

خبرنامه

# فناوری نانو در صنعت برق و انرژی

خبرنامه شماره ۳

زمستان ۱۳۹۷





صاحب امتیاز:  
پژوهشگاه نیرو

مدیر مسئول:  
نسترن ریاحی نوری

همکاران این شماره:  
پریسا جبارنژاد  
اشکان ذوالریاستین

## فهرست مطالب

- گفتگو با دکتر مجید رضائی آبادچی صفحه ۲
- نهمین جلسه شورای راهبری مرکز توسعه فناوری نانو صفحه ۴
- فراخوان پروژه‌های مرکز توسعه فناوری نانو (زمستان) صفحه ۵
- بازدید از پارک فناوری پردیس صفحه ۷
- بازدید از نیروگاه خلیج فارس صفحه ۸
- اعمال نانو پوشش بر روی تجهیزات عایقی پست مشیریه صفحه ۱۰
- اعمال نانو پوشش های محافظ بتن در پست ازگل صفحه ۱۴
- بررسی عملکرد نانو پوشش های اعمال شده در پست ازگل صفحه ۱۶
- درخشش همکاران مرکز نانو در مسابقات ورزشی دهه مبارک فجر صفحه ۱۷
- تبریک فرارسیدن سال ۹۸ صفحه ۱۸

نشانی: شهرک قدس، انتهای بلوار شهید دادمان، پژوهشگاه نیرو، مرکز توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی  
تلفکس: ۸۸۰۷۹۴۴۷

وبسایت: <http://npc.nri.ac.ir>  
ایمیل: [nanopower@nri.ac.ir](mailto:nanopower@nri.ac.ir)

## گفتگو با

دکتر مجید رضائی آبادچی



- مدیر تدوین دستورالعمل استفاده از نانوفیلترهای هوای ورودی در نیروگاه‌های برق
- عضو هیئت علمی گروه مواد غیرفلزی پژوهشگاه نیرو

بازدید، ممیزی تجهیزات و تست‌ها و ... آزمایشگاه شهرک علمی و تحقیقاتی اصفهان بوده است. گام سوم ابلاغ دستورالعمل و عملیاتی شدن تست فیلترهای هوای نیروگاهی در داخل کشور می‌باشد که هم اکنون در حال اجرا می‌باشد.

### وضعیت نانوفیلترها را در نیروگاه‌های کشور چگونه ارزیابی می‌کنید؟

در حال حاضر تعدادی از نیروگاه‌های کشور مانند نیروگاه سیکل ترکیبی قم، نیروگاه شهید رجایی، نیروگاه کرمان، نیروگاه بعثت، نیروگاه خلیج فارس از نانوفیلترها استفاده می‌کنند. و در بسیاری از نیروگاه‌ها لازم است اطلاع‌رسانی لازم در این خصوص صورت گیرد.

آینده نانوفیلترهای نیروگاهی را چگونه پیش بینی می‌کنید؟

### چه فعالیتهایی در حوزه نانوفیلترها انجام داده اید؟ و در چه مرحله ای قرار دارند؟

فعالیت‌های مربوط به نانوفیلترها در مرکز توسعه فناوری نانو در صنعت برق، در سه گام تعریف و اجرا گردیده است: گام اول تدوین دستورالعمل استفاده از نانوفیلترهای هوای ورودی در نیروگاه‌های برق است. در این دستورالعمل مشخصات فیزیکی، ساختاری و شیمیایی مختلف نانوفیلترها و فیلترهای هوای نیروگاهی و روش‌های اندازه‌گیری و تعیین آنها مشخص گردید. منظور از نانوفیلترها در این دستورالعمل، فیلترهای هوایی است که مدیای آنها با استفاده از نانوالیاف پوشش داده شده و در نیروگاه‌های برق مورد استفاده قرار می‌گیرند. این پروژه به اتمام رسیده است. گام دوم راه اندازی آزمایشگاه مرجع فیلتر هوا می‌باشد که در نتیجه آن انعقاد تفاهم نامه همکاری با آزمایشگاه شهرک علمی و تحقیقاتی اصفهان صورت گرفته است. مراحل این پروژه شامل

قیمت پایین، عمر طولانی و قدرت زدایش بالا از جمله مزایای این نانوفیلترهای نیروگاهی است. مزیت رقابتی این نانوفیلترها، فرصت صادرات برای آنها را نیز فراهم کرده است. در تولید این فیلترهای نیروگاهی از فناوری نانوالیاف ایرانی استفاده شده است.

