبه نسوز. پشم شیشه از ذوب شیشه و تبدیل آن به الیاف ریز تولید مـی شود. این الیاف به راحتی بریده شده و در مقابل آتش مقاوم هستند. ماده اولیه برای تولید پشم سنگ، سنگ آذرین بازالت است. پشـم‌سنگ از پشم شیشه متراکم تر بوده و دارای مقاومت گرمایی بیشتری است. پشم سنگ عایق صوتی خوبی نیـز بـوده و نصـب آن ماننـدپشم شیشه است.

۳-۱-۲- فوم‌های (ساختار سلولی) معدنی

فوم‌های معدنی مانند فوم شیشه، سیلیکات کلسیم، پرلیت، فوم بتن و فوم سرامیکی.

۳-۱-۳- الیاف آلی

الیاف آلی مانند الیاف چوب، نیشکر، پنبه، مو، سلولز؛ معمولا سلولزها در صنعت عایق، با تبدیل کاغذهای باطله و منسوجات به کـرک‌های ریز تولید میشوند. این نوع از عایقها اغلب به صورت فلهای مورد استفاده قرار میگیرند.

۳-۱-۴- فوم‌های آلی

فومهای آلی مانند چوب پنبه، اسفنج لاستیکی، پلی استایرن و پلی یورتان. عایق‌های پلی استایرن در دو نوع فشـرده و انبسـاط یافتـه وجود داشته و به صورت سخت و ورقه‌ای عرضه می‌گردد. این عایق جاذب رطوبت نبوده و به راحتی مشتعل شده و باید از دو طـرف بـامواد مقاوم به آتش پوشانده شوند. عایق‌های پلی یورتان اغلب به صورت فوم مورد استفاده قرار گرفته و نیاز به تجهیـزات خـاص جهـت تزریق و یا اسپری دارند.

۳-۱-۵- عایق‌های فلزی

عایق‌های فلزی مانند ورق آلومینیم که خود مقاومت حرارتی ناچیزی دارند و بصورت انعکاسی عمل می‌کنند. (طالبی، ۱۳۸۵) انواع عایق‌های حرارتی از نظر شکل عبارتند از:

برای انتخاب عایق حرارتی مطلوب در ساختمان‌های مختلف و همچنین بخشهای مختلف یک ساختمان، شکل ظاهری عایق حرارتـی نقشی تعیین کننده دارد.

۳-۱-۶- قابل انعطاف

عایق‌های قابل انعطاف به صورتهای پتویی، نمدی، نواری و ریسمان نسوز که عمدتاً الیافی هستند؛ مانند پشم شیشه و پشم سنگ که میتوان در دیوارها، کف و سقف ساختمان استفاده کرد. برای نصب این نوع از عایقها باید آن‌ها را در بین اتصالات، انفصالات و شکافها محکم کرد. از جمله مزیتهای این نوع از عایق‌ها می‌توان از قابلیت نصب آن‌ها توسط افراد غیرمتخصص، مناسب برای فاصله‌های خالی بین تیرچه ها و قیمت ارزان آن‌ها نام برد.

۳-۱-۷- سخت

عایق‌های سخت به صورت ورقهای و یا بلوکی هستند؛ مانند پلی استایرن و پلی یورتان که قابل استفاده در دیوار، سقف و کف هستند.

۳-۱-۸- غشایی بازتابنده

عایق‌های بازتابنده خودبه‌خود مقاومت حرارتی ناچیزی دارند و انعکاسی عمل می‌کنند. برای بالا بردن مقاومت حرارتی باید بین آن‌ها و دیوار پشتی فاصله‌ای به اندازهٔ ۲ سانتیمتر ایجاد کرد و یا اینکه به همراه عایق‌های دیگر مانند پشم‌شیشه به کار برد. ورق آلومینیوم، کاغذ کرافت مسلح به فویل و رول‌های پلاستیکی از جمله مصالح عایق‌های بازتابنده هستند. موارد استفاده این نوع عایق در دیوارها، سقف‌ها و کف‌هاست. برای نصب آن‌ها معمولاً فویل‌ها، فیلم‌ها و کاغذها باید بین قاب‌های چوبی قرارگرفته و محکم شوند. نصب این نوع از عایق می‌تواند توسط افراد غیرمتخصص نیز انجام شود. (هاشمی، ۱۳۹۷)

