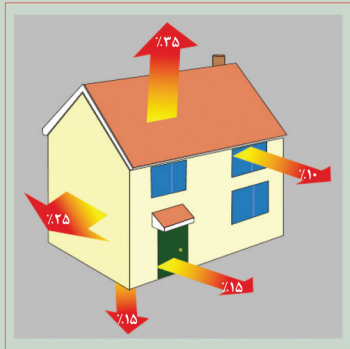




قرن بیست و یکم قرن فناوری نانو به شمار می رود. در مقیاس نانو خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی ماده با خواص توده ماده متفاوت است. فناوری نانو تاکنون کاربردهای زیادی در حوزه ساخت و ساز و بخصوص عایق های ساختمانی پیدا کرده است. عایق های ساختمانی نقش قابل توجهی در صرفه جویی انرژی و همچنین افزایش آسایش و آرامش افراد ساکن در یک واحد مسکونی ایفا می کنند. عایق های ساختمانی سال ها است که به عنوان یکی از ضروری ترین اجزای ساختمان ها مورد توجه قرار گرفته اند. همچنین بر اساس مقررات ملی ساختمان، تمامی ساختمان هایی که ساخته می شوند باید به اندازه کافی عایق کاری شوند. عایق ها بسته به نوع و کاربردی که دارند، به انواع عایق های صوتی، حرارتی، رطوبتی و غیره تقسیم بندی می شوند که در طول زمان تکامل یافته و روز به روز انواع جدیدتری از آنها روانه بازار می شود.

فاکتور مهم در انتخاب عایق ها، میزان مقاومت حرارتی آنها است. هر قدر این مقاومت بالاتر باشد، عایق حرارت را کمتر از خود عبور می دهد و صرفه جویی که به همراه دارد افزایش می یابد. پس به جای ضخامت عایق ها، باید مقاومت حرارتی آنها با هم مقایسه شوند.

سقف ها، دیوارهای خارجی، کف واحد مسکونی و همچنین لوله های آبگرم، مرسوم ترین و اصلی ترین



مکان هایی هستند که باید عایق کاری روی آنها پیاده سازی شود. عایق کاری سقف ها مصرف انرژی برای گرمایش و سرمایش ساختمان را تا ۳۵٪ و عایق کاری دیوارهای خارجی مصرف انرژی برای گرمایش و سرمایش ساختمان را حدود ۲۵٪ کاهش می دهد. همچنین عایق کاری در و پنجره مصرف انرژی را تا ۱۵٪ و عایق کاری کف، مصرف انرژی را در زمستان حدود ۱۵٪ کاهش می دهد.

نانو عایق ها دسته ای جدید از عایق ها هستند که در نتیجه پیشرفت فناوری و با گذشت زمان به بازار مصرف عرضه شده اند. نانو عایق ها قابلیت بیشتری در کاهش اتلاف انرژی داشته و همچنین خطرات زیستی کمتری دارند.

### مبنای نانو عایق ها و انواع آنها

مبنای مواد عایق، بر دارا بودن تعداد زیادی از حفرات است که تا حد امکان بتوانند هوا را در میان خود نگه دارند. مواد عایق، از خاصیت رسانش پایین هوا استفاده کرده و جلوی جریان آزاد هوا را می گیرند. بنابراین چگالی این مواد از اهمیت بالایی برخوردار است. هر چه چگالی کمتر باشد، هوای بیشتری درون ماده محدود شده و در نتیجه خاصیت عایق بندی آن افزایش می یابد. توانایی عایق بندی یک ماده مشخص همانند پشم شیشه را می توان با ضخیم کردن لایه عایق افزایش داد.

نانو مواد به دلیل داشتن تخلخل های ریز تر و بیشتر، قابلیت بیشتری برای به دام انداختن هوا داخل ماده دارند و می توان با ضخامت های کمتری به خاصیت مطلوب رسید.

