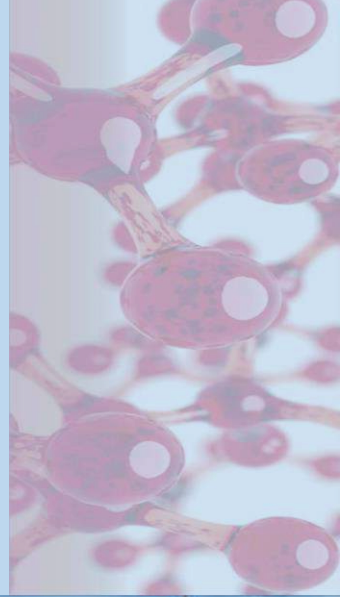


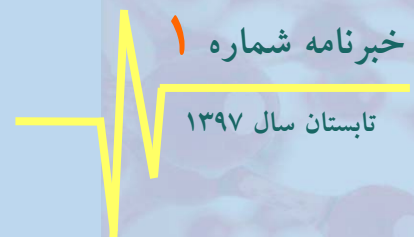
خبرنامه

# نانو در صنعت برق و انرژی



خبرنامه شماره ۱

تابستان سال ۱۳۹۷





صاحب امتیاز:  
پژوهشگاه نیرو

مدیر مسئول:  
نسترن ریاحی نوری

همکاران این شماره:  
پریسا جبارنژاد  
اشکان ذوالریاستین

## فهرست مطالب

- تدوین سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری نانو در صنعت برق صفحه ۲
- طرح‌ها و پروژه‌های جاری صفحه ۴
- فعالیت‌های انجام شده در حوزه طرح‌ها صفحه ۶

### فعالیت‌های مرکز توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی

- بررسی و تدوین دستورالعمل‌ها صفحه ۷
- رصد خانه علم و فناوری صفحه ۹
- شبکه آزمایشگاهی نانو در صنعت برق و انرژی صفحه ۱۱
- مسابقات طرح‌های نوآورانه نانو در صنعت برق صفحه ۱۲
- شبکه متخصصین صفحه ۱۲
- برگزاری کنفرانس فناوری نانو در صنعت برق صفحه ۱۳
- اجرای پایلوت صفحه ۱۵

- گفتگو با رئیس گروه استاندارد و توسعه فناوری شرکت توانیر صفحه ۱۶
- بازدیدها صفحه ۱۸
- مقاله صفحه ۲۱
- اخبار صفحه ۲۴

نشانی: شهرک قدس، انتهای بلوار شهید دادمان، پژوهشگاه نیرو، مرکز توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی  
 شماره تلفن: ۸۸۰۷۹۴۴۷ و ۸۸۵۷۸۸۳۷  
 شماره فکس: ۸۸۰۷۹۴۴۷  
 وبسایت: <http://npc.nri.ac.ir>  
 ایمیل: [nanopower@nri.ac.ir](mailto:nanopower@nri.ac.ir)

## معرفی سند

فناوری نانو به عنوان انقلاب تکنولوژیک قرن ۲۱ موجب دگرگونی در حوزه‌های مختلف از جمله مواد، انرژی، محیط زیست، الکترونیک و ... می‌گردد. با استفاده از این فناوری امکان ساخت و تولید نیازهای صنعت برق با خواص بهتر و هزینه کمتر وجود دارد. خواص مورد نظر می‌تواند خواص فیزیکی، مکانیکی، متالورژیکی، شیمیایی و غیره باشد. با توجه به کاهش ذخایر نفتی و افزایش نیاز جهانی برای تامین انرژی، بکارگیری فناوری نانو در حوزه برق و انرژی مورد توجه فراوان قرار گرفته است. با تدوین سند راهبردی توسعه فناوری نانو در حوزه صنعت برق و انرژی می‌توان چهارچوب فعالیت در این زمینه را مشخص نمود و بر اساس آن اهداف کلان برنامه‌های اجرایی و مدیریت استراتژیک در این حوزه از فناوری را تبیین نمود. تدوین راهبرد مستلزم انتخاب یک جهت‌گیری کلی برای تخصیص منابع می‌باشد که می‌تواند با در اختیار گزاردن چهارچوبی مشخص در اختیار مدیریت، توان اجرای برنامه‌ها و امکان برخورد بهینه با تغییرات را میسر سازد. بر این اساس می‌توان با تدوین برنامه‌های اجرایی برای محقق ساختن اهداف مورد نظر راهنمایی اصولی برای ایجاد زمینه‌ای مناسب برای بهره‌مندی از مزایای این فناوری نوین را در راستای نهادینه شدن توسعه‌ای پایدار و پویا به دست آورد. لازم بذکر است به موازات برنامه‌ریزی صحیح می‌توان با انجام نظارت بر اجرای سند راهبردی و اختصاص سرمایه کافی به این حوزه مهم الزامات تحقق اهداف تبیین شده را نیز تعیین نمود.

در راستای تدوین راهبرد توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی ضمن انجام مطالعات گسترده در زمینه شناسایی فناوری‌های نانو در حوزه‌های کاربردی، راهکارهای توسعه سرمایه‌گذاری در این حوزه‌ها، بررسی مراکز علمی و پژوهشی فعال، شناسایی شبکه‌های فناوری فعال و جهت‌گیری توسعه و تأثیرات این فناوری در حوزه برق و انرژی با توجه به چشم‌انداز توسعه ترسیم شده در افق ۱۴۰۴ برای کشور نیز صورت پذیرفته است. بر این اساس ضمن تعیین اهداف و راهبردهای توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی، تعیین سیاست‌ها و متعاقباً تدوین اقدامات فنی و غیر فنی، تدوین پروژه‌های اجرایی در این سند صورت پذیرفت.



## سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی



## راهبردها

- پیشبرد فعالیت های تحقیق و توسعه با تمرکز بر کسب توانمندی های فناورانه و تربیت نیروی انسانی متخصص
- آگاه سازی و اطلاع رسانی در مورد کاربردها و مزایای فناوری نانو در صنعت برق
- فراهم کردن بستر قانونی و فنی مورد نیاز توسعه فناوری نانو در صنعت برق با تدوین قوانین، دستورالعمل ها و استانداردها و نیز ایجاد زیرساخت های فنی عمومی
- تأمین و تسهیل منابع مالی مورد نیاز و تشویق بخش خصوصی به سرمایه گذاری در توسعه فناوری نانو در صنعت برق
- کمک به توسعه بازار محصولات و تجهیزات مبتنی بر نانو در صنعت برق با تأکید بر رفع موانع تجاری سازی و افزایش همکاری های تجاری

## چشم انداز

"در راستای کاهش تلفات، هزینه و آلاینده های زیست محیطی و نیز افزایش توان تولید برق از منابع متعارف و تجدیدپذیر؛ در افق ۱۴۰۴، صنعت برق ایران با آگاهی کامل از کاربردها و مزایای فناوری نانو و با ایجاد همگرایی و همسویی در میان کلیه ذینفعان، توانمندی به کارگیری این فناوری در حوزه های تولید، انتقال و توزیع، مصرف را خواهد داشت."

## اهداف

- افزایش توانمندی های فناورانه در طراحی، ساخت و به کارگیری قطعات و تجهیزات مبتنی بر فناوری نانو در سطح صنعت برق
- کاهش انتشار آلاینده های زیست محیطی به میزان حداقل ۳۰٪
- افزایش بازده نیروگاه ها با بهره گیری از مواد و قطعات مبتنی بر فناوری نانو
- کاهش هزینه های بهره برداری، تعمیرات و نگهداری تجهیزات و تأسیسات صنعت برق
- ارتقای سهم تولید برق از منابع پاک و تجدیدپذیر
- ارتقای کیفیت تجهیزات مورد استفاده در صنعت برق از طریق بهبود خواص و افزایش طول عمر مواد و قطعات با به کارگیری فناوری نانو
- بهینه سازی مصرف برق با به کارگیری محصولات مبتنی بر فناوری نانو
- کاهش تلفات برق در شبکه های انتقال و توزیع به میزان ۱٪
- کسب سهم ۱۰ درصدی از کل صادرات محصولات و تجهیزات مبتنی بر فناوری نانو

## عناوین طرح‌ها و پروژه‌های جاری

طرح‌ها و پروژه‌های جاری مرکز توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی، به شرح زیر هستند که بر اساس اهداف کلان تعیین شده در سند راهبردی و با محورهای اصلی کاهش تلفات، افزایش راندمان نیروگاه‌ها، افزایش طول عمر تجهیزات، کاهش آلاینده‌های زیست محیطی، افزایش تولید برق از منابع تجدیدپذیر مشخص شده‌اند.