۳-۱-۹- پنل‌های عایق خلأ[1]

پنل‌های عایق خلأ، برای ایجاد عایق‌های مناسب حرارتی با ضخامتی بسیار کمتر از حد معمول، ایدئال هستند. هدایت گرمایی این پنل‌ها در مقایسه با مواد عایق مرسوم مانند پلی استایرن تا ده برابر کمتراست. این بدان معناست که در ضخامت‌های یکسان، مقاومت گرمایی پنل به‌مراتب بالاتر از عایق‌های مرسوم است و در ترازهای یکسانی از عایق، ضخامت پنل کمتر است. به‌عبارت‌دیگر می‌شود با حداقل ضخامت، به حداکثر مقاومت گرمایی دست یافت. این عایق‌ها مناسب برای جلوگیری (Surinder,2006) از اتلافات ناشی از هر سه مکانیزم انتقال حرارت (رسانش، همرفت و تابش) هستند.

پیشینه تاریخی پنل‌های عایق خلأ، به طراحی فلاسک‌ها باز می گردد که طبق همین اصل کار می‌کند. در فلاسک ها، هوای بین ظرف شیشه ای دو جداره تخلیه می شود و فرم استوانه ای فلاسک، در برابر فشار ایجاد شده توسط خلأ مقاومت می کند. این رویکرد برای لایه های عایق مسطح که تاب ایستادگی در برابر فشار را ندارند، کمی سخت تر است. راه حل این مشکل، استفاده از یک ماده پر کننده قوی با تخلخل نانویی حدوداً ۱۰۰ نانومتر است. با این روش، یک فشار نسبتاً پایین، برای تخلیه هوا کافی است و می شود پنل هایی را به این شکل ساخت و در ساختمان سازی از آن بهره جست. ضخامت این پنل ها بین۲ میلیمتر تا (Olson,2000) ۴۰ میلیمتر است. پنل های عایق خلأ را می توان هم در ساخت بناهای جدید و هم در کارهای نوسازی و تغییر فرم استفاده کرد. (تصویر۲).

تصویر۲ - اجرای پنل عایق خلأ در دیوار و کف(http://www.pnjgroup.ir)

پنل‌های عایق خلأ گران تر از مواد عایق مرسوم هستند و هنوز دلیل قانع کننده ای برای تعویض کلی عایق‌های مرسوم وجود ندارد. مناسب ترین نواحی کاربردی پنل های عایق خلأ، در مواردی است که لایه های نازک مطلوبیت دارد و به دلیل محدودیت فضا، نمی شود راه حل های متداول را به کار بست. از این گذشته، با بیشتر شدن مساحت کف و در نتیجه افزایش مقدار عایق،

1 - Vacuum insulated panel (VIP)

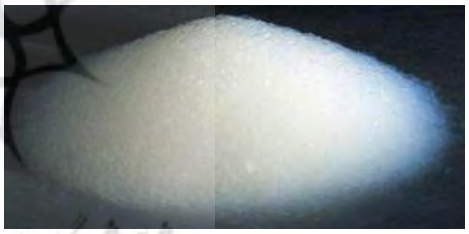
استفاده از لا یه های عایق کننده نازک تر، میتواند بر بالا بودن قیمت پنلهای عایق خلأ کافی باشد. ساختار ظریف و کارایی Elvin,2003 بالای عایق، پنل‌های عایق خلأ را برای بازسازی بناهای موجود نیز جذاب میکند.

پنل‌های عایق خلأ از دهه ۱۹۵۰ وجود دارند ولی به دلیل گرانی برای ساخت و ساز مقرون به صرفه نبودند. در سال های اخیر، پژوهش گسترده و فشرده ای با هدف کاهش چشمگیر زمان و هزینه های تولید، با بهره گیری از مواد جدید (مانند آیروژل به عنوان یک پرکننده) صورت پذیرفته است. در آینده، پیشرفت در تولید پنل های عایق خلأ قابل پیش بینی است و کاربرد همه جانبه ی مواد عایق کننده ی بسیار کارآمد، آسان تر خواهد شد. در زمینه مباحث کنونی پیرامون گرم شدن جهانی، پتانسیل جهانی پنل های عایق خلأ بسیار گسترده است طول عمر پنل های مدرن در حالت کلی، بین۳۰ تا۵۰ سال تخمین زده می شود. برای برخی محصولات از این دست، طول عمر از ۵۰ سال فراتر می رود. عوامل دخیل در این طول عمر، شامل یکپارچگی پوسته، کیفیت خلأ، درزگیری و نصب صحیح محصول هستند و عامل آخری به هیچ عنوان کم اهمیت نیست. محیط های مرطوب، عمر کلی محصول را کاهش می دهد. پس از سپری شدن عمر مفید، می توان پنلها را بازیافت کرد. (حسینی، ۱۳۹۱)