انواع نانو عایق ها عبارتند از:

#### ■ آئروژل (Aerogel)

آئروژل یک جامد با چگالی بسیار پایین است و توسط فرایند سل-ژل (sol-gel) ساخته می شود. در واقع این

ماده از یک ژل به دست می‌آید که در آن قسمت مایع ژل با گاز جایگزین شده است. به این ماده دود منجمد، هوای جامد و یا دود آبی نیز می‌گویند. آئروژل سبک‌ترین جامد شناخته شده در دنیا به حساب می‌آید که چگالی سبک‌ترین نمونه ساخته شده از آن، تنها سه برابر هوا است. آئروژل در عین سبکی دارای استحکام بالایی نیز می‌باشد به گونه‌ای که قطعه‌ای از آن توان تحمل باری که حدود هزار برابر بیشتر از وزن خودش است را دارد. در واقع این مواد در برابر نیروهای زیاد ترد و شکننده هستند ولی از حداقل ملزومات مکانیکی (مقاومت و سختی) برای کاربردهای ساختمانی برخوردارند.

به دلیل ساختار متخلخل، آئروژل نیمه شفاف است. به طوری که می‌توان از یک طرف آن، طرف دیگر را دید. صفحه‌های متخلخل آئروژل معمولاً بیشتر از ۷۵ درصد شفافیت دارند.



▲ یک قطعه آجر ۲/۵ کیلوگرمی روی تکه‌ای ۲ گرمی از آئروژل گذاشته شده است.



▲ قطعه‌ای از آئروژل. حالت شفاف آئروژل در این تصویر مشخص می‌باشد.



▲ گلی که بر روی تکه‌ای از آئروژل حرارت دیده معلق شده: آئروژل عایق حرارتی بسیار خوبی است، چنان‌که گل از حرارت شعله هیچ آسیبی ندیده است.

برخلاف اسم آئروژل، این ماده کاملاً جامد است و حالت ژل گونه ندارد. به دلیل ساختار فوق متخلخل و گاز محبوس شده درون آن، آئروژل ماده‌ای ایده‌آل برای عایق کاری محسوب می‌شود و عمده کاربری آئروژل‌های تجاری نیز، در عایق کاری حرارتی است. ضریب انتقال حرارت بسیار کم، سبکی فوق‌العاده، حالت شفاف و نسبت خواص مکانیکی به چگالی عالی، آئروژل را برای بسیاری از کاربردهای عایق کاری، عایقی بی‌نظیر معرفی می‌کند. در تصویر مقابل، یک شاخه گل بر روی بلوکی از آئروژل قرار داده شده و بر روی شعله حرارت می‌بیند. ضریب انتقال حرارت آئروژل به اندازه‌ای پایین است که گل هیچ آسیبی نمی‌بیند.

آئروژل بلنکت<sup>۱</sup> یا پتویی، کامپوزیتی از آئروژل سیلیکا و الیاف تقویت کننده است. آئروژل پتویی بسته به نوع و مقدار الیاف تقویت کننده، ماتریس آئروژل سیلیکا و مواد افزودنی دیگر، خواص مکانیکی و حرارتی مختلفی دارد. پتوهای

آئروژلی به خاطر انعطاف پذیر بودن، کارایی بسیار بالایی نسبت به آئروژل سیلیکای خالص داشته و در عایق کاری ساختمان‌ها، لوله‌های انتقال مواد، مخازن دمای بالا و سایر تجهیزات دمای بالا یا دمای پایین بسیار پر کاربرد است.

کاربردهای آئروژل در ساختمان به شرح زیر است:

■ می‌توان از پانل‌های شیشه‌ای دوجداره که فضای میانی آنها انباشته از آئروژل است برای ناماسازی و همچنین در فضاهای داخلی (مانند تیغه‌ی احاطه کننده‌ی سالن کنفرانس در فضاهای اداری) استفاده کرد.

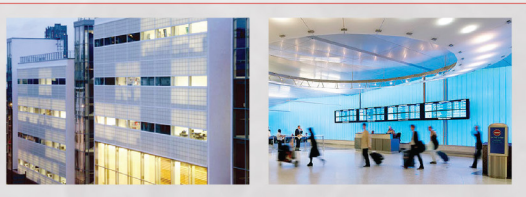
■ عایق‌های پتویی آئروژل که به صورت کامپوزیتی از آئروژل سیلیکا و الیاف تقویت کننده هستند، از سال ۲۰۰۰ به صورت تجاری ساخته شده و در عایق کاری استفاده می‌شوند. این عایق‌ها در مقابل شوک‌های حرارتی مقاوم بوده و دماهای بسیار بالا را تحمل می‌کنند و غیر قابل اشتعال هستند. این کامپوزیت‌ها می‌توانند در عایق کاری دیوارها، سقف‌ها و لوله‌ها استفاده شود.