عنوان طرح	عنوان پروژه	محل اجرای پروژه
توسعه تکنولوژی سلول‌های نسل نوین فتوولتائیک	ساخت سلول‌های خورشیدی پروسکایتی انعطاف‌پذیر بر اساس زیرلایه پلیمری رسانای شفاف با راندمان حداقل ۷ درصد و پایدار	دانشگاه یزد
	ساخت سلول خورشیدی پروسکایتی با الکتروود کربن و بازده حداقل ۱۲٪	دانشگاه صنعتی شریف
	ساخت سلول خورشیدی آلی به روش چاپ جوهرافشان با راندمان حداقل ۲٪ و پایدار	دانشگاه فردوسی مشهد
	ساخت سلول خورشیدی نانو ساختار حساس شده با رنگ با پایداری بالا	دانشگاه کاشان
	ساخت ماژول خورشیدی رنگدانه ای با راندمان حداقل ۵٪ با استفاده از نانو ساختارهای TiO2	دانشگاه تهران
توسعه دانش فنی مفره های الکتريکی نانو ساختار	استفاده از فناوریهای نوین با تاکید بر فناوری نانو برای مقابله با مسائل ناشی از آلودگی ریزگردها بر سطوح عایقی و ایزولاسیون خطوط و پستها	پژوهشگاه نیرو
	تحقیق، بررسی و تهیه راهنمای انجام آزمون‌های مورد نیاز پوشش‌های نانو بر روی مفره‌های سرامیکی	پژوهشگاه نیرو
	پوشش دهی مفره‌های سرامیکی با نانو پوشش‌های بر پایه نانو ذرات سیلیکا و بررسی تاثیرات آنها بر خواص مفره‌ها	دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)
	دستیابی به دانش فنی ساخت نانو RTV فوق آبریز بر روی مفره‌های سرامیکی	دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی
توسعه دانش فنی ساخت کاتالیست‌های نانو ساختار	دستیابی به دانش فنی ساخت لعاب‌های ابر آبریز نانو ساختار و اعمال آن در مفره پرسلانی	دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)
	تدوین دانش فنی (در مقیاس نیمه صنعتی) کاتالیزور نانو ساختار جهت کاهش آلاینده‌های گازی از دودکش نیروگاه‌ها	دانشگاه علم و صنعت
	حذف فلزات سنگین از پساب نیروگاه تولید برق به کمک نانوجاذب‌های سرامیکی	پژوهشگاه مواد و انرژی
ساخت پوشش های نانو ساختار و فرآیند پوشش دهی	حذف گاز CO <sub>2</sub> و NO <sub>x</sub> از چرخه تولید در نیروگاه‌های تولید برق به کمک نانو جاذب‌های معدنی	پژوهشگاه مواد و انرژی
	تولید پوشش‌های سد حرارتی نانو ساختار بر پایه YSZ به روش اکسیداسیون الکترولیتی پلاسمایی (PEO)	دانشگاه بوعلی سینا
	توسعه دانش فنی فرآیند پوشش دهی با استفاده از مواد آلیاژی نیتريدی نانو ساختار بر پایه تیتانیوم بر روی پره توربین بخار با استفاده از تکنولوژی رسوب گذاری فیزیکی از فاز بخار (PVD)	دانشگاه بوعلی سینا
	دستیابی به دانش فنی ساخت پوشش های سد حرارتی نانو ساختار بر پایه YSZ	پژوهشگاه مواد و انرژی

## عناوین طرح‌ها و پروژه‌های جاری

محل اجرای پروژه	عنوان پروژه	عنوان طرح
دانشگاه تربیت مدرس	دستیابی به دانش فنی ساخت نانوسیالات به عنوان روغن های انتقال حرارت	ساخت مواد افزودنی نانوساختار مورد استفاده در صنعت برق
پژوهشگاه مواد و انرژی	دستیابی به دانش فنی ساخت مواد افزودنی نانوساختار به منظور صرفه‌جویی در مصرف سوخت نیروگاه‌ها	
موسسه پژوهشی رنگ	دستیابی به دانش فنی ساخت مواد افزودنی نانوساختار برای روانکارهای مورد استفاده در نیروگاه‌ها به منظور افزایش راندمان	
پژوهشگاه صنعت نفت	دستیابی به دانش فنی ساخت مواد نانوساختار مورد استفاده در آب برج‌های خنک‌کن	
دانشگاه تربیت مدرس	دستیابی به دانش فنی ساخت نانوسیالات به عنوان روغن های انتقال حرارت	
پژوهشگاه مواد و انرژی	تدوین دانش فنی ساخت باطری‌های یون لیتیومی نانوساختار جهت کاربرد در دماهای زیر ۶۰ °C	توسعه دانش فنی طراحی و ساخت ذخیره سازه‌های برق مبتنی بر فناوری نانو
دانشگاه صنعتی شریف	ساخت رنگ ضدخوردگی مقاوم به رطوبت حاوی نانو ذرات قابل استفاده در دکل‌ها	توسعه دانش فنی طراحی و ساخت تجهیزات و سازه‌های شبکه‌های انتقال و توزیع نیرو مبتنی بر نانو فناوری
دانشگاه صنعتی امیرکبیر	تحقیق و دستیابی به دانش فنی ۴ نوع از پوشش‌های ۵ لایه محافظتی (بتدیلی، گالوانیکی، میکروکامپوزیتی و نانوکامپوزیتی) بر روی سازه‌های فولادی و گالوانیزه مورد مصرف در صنعت برق ایران	
موسسه پژوهشی رنگ و پوشش	تهیه پوشش نانوکامپوزیتی پایه اکسید گرافن تک لایه برای حفاظت از خوردگی دکل‌های انتقال گالوانیزه	
دانشگاه مالک اشتر اصفهان	مشاوره، بررسی و تحقیق درخصوص ورق هسته ترانسفورماتور مبتنی بر نانوذرات فریتی و ساخت یک نمونه محصول آن	دستیابی به دانش فنی ساخت مواد و قطعات نانوساختار مورد استفاده در ترانسفورماتورها و ژنراتورها
دانشگاه صنعتی اصفهان	ساخت آلیاژ نانو کریستال/آمورف پایه آهن برای کاربرد در هسته‌های مغناطیسی	توسعه دانش فنی ساخت فیلترهای نانو ساختار در صنعت برق و انرژی
دانشگاه علوم و تحقیقات	طراحی و ساخت پایلوت پکیج پرتابل تصفیه تصفیه پساب روغنی بر پایه نانوفناوری جهت استفاده در نیروگاه‌ها	
دانشگاه بوعلی سینا	تولید و بررسی غشاهای نانوساختار حاوی نانوذرات سرامیکی جهت حذف انتخابی آلاینده از پساب‌های نیروگاهی	

عناوین طرح‌هایی که در اولویت بعدی قرار گرفته اند در جدول زیر آورده شده است.

عنوان طرح
توسعه دانش فنی ساخت کامپوزیت های نانوساختار مورد استفاده در توربین بادی
توسعه دانش فنی طراحی و ساخت پیل‌های سوختی و ادوات تولید هیدروژن بر پایه نانوفناوری
توسعه دانش فنی ساخت مولدهای ترموالکتریک
دستیابی به دانش فنی ساخت هادی‌های پر ظرفیت نانوساختار

## فعالیت های انجام شده در حوزه طرح ها

تعیین اولویت‌ها براساس سند راهبردی و نقشه راه توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی

اعلان فراخوان ریزپروژه های طرح جهت برونسپاری

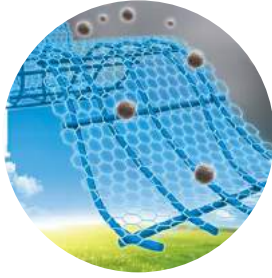
دریافت پیشنهاد پروژه

داوری پیشنهاد پروژه

عقد قرارداد برونسپاری

رصد علم و فناوری

اجرای پابلوت



### بررسی و تدوین دستورالعمل استفاده از نانوفیلترهای هوا در نیروگاه‌های برق

سیستم‌های تصفیه هوا ورودی توربین‌های گازی در نیروگاه‌های تولید برق از اهمیت بسیاری برخوردارند. فیلتراسیون نامناسب هوای ورودی صدمات و خسارت‌های بسیاری به کمپرسور و توربین وارد می‌نماید و به طور قابل توجهی بر عملکرد، کارایی و عمر توربین گازی تاثیر گذاشته و با ایجاد افت فشار بالا می‌تواند مستقیماً راندمان تولید برق را پایین آورد.

هوای ورودی در برخی از توربین‌های گازی به  $2 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{h}$  می‌رسد و عموماً هوای ورودی حدود  $50 \text{ gr/h}$  گرد و غبار دارد. از آنجایی که ۹۹ درصد ذرات معلق در هوا دارای اندازه‌های کوچکتر از ۱ میکرون هستند لذا فیلترهای معمولی کارایی و بازده مناسب و لازم را ندارند. در این فیلترها پس از گذشت زمان، منافذ فیلتر مسدود شده و مقاومت آن در برابر جریان هوا زیاد می‌شود تا جایی که دیگر جریان هوا از آنها عبور نکرده و این باعث افزایش تعمیرات و هزینه‌های سیستم می‌گردد.

امروزه صنعتگران در کشور با استفاده از فناوری نانو این محدودیت را از بین برده و نانوفیلترهایی تولید کرده‌اند که کارایی و راندمان فیلتراسیون بالاتری داشته و عمرشان نسبت به فیلترهای معمولی بیشتر است. در این محصولات، بستر فیلتر که وظیفه اصلی فیلتراسیون را بر عهده دارد با نانوالیاف پوشش داده می‌شود. این فیلترهای بهبودیافته با نانوالیاف چند سالی است که در مقیاس بالا در کشور تولید می‌شوند. بنابراین با استفاده از فناوری نانو کلاس جدیدی از فیلترها ارائه شده است که خواص و ویژگی‌های مختص خود را دارا هستند و باید مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرند.