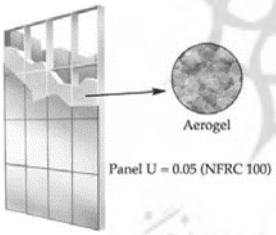
۳-۱-۱۰- آیروژل[1]

در مقایسه با خواص نسبتاً معروف خودپاک کنندگی در سطوح نانویی، عایق گرمایی تولید شده با فن آوری نانو، یک پیشرفت جدید به شمار می آید. محصولی با نام نانوژل که شکلی از آیروژل است، علاوه بر اینکه یک عایق گرمایی با کارایی بسیار بالاست، عایق صوتی مؤثری نیز هست. آیروژل که در حال حاضر، رکورددار سبک وزنترین ماده جامد شناخته‌شده است، در سال ۱۹۳۱ توسعه یافت. برخی این مواد را دود منجمد شده می نامند. گونه فعلی آیروژل که در ساخت و ساز استفاده می شود، چندین سال است که توسط شرکت کانادایی کابوت در فرانکفورت تولید می شود. (لایدکر،۱۳۹۰) این ژل به صورت یک دانه کروی و شیری رنگ، نیمه شفاف و تا حدی مات آیروژل ماده ای آیروژل ماده ای نسبتاً پیش پا افتاده است (غفاری، ۱۳۹۷) از یک فوم فوق العاده نازک و هوا داده شده تشکیل شده و تقریباً ۱۰۰ درصد آن چیزی جز هوا نیست. (تصویر۳)

با استفاده از آیروژل ها می‌توان هزینه های سرمایش و گرمایش را به طور چشمگیری کاهش داد. آیروژل، به عنوان یک ماده پرکننده عایق کاری، در انواع گوناگونی از حفره‌ها و فضاهای خالی نظیر قاب‌های شیشه، شیشه شکل و شیشه اکریلیک با پروفیل U پانل‌های چند دیواره، به کار گرفته می‌شود (تصویر ۴).



تصویر۳ – آیروژل (http://edu.nano.ir)



تصویر۴ – استفاده از آیروژل در شیشه (مجیدی وعوض نژاد،۱۳۹۳)

۴- اقلیم مورد مطالعه

عوامل مؤثر در اوضاع جوی کره زمین، مانند شدت تابش خورشید در سطح زمین، زاویه انحراف محورکره زمین، جریان هوا و موقعیت جغرافیایی از نظر پستی وبلندی و ارتفاع از سطح دریا مشخص کننده نوع وکیفیت آب وهوا در هر منطقه از کره زمین است. در مقیاس کوچکتر عوامل مشخص کننده اقلیم شامل درجه حرارت، رطوبت، تابش خورشید، جریان هوا (باد) در هر منطقه می‌باشند. همچنین از دیگر عوامل اثرگذار بر کیفیت جوی یا آب وهوای محلی می‌توان به موقعیت جغرافیایی از نظر پستی و بلندی، نوع پوشش زمین و موقعیت فیزیکی از نظر نوع و ساخت بناها اشاره کرد. به منظور استفاده از نیروهای طبیعی در تنظیم شرایط محیطی داخل ساختمان شناخت عوامل اقلیمی امری ضروری در طراحی معماری به شمار می رود. از آنجایی که در این پژوهش از شهر تبریز به عنوان منطقه مورد مطالعه استفاده شده است بنابراین اقلیم مورد مطالعه شهر تبریز به اختصار معرفی می‌شود. تبریز یکی از بزرگ‌ترین شهرهای ایران است و در شمال غربی ایران و مرکز استان آذربایجان شرقی‌ست و یکی از مراکز صنعتی، فرهنگی و گردشگری این منطقه به‌حساب می‌آید (افشار،۱۳۹۵). تبریز از سمت شمال، جنوب و شرق، به منطقه‌های کوهستانی می‌رسد؛ شمالش کوه‌های «عینالی» و «باباباغی» و جنوبش دامنه‌های رشته‌کوه «سهند» قرار گرفته، ولی در غرب آن،

