

لوله‌های حرارتی و کاربردهای آن در انتقال انرژی حرارتی

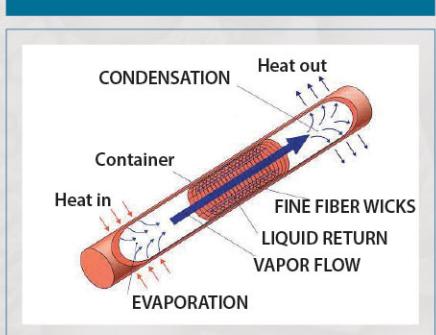
سال انتشار: ۱۳۹۴

ویرایش نخست



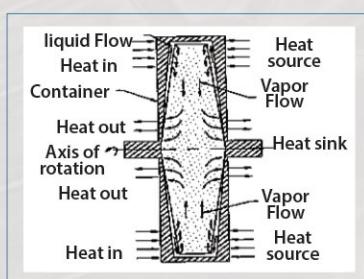
مقدمه

لوله‌های حرارتی تجهیزات انتقال حرارت با توان انتقال حرارت بالایی هستند که با استفاده از انتقال حرارتی گرفته و به چاه حرارتی منتقل می‌کنند. لوله‌های حرارتی جهت انتقال حرارت در فضای محدود و اختلاف دمای اندک سیار مناسب هستند. لوله‌های حرارتی برای انتقال سیال از چگالنده به تبخیر کننده از مکانیزم‌های مختلفی استفاده می‌کنند. لوله‌های حرارتی نوع ترموسیفونی با استفاده از جاذبه زمین، لوله‌های حرارتی فیلیدار با استفاده از نیروی مویینگی، لوله‌های حرارتی دورانی با استفاده از نیروی گریز از مرکز و لوله‌های حرارتی نوسانی با استفاده از نوسانات فشار داخل لوله حرارتی، سیال عامل داخل لوله را حرکت می‌دهند.

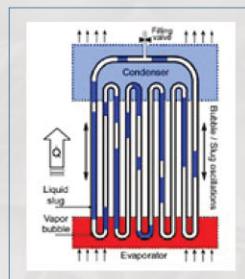


شکل ۱. لوله حرارتی فیلیدار

از نیروی گریز از مرکز و لوله‌های حرارتی نوسانی با استفاده از نوسانات فشار داخل لوله حرارتی، سیال عامل



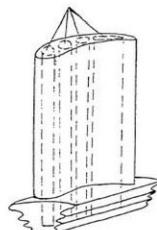
شکل ۲. لوله حرارتی دورانی



شکل ۳. لوله حرارتی نوسانی

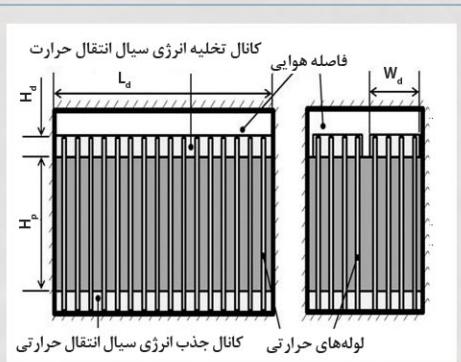
انواع لوله‌های حرارتی در مسائل مرتبط با انرژی نیز بسیار پر کاربرد هستند. لوله‌های حرارتی در کلکتورهای خورشیدی، مواد تغییر فازدهنده^۱، آب شیرین کن‌ها^۲، زمین گرمابی^۳، سلول‌های خورشیدی^۴ و... کاربردهای فراوانی برای انتقال حرارت دارند. همچنین می‌توان از لوله‌های حرارتی برای بازیابی حرارتی و کاهش اتلاف حرارت خروجی از موتورها و

Radially Rotating Heat Pipes



شکل ۴. استفاده از لوله حرارتی در پره توربین

پیلهای سوختی استفاده کرد.



شکل ۵. استفاده از لوله‌های حرارتی در مواد تغییر فازدهنده

توریس، از لوله‌های حرارتی فیلیدار برای خنک کاری ماهواره‌ها و از لوله‌های حرارتی نوع ترموسیفونی برای خنک کاری تجهیزات مانند ژنراتورهای برق استفاده می‌شود.