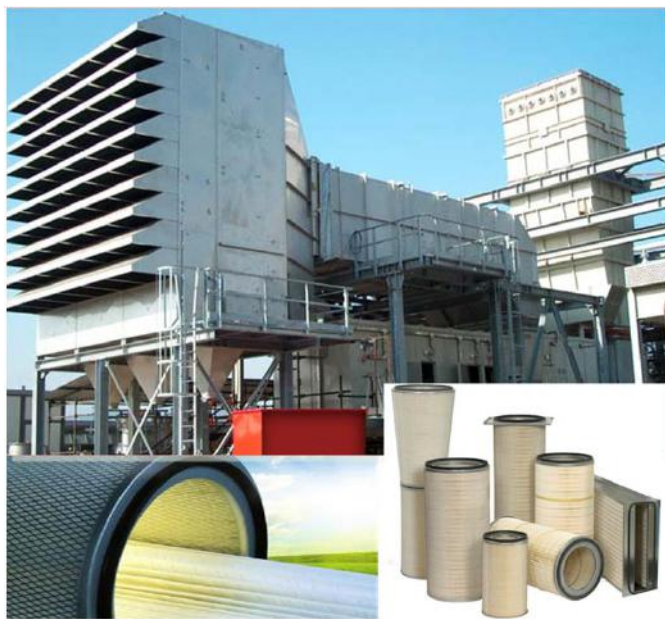
### برای ورود و توسعه نانوفیلترها در همه نیروگاههای کشور، چه زیرساخت‌هایی لازم است فراهم گردد؟ و چه برنامه‌هایی در این خصوص در نظر دارید؟

در اولین گام در قالب دوره‌های آموزشی و سمینار می‌توان واحدهای نیروگاهی کشور را از مزایای استفاده از نانوفیلترها نسبت به فیلترهای معمولی آگاه کرد. در همین راستا اخیراً دوره آموزشی آشنایی با نانوفیلترهای هوا در نیروگاه خلیج فارس بوشهر توسط مرکز نانو پژوهشگاه نیرو برگزار گردید. در گام‌های بعدی به واحدهای نیروگاهی متقاضی مشاوره‌های لازم در خصوص استفاده از این نانوفیلترها داده خواهد شد.

فیلتراسیون نامناسب هوای ورودی صدمات و خسارت‌های بسیاری به کمپرسور و توربین وارد می‌کند و به طور قابل توجهی بر عملکرد، کارایی و عمر توربین گازی تاثیر گذاشته و با ایجاد افت فشار بالا، راندمان تولید برق را کاهش می‌دهد. ذرات معلق در هوا دارای اندازه‌های میکرونی هستند، از این رو فیلترهای معمولی کارایی و بازده مناسب و لازم را ندارند، به گونه‌ای که پس از گذشت زمان منافذ فیلترها 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 خواهد شد. 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. با توجه به کارایی و بازدهی بالاتر و عمر طولانی فیلترهای نانو نسبت به فیلترهای معمولی و همچنین قابلیت تمیزشوندگی نانوفیلترها توسط پالس معکوس هوا پیش بینی می‌شود به زودی نانوفیلترهای هوا جایگزین فیلترهای معمولی خواهد شد.

### رویکرد تجاری سازی نانوفیلترها به چه صورت بوده است؟

نانو فیلترهای صنعتی تا چندی پیش وارداتی بوده و تحریم آن مشکلاتی از جمله کاهش بازدهی و افزایش مصرف انرژی در نیروگاه‌ها را بوجود آورده بود. تا اینکه یک شرکت دانش بنیان با تکیه دانش بومی و عبور از تحریم‌ها موفق به تولید و صادرات این محصول در مقیاس صنعتی شد. اکنون این فناوری به نقطه‌ای رسیده که نانوفیلترها، وارد صنعت نیروگاهی شده است. در حال حاضر شرکت‌های آزاد فیلتر و بهران فیلتر با بهره‌مندی از دانش فنی ایرانی که حاصل ده سال توسعه فناوری بومی نانوالیاف است، نانوفیلترهایی برای استفاده در نیروگاه‌ها تولید می‌کنند که عملکرد بهتری نسبت به فیلترهای رایج دارند.