▲ آئروژل پتویی (کامپوزیتی است از آئروژل سیلیکا و الیاف تقویت کننده)



▲ استفاده از آئروژل پتویی برای عایق کاری دیوارها



▲ پانل‌های نیمه شفاف عایق حرارتی آئروژل در نماهای بیرونی و داخلی ساختمان‌ها

■ از آئروژل دانه‌ای به عنوان عایق فله‌ای معمولاً در عایق کاری نورگیرها و شیشه‌های سقفی استفاده می‌شود.

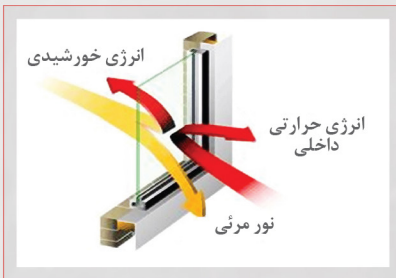
### ■ پوشش‌های عایق (رنگ‌ها و اسپری‌ها)

کیفیت عایق بودن مواد و مصالح را همچنین می‌توان با استفاده از نانوروش‌ها که بطور مستقیم بر سطح بیرونی مواد کشیده می‌شوند، ارتقا داد. مواد عایق می‌توانند بصورت رنگ یا اسپری روی سطوح پوشش داده شوند. این پوشش‌ها از موادی ساخته شده‌اند که در حد ملکولی هوا را به دام می‌اندازند و ضخامت خیلی کمی از آنها می‌تواند اثر زیادی روی عایق کردن داشته باشد. لازم به ذکر است که ماده اصلی به کار رفته در رنگ‌ها و پوشش‌های عایق حرارتی، مواد متخلخلی مثل نانوذرات تیتانیا یا زیرکونیا هستند که توانایی به دام انداختن هوا را داشته باشند. کاربرد رنگ‌های نانویی همانند رنگ‌های معمولی است و به همان شیوه‌ها روی سطوح اعمال می‌شوند.



### ■ عایق‌های لایه‌نازک (شیشه‌های عایق)

موادی که بتوانند روی انتقال انرژی و گرما کنترل ایجاد کنند، می‌توانند بر روی شیشه‌ها به عنوان عایق حرارتی پوشش داده شوند. شیشه‌هایی که روی آنها چنین پوشش‌هایی ایجاد شده باشد می‌تواند کارایی بهتری از شیشه‌های چندجداره داشته باشد و جایگزین آنها شود. برای مثال اگر روی شیشه‌ها پوشش‌هایی ایجاد شود که توانایی جذب اشعه ماورابنفش و مادون قرمز را داشته باشد، این شیشه‌ها می‌توانند تا حد زیادی مانع عبور اشعه ماورابنفش و مادون قرمز شوند ولی در عین حال نور مرئی را عبور دهند. در واقع این شیشه‌ها با جذب اشعه‌های ماورابنفش و مادون قرمز مانع از ورود و خروج انرژی حرارتی می‌شوند و می‌توانند به عنوان عایق حرارتی استفاده شوند ولی چون نور مرئی را عبور می‌دهند تأثیری روی عبور روشنایی ندارند.