اولین جرقه فناوری نانو در سال ۱۹۵۹ زده شد؛ امادر آن زمان این فناوری هنوز با عنوان فعلی شناخته نشده بود. در این سال «ریچارد فایمن» در طی یک سخنرانی با عنوان «فضای زیادی در سطوح پایین وجود دارد» ایده فناوری نانو را مطرح ساخت. وی این نظریه را از اندادهای کوچک می‌توانیم مولکول‌ها و اتم‌ها را به صورت مستقیم دستکاری کنیم. به طور خلاصه فناوری نانو به معنی مهندسی نمودن مواد در ابعاد اتمی مولکولی و ساخت موادی با خواص کاملاً متفاوت در مقایسه با مواد معمولی است.

با توجه به این که یکی از عوامل بسیار تاثیرگذار بر عملکرد لوله حرارتی، سیال عامل است، بنابراین می‌توان با استفاده از فناوری نانو و از طریق تغییر در خواص سیال عامل لوله حرارتی، باعث بهبود عملکرد لوله حرارتی شده و نرخ انتقال حرارت را در حجم کمتر افزایش داد. علاوه براین می‌توان حجم لوله‌های حرارتی را نیز کاهش داد.

دلیل افت عملکرد لوله‌های حرارتی چیست؟

با توجه به این که سازوکار اصلی انتقال حرارت در لوله‌های حرارتی انتقال حرارت دوفاز و در واقع تبخیر و میعان سیال داخل لوله حرارتی است، خواص تموفیزیکی سیال عامل بر عملکرد لوله حرارتی تاثیر چشمگیری دارند. با افزایش شار حرارتی، امکان تبخیر شدن کل مایع موجود در داخل لوله حرارتی وجود دارد که باعث افزایش مقاومت حرارتی و در نتیجه افت عملکرد لوله حرارتی خواهد شد. در اثر این پدیده که به آن خشک شدن گویند، افزایش ناگهانی مقاومت حرارتی را شاهد خواهیم بود. هرچه لزجت سیال به کاربرده شده در لوله حرارتی کمتر و همچنین اختلاف فشار اشباع سیال عامل بیشتر باشد، عملکرد لوله حرارتی نوسانی بهتر خواهد شد.

با کوچکتر شدن حجم تجهیزات الکترونیکی و افزایش تعداد تراشه‌های الکترونیکی در واحد سطح، نیاز به تجهیزات خنک کاری با حجم محدودتر بیش از پیش احساس می‌شود. از آنجایی که لوله‌های حرارتی نوسانی، حجم بسیار اندکی را اشغال می‌کنند، برای خنک کاری تجهیزات الکتریکی با حجم اندک مانند قطعات رایانه بسیار مناسب و پر کاربرد هستند. انواع دیگر لوله‌های حرارتی نیز کاربردهای متنوعی دارند. از لوله حرارتی دورانی برای خنک کاری تجهیزات دوار مانند پرهای توریس، از لوله‌های حرارتی فیلیدار برای خنک کاری تجهیزات ژنراتورهای برق استفاده می‌شود.

روش‌های بهبود عملکرد لوله حرارتی چیست؟

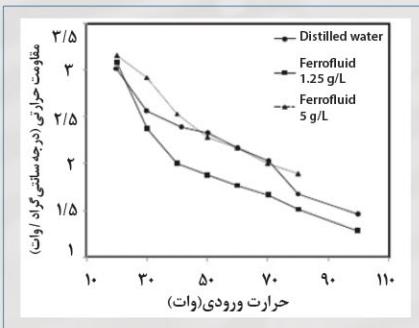
برای بهبود عملکرد لوله حرارتی می‌توان از لوله‌های با ضریب انتقال حرارت هدایتی بالاتر استفاده نمود. از مهم‌ترین عوامل موثر بر عملکرد لوله حرارتی، سیال عامل داخل لوله حرارتی است. استفاده از سیال‌هایی با لزجت پایین‌تر و ضریب انتقال حرارت هدایتی بالاتر از جمله راهکارهای بهبود انتقال حرارت هستند. با استفاده از نانوسیال‌ها، سطح تماس سیال و لوله بیشتر شده که این امر منجر به افزایش نرخ جوشش سیال می‌شود. با افزایش سطح انتقال حرارت که در نتیجه استفاده از نانوذرات است، نرخ انتقال حرارت به سیال داخل لوله افزایش می‌یابد و سیال با نرخ بالاتری جوشش پیدا می‌کند.