1- Aerogel

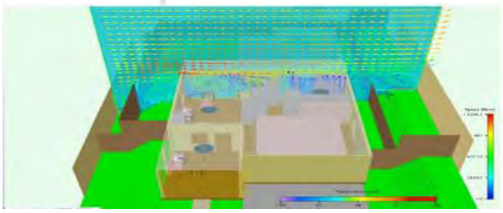
جلگه‌ها و شوره‌زارها قرار دارند. کم‌ترین ارتفاع تبریز از سطح دریا نزدیک به هزار و ۳۵۰ متر و بیش‌ترینش، نزدیک به هزار و ۵۵۰ متر است. این شهر با مساحت ۳۲۴ کیلومتر مربع، بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۰، جمعیتی نزدیک به ۱ میلیون و ۵۰۰ هزار نفر دارد. مرکزهای استان‌های مجاور آذربایجان شرقی، یعنی «اردبیل»، «ارومیه» و «زنجان» به ترتیب ۲۳۰، ۱۴۰ و ۳۰۰ کیلومتر با تبریز فاصله دارند. نوسان بارندگی سالانه از ۵۱۳٫۳ میلی‌متر در سال‌های پربارش تا حداقل ۱۹۲٫۴ میلی‌متر در سال‌های کم‌بارش گزارش شده که خطر سال‌های سیلابی و خشک‌سالی روشن می‌گردد. گزارش‌های تاریخی از دوران مغول تا سده حاضر بیانگر خسارت‌های عمده‌ای است که سیلاب‌های سنگین –که عموماً در اواخر بهار و اوایل تابستان اتفاق می‌افتند– به شهر وارد کرده‌اند.

تصویر ۵- موقعیت شهر تبریز (افشار،۱۳۹۵)

تصویر ۶- دما و بارش در شهر تبریز (www.irna.ir/news/83800921)

۵- نتایج

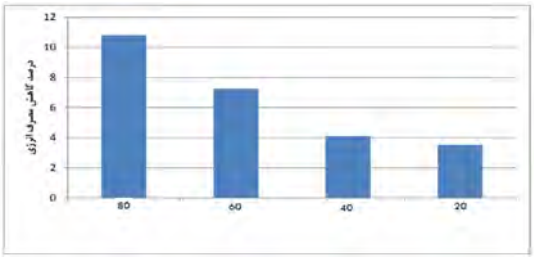
جهت بررسی و ارائه بهینه ترین الگوی مجتمع مسکونی در مصرف انرژی، تبریز بعنوان شهر نمونه در اقلیم سرد انتخاب شده است. برای بررسی تأثیر فناوری نانو بر مصرف انرژی مجتمع های مسکونی، از مواد نانو با درصد نفوذ مختلف استفاده شده است و میزان اتلاف انرژی در هر حالت محاسبه شده است برای محاسبات از نرم افزار فلوئنت استفاده شده است نرم افزاری توانا در شبیه سازی CFD است که توانایی پیش بینی جریان‌های سه بعدی هوا، جریان حرارت و نظام توزیع هوا در هر دو فضای خارج و داخل ساختمان را داراست. (هاشمی وهمکاران، ۱۳۹۷) آنچه فلوئنت را نسبت به سایر نرم‌افزارهای CFD موجود دیگر متمایز می نماید، ساختمانی بودن آن است .این نرم افزار شبیه سازی انواع مختلف ساختمان ها و در مقیاس های مختلف را داراست. نمونه هایی از شبیه سازی های مختلف انجام شده با استفاده از این نرم افزار در اینترنت موجود است. این نرم افزار امکان دریافت اطلاعات از محیط نرم افزارهای CFD را دارد و نرم افزارهایی جانبی برای آماده سازی فایل های ورودی از نرم افزارهای CFD جهت انجام شبیه سازی نیز تولید شده است .این نرم افزار توانایی بهینه سازی مرحله به مرحله شبکه بندی در حل مسئله را دارد. علاوه بر شبیه سازی جریان های پایدار حرارت، رطوبت و جریان های هوا، فلوئنت توانایی شبیه سازی جریان های ناپایدار را نیز داراست و به همین دلیل توانایی شبیه سازی دود و پراکندگی ذرات معلق را نیز در فضاهای خارجی و داخلی دارد همچنین فلوئنت توانایی نمایش انواع حالت های معمول موجود در نرم افزارهای CFD را داراست و خروجی های مناسب آن توانایی فهم شرایط را برای طراحان و به اشتراک گذاشتن آن با افراد متخصص را ساده تر می نماید. (دادخواه تهرانی، ۱۳۹۸)