## جلسه شورای راهبری مرکز توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی



نهمین جلسه شورای راهبری مرکز توسعه فناوری نانو در صنعت برق با حضور آقایان مهندس فرضعلی زاده، مهندس فتحی، دکتر صراف ماموری، دکتر آب نیکی، دکتر احمدی، مهندس نوران، دکتر کوهانی و خانمها دکتر ریاحی، مهندس اصغرزاده، مهندس مسلمی و دکتر عبدی در تاریخ ۹۷/۱۰/۲۲ تشکیل گردید.

در ابتدای جلسه کلیات مربوط به بازنگری سند برای اعضای محترم کمیته راهبری توسط خانم مهندس اصغرزاده ارائه گردید و تصویب شد. در ادامه تغییرات سند به صورت تجمیعی طرح های توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی به شرح ذیل مطرح و به تصویب رسید.

### استفاده از فناوری نانو در مواد و تجهیزات نیروگاهها به مدت ۷۲ ماه و ادغام طرح های ذیل :

- توسعه دانش فنی ساخت کاتالیستهای نانو ساختار
- توسعه دانش فنی ساخت فیلترهای نانو ساختار
- توسعه دانش فنی ساخت مواد افزودنی نانو ساختار مورد استفاده در صنعت برق
- توسعه دانش فنی ساخت پوششهای نانو ساختار و فرآیند پوشش دهی

### استفاده از فناوری نانو در مواد و تجهیزات خط و پست به مدت ۶۰ ماه و ادغام طرح های ذیل:

- دستیابی به دانش فنی ساخت مواد و قطعات نانو در ساختار مورد استفاده در ترانسفورماتورها و ژنراتورها
- دستیابی به دانش فنی ساخت مقره های الکتریکی نانو ساختار
- توسعه دانش فنی طراحی و ساخت تجهیزات و سازه های شبکه های انتقال و توزیع نیرو مبتنی بر نانو فناوری
- دستیابی به دانش فنی ساخت هادی های پیرفریتم نانو ساختار

### استفاده از فناوری نانو در انرژیهای تجدیدپذیر به مدت ۷۲ ماه و ادغام طرح های ذیل :

- توسعه دانش فنی طراحی و ساخت ذخیره سازهای برق مبتنی بر فناوری نانو
- توسعه دانش فنی ساخت سلولهای خورشیدی بر پایه فناوری نانو
- توسعه دانش فنی طراحی و ساخت پیلهای سوختی و ادوات تولید هیدروژن بر پایه فناوری نانو
- توسعه دانش فنی ساخت مولدهای ترموالکتریک نانو ساختار
- توسعه دانش فنی ساخت کامپوزیت های نانو ساختار مورد استفاده در توربین بادی

## فراخوان های دی ماه

در راستای سیاست‌های پژوهشگاه نیرو به منظور بهره‌مندی مناسب از پتانسیل‌های علمی و تحقیقاتی کشور و همچنین فرصت ارائه توانمندی برای کلیه محققین کشور، واگذاری بخشی از پروژه‌های مرکز توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی از طریق فراخوان‌های عمومی برای کلیه متقاضیان فراهم گردیده است. از زمان آغاز فرایند برون سپاری (مرداد ماه ۹۶) تاکنون، فراخوان‌های متعددی مربوط به واگذاری پروژه‌های مرکز توسعه فناوری نانو برگزار گردیده است. که در این شماره از خبرنامه فراخوان‌های مربوط به زمستان ۹۷ در ادامه آورده شده است. ۳ فراخوان در دی ماه و ۹ فراخوان در بهمن ماه ارائه گردیده است.