استفاده از نانوسیال در لوله‌های حرارتی

نانوسیال‌ها که از افزودن ذراتی در ابعاد نانومتر به یک سیال پایه مانند آب یا اتانول بدست می‌آیند. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که نانوذرات افزوده شده به سیال، بر روی حرکت، جریان و همچنین ویژگی‌های انتقال حرارت محلوط تاثیر زیادی دارد. افزودن این نانوذرات سبب تغییر در خواص ترموفیزیکی سیال پایه می‌گردد و با استفاده از این مواد می‌توان به سیال‌هایی دست یافته که دارای خواص مطلوب در زمینه کاری مورد نظر باشند. برای مثال با افزودن نانوذرات فلزی به یک سیال پایه مانند آب، به دلیل رسانندگی حرارتی بالاتر فلزات، رسانندگی حرارتی سیال بدست آمده از سیال پایه به مرتب بالاتر خواهد بود. با توجه به اینکه نرخ انتقال حرارت افزایش پیدا می‌کند، می‌توان در حجم کوچک‌تر به همان مقدار انتقال حرارت دست یافته که باعث کوچک‌تر شدن تجهیزات انتقال حرارت مورد استفاده می‌شود.

استفاده از نانوسیال‌ها می‌تواند سبب شود که پدیده مخرب خشک شدگی در شارهای حرارتی بالاتر رخ دهد که این موضوع سبب افزایش بازه دمایی عملکرد لوله حرارتی خواهد شد.

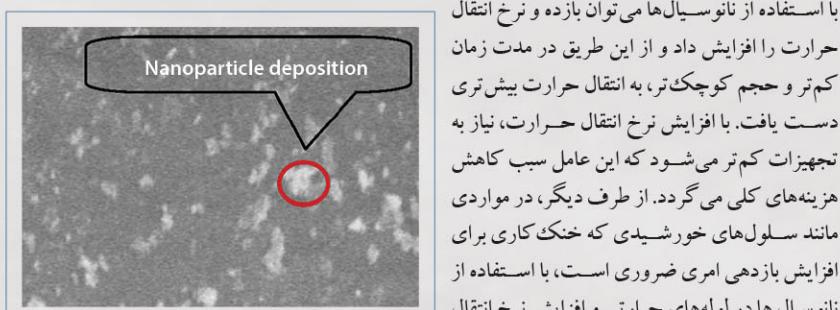
نانوسیال‌ها از طریق افزایش ضریب انتقال حرارت هدایتی سیال عامل نیز می‌توانند نرخ انتقال حرارت را افزایش دهند. شکل ۶ افزایش نرخ انتقال حرارت لوله‌های حرارتی با استفاده از نانوسیال آهن را نشان می‌دهد.



» شکل ۶. افزایش نرخ انتقال حرارت لوله حرارتی نوسانی با استفاده از نانوسیال آهن [۱]

با توجه به شکل ۶ مشخص است که استفاده از نانوذرات در داخل سیال پایه مقدار بهینه‌ای دارد که با افزایش غلظت نانوذرات، به دلیل افزایش لزجت سیال و سایر عوامل، نرخ انتقال حرارت کاهش پیدا می‌کند.

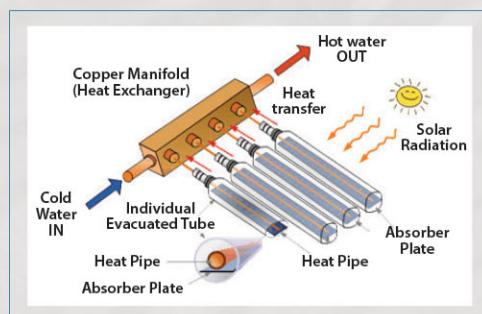
علاوه بر این، استفاده از نانوسيال‌ها سبب افزایش نقاط جوشش^۵ بر روی لوله حرارتی می‌شود، در نتیجه نرخ جوشش و نرخ انتقال حرارت افزایش چشمگیری خواهد داشت. شکل ۷، نقاط جوشش حاصل از نانوسيال آلومینا را نشان می‌دهد.^[۲]



شکل ۷. افزایش نقاط جوشش با استفاده از نانوسيال حرارت، فرایند خنک کاری به خوبی انجام شده و بازدهی سلول خورشیدی بیش تر می شود و در نتیجه، آلومینا^[۲] استفاده از سلول‌های خورشیدی صرفه اقتصادی بیش تری خواهد داشت.^[۳]

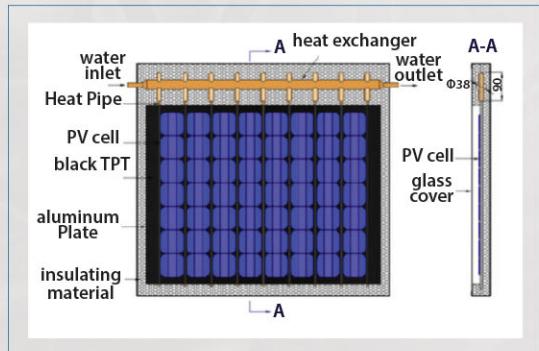
بررسی وضعیت استفاده از لوله‌های حرارتی در ایران و سایر کشورها

در ایران به منظور خنک کاری بعضی از ماهواره‌های ارسالی به فضا از لوله‌های حرارتی فتیله‌دار استفاده می‌شود. همچنین از لوله‌های حرارتی در کلکتورهای خورشیدی نیز استفاده شده است. در سایر کشورها، از لوله‌های حرارتی برای تجهیزات پزشکی، سیستم‌های تهویه مطبوع، بازیابی حرارتی و... استفاده شده است.



شکل ۸. استفاده از لوله‌های حرارتی در آب گرمکن خورشیدی

استفاده از لوله‌های حرارتی در انرژی خورشیدی بسیار متداول است. استفاده از لوله‌های حرارتی در مواد تغییر فازدهنده که انرژی خورشیدی را ذخیره و در موارد نیاز انرژی را تخلیه می‌کنند، استفاده از لوله‌های حرارتی در آب شیرین کن‌های خورشیدی، در کلکتورهای خورشیدی و نیز خنک کاری سلول‌های خورشیدی در دنیا متدائل است.



شکل ۹ کلکتور خورشیدی لوله حرارتی PV/T [۳]

بعضی از مراکزی که در سطح دنیا به تولید لوله‌های حرارتی می‌پردازند در جدول زیر ذکر شده‌اند:

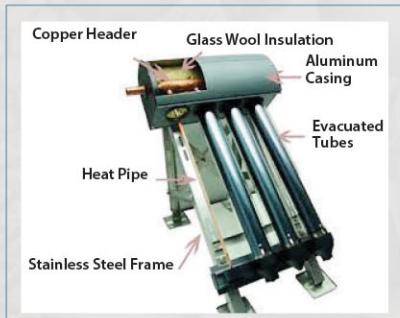
کشور	نام مرکز تحقیقاتی یا صنعتی
آمریکا	شرکت «HPT»
انگلستان	شرکت «CRS engineering»
آمریکا	شرکت «AAVID THERMALLOY»

فهرست برخی از دانشگاه‌های بزرگ دنیا که در زمینه لوله‌های حرارتی و کاربردهای آن فعالیت علمی و تحقیقاتی دارند در جدول زیر ذکر گردیده است:

کشور	نام دانشگاه‌های معتبر دنیا
آمریکا	دانشگاه CONNECTICUT
آمریکا	دانشگاه Missouri
استرالیا	دانشگاه RMIT
سوئد	دانشگاه KTH
هند	دانشگاه Indian Institute of Technology Kanpur
ایران	دانشگاه صنعتی شریف
ایران	دانشگاه تهران

■ تخمین هزینه‌ها

همان‌گونه که اشاره شد استفاده از لوله‌های حرارتی به طور کلی باعث افزایش نرخ انتقال حرارت در حجم

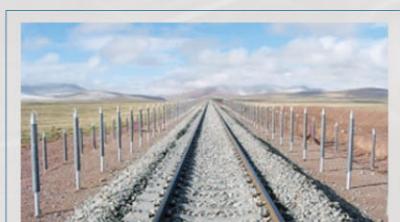


شکل ۱۰. لوله‌های حرارتی استفاده شده در آب
شیرین‌کن

استفاده از لوله‌های حرارتی در سلول‌های خورشیدی، کلکتورها و آب‌شیرین‌کن‌های خورشیدی سبب افزایش بازدهی می‌شود^[۴] در نتیجه سبب افزایش بهره‌وری اقتصادی این گونه تجهیزات می‌شود.

استفاده از لوله‌های حرارتی به همراه نانو‌سیال‌ها، سبب می‌شود که در بازیابی‌های حرارتی نیز میزان حرارت بالاتری بازیابی شده و در نتیجه اتلاف‌های حرارتی کاهش یابد.

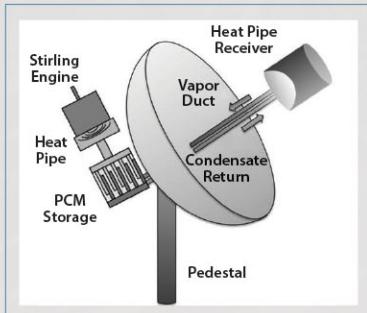
در سایر حوزه‌های صنعتی نیز می‌توان از لوله‌های حرارتی و نانو‌سیال‌ها به عنوان سیال کاری در آن‌ها استفاده نمود. با توجه به اینکه استفاده از نانو‌سیال‌ها سبب کاهش حجم لوله‌های حرارتی و بهبود عملکرد آن‌ها می‌شود، امکان توسعه استفاده از لوله‌های حرارتی در بخش‌های صنعتی بیش از پیش فراهم می‌شود. استفاده از لوله‌های حرارتی نوسانی در خنک کاری تجهیزات رایانه‌ای هم اکنون در سطح جهان رایج است که با کوچک‌تر شدن حجم لوله‌های حرارتی، در خنک کاری سایر تجهیزات الکترونیکی کوچک نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به محدودیت‌های حجمی در کاربردهای صنعتی، یکی از بهترین روش‌ها، استفاده از نانو‌سیال‌ها است که با استفاده از لوله‌های حرارتی کوچک‌تر، می‌توان به نرخ انتقال حرارت مشابه با حالتی که از سیال پایه بدون نانوذرات استفاده می‌شود، دست یافت.



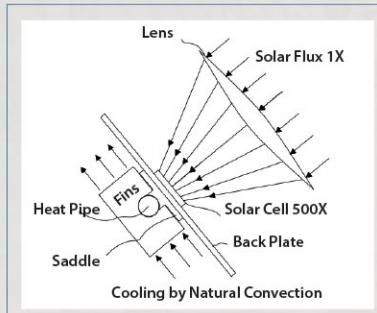
شکل ۱۲. لوله حرارتی ترمومیفونی استفاده شده
برای استفاده از گرمای زمین در نقاط سردسیر



شکل ۱۱. لوله حرارتی استفاده شده در تجهیزات رایانه



شکل ۱۴. استفاده از لوله‌های حرارتی در سیستم‌های تولید توان خورشیدی



شکل ۱۳. استفاده از لوله حرارتی برای خنک کاری سلول خورشیدی

خنک کاری تجهیزات دوار در تولید مواد غذایی به کمک لوله‌های حرارتی دورانی نیز یکی دیگر از مواردی است که هم آکنون مورد توجه قرار گرفته است که استفاده از نانو سیال‌ها سبب بهبود انتقال حرارت و صرفه‌جویی در هزینه‌های مربوط به خنک کاری خواهد شد.

با توجه به کاربردهای مختلف و استفاده از نانو سیال‌های مختلف، میزان صرفه اقتصادی و افزایش بهره‌وری متفاوت است که در هر یک از موارد نیاز به بررسی بیشتری دارد. ولی به طور کلی می‌توان قاطعانه اظهار نمود که استفاده از نانو سیال‌ها در لوله‌های حرارتی سبب افزایش بهره‌وری اقتصادی خواهد شد.

پشتنهادها

استفاده از لوله‌های حرارتی جهت بازیابی حرارت در سیستم‌های انرژی یکی از راههای افزایش بهره‌وری انرژی می‌باشد. با افزایش آگاهی صنعتگران پرآمون کاربردها و مزایای لوله‌های حرارتی نسبت به سایر تجهیزات انتقال حرارت، می‌توان مصارف انرژی برای خنک کاری را در سطح ملی و بین‌المللی کاهش داد.

تحقیق و بررسی در مورد سایر تجهیزاتی که نیاز به انتقال حرارت و خنک کاری دارند و تاکنون از لوله‌های حرارتی در آن‌ها استفاده نشده است، می‌تواند به گسترش استفاده از لوله‌های حرارتی منجر شود.

استفاده از نانو ذرات در لوله‌های حرارتی تاثیر چشمگیری می‌تواند بر عملکرد حرارتی این تجهیزات داشته باشد که منجر به کاهش حجم لوله‌های حرارتی و قابلیت اطمینان بالاتر آن‌ها خواهد شد.



پی‌نوشت‌ها

- ۱ Phase Change Material
- ۲ Desalination systems
- ۳ Geothermal
- ۴ Photovoltaic cells
- ۵ Nucleation site

مراجع

- ۱ Taslimifar, Mehdi, et al. "Overall thermal performance of ferrofluidic open loop pulsating heat pipes: An experimental approach." International Journal of Thermal Sciences 65 (2013): 234-241.
- ۲ Qu, Jian, and Huiying Wu. "Thermal performance comparison of oscillating heat pipes with SiO₂/water and Al₂O₃/water nanofluids." International Journal of Thermal Sciences 50.10 (2011): 1954-1962.
- ۳ Gang, Pei, et al. "Performance study and parametric analysis of a novel heat pipe PV/T system." Energy 37.1 (2012): 384-395.
- ۴ Nithyanandam, K., and R. Pitchumani. "Design of a latent thermal energy storage system with embedded heat pipes." Applied Energy 126 (2014): 266-280.
- ۵ <http://www.1-act.com/>
- ۶ <http://www.aavid.com>
- ۷ <http://www.heat-pipes.com>
- ۸ <http://www.heatpipe.com/>

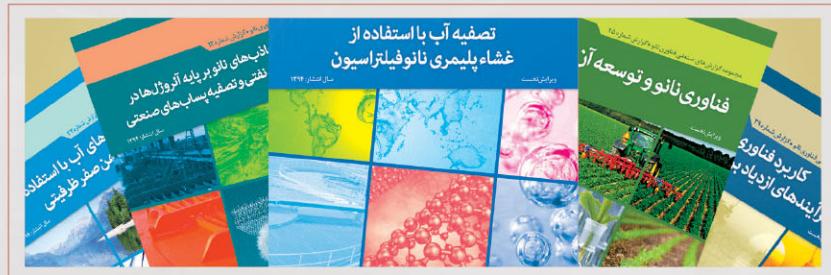
مجموعه نرم‌افزارهای «نانو و صنعت»

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: www.nanosun.ir - ۶۶۸۷۱۲۵۹



از مجموعه گزارش‌های صنعتی فناوری نانو منتشر شده است



- کاربرد فناوری نانو در فرآیندهای ازدیاد برداشت نفت خام
- کیتوسان پلیمری زیست تخریب پذیر در سامانه های دارورسانی
- فناوری نانو و بتن های ویژه
- کاربرد فناوری نانو در آنالیزگر های جدید صنایع بالادستی نفت
- کاربردهای فناوری نانو در بخش انتقال شبکه برق رسانی
- فناوری نانو و توسعه آن در کشاورزی
- نقش فناوری نانو در ارتقای کیفی سیمان و مصالح پایه سیمانی
- روش تغییر شکل پلاستیک شدید (SPD) در تولید فلزات نانوساختار
- آبیاری سازی و فعل سازی مکانیکی، فناوری تهییه نانومواد
- منسوجات ضد میکروب
- کاربرد فناوری نانو در سازه های بتونی هوشمند با قابلیت خود ترمیم شوندگی
- کاربرد فناوری نانو در صنعت چوب
- کاربرد فناوری نانو در تصفیه آب
- کاربرد فناوری نانو در تصفیه هوا
- کاربرد فناوری نانو در بتن های سبک
- کاربرد فناوری نانو در بتن
- نانولیپوزوم ها و نقش آنها در رهایش دارو
- کاربرد فناوری نانو در محیط های بیمارستانی
- کاربرد فناوری نانو در حسگرهای ساختمانی
- کاربرد فناوری نانو در عایق های رطوبت
- کاربرد فناوری نانو در لوله های بی صدای فاضلاب
- حذف الاینده های آب با استفاده از نانوذرات آهن
- صفر ظرفیتی
- کاربرد فناوری نانو در صنعت ساختمان
- استفاده از غشاء نانولوله کربنی جهت نمک زدایی و تصفیه آب
- کاربرد فناوری نانو در کاشی و سرامیک
- غنی سازی محصولات کشاورزی با نانو کودهای کلاته آهن و روی
- خشک کردن انجمادی پاششی

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

۰۲۱-۶۳۱۰۰	تلفن:	توسعه فناوری مهر ویژن
۰۲۱-۶۳۱۰۶۳۱۰	نمبر:	داود قرايلو report@nano.ir
www.nano.ir	پايگاه اينترنتي:	رهبيه كنندگان: رقيه قاسم پور، محمد الهويي نظری
۱۴۵۶۵-۳۴۴	صندوق پستي:	