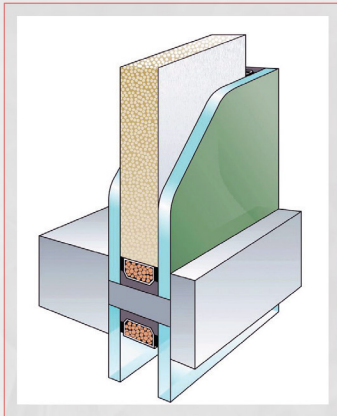


↗ شیشه‌ی عایق حرارتی

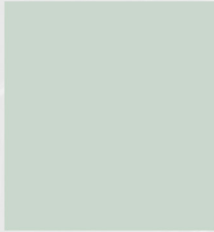


### ■ پانل‌های عایق خلأ (Vacuum Insulation Panels)

پانل‌های عایق خلأ با امکان ایجاد لایه‌های عایقی نازک‌تر از عایق‌های معمولی، برای کاربردهای ساختمانی بسیار مناسب هستند. در این پانل‌ها هوای بین دو جداره عایق مکیده می‌شوند تا از قابلیت انتقال حرارتی آن کاسته شود. اما عایق‌های ساختمانی مسطح هستند و به تنهایی تحمل فشار ناشی از ایجاد خلأ را ندارند. برای حل این مشکل از مواد پرکننده‌ی بسیار ریزی استفاده می‌کنند که دارای تخلخلی در مقیاس نانو و حفره‌هایی در حدود ۱۰۰ نانومتر باشد و در عین حالی که هوای آن‌ها مکیده می‌شود، می‌توانند در برابر فشار نیز مقاومت کنند. ماده‌ای که معمولاً نقش پرکننده‌ی بین این نوع پانل‌ها را ایفا می‌کند آئروژل است. به طور معمول ضخامت این پانل‌های عایق بین ۲ تا ۴۰ میلی‌متر است. این پانل‌ها هم در ساختمان‌های جدید و هم بازسازی و نوسازی ساختمان‌های فرسوده، در دیوار و کف و همچنین عایق کاری لوله‌کشی قابل کاربرد است. این پانل‌ها به این شکل ساخته می‌شوند که ابتدا یک پوسته‌ی نازک از ورق پلاستیکی انعطاف‌پذیر (که معمولاً دارای پوششی از جنس آلومینیوم است) یا ورقی از فولاد ضدزنگ، مصالح میانی که در خلأ هواگیری می‌شوند را در بر می‌گیرند.



↗ شکل شماتیک پانل‌های عایق خلأ



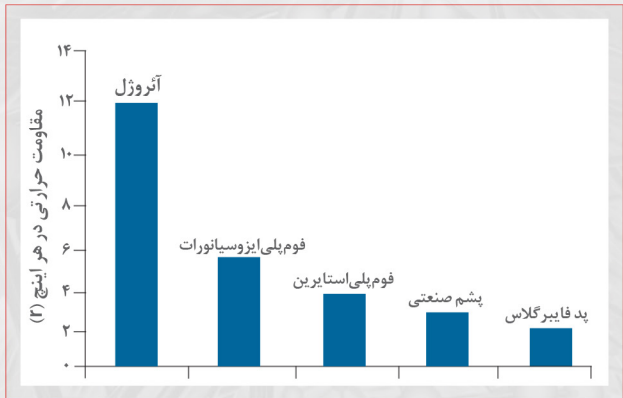
» پانل‌های عایق خلأ

### مزایای استفاده از نانوعایق ها

به منظور بهبود کارایی عایق‌هایی که بطور سنتی استفاده می‌شوند مثل پشم سنگ، پشم شیشه و یونولیت باید ضخامت آنها افزایش یابد که در بسیاری از کاربردها افزایش ضخامت امکان‌پذیر نیست. همچنین افزایش ضخامت باعث افزایش ماده‌ی مصرفی و هزینه‌ی تمام شده می‌شود. همچنین استفاده از عایق‌های سنتی در ساختمان‌ها محدودیت‌هایی از لحاظ ایمنی ایجاد می‌کند. برای مثال این مواد به هنگام آتش‌سوزی باعث ایجاد گازهای سمی می‌شوند. مواد عایق حرارتی مدرن (نانوعایق‌ها) بسیار مقاوم، سبک و با کیفیت هستند، به دلیل هدایت حرارتی پایین  $0.004-0.020 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ، به مقدار ۲-۶ برابر بازده بیشتری نسبت به عایق‌های سنتی دارند و همچنین فضای کمتری را اشغال می‌کنند. در شکل زیر مقاومت حرارتی یا توان عایق‌سازی آنروزل در مقایسه با عایق‌های سنتی مقایسه شده است. این عایق‌ها به دلیل مقاومت حرارتی فوق‌العاده‌ای که دارند می‌توانند به طرز چشم‌گیری از هزینه‌های گرمایش و سرمایش ساختمان بکاهند.



» مقاومت حرارتی یا توان عایق‌سازی آنروزل در مقایسه با عایق‌های سنتی. آنروزل ۲-۶ برابر بهتر از عایق‌های سنتی عمل می‌کند.