### عنوان طرح: استفاده از فناوری نانو در مواد و تجهیزات نیروگاهها

#### عنوان پروژه فراخوان شده:

✓ دستیابی به دانش فنی ساخت کاتالیست‌های نانوساختار جهت سنتز متانول از گاز CO<sub>2</sub> خروجی نیروگاهها

### عنوان طرح: استفاده از فناوری نانو در مواد و تجهیزات خط و پست

#### عناوین پروژه‌های فراخوان شده:

✓ دستیابی به دانش فنی ساخت مواد و پوشش‌های نانوساختار مورد استفاده در یراق آلات

✓ دستیابی به دانش فنی و ساخت نانوپوشش‌های ضد خوردگی مورد استفاده در میله‌های ارت شبکه‌های برق

### عنوان طرح: استفاده از فناوری نانو در مواد و تجهیزات نیروگاهها

#### عناوین پروژههای فراخوان شده:

- ✓ تدوین دانش فنی ساخت فیلترها و غشاءهای نانوساختار بر پایه نانولوله کربنی
- ✓ تدوین دانش فنی تولید پودر سدحرارتی YSZ برای پوشش دهی پره‌های توربین در مقیاس پایلوت
- ✓ دستیابی به دانش فنی تولید مدیای فیلترها/ نانوفیلترهای هوای نیروگاهی
- ✓ تدوین دانش فنی ساخت پوشش‌های کامپوزیتی نانوساختار مورد استفاده بر روی پره‌های کمپرسور
- ✓ امکانسنجی ساخت پوشش‌های نانوساختار برای جلوگیری از خوردگی لوله‌های بویلر
- ✓ امکانسنجی ساخت پوشش‌های نانوساختار برای جلوگیری از سایش و خوردگی قطعات پمپ و شیرآلات
- ✓ ساخت نانوپوشش‌های با انتقال حرارت بالا و ابرآبگریز برای افزایش راندمان سیستم کندانسور

### عنوان طرح: استفاده از فناوری نانو در مواد و تجهیزات خط و پست

#### عناوین پروژههای فراخوان شده:

- ✓ دستیابی به دانش فنی ساخت پوشش‌های نانوساختار مورد استفاده در تیرهای سیمانی
- ✓ دستیابی به دانش فنی ساخت مواد ترمیم کننده پایه‌های بتن‌های تخریب شده در سازه‌های صنعت برق

## بازدید از پارک فناوری پردیس



همکاران مرکز توسعه فناوری نانو پژوهشگاه نیرو متشکل از آقایان دکتر کوهانی، دکتر فلاح و خانمها مهندس جبارنژاد و دکتر عبدی بازدیدی از پارک فناوری پردیس به عمل آوردند. در این بازدید جلسه ای با مدیر مرکز رشد فناوری نخبگان جناب آقای مهندس سید علی هزاوه برگزار گردید. طی این جلسه مهندس هزاوه به معرفی پارک فناوری پردیس و مرکز رشد فناوری نخبگان پرداختند. در ادامه دکتر کوهانی به معرفی پژوهشگاه نیرو و مرکز توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی پرداختند و در نتیجه این جلسه مقرر گردید همکاریهایی میان مرکز توسعه فناوری نانو و پارک فناوری پردیس صورت گیرد.



## ارائه سمینار در نیروگاه خلیج فارس



گروهی از همکاران مرکز توسعه فناوری نانو پژوهشگاه نیرو متشکل از آقایان، دکتر اشکان ذوالریاستین، دکتر علی مهدیخانی و دکتر مجید رضائی آبادچی در تاریخ ۹۷/۱۱/۱۰ و ۹۷/۱۱/۱۱ بازدیدی را از نیروگاه خلیج فارس بندرعباس به عمل آوردند.