باتوجه به فقدان استانداردهای جهانی لازم در زمینه ارزیابی نانوفیلترهای هوای نیروگاهی، مرکز توسعه فناوری نانو در پژوهشگاه نیرو با همکاری ستاد توسعه فناوری نانو تدوین دستورالعمل جامع استفاده از نانوفیلترهای هوا در نیروگاه‌های برق را انجام داده است. در این دستورالعمل ویژگی‌ها و خواص یک فیلتر نانویی بررسی و تعیین شده است و روش‌های اندازه‌گیری، شرایط و تجهیزات آزمایشگاه به منظور میسر ساختن مقایسه کارایی نانو فیلترهای هوا بیان شده است. اساسی‌ترین مشخصات کارائی مورد نظر، جریان هوا، افت فشار، راندمان جمع‌آوری غبار، ظرفیت غبار و درست بودن نانوفیلتر از نظر ساختاری است.

با این هدف، یک پنل خبرگی از متخصصان، صاحب نظران و صنعت گران در حوزه نانوفیلترهای هوا تشکیل شده و دستورالعمل با کمک نظرات و ایده‌های آنها ارائه و تکمیل شده است. در این پنل خبرگی، نمایندگانی از شرکت توانیر، شرکت مادر تخصصی تولید برق حرارتی، تولیدکنندگان نانوفیلترها، نیروگاه‌ها و اعضای هیات علمی دانشگاه‌ها حضور داشتند.



اقدامات صورت گرفته در مراحل مختلف تدوین این دستورالعمل به شرح زیر بوده است:

- ✓ جمع آوری و مقایسه استانداردهای موجود مرتبط با فیلترهای معمولی هوا از جمله استانداردهای EN 779-2012، ASHRAE 52.2-2012 و ...
- ✓ مطالعه و بررسی دستگاه‌های موجود جهت اندازه‌گیری خصوصیات و ویژگی‌های فیلترهای هوا در ایران
- ✓ تشکیل یک پنل خبرگی از متخصصان، صاحب نظران و صنعت گران در حوزه نانوفیلترهای هوا
- ✓ بازدید از آزمایشگاه فیلتراسیون اصفهان
- ✓ دسته بندی انواع سیستم‌های تصفیه هوا بر اساس محیط‌های مورد استفاده (نواحی بیابانی، شهری، نواحی مرطوب و ...)
- ✓ تعیین آزمون‌ها و تجهیزات لازم جهت ارزیابی مدیا (Media) در نانوفیلترها
- ✓ تدوین مشخصات و دستورالعمل‌های استفاده از نانوفیلترهای هوا در نیروگاه‌ها
- ✓ اخذ تأییدیه از کمیته فنی شرکت توانیر و شرکت مادر تخصصی تولید برق حرارتی





### تدوین دستورالعمل برای استفاده از نانوسیالات خنک کننده نیروگاهی

یکی از نیازهای اساسی در نیروگاه‌های حرارتی و بسیاری از صنایع مشابه داشتن محیط‌های انتقال حرارت با راندمان بالا است. سرمایه‌ی و گرمایش سیالات برای بسیاری از فرآیندهای صنعتی شامل منابع حرارتی، فرآیندهای تولیدی، حمل و نقل و الکترونیک نقش مهمی دارد و روش‌های زیادی برای افزایش نرخ انتقال حرارت در این فرآیندها گزارش شده‌اند. امروزه نانوسیالات خنک کننده مختلف در داخل و خارج از کشور در حال تحقیق و توسعه و ورود به بازار مصرف هستند. بیشتر این محصولات دارای کاربرد چندگانه در خنک کننده‌های رادیاتورهای خودرو و دیگر سیستم‌ها نیز می‌باشند. با این وجود هنوز دستورالعمل مشخصی برای استفاده از آنها به عنوان سیالات خنک کننده نیروگاهی وجود ندارد. در این مرکز تلاش است تا با بررسی انواع نانو سیالات، روش‌های ساخت، روش‌های ارزیابی و آزمون، دستورالعمل مناسبی برای استفاده از نانو سیالات خنک کننده نیروگاهی تدوین گردد.

نتایج مورد انتظار و دستاوردهای جانبی تدوین این دستورالعمل به شرح زیر می‌باشد:

- بررسی سیالات خنک کننده متداول، بازار مصرف، نقاط قوت و ضعف سیالات متداول و استانداردهای مربوطه
- شناسایی دسته بندی انواع نانو سیالات خنک کننده با قابلیت استفاده در سیستم های خنک کننده نیروگاهی
- مطالعه و شناسایی پارامتر های تاثیر گذار بر خواص فیزیکی و شیمیایی نانو سیالات
- بررسی اثرات مثبت و منفی استفاده از نانوسیالات خنک کننده در نیروگاه های تولید برق
- شناسایی محققان و متخصصان صاحب نظر و افراد خبره و شرکت های دانش بنیان توانمند در زمینه ساخت نانوسیالات
- تشکیل پنل خبرگی از متخصصان، صاحب نظران و صنعت گران در حوزه نانو سیالات خنک کننده و تدوین دستورالعمل با کمک نظرات و ایده های این افراد
- بررسی الزامات مورد نیاز برای استفاده از نانوسیالات خنک کننده نیروگاهی
- تهیه مشخصات فنی پیشنهادی (ویژگی ها و خواص مطلوب) برای نانوسیالات خنک کننده نیروگاهی
- تدوین دستورالعمل اجرایی انواع آزمون‌های مورد نیاز برای سنجش و کنترل کیفیت نانوسیالات
- بررسی الزامات ایجاد تنها مرجع تأیید کننده نانوسیالات خنک کننده نیروگاهی در پژوهشگاه نیرو



### تحقیق، بررسی و تهیه راهنمای انجام آزمون‌های مورد نیاز پوشش‌های نانو بر روی مقره‌های سرامیکی

مرکز توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی، اقدام به تدوین دستورالعمل اجرایی برای تعیین آزمون‌های تسریع شده آزمایشگاهی و محیطی و نیز بررسی‌های دقیق موادی و الکتریکی پوشش‌های نانو بر روی مقره‌های سرامیکی کرده است. در نهایت بر مبنای این دستورالعمل و بررسی دقیق نتایج و معیارهای قبل و بعد از اعمال پوشش و در سیکل‌های مختلف زمانی می‌توان مجوز استفاده از مقره‌ی پوشش داده شده را در ابتدا برای کاربرد بصورت آزمایشی در یکی از خطوط (با در نظر گرفتن کلیه ملاحظات آب و هوایی و جغرافیایی) و سپس برای استفاده در کلیه خطوط صادر نمود. تشریح کامل مکانیزم عملکرد، انواع مختلف، فرایند اعمال و دسته بندی پوشش‌های آبریز مورد استفاده بر روی مقره‌ها بر مبنای مقالات علمی، پتنت‌ها، استانداردها و الگوهای انجام شده ...، تعیین و بررسی آزمون‌های موادی، الکتریکی، محیطی و شتاب یافته برای تمام پوشش‌های آبریز مورد استفاده بر روی مقره سرامیکی و همچنین تشکیل پنل خبرگی از افراد صاحب نظر در حوزه‌های مختلف از شرکت توانیر، شرکت‌های مقره‌سازی، شرکت‌های تولید کننده پوشش، سازمان استاندارد، اساتید دانشگاه و متخصصین از ملزومات کار می‌باشد که اقداماتی در این خصوص صورت گرفته است.

نتایج مورد انتظار و دستاوردهای جانبی تدوین این دستورالعمل به شرح زیر می‌باشد:

- دسته‌بندی انواع پوشش‌های آبریز کامپوزیتی و سرامیکی با قابلیت استفاده بر روی مقره‌های سرامیکی رده توزیع فشار متوسط
- بررسی خواص موادی، فیزیکی و شیمیایی پوشش‌های آبریز کامپوزیتی و سرامیکی با قابلیت استفاده بر روی مقره‌های سرامیکی رده توزیع فشار متوسط
- بررسی اثر استفاده از پوشش‌های آبریز کامپوزیتی و سرامیکی بر خواص الکتریکی مقره‌های سرامیکی رده توزیع فشار متوسط
- تدوین دستورالعمل اجرایی انواع آزمون‌های موادی و الکتریکی مطابق با نوع پوشش برای سطوح مقره‌های سرامیکی، شیشه‌ای یا سطوح مشابه رده توزیع فشار متوسط

مرکز توسعه فناوری نانو پژوهشگاه نیرو با هدف شناسایی مسائل نوظهور، دیده بانی، رصد وضعیت موجود و پیش‌بینی تحولات آینده در حوزه برق و انرژی با در نظر گرفتن اسناد بالا دستی و سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ اقدام به انجام فعالیت‌هایی در حوزه **رصد علم و فناوری نانو در صنعت برق** نموده است.