شیشه‌های کنترل‌کننده‌ی انرژی با کنترل همزمان انتقال انرژی از طریق رسانش و تابش، شیشه را تبدیل به عنصری فوق‌العاده موثر جهت کاهش مصرف انرژی، افزایش روشنایی و دید ساختمان و زیبایی نما می‌نماید. این نوع شیشه‌ها علاوه بر اینکه مانع اتلاف انرژی می‌شوند، از تغییر رنگ پرده، مبلمان و اجناس پشت و پرتین نیز جلوگیری می‌کنند. همچنین این شیشه‌ها اشعه‌هایی از نور خورشید را حذف می‌کنند که برای سلامتی چشم و پوست مضر بوده و دارای اثر سرطان‌زایی هستند. در کل این نوع شیشه‌ها می‌توانند کارایی بهتری از شیشه‌های

چندجداره داشته باشد و جایگزین آنها شوند. این نوع شیشه‌ها ایده‌ی ساختمان‌های پنجره‌هایی بزرگ را عملی می‌کند که نور و زیبایی اطراف را به داخل ساختمان می‌آورد.

پوشش‌های نانو عایق می‌توانند روی سطح ساختمان پوشش داده شوند ولی عایق‌های سنتی اینطور نیستند. خصوصیت ویژه این محصول، مایع بودن آن است که امکان استفاده از آن را بر روی سطوح فلزی و غیر فلزی توسط پیستوله، برس و رول‌های نقاشی فراهم می‌کند و با صرف هزینه‌ی نسبتاً کمی، می‌توان حتی از آن در ساختمان‌های در دست بهره‌برداری نیز استفاده نمود و هیچ‌گونه تغییر ظاهری نیز در ترکیب ساختمان ایجاد نمی‌کند. رنگ



مقایسه ضخامت پانل عایق خلأ و عایق‌های سنتی

نانو عایق، موجب افزایش عمر تأسیسات ساختمان می‌شود و در یک دوره میان‌مدت باعث کاهش هزینه‌های ساختمان از جمله رنگ‌آمیزی مجدد، هزینه‌های ناشی از صدمات رطوبت، نم و رشد کپک و قارچ و در نهایت هزینه‌های مربوط به مصرف انرژی می‌گردد.

پانل‌های عایق خلأ این امکان را فراهم می‌آورند که بتوان با نازک‌ترین لایه‌ی عایق ممکن، به بیشترین مقاومت حرارتی دست یافت. انتقال حرارتی VIPها ناچیز و تنها در حدود  $0.004-0.005 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$  است و استفاده از آنها در ساختمان بازدهی مصرف انرژی را افزایش داده و به دنبال آن از انتشار گاز دی‌اکسید کربن می‌کاهد. همچنین این عایق‌ها به دلیل ضخامت کمی که دارند فضای مفید ساختمان را افزایش می‌دهند و در محل‌هایی از ساختمان که فضا بسیار محدود بوده

و باید ضخامت عایق بسیار اندک باشد و نتوان از عایق کاری سنتی استفاده کرد، عایق‌های خلأ کاربرد بیشتری پیدا می‌کنند. آئروژل که نقش پرکنندگی این پانل‌ها را دارد نیز خود رسانایی حرارتی بسیار کمی داشته، نمی‌سوزد و از ویژگی‌های آکوستیکی عالی برخوردار است.

## بازار نانو عایق‌ها

تقاضای سرمایه‌گذاری‌های عمومی و خصوصی در رابطه با ساختمان‌سازی با بازدهی بالای انرژی منجر به رشد عظیم بخش عایق در چند سال آینده خواهد شد. مقدار اندازه‌گیری شده در سال ۲۰۰۵، ۷/۲ میلیارد دلار بوده که این مقدار در سال ۲۰۱۴ به ۱۵/۴ میلیارد دلار رسیده است. تخمین زده می‌شود که عایق کاری ساختمان‌ها اخیراً سالانه حدود ۴۲ درصد انرژی مصرفی را ذخیره می‌نماید. عایق کاری ساختمان میزان انرژی مورد نیاز برای نگهداری محیط زیست پاک را کاهش می‌دهد. به نوبه‌خود، کاهش مصرف انرژی موجب کاهش تولید دی‌اکسید کربن ( $\text{CO}_2$ ) در تولید انرژی خواهد شد. در حقیقت امروزه عایق کاری مقرون به صرفه‌ترین روش در دسترس برای کاهش تولید دی‌اکسید کربن می‌باشد.