طی جلسه‌ای که در اتاق جلسات نیروگاه با حضور حدود ۲۰ نفر از مهندسين و مدیران نیروگاه مورخ ۹۷/۱۱/۱۰ برگزار گردید، ابتدا مرکز نانو پژوهشگاه نیرو توسط دکتر مهدیخانی معرفی گردید و در خصوص تجربیات قبلی و خدمات قابل ارائه توضیحاتی ارائه شد. در ادامه آقای دکتر ذوالریاستین به معرفی فناوری نانو و کاربردهای مختلف آن در نیروگاه‌های حرارتی در قسمت‌های مختلف شامل نانو پوشش‌های پره‌های توربین بخار، سد حرارتی و پوشش مقاوم به سایش کمپرسور، نانو سیالات خنک کننده، نانو روغن‌ها و روانکارها، افزودنی‌های سوخت و دیگر کاربردها و پروژه‌های جاری و نتایج کسب شده پرداختند. در ادامه دکتر مجید رضایی در خصوص نانوفیلترها و چگونگی تدوین دستورالعمل نانوفیلترها/ فیلترهای هوای ورودی توربین گاز برای حضار توضیحاتی را ارائه فرمودند. در ادامه جلسه همکاران نیروگاه پرسش‌های خود را مطرح نموده و پس از سوال و جواب به بررسی راهکارهای مختلف برای بکارگیری فناوری نانو در جلسه پرداخته شد. همچنین مهندسين و مدیران نیروگاه چالش‌های پیش روی خود را مطرح نمودند که مهمترین آنها عبارت بودند از: مشکل استفاده از فیلترهای سلولوزی و افت فشار، افزایش دمای سیستم‌های بسته خنک کننده و نیاز به سیستم فاگ زیر فین تیوب و مصرف

بالای آب در فصل گرما، تخریب سطحی پوشش ردیف‌های اول کمپرسورها نیاز به پوشش مجدد، خنک‌کاری هوای ورودی کمپرسور، نیاز به مشاوره در اورهال و تمیزکاری مخازن سوخت و بازرسی فنی خوردگی و جوش مخازن سوخت، تخریب عایق‌های حرارتی پشم شیشه اطراف توربین، خوردگی پایه‌های بتنی مخازن. این جلسه تا ساعت ۷ بعد از ظهر به طول انجامید.

## بازدید از نیروگاه خلیج فارس

در مورخ ۹۷/۱۱/۱۱ نیز بازدیدی از واحدهای نیروگاه که در حال تعمیرات اساسی با کمک شرکت مینا بودند به عمل آمد و از نزدیک مشکلات مطرح شده در جلسه مورد ارزیابی‌های چشمی قرار گرفت. در این بازدید قسمت‌های مختلف نیروگاه و مشکلات آنها مجدد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و پتانسیل‌های فناوری نانو برای ارائه راهکارهای مناسب برای رفع این مشکلات و نمونه اقدامات انجام شده مطرح شد.

در بازدید از واحدهای نیروگاه، با توجه به مشکلات مشاهده شده پیشنهادهای توسط همکاران مرکز نانو ارائه گردید: استفاده از نانوفیلترهای مناسب به جای فیلترهای متداول، استفاده از نانوسیالات برای افزایش راندمان خنک‌کنندگی، استفاده از نانومواد عایق به جای پشم شیشه، استفاده از نانوافزودنی‌های روغن روانکار و استفاده از نانوپوشش‌های پره‌های کمپرسور مقاوم به خوردگی از جمله پیشنهادهای ارائه شده جهت بهبود عملکرد واحدهای مختلف نیروگاه بود.



## اعمال نانو پوشش ضد گرد و غبار بر روی تجهیزات عایقی پست مشیریه

در راستای اجرای پایلوت دستاوردهای تحقیقاتی مرکز توسعه فناوری نانو در صنعت برق و انرژی، نانوپوشش ضد گرد و غبار بر روی تجهیزات عایقی پست مشیریه با موفقیت اعمال گردید. این نانوپوشش تولید شده توسط همکاران گروه مواد غیر فلزی و مرکز توسعه فناوری نانو پژوهشگاه نیرو در قالب پروژه آزمون ایده با عنوان دستیابی به دانش فنی ساخت نانوپوشش و رنگ ابر آبگریز و ضد گرد و غبار پس از طی مراحل ساخت و بهینه سازی آزمایشگاهی و انجام آزمون های استاندارد بصورت میدانی مورد بررسی قرار گرفت.

اجرای پایلوت این نانوپوشش در محل انتخابی برای انجام تست پایلوت پوشش بر سطح برقگیر در خط سعیدیه پست مشیریه در روز چهارشنبه مورخ ۹۷/۱۰/۰۵ در فاصله خاموشی از ساعت ۸ الی ۱۴ بعد از ظهر و با حضور همکاران مرکز توسعه فناوری نانو پژوهشگاه نیرو متشکل از آقایان دکتر اشکان ذوالریاستین، دکتر علی مهدیخانی، مهندس ناصر جعفری، دکتر حسام فلاح آرانی و مهندس مجتبی ملکی به همراه آقای دکتر سالارخیلی از شرکت برق منطقه ای تهران انجام گرفت.