### اهداف و برنامه‌های اجرایی

- تعیین شاخصها، پیشرانها، رویدادها و روندهای تاثیرگذار بر شکل‌گیری آینده
- شناسایی مسائل نوظهور و علائم ضعیف تغییر
- پیشنهاد اولویت‌های تحقیقاتی جدید
- شناسایی محصولات، صنایع، بازار، شرکت‌های دانش بنیان و فناوران وابسته
- شناسایی مشکلات و نیازهای صنعت برق و انرژی کشور

### اقدامات

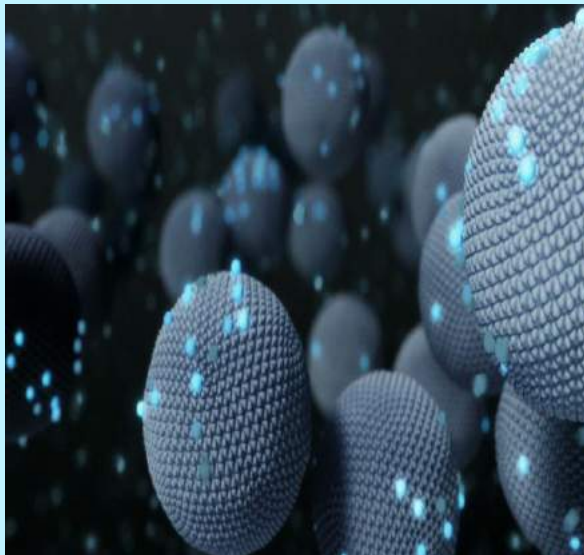
- ارائه گزارش دوره ای از فعالیت‌های رصد به مرکز
- همکاری با مراکز ملی و بین‌المللی مرتبط در راستای نیل به اهداف
- ایجاد بانک اطلاعاتی از متخصصین، شرکت‌ها و مراکز تحقیقاتی مرتبط
- ایجاد بانک اطلاعاتی از تحقیقات، پروژه‌ها، مقالات، اختراعات و سایر منابع مرتبط
- ایجاد و به روزرسانی صفحه خبررسانی در پورتال مرکز
- ارائه یافته‌های رصد به صورت مقاله، سمینار و نشست‌های تخصصی زیر نظر مرکز



## رصد علم و فناوری

- شناسایی حوزه‌های اصلی، تعیین کلیدواژه‌های محوری و ترسیم درخت فناوری
- جستجو و روندیابی مقالات و اختراعات در پایگاه‌های اطلاعاتی
- شناسایی فناوران و متخصصان داخلی و خارجی
- بررسی فعالیت مراکز علمی و تحقیقاتی داخلی و خارجی
- شناسایی محصولات تجاری شده داخلی و خارجی





از ملزومات مهم پژوهش و دستیابی به فناوری‌های جدید، دسترسی به تجهیزات و خدمات آزمایشگاهی مناسب و کارآمد جهت بررسی کیفی محصولات تولید شده می باشد، در حالیکه عدم اطلاع محققان و متقاضیان از محل وجود و نحوه استفاده از امکانات موجود، دسترسی آنها را به این مهم دشوار کرده است. در این راستا، مرکز "توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی" به عنوان متولی فناوری نانو در صنعت برق با لمس این نقیصه بزرگ، اقدام به راه‌اندازی "شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو در صنعت برق و انرژی" نموده است. از جمله اهداف این شبکه آزمایشگاهی، جمع‌بندی توانمندی‌های آزمایشگاهی کشور، کمک به افزایش روند توسعه تحقیقات و فناوری در حوزه برق و انرژی و تسهیل و تسریع دسترسی محققان و صنعتگران این حوزه به خدمات آزمایشگاهی با نتایج مورد اعتماد و همچنین حمایت مالی و ارائه تخفیفات به آنها در بهره‌گیری از این خدمات می‌باشد. بر این اساس تمامی مراکز آزمایشگاهی توانمند سازمان‌های دولتی، موسسات تحقیقاتی و دانشگاهی و بخش خصوصی می‌توانند با عضویت در این شبکه، فعالیت نمایند.

## شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو در صنعت برق و انرژی



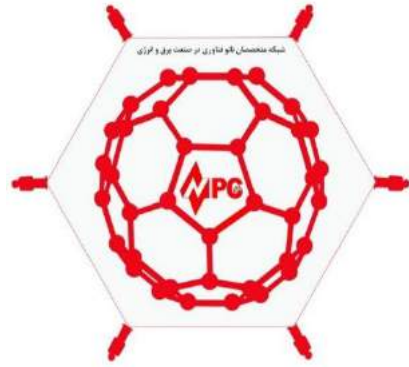
### اهداف

- به گردش درآوردن تمام امکانات آزمایشگاهی موجود کشور در حوزه برق و نانو
- اطلاع رسانی جامع از محل وجود و نحوه استفاده از امکانات آزمایشگاهی موجود به پژوهشگران و تسهیل در دسترسی به آنها
- ترغیب پژوهشگران به بسط پژوهش، نوآوری و تولید فناوری در حوزه برق و انرژی با تکیه بر فناوری نانو
- ارائه خدمات آزمایشگاهی قابل اطمینان با حداقل بروکراسی و سرعت بالای آن
- فراهم آوردن بستری برای به اشتراک گذاری امکانات آزمایشگاهی با سایر آزمایشگاه‌ها تحت نظارت شبکه
- حمایت مالی و ارائه تخفیفات به محققان و صنعتگران در بهره‌گیری از خدمات شبکه

استادید دانشگاه دارای آزمایشگاه‌های تحقیقاتی می‌توانند با به اشتراک گذاری دستگاه‌های خود از خدمات شبکه استفاده نمایند.



مسابقات طرح‌های نوآورانه نانو در صنعت برق



شبکه متخصصان نانو فناوری در صنعت برق و انرژی

مرکز "توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی" برگزاری مسابقات دوره ای "طرح‌های نوآورانه نانو در صنعت برق" را با محوریت به کارگیری فناوری نانو در رفع چالش‌های موجود در صنعت برق در برنامه کاری خود قرار داده است تا از این طریق ضمن پاسخگویی به نیازهای فناوری نانو در صنعت برق و کمک به حل مشکلات و معضلات این صنعت، گامی در جهت شناسایی صاحبان ایده، پژوهشگران و فناوران این عرصه و حمایت از آنها بردارد. لذا اولین دوره این مسابقات با موضوع ارائه راهکار نوآورانه با تاکید بر فناوری نانو جهت رفع مشکل آلودگی در مقره‌های الکتریکی در دی ماه ۱۳۹۶ برگزار گردید.

مرکز توسعه فناوری در صنعت برق و انرژی، اقدام به راه اندازی "شبکه متخصصان حوزه نانوفناوری در صنعت برق و انرژی" نموده است. با راه‌اندازی این شبکه یک پایگاه جامع اطلاعاتی از پژوهشگران، اعضای هیأت علمی، فعالان صنعتی و دانشجویان حوزه نانوفناوری در صنعت برق و انرژی ایجاد خواهد شد. این امر بستر مناسب جهت هم‌اندیشی متخصصان و متمرکز نمودن پتانسیل نیروی انسانی، پرهیز از موازی کاری پژوهشی و صنعتی، ایجاد حلقه‌ی اتصال مناسب با صنعت به منظور رفع مسائل موجود و نزدیک شدن به اهداف چشم انداز توسعه را فراهم خواهد کرد.

برگزاری دوره های آتی مسابقه در وبسایت مرکز به آدرس <http://npc.nri.ac.ir> اطلاع‌رسانی خواهد شد.

اطلاعات بیشتر و راهنمای ثبت نام در وبسایت مرکز به آدرس <http://npc.nri.ac.ir>

## برگزاری پنجم دوره کنفرانس فناوری نانو در صنعت برق



### خروجی های برگزاری پنجم دوره کنفرانس فناوری نانو در صنعت برق

- شناسایی فناوران دارای محصول مبتنی بر فناوری نانو و امکان‌سنجی کاربرد این محصولات در صنعت برق
- مذاکره با شرکت‌های زیر مجموعه صنعت برق و تسهیل ورود محصولات شناسایی شده در سیستم تولید، انتقال و توزیع برق
- ایجاد پایلوت از محصولات فناوران حوزه نانو در پست ۴۰۰ کیلوولت ابوطالب (ایجاد زمینه همکاری با شرکت برق منطقه ای خراسان در خصوص بررسی مشکلات موجود در حوزه انتقال برق خراسان و دستیابی به راهکارهای لازم از طریق فناوری نانو)
- ایجاد پایلوت از محصولات فناوران حوزه نانو در پایگاه تحقیقاتی بوستانو (ایجاد زمینه های همکاری با شرکت برق خوزستان در خصوص بررسی مشکلات موجود در حوزه توزیع برق منطقه و دستیابی به راهکارهای لازم از طریق فناوری نانو)

## آغاز به کار ششمین دوره کنفرانس فناوری نانو در صنعت برق

کنفرانس فناوری نانو در صنعت برق و انرژی به همت مرکز توسعه فناوری نانو پژوهشگاه نیرو در سال ۱۳۹۲ با هدف معرفی و گسترش این فناوری نوین در صنعت برق کشور آغاز به فعالیت نمود. این کنفرانس طی پنج دوره فعالیت، به عنوان گردهمایی بزرگ اساتید، متخصصان، فناوران و دانشجویان فعال در مراکز تحقیقاتی، دانشگاه‌ها، صنایع و شرکت‌های دانش بنیان فرصت بسیار مناسبی را جهت ارائه آخرین تحقیقات، دستاوردها و محصولات با محوریت نانوفناوری مورد استفاده در صنعت برق فراهم آورده است. امید می‌رود که ششمین دوره کنفرانس همزمان با سی و سومین کنفرانس بین‌المللی برق با حضور گسترده فعالان و صاحب‌نظران حوزه نانو، برق و انرژی سبب گسترش هرچه بیشتر استفاده از فناوری‌های نوین و به ویژه نانوفناوری به عنوان راهکاری ضروری و جدی جهت پیشرفت و اعتلای صنعت برق کشور گردد.