بر طبق تخمین تولید کنندگان، مواد عایقی که در آنها از فناوری نانو استفاده شده است تقریباً ۳۰ درصد کارایی بهتری نسبت به مواد عایق سنتی دارند. توسعه‌ی روش‌های عایق کاری ساختمان‌ها انرژی بیشتری را ذخیره کرده و سبب تولید کمتر دی‌اکسید کربن می‌شود. خانواده‌های اروپایی مسئول یک چهارم دی‌اکسید کربن تولید شده در آن منطقه هستند که تقریباً ۷۰ درصد آن مربوط به گرم کردن اتاق‌های منازل می‌باشد. کاهش مصرف انرژی در گرم کردن فضای ساختمان‌ها بوسیله عایق کاری مدرن در آلمان، هلند، ایتالیا، بریتانیا، اسپانیا و ایرلند موجب کاهش

تولید دی اکسید کربن به میزان ۱۰۰ میلیون تن در سال خواهد شد. عایق‌های حرارتی بهبود یافته و مدرن می‌تواند به هدف ۲۵ درصدی در کاهش تولید دی اکسید کربن در اروپا منجر شود. در جدول زیر مزیت‌های اقتصادی استفاده از عایق‌های حرارتی مدرن آورده شده است.

**افزایش عایق کاری نسبت به عایق‌های سنتی**  
**کاهش دی اکسید کربن تولید شده نسبت به عایق‌های سنتی**

عایق‌های حرارتی مدرن	٪۳۰	٪۲۵
----------------------	-----	-----

**شرکت‌های ارائه‌دهنده محصولات نانوعایق حرارتی**

شرکت‌های داخلی تولید عایق‌های حرارتی نانو در جدول زیر آورده شده است.

اطلاعات	محصول	نام شرکت
vaspart.com	آئروژل سیلیس (ایرولیت)	واکنش صنعت پارت (گواهی نانومقیاس)
۰۲۱۸۸۳۱۸۴۵۴	رنگ عایق نانو	نیلی فام ری (گواهی نانومقیاس)
www.torangshimi.com	نانوپوشش‌های عایق حرارتی	طرننگ شیمی
www.nanoaxon.com	رنگ عایق نانو	نانو عایق آکسون
www.sharifnanopigment.com	رنگ عایق نانو	نانورنگدانه شریف
۰۲۱۷۷۷۴۰۹۳۵	رنگ عایق نانو	گروه صنعتی نانوفن
www.nanowin.ir	محلول پوشش شیشه (ضد گرما، ضد UV)	آریبان پارس
www.kavehglass.com	شیشه‌های کم گسیل (low emission)	گروه صنعتی شیشه کاوه
۰۲۱۸۲۸۸۳۵۱۳	آئروژل سیلیکایی و نانو کامپوزیتی - پتوی عایق آئروژلی	شرکت نانو عایق دانش

شرکت‌های خارجی نیز محصولاتی در زمینه‌ی عایق‌های حرارتی نانو تولید کرده‌اند که در جدول صفحه بعد به برخی موارد اشاره شده است.



محصول	کشور	نام شرکت
رنگ عایق حرارتی	آمریکا	Industrial-Nanotech, Inc
آئروزل	ژاپن	JFCC (Japan Fine Ceramics Center)
آئروزل	سوئد	Airglass AB
آئروزل	آمریکا	Marketch International, Inc.
آئروزل، پانل عایق خلأ	آمریکا	Aspen Aerogels Inc.
آئروزل	آمریکا	Cabot
آئروزل	آمریکا	American Aerogel Corp.
پانل عایق خلأ	آلمان	Morgan Advanced Materials
شیشه عایق حرارتی	چین	Guangdong Tuopu Zhongrun Nano Science & Technology Co., Ltd.
پوشش عایق حرارتی	چین	Yantai Jialong Nano Industry Co., Ltd.
رنگ عایق حرارتی	چین	Jiangmen Wonder Chemical Co., Ltd.
آئروزل دانه‌ای و آئروزل بلنکت	چین	Zhejiang Dongri Co., Ltd.
آئروزل بلنکت	چین	Zibo Jiuqiang Refractory Co., Ltd.
پانل عایق خلأ	چین	Suzhou Junyue New Material Technology Co., Ltd.

#### پی‌نوشت‌ها

- Blanket aerogel
- Vacuum insulation panels

#### مراجع

- Dr.George Elvin, Nanotechnology for green Building, Green Technology Forum, 2007.
- Tao Gaoa, Linn Ingunn C. Sandberg, and Bjørn Petter Jelle, Nano Insulation Materials: Synthesis and Life Cycle Assessment, Procedia CIRP 15 ( 2014 ) 490 – 495.
- Bjørn Petter Jelleab, Arild Gustavsen, Steinar Grynning, Erlend Wegger, Erland Sveipe and Ruben Baetens, Nanotechnology and Possibilities for the Thermal Building Insulation Materials of Tomorrow, Journal of Building Physics, 2010
- <http://edu.nano.ir>
- <http://www.irima.ir>

## از مجموعه گزارش‌های صنعتی فناوری نانو منتشر شده است



- نماهای کامپوزیتی نانویی
- کاربرد پوشش‌های نانو در لوله‌های آب گرم
- ظروف آشپزخانه با پوشش نانویی
- تکمیل ضد آتش و دیرسوزی منسوجات
- نانوذرات لیپیدی، سامانه‌ای جدید برای دارورسانی
- نانومیسل‌ها و نقش آنها در رهایش دارو
- نانو بلورهای دارویی فرمولاسیون جدید داروهای کم‌محلول
- نقش فناوری نانو در توسعه بچ‌های پوستی
- کاربردهای فناوری نانو در سیمان حفاری
- کاربردهای فناوری نانو در گل حفاری
- کاربردهای فناوری نانو در صنعت نساجی
- بهره‌گیری از جاذب‌های نانو بر پایه آئروژل‌ها در حذف آلاینده‌های نفتی و تصفیه پساب‌های صنعتی
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های آنتی‌استاتیک
- داروهای متصل شده به پادتن
- تصفیه آب با استفاده از غشاء پلیمری نانوفیلتراسیون
- نانو حسگرها جهت آزمایش‌های بیوشیمیایی متداول خون (تعیین میزان قند، چربی و...)
- نانو کامپوزیت‌های زیست تخریب پذیر برای بسته‌بندی مواد غذایی
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های خود تمیز شونده
- کاربرد فناوری نانو در رنگ‌های ضدخش
- فناوری نانو در رنگ‌های آنتی‌باکتریال

## مجموعه نرم‌افزارهای «نانو و صنعت»



مجموعه نرم‌افزارهای نانو و صنعت با هدف معرفی کاربردهای فناوری نانو در بخش‌ها و صنایع مختلف طراحی و منتشر شده است. در این نرم‌افزار اطلاعاتی مفید و کاربردی در قالب فیلم مستند، مقاله، کتاب الکترونیکی و مصاحبه با کارشناسان، در اختیار فعالان صنعتی کشور و علاقمندان به فناوری نانو قرار داده شده است.

تاکنون شش عنوان از مجموعه نرم‌افزارهای نانو و صنعت با موضوع کاربردهای فناوری نانو در صنایع «نفت»، «خودرو»، «نساجی»، «ساخت و ساز»، «بهداشت و سلامت» و «کشاورزی»، ارائه شده است.

مرکز پخش: ۶۶۸۷۱۲۵۹ - [www.nanosun.ir](http://www.nanosun.ir)

## ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

۰۲۱-۶۳۱۰۰

تلفن:

طراحی و اجرا: توسعه فناوری مهرویژن

۰۲۱-۶۳۱۰۶۳۱۰

نمابر:

نظارت: داود قراپلو

[www.nano.ir](http://www.nano.ir)

پایگاه اینترنتی:

[report@nano.ir](mailto:report@nano.ir)

۱۴۵۶۵-۳۴۴

سندوق پستی:

تهیه‌کننده: شرکت توسعه نانوفناوری افشار

[civil@nano.ir](mailto:civil@nano.ir)