این اجرای پایلوت در پی مشکل مطرح شده از سوی شرکت برق منطقه ای تهران و بازدید به عمل آمده در روز دوشنبه مورخ ۹۷/۹/۱۲ صورت پذیرفت. در بازدید وجود گرد و غبار بسیار زیاد بر روی سطوح عایقی کاملاً مشهود بود. این گرد و غبار ناشی از فعالیت کارخانه سیمان تهران و همچنین فعالیت برداشت و انفجار از معدن سیمان در کوه بی بی شهربانو است که در فاصله کمتر از ۷۰۰ متری پست مشیریه قرار دارد. با بازدید به عمل آمده و با در نظر گرفتن شرایط خاموشی خطوط مختلف و فضای موجود برای انجام تست پایلوت، سطح برق گیر در خط سعیدیه برای پوشش دهی انتخاب گردید.

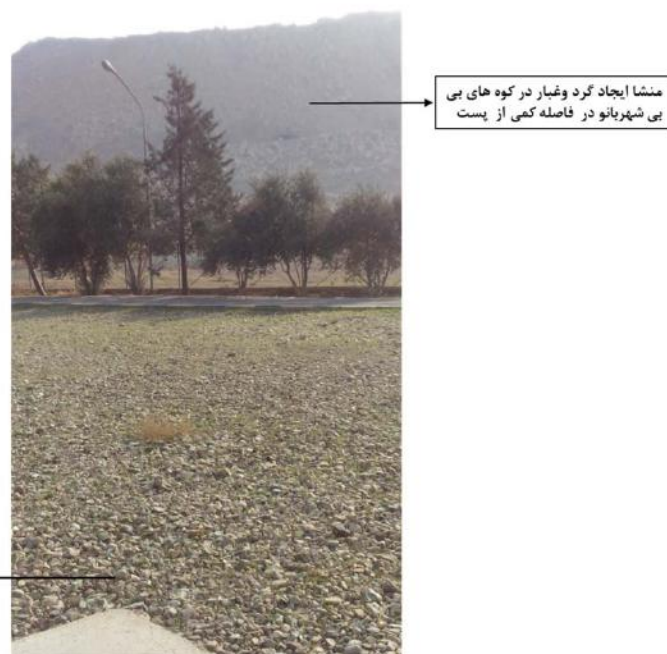
## اعمال نانو پوشش ضد گرد و غبار بر روی تجهیزات عایقی پست مشیریه



محل قرار گیری پست مشیریه در نزدیکی کارخانه سیمان تهران و معدن سیمان در کوه بی بی شهربانو



محل انتخابی تست پایلوت پوشش بر سطح برقگیر در خط سعیدیه پست مشیریه



تصویری از فاصله پست مشیریه تا معدن سیمان در کوه بی بی شهربانو

## اعمال نانو پوشش ضد گرد و غبار بر روی تجهیزات عایقی پست مشیره

### مراحل اعمال نانو پوشش

قبل از اجرای نانو پوشش از گروه شستشو مستقر در پست مشیره درخواست شده بود تا سطح محل اجرای پوشش بر روی برقگیر فاز وسط خط سعیدیه به همراه دو تجهیز مشابه کناری به عنوان شاهد مطابق پروتکل مرسوم تمیزکاری گردد. سپس سطح مربوطه مجدداً توسط همکاران پژوهشگاه تمیزکاری و آماده سازی گردید. در بازبینی اولیه سطح اثراتی از باقی ماندن گرد و غبارهای سیمانی سخت شده بر روی سطح عایقی حتی پس از شستشو اولیه مشاهده گردید. این ذرات بوسیله برس های سخت از روی سطح جدا شده و سطح بوسیله استون مجدداً شستشو شده و خشک گردید.



سطح تمیزکاری شده عایق بر اساس پروتکل های مرسوم و اثراتی از باقی ماندن گرد و غبارهای سیمانی سخت شده بر روی سطح عایقی حتی پس از شستشوی اولیه

در ادامه فرایند، رزین پایه و افزودنی های نانومتری و حلال با نسبت های مشخص ترکیب شده و مخلوط فوق پس از فیلتراسیون بوسیله پیستوله با روزنه خروجی مناسب و با فشار بهینه سازی شده باد کمپرسور بر روی سطح از پیش آماده سازی شده بطور یکنواخت اعمال گردید. پس از اعمال نانو پوشش یکنواخت با ضخامت مناسب، پوشش در شرایط بدون رطوبت فرایند خشک شدن در معرض هوا را طی نموده تا پس از یک ساعت فیلم سطحی پخت شده بر روی سطوح عایقی تشکیل گردد.

تا کنون پس از گذشت ۲ ماه از اعمال نانو پوشش و در پی بازدید های به عمل آمده عملکرد مطلوب پوشش اعمالی از نقطه نظر خواص سطحی و الکتریکی در مقایسه با نمونه های شاهد مورد تایید قرار گرفته است. مراحل تکمیل تحقیقات این پروژه تا دستیابی به بهترین نتیجه و تجاری سازی محصول در گروه مواد غیر فلزی پژوهشگاه نیرو در جریان است. مجری این پروژه سرکارخانم دکتر نسترن ریاحی، مدیر پروژه جناب آقای دکتر اشکان ذوالریاستین و ناظر محترم پروژه جناب آقای مهندس سیامک ابیضی می باشند.

## اعمال نانو پوشش ضد گرد و غبار بر روی تجهیزات عایقی پست مشیره



مراحل آماده سازی مخلوط نانو پوشش رزین پایه و افزودنی های نانومتری و حلال با نسبت های مشخص، فیلتراسیون و اعمال نانو پوشش بوسیله پیستوله با روزنه خروجی مناسب و با فشار بهینه سازی شده باد کمپرسور



نانو پوشش ضد گرد و غبار اعمال شده بر سطح برقگیر در خط سعیدیه پست مشیره

## اعمال نانو پوشش های محافظ بتن در پست ازگل

همانطور که در گزارش بازدید همکاران مرکز نانو پژوهشگاه نیرو مورخ ۹۷/۰۹/۱۰ از پست ازگل در خبرنامه قبلی ذکر گردید، برخی از پایه های بتنی موجود در پست ازگل تماماً در اثر عوامل حین ساخت (کیفیت پایین عمل آوری و اجرای بتن) یا عوامل محیطی نظیر رطوبت، تغییرات دما، گاز کربنیک ناشی از آلودگی هوا و یا عوامل میکروبی تخریب و حتی لایه های زیرین آن کاملاً فاسد شده بودند. در این مقطع در برخی پایه ها ترمیم بتن مطلقاً امکان پذیر نبوده و انجام آن با هزینه های گزافی همراه است. از این رو یکی از پایه هایی که تخریب در آن آغاز شده بود (پایه بتنی خط منتظر قائم) برای اجرای دو نوع نانو پوشش محافظ بصورت یک نانو ملات ترمیمی آبگریز و مورد دوم بصورت اسپری نانو پوشش ابرآبگریز انتخاب گردید. اعمال نانو پوشش توسط همکاران مرکز نانو پژوهشگاه نیرو در روز دوشنبه مورخ ۹۷/۱۰/۰۳ انجام گردید.



فساد بتن در لایه های زیرین برخی پایه های پست ازگل



انتخاب پایه بتنی خط منتظر قائم پست ازگل برای اجرای دو نمونه نانو پوشش محافظ. شروع فرایند تخریب سطحی بتن بصورت ترک و کندگی در تصویر دیده می شود.

## اعمال نانو پوشش های محافظ بتن در پست از گل

برای اجرای نانو پوشش بصورت ملات ترمیمی نخست سطوح تمیزکاری شده و پس از ترکیب افزودنی های مختلف با نسبت های مشخص و اختلاط ملات، بطور یکنواخت پوشش بوسیله کاردک بر روی بخشی از سطح تخریب شده بتن اعمال گردید. همچنین پوشش دوم نیز بصورت اسپری بر بخش دیگری از پایه اعمال گردید.



اعمال نانو پوشش دوم محافظ بتن بصورت اسپری نانو مواد ابرآبگریز کننده بر روی سطح پایه بتنی



مراحل آماده سازی و اجرای نانوملالت ترمیمی بر روی سطح پایه بتنی خط منتظر قائم پست از گل



نانو پوشش نوع اول  
بصورت نانو ملات  
ترمیمی و محافظ سطح

نانو پوشش نوع دوم  
بصورت اسپری نانو مواد  
ابرآبگریز کننده سطح

دو نوع نانو پوشش اعمال شده بر روی سطح پایه بتنی خط منتظر قائم پست از گل بصورت نانوملالت ترمیمی و محافظ و اسپری نانو مواد ابرآبگریز کننده



## بررسی عملکرد نانو پوشش های محافظ بتن اعمال شده در پست از گل

دو روز پس از اعمال نانو پوشش ها در مورخ ۹۷/۱۰/۰۳ برای بررسی عملکرد نانو پوشش ها مجدداً به پست مراجعه گردید. در تصاویر به خوبی رفتار ابرآبگریزی هر دو نانو پوشش اعمال شده قابل مشاهده است. بگونه ای که سطح بدون پوشش، با پاشش آب کاملاً خیس شده و رطوبت به آن نفوذ کرده ولی قطرات آب بر روی سطح با نانو پوشش محافظ بصورت کاملاً آبرگیز باقی مانده اند و بر روی سطح پخش نشده اند و نتوانسته اند سطح را تر نمایند. این موضوع به خوبی میتواند عمر پایه های بتنی را افزایش دهد. همچنین این پدیده در نوع دوم نانو پوشش اسپری شده نیز به خوبی قابل رویت است. البته باید پایداری هر دو نوع نانو پوشش با گذشت زمان مورد بررسی های مجدد قرار گیرد.



**عملکرد آبرگریزی پوشش محافظ نانو ملات در آبرگیز کردن سطح و ممانعت از خیس شدن سطح در مقایسه با سطح بدون پوشش پایه بتنی که کاملاً خیس شده است.**



**عملکرد ابرآبگریزی نانو پوشش اسپری شده در آبرگیز کردن سطح و ممانعت از خیس شدن سطح در مقایسه با سطح بدون پوشش پایه بتنی که کاملاً خیس شده است.**

## درخشش همکاران مرکز نانو در مسابقات ورزشی دهه مبارک فجر



پنجمین جشنواره فرهنگی و ورزشی صنعت آب و برق  
استان تهران



مسابقات ورزشی پژوهشگاه نیرو به مناسبت گرامیداشت  
چهلمین سالگرد انقلاب اسلامی

در طی پنجمین جشنواره فرهنگی و ورزشی صنعت آب و برق استان تهران به مناسبت گرامیداشت دهه مبارک فجر، و همچنین مسابقات ورزشی پژوهشگاه نیرو که به مناسبت گرامیداشت چهلمین سالگرد انقلاب اسلامی برگزار گردید همکاران مرکز نانو پژوهشگاه نیرو موفق به کسب مقام شدند. در این رقابت‌ها، خانم مهندس مهرنوش هور موفق به کسب مقام سوم مسابقات آمادگی جسمانی بانوان صنعت آب و برق و مقام اول مسابقات آمادگی جسمانی بانوان پژوهشگاه نیرو گردید. همچنین آقای دکتر علی مهدیخانی مقام دوم مسابقات شنای آقایان صنعت آب و برق استان تهران، خانم مهندس پریسا جبارنژاد مقام اول شطرنج بانوان پژوهشگاه نیرو و آقای مهندس عباس فیضی نیا مقام دوم آمادگی جسمانی آقایان پژوهشگاه نیرو را کسب نمودند. این افتخارآفرینی را خدمت این عزیزان تبریک عرض نموده و از خداوند منان سعادت و سلامتی توأم با خیر و برکت را برای کلیه همکاران و ورزشکاران پژوهشگاه نیرو آرزومندیم.



مرکز توسعه فناوری نانو در صنعت برق فرا رسیدن سال نو و بهار پر طراوت را که نشانه قدرت لایزال الهی و تجدید حیات طبیعت می باشد به تمامی همکاران گرامی پژوهشگاه نیرو تبریک و تهنیت عرض نموده و سالی سرشار از سلامتی و موفقیت را از درگاه خداوند متعال برای شما همکاران گرامی و خانواده‌های محترم و همچنین جامعه پژوهشگاه نیرو مسئلت دارد.



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