تصویر ۷- نمایش همزمان سرعت و دمای نمونه در منطقه مورد مطالعه (www.ms-jmas.net)

تصویر ۸- میزان مصرف انرژی با افزایش مواد نانو در بتن فراوری شده در منطقه شهر تبریز (profdoc.um.ac.ir)

از تصویر ۸ مشخص است با افزایش میزان مواد نانو در بتن فراوری شده میزان کاهش مصرف انرژی افزایش می‌یابد یعنی استفاده از مواد نانو باعث کاهش مصرف انرژی می‌شود که با درصد نفوذ بیشتر این مقدار نیز بیشتر میشود. (تقی زاده و همکاران، ۱۳۸۹)



تصویر ۹- درصد کاهش مصرف انرژی با درصد نفوذ مواد نانو در منطقه شهر تبریز (ayegbandi.mihanblog.com)

تصویر ۹ نیز درصد کاهش مصرف انرژی با درصد نفوذ مواد نانو در منطقه مورد مطالعه یعنی شهر تبریز را نشان می‌دهد. با کاهش درصد نفوذ مواد نانو در مصالح ساختمانی میزان مصرف انرژی نیز بیشینه می‌شود و یا درصد کاهش مصرف انرژی کاهش می‌یابد.

۶- نتیجه گیری

کاهش منابع تجدیدناپذیر، گرم شدن زمین، آلودگی آب وهوا، مشکلات زیست محیطی روزافزون ازدغدغه های مهم درسطح بین الملل تبدیل شده است. یکی ازروش های مقابله بااین مشکلات معماری پایداراست. معماری پایدار نیازهای زمان حال را بدون محروم کردن نسل های آینده دررفع نیازهای خود، تامین می نمایدودراین راستا ساختمان پایدارنوعی خلاقیت ومدیریت سلامت ساختمان است که برپایه منابع کارآمدواصول اکولوژیکی به وجودمی‌آید. کارایی بهتر انرژی در ساختمان‌ها از طریق عایقکاری حرارتی، موجب صرفه جویی در مصرف انرژی، کاهش هزینه ها در بلند مدت و حفظ محیط زیست از آلایندهها میشود. انواع گوناگونی از روشهای عایقکاری حرارتی در ساختمان سازی وجود دارد که از لحاظ کیفیت، کاربرد و هزینه اجرا با یکدیگر متفاوت هستند. لازم است روش مناسب را با توجه به شرایط هر ساختمان از نظر کاربری ساختمان، مکان قرارگیری، وجود نیروهای متخصص، هزینه‌های اجرا و با در نظر گرفتن ویژگی‌های عایق‌های حرارتی مختلف از نظر جنس، شکل و روش اجرا انتخاب کرد. امروزه بیش از۶۱ درصد مصالح، ۱۱ درصد انرژی در تولید گرمایش و روشنایی، ۱۱ درصد آب مصرفی جهان ازهمه منابع موجود در جهان صرف ساختمان سازی و فعالیت های ساخت و ساز می شود که معماران و شهرسازان را ملزم به رعایت اصول و قواعد خاصی در زمینه ساخت و ساز می‌کند. از جمله راهکارهایی جهت جلوگیری ازمصرف بی رویه سوخت های فسیلی تجدیدناپذیر و کاهش اثرات مخرب بر محیط زیست در راستای مصالح و معماری پایدار می‌توان استفاده از مواد نانو یا فناوری نانوتکنولوژی اشاره کرد در این پژوهش از مصالح ساختمانی مختلف با درصد نفوذ مواد نانو با ضریب حرارتی مختلف برای ساخت بتن استفاده شده است از بتن با درصد نفوذ مختلف برای ساخت یک مجتمع ساختمانی در شهر تبریز به صورت نمونه به کار برده شده نتایج شبیه سازی نشان دهنده کارایی مواد نانود در کاهش مصرف انرژی و صرفه‌جویی بیشتر در مصرف انرژی می‌شود.