ششمین کنفرانس فناوری نانو در صنعت برق

۳۰ مهرماه تا ۲ آبان ماه ۱۳۹۷

پژوهشگاه نیرو

مهلت ارسال چکیده مقالات: ۳۰ مرداد ۱۳۹۷

مهلت ارسال اصل مقالات: ۱۵ شهریور ۱۳۹۷

اطلاعات بیشتر و راهنمای ثبت نام در وبسایت مرکز به آدرس <http://npc.nri.ac.ir>

آدرس دبیرخانه کنفرانس:

شهرک قدس، انتهای بلوار شهید دادمان، پژوهشگاه نیرو، مرکز توسعه فناوری نانو در صنعت

برق و انرژی

شماره تلفن مرکز: ۸۸۰۷۹۴۴۷

شماره تلفن دبیرخانه همایش: ۸۸۰۷۹۴۰۰ داخلی ۴۹۱۴. انجام امور مقالات: ۴۹۷۴

شماره تلفن همراه: ۰۹۱۰۹۲۷۶۷۸۲

شماره فکس: ۸۸۰۷۹۴۴۷

ایمیل: [nanopower@nri.ac.ir](mailto:nanopower@nri.ac.ir)

پایگاه آلودگی بوستانو



اعمال پوشش نانو بر روی پایه‌های تیرهای بتنی

پایگاه آلودگی بوستانو



اعمال پوشش نانو بر روی صفحات فلزی تابلو برق‌ها

پایگاه آلودگی بوستانو



اعمال پوشش نانو بر روی مقره‌ها

استان خوزستان



اعمال پوشش نانو بر روی مقره‌ها

استان خراسان



خوردگی در پست‌های برق

توزیع برق استان اصفهان



تیرهای روشنایی





## گفتگو

با مهندس حیدر نظامتی  
رئیس گروه استاندارد و توسعه فناوری شرکت توانیر

” باید تدوین برنامه جامع فعالیت‌های تحقیقاتی در زمینه توسعه فناوری نانو  
در صنعت برق در اولویت ذینفعان صنعت برق قرار گیرد “

- در خصوص حوزه کاری و تخصصی‌تان توضیحاتی ارائه فرمایید.

- نقش نهادهای دولتی (به خصوص شرکت توانیر) در حمایت از فناوری های نوین (نانو) چیست؟

شرکت توانیر با راه‌اندازی صندوق حمایت از پژوهش‌ها مستقر در پژوهشگاه نیرو به شرکت‌های مختلف از جمله دانش‌بنیان‌ها با بهره کم تسهیلات ارائه می‌دهد و در پاره‌ای مواقع ضمانت این نوع شرکت‌ها را هم به کمک این صندوق بر عهده می‌گیرد.

- بحث تجاری سازی محصولات نانو به چه صورتی می‌باشد؟

با آشنایی بیشتر مردم با فناوری نانو بحث تجاری‌سازی هر روز رونق بهتری بخصوص در بخش خصوصی می‌گیرد.

- راه کارهای مدنظر حضرتعالی برای پیشبرد فعالیت‌های مرکز توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی چیست؟

باید تدوین برنامه جامع فعالیت‌های تحقیقاتی در زمینه توسعه فناوری نانو در صنعت برق در اولویت ذینفعان صنعت برق قرار گیرد و برای نیروهای متخصص فناوری آشنا به صنعت برق امتیازات ویژه‌ای در نظر گرفته شود. ضمناً پایش و ارزیابی مستمر قابلیت‌ها و نیازهای موجود در کاربرد فناوری نانو در سطح صنعت برق مدنظر قرار گیرد.

- نقش تهیه استاندارد در فناوریهای نوین (نانو) چیست؟

تهیه استانداردهای نانو که منجر به تدوین دستورالعمل‌های مربوطه شود، اساس و پایه انضباط کاری در این رشته نوین می‌تواند باشد.

فعالیت در حوزه نیازسنجی، تدوین، ترویج، اشاعه و نظارت بر استانداردهای صنعت برق و نیز تدوین سیاست‌ها و تصویب دستورالعمل‌ها و روش‌های اجرایی استانداردها در سطح سازمان و شرکت‌های زیر مجموعه صنعت برق همچنین استفاده از فناوری‌های نو مانند فناوری رباتیک، فناوری نانو و ... در جهت سرعت بخشیدن به کارائی تجهیزات صنعت برق و طول عمر آنها و بالا بردن راندمان عملی آنها.

- در خصوص اهمیت نانو در صنعت برق توضیحاتی را ارائه فرمایید؟

استفاده از فناوری نانو امکان ساخت و تولید نیازهای صنعت برق با خواص بهتر و هزینه کمتر وجود خواهد داشت. خواص مورد نظر می‌تواند خواص فیزیکی، مکانیکی، شیمیایی، الکتریکی و غیره باشد. بهمین دلیل از فناوری نانو به عنوان انقلاب تکنولوژیک قرن ۲۱ که موجب دگرگونی در حوزه‌هایی نظیر حوزه مواد، انرژی، محیط زیست، الکترونیک و شیمی نام برده می‌شود.

- جایگاه نانو در صنعت برق کشور در حال حاضر به چه صورتی هست؟ پیش بینی شما نسبت به سرعت پیشرفت نانو در این صنعت چیست؟

جایگاه نانو در صنعت برق علی رغم تحریم‌های ظالمانه، از نظر من مطلوب ارزیابی می‌شود. بخصوص کارهای ارزشمندی توسط پژوهشگاه نیرو در بخش عایق‌های الکتریکی و مقره‌ها در استان‌های آلوده به ریزگردها نظیر خوزستان، هرمزگان انجام پذیرفته و شرکت‌های دانش بنیان با کمک نهاد فناوری ریاست جمهوری و وزارتخانه‌های مختلف کارهای بسیار خوبی در استفاده از نانو انجام داده‌اند.

- جایگاه ایران را در استفاده از فناوری نانو در صنعت برق و انرژی در دنیا چگونه ارزیابی می‌کنید؟

هم در بخش دولتی و هم در بخش خصوصی خوب ارزیابی می‌کنم.

## بازدید از شرکت آب و برق کیش (نیروگاه برق)



گروهی از اعضاء هیئت علمی مرکز توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی به همراه آقای مهندس جمالی نماینده شرکت تامین آتیه صبا، آذر ماه سال ۹۶ بازدیدی از بخش های مختلف شرکت آب و برق کیش (نیروگاه کیش) به عمل آوردند.

نیروگاه کیش (واقع در شمال جزیره کیش)، یکی از نیروگاه های ایران و تنها نیروگاه موجود در جزیره کیش، از نوع گازی که شامل ۸ واحد گازی است. واحد هشتم این نیروگاه در سال ۹۲ و واحد نهم آن در سال ۹۳ به بهره برداری رسیده است. شرکت آب و برق کیش به منظور تولید، انتقال و توزیع آب و برق مورد نیاز مشترکین و مصرف کنندگان از تاسیسات و امکانات زیر بهره برداری می کند:

در **بخش برق**: شامل تاسیسات تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی تا نقطه تحویل مشترکین برق در **بخش آب**: شامل تاسیسات تولید و فرآوری آب شرب، تاسیسات ذخیره سازی، پمپاژ و خطوط انتقال و توزیع آب تا نقطه تحویل به مشترکین آب.

**تاسیسات عمومی**: شامل ساختمان های ستادی، مهندسی، منابع سوخت، ایستگاه گاز، آزمایشگاه ها، سوله های انبار، تولید و کارگاه ها، سیستم های دوربین مدار بسته، شبکه های کامپیوتری، فیبر نوری، ...

طی این بازدید، جلسه ای با آقای مهندس سلطانی مدیر عامل محترم شرکت آب و برق کیش و آقای مهندس زینعلی سرپرست معاونت اداری و مالی و دیگر مدیران فنی بخش آب و برق برگزار گردید و در ادامه سمیناری در مورد فعالیت های مرکز توسعه فناوری نانو پژوهشگاه نیرو، قابلیت ها و کاربردهای فناوری نانو در صنعت تصفیه و شیرین سازی آب و نیز انواع پوشش های ضد خوردگی نانو قابل استفاده جهت جلوگیری از تخریب تجهیزات آب شیرین کن و افزایش عمر مفید آن ها ارائه گردید.

## بازدید از شرکت آب و برق کیش (نیروگاه برق)

در ادامه از تجهیزات MED، اسمز معکوس و نیروگاه بازدید صورت گرفت. طی بازدیدها مشخص گردید بسیاری از تجهیزات فلزی آب شیرین کن‌ها شامل پمپ‌ها، لوله‌های کندانسور فولادی و مس-نیکل، تجهیزات پرشر وسل و بسیاری از مخازن و ولوها دچار خوردگی شدید یکنواخت و موضعی عمدتاً ناشی از نشتی تجهیزات و در تماس قرار گرفتن الکترولیت خورنده آب دریا شده‌اند. در ادامه از مخازن ذخیره سازی بتنی آب نیز بازدید صورت گرفت که طی این بازدید مشخص گردید بسیاری از قسمت‌های مخزن بتنی به علت عدم استفاده از مواد و ملات با کیفیت دچار تخریب شده‌اند.

همچنین بازدید کاملی از توربین‌های گازی و بخصوص توربین گازی واحد یک که در حال تعمیرات اساسی بود بعمل آمد، طی بازدید مشکلات قطعات توربین در حوزه نانو پوشش‌های سد حرارتی قطعات داغ مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت طی جلسه‌ای با حضور مهندس کیومرث صیاد عضو هیات مدیره شرکت آب و برق کیش و معاونین و مدیران فنی تولید، توزیع و آب نیروگاه و همچنین ریاست و معاونت محترم مرکز نانو، به جمع بندی بازدیدهای انجام شده و بررسی مشکلات فعلی و آتی نیروگاه کیش و ارائه توانمندی‌های مرکز نانو برای حل این مشکلات پرداخته شد و مقرر شد پس از انجام بررسی‌های تخصصی توسط همکاران مرکز نانو در مورد موضوعات خوردگی، تخریب بتن و ... راهکارهای پیشنهادی در آینده بصورت پایلوت در این نیروگاه اجرا گردد.



تخریب پوشش سد حرارتی پره ها:

اصلاح مواد و روش اعمال پوشش های سد حرارتی  
نانوساختار با خواص مکانیکی بالاتر



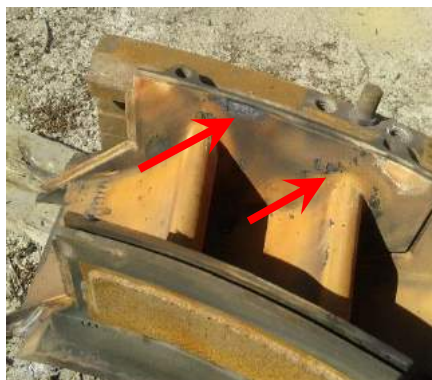
تخریب سطح پره های کمپرسور:

بهبود کیفیت پره های کمپرسور با اعمال نانو پوشش های مقاوم به سایش



وجود وانادیوم در سوخت گازوئیل:

بکارگیری نانو فیلترها و نانو جاذب ها  
افزودنی های سوخت



تخریب سطح نازل ردیف اول:

اصلاح مواد و روش اعمال پوشش های سد حرارتی



استفاده از نانو فیلترها:

وجود رطوبت بیش از حد و کاهش عملکرد  
لزوم استفاده از دستورالعمل و استاندارد مربوطه

## بازدید از مدرسه علمیه شهید موسوی نژاد خراسان رضوی



در اطراف حرم مطهر امام رضا (ع) در مشهد مقدس یک مدرسه علمیه در حال ساخت می‌باشد که موسسین مدرسه مذکور طی «جلسه‌ای با مرکز نانو در صنعت برق و انرژی» خواستار ایجاد یک پایلوت و استفاده از کلیه فناوری‌های نانو در حوزه برق و انرژی به عنوان یک نمونه پایلوت اجرایی از جمله ایجاد پوشش یا رنگ مناسب به منظور جلوگیری از ورود حرارت و کاهش مصرف انرژی بودند. مرکز نانو پس از انجام بازدید از مکان مورد نظر در حال بررسی و انتخاب پوشش مناسب برای ایجاد پایلوت می‌باشد.



## بازدید از شرکت آرا پژوهش

مرکز توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی، در راستای پشتیبانی تحقیقات و ارزیابی محصولات فناوری نانو در صنعت برق در پژوهشگاه نیرو به عنوان قطب و محور اصلی تحقیقات نانو در وزارت نیرو، پروژه راه‌اندازی آزمایشگاه نانوفناوری در پژوهشگاه نیرو را در برنامه کاری خود قرار داده است. در همین راستا و در جهت بررسی تجهیزات مورد نیاز این آزمایشگاه، در تیر ماه ۹۷ بازدیدی از شرکت آرا پژوهش به عنوان تولید کننده داخلی تجهیزات میکروسکوپی توسط این مرکز انجام گرفت.

شرکت آرا پژوهش به عنوان اولین سازنده میکروسکوپ نیروی اتمی در ایران از سال ۱۳۷۸ فعالیت خود را در زمینه ساخت میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) آغاز کرده و نهایتاً پس از ده سال کار فعال و با به کارگیری نخبگان و کادر مجرب، در سال ۱۳۸۸ موفق به تولید دستگاه میکروسکوپ نیروی اتمی گردیده است. طی بازدید و بررسی توانمندی‌های شرکت آرا پژوهش و کارایی دستگاه AFM تولید شده توسط این شرکت، مشخص گردید برای پوشش دهی کارایی این دستگاه برای تمامی طرح‌ها و پروژه‌های مرکز لازم است شرکت آرا پژوهش یک دستگاه AFM به سفارش مرکز نانو با کارایی‌های مورد نیاز این مرکز طراحی و تولید نماید.



## بکارگیری فناوری نانو در نیروگاه های حرارتی تولید برق

اشکان ذوالریاستین (مدیر طرح توسعه آزمایشگاه های حوزه تولید نیرو)

مرکز توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی، پژوهشگاه نیرو

نانوتکنولوژی در دو دهه اخیر بعنوان یک فناوری کلیدی و کاربردی برای حل چالش های علمی و صنعتی در جهان شناخته شده است و کشورها و صنایع پیشرفته در دنیا سرمایه گذاری های زیادی را برای توسعه این فناوری انجام داده اند. در کشور ما نیز خوشبختانه این فناوری از جمله اولویت های ملی شناخته شده است و با برنامه ریزی ها و تلاش های صورت گرفته ایران تا پایان دسامبر سال ۲۰۱۷ با انتشار ۸ هزار و ۷۹۱ توانسته است رتبه چهارم جهانی را از آن خود کند. مطابق برنامه ریزی های صورت گرفته بر اساس چشم انداز بیست ساله کشور، دو سند ده ساله در ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری تدوین شد که رویکرد کلی در سند اول به توسعه، تامین و تربیت نیروی انسانی و تامین زیرساخت ها برای توسعه فناوری نانو بوده است در حالی که این رویکرد در سند دوم به مرجعیت علمی، انتخاب و توسعه فناوری های کلیدی، استقرار سیستم نانو، ایجاد صنایع نانویی، ارتقاء صنایع موجود از طریق فناوری نانو و توسعه بازار و صادرات محصولات نانو تغییر یافت. بر این اساس زمینه سازی برای ورود محققان و شرکت های دانش بنیان به تولید محصولات نانو فراهم شده است. در حال حاضر ۲۵۷ شرکت فناور در حوزه فناوری نانو در کشور راه اندازی شده است که بیشتر فعالیت آنها در حوزه نانو مواد و ساخت تجهیزات آزمایشگاهی است و این تعداد و تنوع محصولات به سرعت در حال افزایش است.



شکل ۱: نیروگاه حرارتی سیکل ترکیبی

فناوری نانو توانایی طراحی، ساخت، کنترل و بکارگیری مواد، ابزار و سیستم‌ها در ابعاد ۱ تا ۱۰۰ نانومتر است. در این محدوده یعنی ابعاد اتمی و مولکولی خواص فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی با خواص توده ماده در صورت‌های متداول متفاوت است. بطور کلی این فناوری شامل سه مرحله می‌باشد. نخست طراحی و مهندسی ساختارها در سطح اتمی؛ سپس ترکیب این ساختارها و تبدیل آن‌ها به مواد جدید با ساختار نانو با خصوصیات ویژه و نهایتاً بکارگیری این‌گونه مواد و تبدیل آن‌ها به ابزارهای سودمند. فناوری نانو را موج چهارم انقلاب صنعتی نیز نامیده‌اند که بصورت علم میان‌رشته‌ای در تمامی حوزه‌های تخصصی و گرایش‌های علمی نظیر مهندسی مواد، فیزیک، شیمی، مهندسی مکانیک، مهندسی برق و علوم پزشکی و زیستی راه یافته و از فناوریهای نوینی است که با سرعت هرچه تمام‌تر در حال توسعه می‌باشد. این فناوری نوین بواسطه توانایی کار در سطح مولکولی و اتمی و امکان کنترل دقیق ابعاد و ترکیب، موجب شده است تا بتوان مواد و تجهیزاتی با دوام و طول عمر بیشتر، مستحکم‌تر، سبک‌تر، مصرف انرژی کمتر و خواص مکانیکی و شیمیایی بهتر و یا حتی هزینه کمتر را تولید نمود.

انرژی همواره به‌عنوان یکی از مهم‌ترین نیازهای بشر مطرح بوده است. انرژی الکتریکی با کاربردهای منحصر به فرد می‌تواند در بسیاری زمینه‌ها جایگزین منابع انرژی مختلفی باشد و به دلایل زیست محیطی و با توجه به افزایش قیمت‌های سوخت‌های فسیلی به عنوان منبع اصلی انرژی نسبت به دیگر صورت‌های انرژی دارای برتری است. از سوی دیگر دارای کاربردهای اختصاصی است که شاید نتوان به جای آن از دیگر منابع انرژی استفاده نمود. اهمیت برق در تولید و اقتصاد کشور یکی از مولفه‌های اصلی توسعه به شمار می‌رود و گرایش به سرمایه‌گذاری در تولید برق افزایش یافته است.

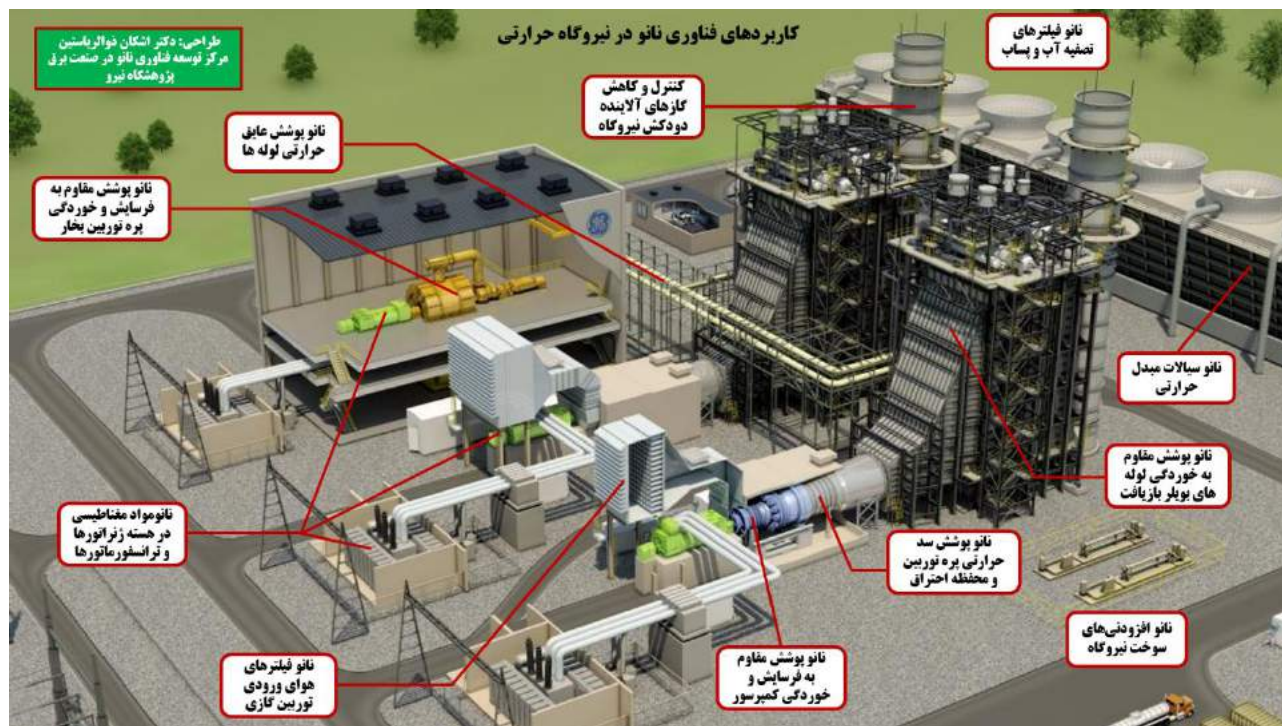
از جمله موارد حائز اهمیت در صنعت برق، استفاده از تجهیزات و ادوات جدید بر پایه کاهش تلفات و افزایش راندمان می‌باشد که شناسایی و توسعه دانش فنی جایگزینی آنها از مباحث مهم تحقیقاتی است. فناوری نانو از یک سو موجب ارتقا و بهینه‌سازی محصولات و فرآیندها و از سوی دیگر قابلیت‌های جدید و ویژه در مواد و قطعات را ایجاد می‌نماید که از این دو پتانسیل به خوبی می‌توان برای ارتقای عملکرد مواد و تجهیزات در صنعت برق بهره برد. بطور خلاصه اهداف کلان بکارگیری فناوری نانو در صنعت برق عبارتند از:

- ساخت و تولید تجهیزات مورد نیاز صنعت برق با کارایی و خواص بهتر و هزینه کمتر
- ساخت و تولید تجهیزاتی که با فناوری‌های مرسوم امکان‌پذیر نمی‌باشد
- توسعه روش‌های بهره‌برداری، تعمیرات، نگهداری، بهسازی و نوسازی تاسیسات و تجهیزات صنعت برق
- کاهش تلفات، افزایش راندمان تجهیزات و افزایش توان تولید برق

بر همین اساس پژوهشگاه نیرو به عنوان بازوی پژوهشی صنعت برق کشور که مأموریت توسعه فناوری‌های مرتبط را برعهده دارد با هدف ترویج بهره‌گیری از فناوری نانو در حل معضلات صنعت برق و انرژی اقدام به راه‌اندازی مرکز توسعه فناوری نانو در حوزه برق و انرژی نموده است. این مرکز با تدوین نقشه راه، تعریف و انجام پروژه‌های کاربردی، ترویج و آموزش فناوری نانو در صنعت برق، تدوین استانداردها و دستورالعمل‌های محصولات فناوری نانو در تلاش است تا با بستر سازی‌های لازم، زمینه بکارگیری فناوری نانو در نیروگاه‌های حرارتی را فراهم آورد.

### کاربردهای فناوری نانو در نیروگاه‌های حرارتی:

پتانسیل بسیار خوبی در صنعت برق برای بکارگیری فناوری نانو در همه حوزه‌های تولید، انتقال و توزیع و انرژی‌های تجدیدپذیر وجود دارد که یکی از بخش‌های مهم که این پتانسیل به خوبی می‌تواند بکار گرفته شود، نیروگاه‌های حرارتی است. نیروگاه‌های حرارتی به سه صورت نیروگاه‌های گازی، بخار و سیکل ترکیبی دارای تجهیزات مختلفی هستند که با جایگزینی مواد متداول با نانو مواد یا اعمال نانو پوشش‌ها و یا بکارگیری نانو افزودنی‌ها در فرایندها می‌توان بهبود چشمگیری در راستای بهبود عملکرد آنها، کاهش تلفات و افزایش راندمان ایجاد نمود. از جمله این تجهیزات می‌توان به پره‌های ثابت و متحرک توربین، کمپرسور، محفظه احتراق، سیستم سوخت و ژنراتور، بویلر، سیستم تصفیه آب و رودی و سباب خروجی، تصفیه و کنترل گازهای آلاینده خروجی، سیال خنک‌کننده، روغن‌های رونکار، فیلترهای هوای ورودی کمپرسور، سیستم پایش و سیستم دودکش اشاره نمود که در شکل ۲، کاربرد‌های مهم فناوری نانو در اجزای یک نیروگاه سیکل ترکیبی نشان داده شده است.



شکل ۲: کاربرد های مهم فناوری نانو در اجزای یک نیروگاه سیکل ترکیبی

از جمله کاربردهای مهم فناوری نانو در نیروگاه های حرارتی را می توان در سه حوزه نانو پوشش ها، نانو افزودنی ها و قطعات و اجزای نانو ساختار دسته بندی نمود.

### نانو پوشش ها در نیروگاه های حرارتی

موارد زیر به عنوان کاربرد های نانو پوشش ها در نیروگاه های حرارتی قابلیت بکارگیری و صنعتی شدن دارند:

- نانو پوشش های سد حرارتی پره توربین، نازل و محفظه احتراق توربین گازی
- نانو پوشش های مقاوم به ساییش و فرسایش پره کمپرسور توربین گاز و پره توربین بخار و پمپ ها
- پوشش های نانو ساختار برای جلوگیری از خوردگی لوله های بویلر
- نانو پوشش های با انتقال حرارت بالا و ابرآبگریز برای افزایش راندمان سیستم کندانسور
- نانو پوشش های عایقی

### نانو افزودنی ها

از جمله نانو افزودنی های مختلف در نیروگاه های حرارتی می توان به سه مورد زیر اشاره نمود:

- نانو سیالات مبدل حرارتی
- نانو روغن ها
- نانو افزودنی های سوخت نیروگاه

### بکارگیری قطعات و اجزای نانو ساختار

موارد زیر را به عنوان قطعات و اجزای نانو ساختار در نیروگاه های حرارتی می توان بکار گرفت:

- مواد مغناطیسی نانو ساختار مورد استفاده در هسته ژنراتورها و ترانسفورماتورها
- جایگزینی آلیاژهای متداول با نانو کامپوزیت ها و آلیاژهای نانو کریستال
- مولد های ترموالکتریک نانو ساختار
- فیلترهای نانو ساختار تصفیه آب و پساب
- نانوفیلترهای هوای ورودی به کمپرسور توربین گازی
- کاتالیست های نانو ساختار مورد استفاده در محفظه احتراق توربین های گازی
- سنسورهای نیروگاهی با استفاده از مواد نانو ساختار
- کنترل و کاهش گازهای آلاینده سیستم دودکش خروجی نیروگاه با فناوری نانو

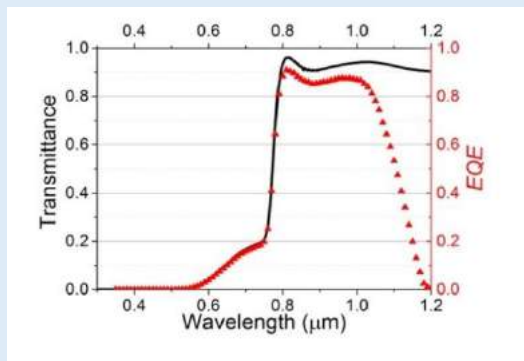


## افزایش بازده تبدیل تا ۲۶,۳٪ برای تاندم پروفوسکایت-سیلیکون توسط شرکت Solliance و ECN

محققان شرکت Solliance و ECN هلند، توانستند بازده تبدیل سلول‌های تاندم سیلیکون و پروفوسکایت را تا ۲۶,۳٪ افزایش دهند. این محققان، توانستند سلول تاندم سیلیکون (MWT-SHJ) و پروفوسکایت را در ابعاد شش اینچ به صورت صنعتی بسازند و بازده تبدیل آن را تا ۲۶,۳٪ افزایش دهند.

در این تحقیق، سلول خورشیدی بالایی پروفوسکایتی نیمه شفاف به طور مکانیکی به سلول سیلیکون کریستالی شش اینچی پایینی با بازده ۲۲,۷٪ متصل شده است. لازم به ذکر است سلول خورشیدی بالایی پروفوسکایتی دارای شفافیت بالای ۹۳٪ در طول موج مادون قرمز نزدیک (۸۰۰-۱۲۰۰ نانومتر) است. در واقع با بهینه‌سازی ساختار لایه رسانای شفاف (ITO) ونحوه لایه نشانی آن و همچنین طراحی لایه ضد انعکاسی، حد بالایی از شفافیت برای الکتروود بالایی به دست آمده است. این الکتروود (ITO) علی‌رغم لایه نشانی در دمای پایین دارای مقاومت صفحه‌ای پایین ۴۰ اهم بر مربع است.

نتایج این تحقیق در کنفرانس Silicon PV/nPV در لوزان سوئیس ارائه شده است.



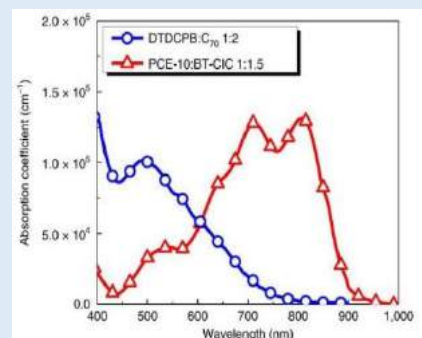
منحنی عبور اپتیکی برای سلول خورشیدی نیمه شفاف پروفوسکایتی (خط مشکی)، بازده کوانتومی خارجی سلول خورشیدی سیلیکون کریستالی وقتی که به یک سلول خورشیدی پروفوسکایتی متصل می‌شود (مثلث قرمز).



محققان شرکت Solliance، همراه با مازول خورشیدی پروفوسکایتی با بازده ۱۲,۶٪.

## افزایش بازده سلول‌های خورشیدی ارگانیک تا ۱۵٪

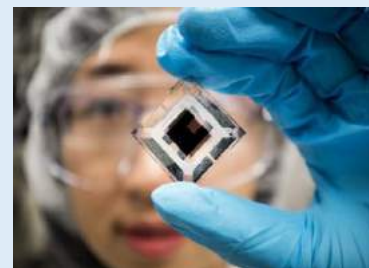
محققان دانشگاه میشیگان موفق شدند سلول‌های خورشیدی ارگانیک بر پایه محلول را بر روی سلول‌های خورشیدی ارگانیک بر پایه تبخیر در خلا، متصل کنند و به بازده ۱۵٪ برای سلول‌هایی با ابعاد ۲ میلی‌متر مربع برسند. در واقع در این تاندم، سلول خورشیدی بالایی، از پلیمر DTDCPB:C70 با نسبت 1:2 ساخته شده که می‌تواند طول موج مادون قرمز تا ۹۵۰ نانومتر را جذب کند و سلول پایینی متشکل از لایه جاذب PCE-10:BT-CIC با نسبت 1:1.5 بخش مرئی طیف خورشید یعنی از طول موج‌های ۳۵۰ نانومتر به بعد را جذب می‌کند.



ضریب جذب بر حسب طول موج برای جاذب‌های نوری مورد استفاده در تاندم ارگانیک

نکته کلیدی برای اتصال این دو سلول این است که لایه میانی به گونه‌ای باشد که هم از تخریب سلول اولیه توسط سلول ثانویه جلوگیری کند و هم اجازه عبور نور و الکتریسیته را به سلول پایینی بدهد، در این تحقیق در لایه میانی نانو ذرات نقره و لایه محافظ و آب‌گریز PEDOT:PSS استفاده شده است.

دستاوردهای دیگر این محققان افزایش تکرارپذیری سلول‌ها بوده است که بازده تولید بیش از ۹۵٪ برای ۱۳۰ سلول بوده است. نتایج این تحقیق در مجله Nature materials به چاپ رسیده است.



سلول خورشیدی ارگانیک و تاندم ساخته شده توسط دانشگاه میشیگان

Xiaozhou Che et al., High fabrication yield organic tandem photovoltaics combining vacuum- and solution- processed subcells with 15% efficiency, *nature energy*, 2018.

<https://www.pv-tech.org/news/solliance-and-ecn-touts-26.3-conversion-efficiencies-of-tandem-perovskite-s>

## تبدیل آلاینده دی‌اکسید گوگرد به محصولی با ارزش با نانوکاتالیست ساخت محققان دانشگاهی

محققان دانشگاه تربیت مدرس با همکاری پژوهشگرانی از دانشگاه صنعتی امیرکبیر روش زیست‌سازگاری را برای حذف دی‌اکسید گوگرد با استفاده از نانو فناوری معرفی کردند. در این تحقیق روش جدیدی توسعه داده شده که با استفاده از نانو کاتالیست و با روشی زیست سازگار دی‌اکسید گوگرد تولید شده تبدیل به گوگرد می‌شود و به این ترتیب دی‌اکسید گوگرد از محیط حذف خواهد شد. نانو کاتالیست از نانوذرات آلومینا و کربن اکتیو است و قادر است به میزان ۹۹ درصد اکسید گوگرد را از محیط حذف و به گوگرد تبدیل کند. محققان این طرح چالش اصلی روش‌های موجود جذب گوگرد را تولید حجم زیادی از پساب دانستند و این امر باعث شده که استفاده از این روش‌ها برای برخی از صنایع قابل استفاده نباشد، ولی روش جدید ارائه شده قادر به حذف دی‌اکسید گوگرد و تبدیل آن به محصول با ارزش دیگر است.



## سنتز نانوذراتی از آب انار جهت تصفیه پساب رنگی به کمک نور خورشید

پژوهشگران دانشگاه کاشان موفق به سنتز نانوذراتی از آب انار شدند که می‌توان آن‌ها را جهت تصفیه فتوکاتالیستی پساب صنایع، مورد استفاده قرار داد. استفاده از آب انار به‌عنوان سوخت اولیه فرایند تولید نانوذرات موجب شده هزینه فرایند کاهش چشم‌گیری داشته باشد و نگرانی‌های زیست‌محیطی ناشی از فرایند تولید نانوذرات را نیز برطرف کند. در این فرایند استفاده از تجهیزات گران‌قیمت حذف شده و سرعت فرایند نیز بالاست. ضمن اینکه نانوذرات تولید شده از کارایی کاتالیستی بالایی نیز برخوردارند.

در طرح حاضر فتوکاتالیست نانو ساختار  $Dy_2Ce_2O_7$  با یک روش آسان و ارزان و منطبق بر اصول شیمی سبز سنتز شده است. از آب انار به‌عنوان یک عامل فعال سطحی و به‌عنوان یک جایگزین مناسب برای عوامل فعال سطحی تجاری آنیونی، کاتیونی و یا پلیمری استفاده شده است. همین امر موجب شده تا نانوذرات فتوکاتالیستی تولید شده نانوذراتی بسیار ریز، یکنواخت و با سطح ویژه بسیار بالا باشند.

به گفته این محققان، نانوذرات فتوکاتالیستی پس از سنتز در دمای ۴۵۰ درجه و در مدت ۴ ساعت، تحت آزمون‌های میکروسکوپی و مشخصه‌یابی قرار گرفته و در نهایت کارایی فتوکاتالیستی آن‌ها سنجیده شده است. نتایج به‌دست‌آمده از کارایی ۹۲/۸ درصدی نانوذرات سنتز شده در حذف آلاینده‌های رنگی از آب حکایت دارد.



نشانی: شهرک قدس، انتهای بلوار شهید دادمان، پژوهشگاه نیرو، مرکز توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی  
شماره تلفن: ۸۸۰۷۹۴۴۷ و ۸۸۵۷۸۸۳۷  
شماره فکس: ۸۸۰۷۹۴۴۷  
وبسایت: <http://npc.nri.ac.ir>  
ایمیل: [nanopower@nri.ac.ir](mailto:nanopower@nri.ac.ir)