منابع

۱. افشار، یاسمین، (۱۳۹۵)، آسایش اقلیمی در شهر تبریز، پژوهش در علوم مهند سی و فناور ی، موسسه انتشارات.
۲. ایستگاه اقلیم شناسی تبریز ۹ خرداد ۱۳۹۹: www.irna.ir/news/83800921
۳. پنل های عایق خلأ: http://www.pnjgroup.ir
۴. تقی‌زاده، یزدان؛ معصومه افشار؛ محمود جمعه پور و غلامرضا کریمی، (۱۳۸۹) معرفی مدل پیشنهادی ساختمان سبز نانوساختار با رویکرد کاهش مصرف انرژی، یازدهمین کنفرانس ملی بتن، تهران–مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، انجمن بتن ایران
۵. بوکر، بویسن، (۱۳۸۵) فناوری نانو در علوم پزشکی و مهندسی، ترجمه سرکار، مهدی خانی، صحبا یغمایی، سعید، محبوبه، مضیه، ویرایش اول، تهران، انتشارات خواجه رشید.
۶. حسینی، سیده خدیجه، (۱۳۹۱) کاربردهای نانوتکنولوژی در معماری، محبت، نور.
۷. دادخواه تهرانی، مهدی، (۱۳۹۸) انسیس فلوئنت، تهران، دیباگران،
۸. سرخوش، بیژن و توکلی دستجرددی، محمد حسین، کاربردهای فناوری نانو–شیشه و نانوتکنولوژی، http://edu.nano.ir
۹. طالبی، ژاله، (۱۳۸۵) بهبود عملکرد حرارتی ساختمان‌های مسکونی عایقکاری حرارتی از خارج، پنجمین همایش بین‌المللی بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان، ۲۱ صفحه، تهران،

۱۰. غفاری، نعیم، (۱۳۹۷) بررسی میزان تاثیرگذاری تکنولوژی نانو (آیروژل) در بهینه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان، کنفرانس عمران، معماری و شهرسازی کشورهای جهان اسلام، تبریز، دانشگاه تبریز–دانشگاه شهید مدنی آذربایجان– دانشگاه علمی کاربردی شهرداری تبریز
۱۱. قیابکلو، زهرا، مبانی فیزیک ساختمان ۲ (تنظیم شرایط محیطی)، تهران، جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۳
۱۲. گلابچی، محمود، تقی زاده، احسان سروش نیا، کتایون، (۱۳۹۰)، نانو فنآوری در معماری و مهندسی ساختمان، دانشگاه تهران، موسسه انتشارات.
۱۳. لایدکر، زیلویا و دیگران، تکنولوژی نانو در ساختمان، (۱۳۹۰)، (رضایی جعفر، بهاره و دلزنده علی)، تهران
۱۴. مجیدی، فاطمه السادات، عوض نژاد، فرهاد، بررسی جایگاه فناوری و تکنولوژی نانو در دستیابی به معماری پایدار، صنعت ساختمان۱۱۴،۱۳۹۳.
۱۵. هاشمی، سیدیوسف؛ محمدرضا حدیدی؛ علیرضا جمشیدی و مهدی سلیمی، ۱۳۹۷، فناوری نانو در صنعت ساخت و ساز ساختمان (کنفرانس عمران، معماری و شهرسازی کشورهای جهان اسلام)، تبریز، دانشگاه تبریز– دانشگاه شهید مدنی آذربایجان دانشگاه علمی کاربردی شهرداری تبریز
16. Gupta,T.N(2000),Material for Human Habitat,MRS.Bulletin,vol.25,NO.4,pp.60-63
17. Halicioglo, F.H, (2009), The Potential Benefits Of Nanotechnology For Innovative Solutions in the Construction Sector
18. Olson, Gregory B, (2000), Designing a New Material World, Science, vol.288, No.5468, pp.933-998
19. Surinder, Mann, (2006), Nanotechnology and Construction European Nanotechnology
20. Gateway (2014), Thermo Regulator Pigments, http://www.novact.info/

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی