

تأثیر قابلیت‌های فناوری نانو بر ارتقاء سامانه نگهداری و تعمیر سازمان (مطالعه موردی: یک سازمان نظامی)

علی ولی سلطانی^۱، شاپور فتحی‌آذر^۲، کاووس خواجه حسینی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۰۳

چکیده

از مهمترین وظایف فرماندهان و مدیران سازمان‌های نظامی دستیابی به قابلیت اطمینان مناسب از عملکرد صحیح و بموقع تاسیسات، ابنیه، تجهیزات و سامانه‌های تسلیحاتی تهاجمی و تدافعی مورد نیاز خود در زمان صلح و جنگ می‌باشد، محصول سامانه نگهداری و تعمیر (نت)، افزایش قابلیت اطمینان از عملکرد صحیح و بموقع تاسیسات، ابنیه، تجهیزات و سامانه‌های سازمان‌ها می‌باشد، بنابر این داشتن سامانه‌های نت پیشرفته و بروز برای سازمان‌های نظامی از اهم واجبات می‌باشد. نتایج تحقیقات صورت گرفته نشان می‌دهد، این سامانه امروزه با بکارگیری فناوری پیشرفته و نوظهور نانو و قابلیت‌های بی‌نظیر آن، قادر است توانمندی‌های خود را بیش از پیش ارتقاء دهد. هدف اصلی از انجام این تحقیق نیز بررسی میزان تأثیر قابلیت‌های فناوری نانو بر سامانه نگهداری و تعمیر سازمان نظامی مورد نظر می‌باشد. نتایج این تحقیق توسعه-ای- کاربردی که به روش پیمایش با جامعه نمونه‌ی منطبق بر جامعه آماری و به تعداد ۲۷ نفر با ویژگی مشاغل مدیریتی و کارشناسی سازمان نظامی مورد تحقیق و آشنایی کافی به قابلیت‌های فناوری نانو، صورت پذیرفت، نشان داد که قابلیت‌های فناوری نانو در تمام فعالیت‌های سامانه نت سازمان مورد تحقیق شامل تعمیر / تعویض / تنظیم / سرویس / تست به مقدار زیادی تأثیر گذار می‌باشد که بالتبع قابلیت‌های فناوری نانو بر کل سامانه نت سازمان مورد تحقیق نیز به مقدار قابل ملاحظه‌ای تأثیر گذار می‌باشد. در پایان نیز پیشنهاداتی در جهت بهره‌گیری از قابلیت‌های فناوری نانو در سامانه نت سازمان مورد تحقیق ارائه گردید.

واژگان کلیدی: نگهداری و تعمیر، فناوری نانو، نانو روانکارها، نانو پوشش‌ها، نانو عایق‌ها

۱ - دانش آموخته دکترای دانشگاه عالی دفاع ملی (نویسنده مسئول) a.v.s@chmail.ir

۲ - کارشناس ارشد مدیریت دفاعی sh.fathiazar@gmail.ir

۳ - محقق دانشگاه و پژوهشگاه عالی دفاع ملی و تحقیقات راهبردی

مقدمه

مقام معظم رهبری و فرمانده کل قوا (مدظله‌العالی) در مورد اهمیت و لزوم توجه به سامانه نگهداری و تعمیر در سازمان‌های نظامی می‌فرمایند: این فکر (نگهداری و تعمیر) را با قوت تعقیب و عملی کنید و بصورت فرهنگ رایج در نیروهای مسلح در آورید.^۱

یکی از مهمترین وظایف فرماندهان و مدیران سازمان‌های نظامی دستیابی به قابلیت اطمینان مناسب از عملکرد صحیح و بموقع تاسیسات، ابنیه، تجهیزات و سامانه‌های تسلیحاتی تهاجمی و تدافعی (دارایی‌های فیزیکی) مورد نیاز خود در زمان صلح و جنگ می‌باشد، محصول سامانه نگهداری و تعمیر (نت)، افزایش قابلیت اطمینان از عملکرد صحیح و بموقع تاسیسات، ابنیه، تجهیزات و سامانه‌های سازمان‌ها می‌باشد، بنابر این داشتن سامانه‌های نت پیشرفته و بروز برای سازمان‌های نظامی از اهم واجبات بوده و وجود پیشرفته‌ترین سامانه‌های نت در ارتش‌های مدرن جهان نیز گواهی بر این مدعاست، نتایج تحقیقات صورت گرفته نشان می‌دهد، این سامانه امروزه با بکارگیری فناوری پیشرفته و نوظهور نانو و قابلیت‌های بی‌نظیر آن از قبیل قابلیت‌های نانو پوشش‌ها، نانو روانکارها، نانو عایق‌ها و ... قادر است توانمندی‌های خود را بیش از پیش ارتقاء دهد، هدف انجام این تحقیق نیز، بررسی میزان تأثیر قابلیت‌های فناوری نانو بر سامانه نگهداری و تعمیر یک سازمان نظامی مورد تحقیق، با پاسخ به این پرسش است که "قابلیت‌های فناوری نانو به چه میزان در سامانه نگهداری و تعمیر تاسیسات، ابنیه، تجهیزات و سامانه‌های تسلیحاتی سازمان نظامی مورد نظر تأثیر گذار است؟" ضرورت و اهمیت این تحقیق نیز، بکارگیری روز افزون این فناوری در سامانه‌های نت ارتش‌های دنیا و به خصوص ارتش‌های کشورهای متخاصم و لزوم بررسی بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته و نوظهوری

^۱ - به نقل از کتاب "نتایج اولین همایش نگهداری و تعمیرات در نیروهای مسلح"

مانند نانو (که کشورمان در آن دارای ظرفیت‌های بالایی است)، در به‌روز نمودن توانمندی‌های سامانه نگهداری و تعمیر این سازمان نظامی می‌باشد.

مبانی نظری

- پیشینه تحقیق

طاهری (۱۳۸۴) در تحقیقی با عنوان "نقش نانو روانکارها در افزایش راندمان و کاهش هزینه‌های نت موتور" ضمن بیان این نکته که انجام روانکاری با استفاده از روانکارهای پیشرفته، موجب صرفه‌جویی‌های قابل توجهی در انرژی مصرفی برای تولید برق، سوخت مصرفی در صنایع، سوخت مصرفی وسایل نقلیه، هزینه روان‌کننده مصرفی و هزینه نگهداری و تعمیرات ماشین‌آلات خواهد شد، نتیجه گرفته است که افزودنی‌های تولید شده بر پایه فناوری نانو از جمله نانو ذرات، عملکرد بالاتری را برای روانکارها به همراه خواهند داشت. عین‌القضاتی و همکاران (۱۳۹۴) در بیان بخشی از نتایج تحقیق خود با عنوان "نقش فناوری نانو در همگرایی و ارتقای توان دفاعی جمهوری اسلامی ایران" آورده است که با بکارگیری نانو روکش‌ها روی سطوح فلزی یا پلاستیکی، مقاومت سایشی و ضربه‌ای آن‌ها بشدت ارتقاء پیدا نموده و از موارد کاربرد عملی آن در نت ارتش ایالات متحده امریکا نیز روکش‌های اسپری حرارتی نانو پودرهای اکسید فلزی برای تعمیر قطعات فرسوده یا خرد شده در نیروی دریایی ایالات متحده بیان گردیده است. محمودخواه (۱۳۹۷) در بخشی از تحقیق خود با عنوان "نانو و تجهیزات نظامی" با بیان خواص نانو روکش‌ها بر بکارگیری نانو اکسیدهای فلزی برای تعمیر قطعات فرسوده و زنگ زده تجهیزات نظامی و بکارگیری نانو رنگ‌های متکی بر نانو پودرها به جای رنگ‌های آلی در رنگ آمیزی هواپیماهای جنگی جهت جلوگیری از فرسایش بدنه در سرمای شدید ارتفاعات اشاره نموده است.

- مفهوم شناسی

تاریخچه نگهداری و تعمیرات

پس از انقلاب صنعتی در سال 1791 میلادی، در کشورهای انگلستان و آمریکا تحول عظیمی در فعالیت‌های تولیدی و اقتصادی به وقوع پیوست و حجم عظیمی از ماشین‌آلات و تجهیزات برای بالا بردن میزان تولید و کسب سود بیشتر بکارگرفته شد، اما یکی از مشکلاتی که از سال‌های اولیه گریبان‌گیر تولیدکنندگان شد، خرابی و از کار افتادگی دستگاه‌ها بود، در آن سال‌ها پس از وقوع هر نوع شکست چه خرابی و یا از کار افتادگی، ماشین جدیدی جایگزین می‌گشت و در این شرایط هزینه‌های تولید رو به فزونی می‌نهاد، در قدم بعد سعی شد هزینه‌هایی را برای تعمیرات دستگاه متحمل شوند که البته نسبت به هزینه‌های قبلی به مراتب کمتر بود، در عین حال با از بین بردن زمینه‌های ایجاد از کار افتادگی، این هزینه‌ها نیز کاهش یافت. امروزه نیاز صنایع و واحدهای تولیدی و خدماتی به سامانه‌های جدید نگهداری و تعمیرات (بسته به توسعه و افزایش فعالیت‌های آن‌ها) بیشتر شده است، البته انجام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات (نت) به معنی حذف تمامی زیان‌ها و ضررها نخواهد بود، اما همیشه هدف اصلی، رسیدن به شرایط مطلوب‌تر می‌باشد (سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی، ۱۳۹۶: ۳)

- تعریف نگهداری و تعمیرات

- **نگهداری و تعمیرات (نت):** به مجموعه برنامه‌ها و اقدامات به منظور نگهداشتن تجهیزات در سطح قابل قبول از نظر عملیاتی (نگهداری) و یا باز گرداندن تجهیزات معیوب به چرخه استفاده بهره‌برداری اطلاق می‌شود و نتیجه مورد انتظار از این اقدامات ایجاد آمادگی، حفظ قابلیت عملیاتی، تداوم و استمرار عملیاتی تجهیزات برای شرایط تعریف شده خواهد بود. (رمضانی، ۱۳۹۶: ۳)

اهمیت و مزایای بکارگیری نگهداری و تعمیرات

نگهداری و تعمیرات در کارخانه‌های صنعتی بزرگ، نیروگاه‌های حرارتی و ... که در آن‌ها تجهیزات به‌طور پیوسته در حال کار می‌باشند و همچنین در کارگاه‌های صنعتی کوچک، از اهمیت خاصی برخوردار است زیرا:

الف) پدید آمدن ایراد در دستگاه می تواند موجب از کار افتادن خط تولید گردد.
 ب) عدم نگهداری مناسب تجهیزات می تواند باعث تحمیل هزینه های سنگین به مجموعه و در مواردی لزوم جایگزین نمودن یک دستگاه گردد.

در حال حاضر مدیران عالی سازمان ها اهمیت توجه به نگهداری و تعمیرات موثر را بیش از پیش درک نموده و نسبت به آن تاکید دارند. اجرای یک سامانه نگهداری و تعمیر مناسب مزایایی به همراه خواهد داشت از جمله: تحت کنترل درآوردن تجهیزات، حفظ و نگهداری تجهیزات، کاهش حجم تعمیرات، افزایش کیفیت خدمات، افزایش ایمنی، کاهش ضایعات، ایجاد محیطی مناسب به منظور گسترش عملیات، خدمات و تجهیزات، ارائه سیستم های تهیه اطلاعات فنی و اطلاعات لازم جهت تصمیم گیری، امکان برنامه ریزی صحیح با دیگر واحدهای سازمان، افزایش قابلیت اطمینان و آمادگی تجهیزات (همان، ۷)

فعالیت های نگهداری و تعمیرات

فعالیت های کلی نگهداری و تعمیرات شامل پنج فعالیت اصلی زیر می باشد که عبارتند از:

۱) تعمیر (۲ تعویض (۳ تنظیم (۴ سرویس (۵) تست

هر یک از فعالیت های فوق را می توان به طور مختصر به شرح زیر توضیح داد:

۱) تعمیر: عبارت است از انجام فعالیت به منظور تشخیص عیب یک قطعه و یا مجموعه ای رفع عیب و بازگرداندن آن به شرایط قابل قبول، فرآیند تعمیر عبارت است از: انجام آزمایش های لازم به منظور تشخیص عیب، بازکردن یا دمونتاژ مجموعه معیوب از روی تجهیزات، ترمیم قسمت های آسیب دیده، تعویض یک یا چند قسمت از مجموعه معیوب، انجام تست و آزمایش به منظور حصول اطمینان از سلامت مجدد مجموعه، نصب و یا مونتاژ مجموعه اصلاح شده روی تجهیزات

۲) تعویض: این نوع فعالیت، به مفهوم جایگزینی مجموعه مستهلک با مجموعه سالم است.

۳) تنظیم: یک فعالیت ساده بدون نیاز به تعمیر یا تعویض قطعه است، تا با ایجاد ارتباط صحیح ما بین قسمت های داخلی مجموعه و یا مابین قطعه معیوب با سایر قطعات درگیر،

بهترین شرایط را برای کار آن مجموعه، فراهم آورد. به طوری که مجموعه با حداکثر بازدهی کار کند و احتمال اتفاق افتادن شکست و خرابی در تجهیزات به حداقل برسد. همانند: تنظیم چرخ‌ها، تنظیم پمپ انژکتور یا کاربراتور، تنظیم گاز و کلاچ و فرمان، تنظیم چراغ‌ها و... .

۴) سرویس: منظور از سرویس، فعالیت‌های ساده نگهداری هستند که به منظور جلوگیری از بروز نقص در مجموعه‌های یک دستگاه انجام می‌پذیرد و شامل فعالیت‌های ذیل می‌باشد:

شستشو و تمیزکاری، روغن‌کاری، تکمیل و یا تعویض روغن، سفت کردن پیچ‌ها، رنگ‌کاری جزئی

۵) تست: عبارت است از بازدید، بازرسی و آزمایش‌های مورد نیاز به منظور مقایسه و ارزیابی مجموعه با شرایط استاندارد، به منظور پیشگیری از بروز خرابی‌های اتفاقی و کاهش فعالیت‌های تعمیراتی. این بازدیدها حتماً باید برنامه‌ریزی شده و به صورت دوره‌ای انجام گیرد. (همان، ۱۱)

تعاریف فناوری نانو:

- ابتدا تعریف فناوری نانو در برنامه پیشگامی فناوری نانو ایالات متحده (NNI)^۱، در این تعریف، فناوری نانو دربرگیرنده سه مجموعه تعریف است:
- الف) توسعه فناوری و تحقیقات در سطوح اتمی، مولکولی و یا ماکرو مولکولی در مقیاس اندازه‌ای ۱ تا ۱۰۰ نانومتر.
- ب) خلق و استفاده از ساختارها و ابزار و سیستم‌هایی که به خاطر اندازه کوچک یا حد میانه آن‌ها، خواص و عملکرد نوینی دارند.
- ج) توانایی کنترل یا دست‌کاری در سطوح اتمی.
- اما تعریف دوم و دقیق‌تر، تعریف فناوری نانو توسط دانشمندان کشورمان در سایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو کشور می‌باشد که عبارتست از:

^۱ - National Nanotechnology Initiative

"مهندسی هدفمند مواد در مقیاس کمتر از ۱۰۰ نانومتر برای به دست آوردن ویژگی‌ها و عملکردهای وابسته به اندازه."

سه قسمت از تعریف فوق مشخص می‌کنند که آیا یک نوآوری ارائه شده در محدوده فناوری نانو قرار می‌گیرد یا نه:

الف) مهندسی هدفمند: هدف از گنجاندن این بخش در تعریف فناوری نانو حذف مواد و ابزارهایی است که ابعاد نانومتری داشته، ولی به صورت هدفمند طراحی نشده و به صورت تصادفی ایجاد شده‌اند.

ب) مقیاس کمتر از صد نانومتر: این مقدار نقطه‌ای است که در آن ویژگی‌های مواد (به شکل وابسته به اندازه) به دلیل اثرات مکانیک کوانتومی، افزایش بسیار زیاد در مساحت سطحی، یا اثرات دیگری که خودشان را در مقیاس نانو نشان می‌دهند، تغییر می‌یابد. هدف اصلی این بخش از تعریف، حذف سیستم‌هایی با اندازه بزرگ‌تر از مقیاس نانو بوده که به غیر از ویژگی‌هایی که در سیستم‌های بزرگ‌تر نیز دیده می‌شوند، هیچ خاصیت وابسته به اندازه‌ای از خود بروز نمی‌دهند.

ج) ویژگی‌ها و عملکردهای وابسته به اندازه: این بخش اصلی‌ترین قسمت تعریف است؛ کاربردهای فناوری نانو شامل مواد و ساختارهایی هستند که نه تنها کوچک بوده، بلکه متفاوت نیز هستند. هدف این بخش از تعریف، حذف کارهای مربوط به کوچک‌سازی است که منجر به ساختارهایی با مقیاس نانومی‌گردند، اما هیچ تغییر غیریوسته و وابسته به تغییر اندازه در ویژگی‌های آن‌ها دیده نمی‌شود. (سایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو)

بکارگیری فناوری نانو در عایق کاری

عایق‌های حرارتی از جمله مواد پر کاربرد در بخش‌های مختلف ابنیه و تاسیسات است، فاکتور مهم در انتخاب این عایق‌ها، میزان مقاومت حرارتی آنهاست. هر قدر این مقاومت بالاتر باشد، عایق حرارت را کمتر از خود عبور می‌دهد و افزایش صرفه‌جویی را بهمراه دارد. پس به جای ضخامت عایق‌ها بهتر است مقاومت حرارتی آن‌ها افزایش یابد. مبنای کار مواد عایق بر

دارا بودن تعداد زیادی حفره در ساختار است که تا حد امکان بتوانند هوا را در میان خود نگه دارند. نانو مواد به دلیل داشتن تخلخل ریزتر و بیشتر قابلیت بیشتری برای به دام انداختن هوا داخل ماده دارند و با استفاده از این مواد می‌توان با ضخامت‌های کمتر به خاصیت مطلوب رسید. نانو عایق‌های حرارتی بسیار مقاوم، سبک و با کیفیت هستند و نسبت به عایق‌های سنتی قابلیت بیشتری در کاهش اتلاف انرژی داشته و به مقدار ۲ تا ۶ برابر بازدهی بالاتری دارند. (توسعه فناوری مهرویژن، ۱۳۹۴: ۷)

بکارگیری فناوری نانو در سیمان و بتن

کاربرد انواع سیمان در حوزه‌های مختلف ساختمان‌سازی به اندازه‌ای فراگیر است که شاید نتوان بدون وجود این ماده‌ی کم نظیر، بسیاری از فرایندهای ساخت و ساز را انجام داد. در سازه‌های پرمقاومت، سازه‌های بزرگ، سازه‌هایی که در معرض آب هستند، بتن و ملات‌های سیمانی، سنگ‌های مصنوعی و ... معمولاً اثری از سیمان به چشم می‌خورد. فناوری نانو و استفاده از نانومواد مختلف می‌تواند سبب بهبود خواص سیمان شود. فناوری نانو این پتانسیل را دارد که با ورود به صنعت سیمان، چالش‌هایی مانند انتشار دی‌اکسیدکربن، مقاومت کم در برابر ترک خوردگی، زمان عمل‌آوری طولانی، استحکام کششی کم، جذب زیاد آب، قابلیت چکش‌خوری کم و بسیاری از عملکردهای مکانیکی دیگر را هدف قرار دهد. به عنوان مثال با ترکیب نانوذرات مختلف، نانولوله‌های کربنی، نانورس‌ها و نانوفیبرهای کربنی با مواد سیمانی، بهبود قابل توجهی در خواص فیزیکی و مکانیکی سیمان ایجاد می‌شود. (توسعه فناوری مهرویژن، ۱۳۹۴: ۸)

بکارگیری فناوری نانو در پوشش‌ها

خوردگی و واکنشی نامطلوب است که سبب تخریب قطعات می‌شود. هنگامی که مواد فلزی در محیط خورنده قرار می‌گیرند، به واکنش‌های شیمیایی با هوا و یا آب تمایل نشان می‌دهند و اثرات خوردگی بر روی سطوح این مواد نمایان می‌شود. در بسیاری از صنایع، خوردگی

به‌عنوان یک مشکل اساسی در نظر گرفته می‌شود؛ زیرا دلیل اصلی خرابی‌ها و صرف سالانه میلیاردها دلار برای نگهداری پیشگیرانه، تعمیر و بازسازی قطعات فلزی است. به همین خاطر رنگ‌ها و پوشش‌های مقاوم در برابر خوردگی مورد توجه قرار گرفته‌اند.

یکی از اصلی‌ترین روش‌های کنترل خوردگی، به‌کارگیری پوشش‌های مقاوم است. بسیاری از پوشش‌های ایجادشده بر روی سطوح مقاومت کمی از خود نشان می‌دهند و باید با اضافه کردن افزودنی‌هایی مقاومت آن‌ها را افزایش داد. روش‌های مختلفی برای افزایش مقاومت به خوردگی وجود دارد که یکی از آن‌ها روش رنگ‌آمیزی سطوح است. به این ترتیب پوشش‌های ضدخوردگی می‌توانند به‌صورت رنگ یا پوشش‌های شفاف روی سطوح ایجاد شوند. در کنار تغییر نوع رزین استفاده شده در رنگ، می‌توان از افزودنی‌های مختلف برای بهبود مقاومت استفاده کرد.

فناوری نانو فرصت ایجاد پوشش‌هایی با خواص بالا را با اضافه کردن مقدار کمی از نانومواد فراهم کرده‌است. می‌توان با استفاده از نانوذرات، روکش‌های مقاوم در برابر خوردگی تولید کرد. به‌عنوان مثال، می‌توان این نانوذرات را در یک بستر آلی وارد کرده و مقاومت رنگ حاصل را افزایش داد. شرکت‌های زیادی با بهره‌گیری از فناوری نانو، رنگ‌های ضدخوردگی را در مقیاس صنعتی تولید و به بازار عرضه می‌کنند. این شرکت‌ها توانسته با بهره‌گیری از فناوری نانو، رنگ‌های آلکیدی و اپوکسی مقاوم را به‌عنوان راهکاری برای کاهش خوردگی سطوح معرفی کنند. این رنگ‌ها برای پوشش سطوح مختلف در کاربردهای داخل ساختمان و صنعتی به‌کار می‌روند، کاربرد شاخص این رنگ‌ها در صنایع کشتی‌سازی، نفت، گاز و پتروشیمی و صنایع خودروسازی است. کارایی بالاتر به دلیل سطح ویژه زیاد، ایجاد ترکیبی از خواص مطلوب با استفاده از نانوذرات و حفظ شفافیت رنگ از دیگر مزیت‌های استفاده از فناوری نانو در تولید رنگ‌های ضدخوردگی است.

با توجه به اینکه رنگ‌ها علاوه بر ایجاد زیبایی در سطوح مختلف به‌عنوان پوششی برای محافظت از آن‌ها به‌کار گرفته می‌شوند، استفاده از نانوذرات در این رنگ‌ها باعث شده تا مقاومت به خوردگی این رنگ‌ها تا ۱۵۰ درصد بیشتر از رنگ‌های معمولی باشد.

خواص و کاربردهای متنوع نانوذرات در حوزه‌ی رنگ و پوشش‌های صنعتی روزبه‌روز بیشتر مشخص می‌شود. ضمن این‌که نانوذرات می‌توانند جایگزین افزودنی‌های مرسوم و متداولی شوند که بطور معمول، سالیان متمادی در صنایع و تجهیزات مختلف استفاده می‌شوند. (سایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو)

از نانو پوشش‌ها در موارد دیگری از قبیل پوشش‌های ضد رطوبت، پوشش‌های مقاوم در برابر اشعه UV، پوشش‌های ضد نور، پوشش‌های ضد صوت، پوشش‌های ضد امواج الکترومغناطیس، پوشش‌های ضدخش، پوشش‌های خود تمیز شونده و پوشش ضدآلودگی بر روی سطوح مختلف نیز استفاده می‌گردد. (توسعه فناوری مهر ویژن ۱۳۹۴: ۱۱)

بکارگیری فناوری نانو در روانکارها

روانکاری به عنوان علم تسهیل کننده حرکت نسبی سطوح در تماس با یکدیگر، تعریف شده است. در هر کجا که سطوح هم جوار و در تماس با یکدیگر، دارای حرکتی نسبی هستند، روانکاری نقش مهمی در انجام حرکت به نحو صحیح، مداوم و اقتصادی ایفا می‌کند. عدم روانکاری صحیح ماشین‌آلات علاوه بر آنکه باعث کاهش راندمان مکانیکی و پایین آمدن بازده زمانی ماشین می‌شود، منتج به فرسایش بیش از حد، فرسودگی و از کار افتادگی زودرس نیز می‌گردد. هر زمان که سطوح اجسام در جوار و در تماس با یکدیگر حرکت نسبی داشته باشند، دو پدیده اصطکاک و ساییدگی هر دو وجود خواهد داشت. اصطکاک عبارت از نیروی مقاوم در برابر حرکت نسبی و گذر سطوح در تماس نسبت به یکدیگر و ساییدگی عمل تخریب و گسستگی ذرات ماده است که در نتیجه تماس سطوح در حرکت نسبی و به لحاظ اثر نیروی اصطکاک پدید می‌آید.

به غیر از موارد بخصوصی که وجود اصطکاک برای وقوع حرکت و یا ایجاد سکون در حرکت مورد نیاز و مطلوب است، در اکثر موارد و بخصوص در اغلب مکانیزم‌های متحرک در ماشین‌آلات که برای تحمل بار و انتقال نیرو و حرکت طراحی شده اند، دو پدیده اصطکاک و

ساییدگی پدیده‌های نامطلوبی به حساب می‌آیند. اصطکاک باعث تضییع انرژی مکانیکی و تبدیل آن به حرارت ناخواسته و ساییدگی باعث از دست رفتن هم شکلی و تجانس قطعات با یکدیگر و نهایتاً تقلیل عمر مفید مکانیزم و ماشین می‌گردد.

افزودنی‌هایی که به روغن موتور اضافه می‌شوند نیز تحت تأثیر نانوتکنولوژی قرار گرفته و محصولات بر پایه نانوتکنولوژی در این عرصه وارد بازار گشته که خصوصیات بسیاری برای آن‌ها ذکر شده است. بطور خلاصه، خصوصیتی که برای این افزودنی‌ها ذکر شده است عبارتند از: کاهش ضریب اصطکاک، کاهش مقدار ساییدگی در اجزاء موتور، ترمیم سطوح درگیر و بهبود خواص سطحی، افزایش بازده موتور در اثر افزایش فشار در سیلندر، کاهش مصرف سوخت در اثر کاهش اصطکاک، افزایش طول عمر موتور، کاهش مصرف روغن و ... (طاهری، ۱۳۸۴: ۶-۷)

نمونه‌ای عملی از بکارگیری فناوری نانو در نگهداری و تعمیرات

بعنوان نمونه و از جمله موارد استفاده نانو مواد در روانکارها می‌توان به نانودیاموند اشاره نمود، نانودیاموند به عنوان افزودنی در پوشش‌های کامپوزیتی، مواد ضد ساییدگی و ضد اصطکاک، روغن‌های روان کننده و پلیمرها (ابر، پلاستیک و ...) و همچنین به عنوان ماده کاربردی در عملیات داروسازی، کاتالیست‌ها و غیره استفاده می‌شود. درصد وزنی (۵/۰ درصد) در روغن‌های روان کننده مایع، ضریب اصطکاک در روان کننده با اضافه نمودن پودر سیاه نانودیاموند کاهش می‌یابد. نانودیاموند نوع جدیدی از دیاموندهای سنتزی می‌باشد که به صورت پودر با ذرات نانومتری می‌باشد. نانودیاموند توزیع شده در روان کننده، لایه فیلمی بر روی سطح تماس ایجاد می‌نماید و نانوذرات، منافذ ریز موجود بر روی سطح را پر می‌نماید. علاوه بر آن، نانودیاموند به صورت ذرات کروی شکل و فوق العاده سخت می‌باشد که به صورت چرخشی عمل می‌نمایند. بنابراین با تبدیل حرکت اصطکاکی لایه‌ها بر روی هم به حرکت چرخشی، سبب کاهش قابل توجه اصطکاک می‌شوند، نتایج آزمایشات نشان می‌دهد که تحت شرایط بارگذاری بالا، وجود نانوذرات تا حد بسیار زیادی مانع از ساییدگی می‌گردد و

ضریب اصطکاک تا حد قابل توجهی کاهش می‌یابد. این افزودنی نانویی موجب اتفاقات مثبت زیر می‌گردد:

افزایش طول عمر موتور ماشین حدود 2 تا 3 برابر، صرفه‌جویی سوخت از 5 تا 8 درصد، کاهش ضریب اصطکاک تا 80 درصد، ایجاد لایه نانودیاموند بر روی سطح و ترمیم خودکار سطح، ایجاد آب‌بندی بسیار قوی و افزایش توان موتور در هنگام استارت در اثر آب‌بندی، افزایش طول عمر روغن موتور تا 30000 کیلومتر، کاهش صدای موتور، کاهش گازهای آلاینده تولیدی و کاهش هزینه تعمیرات تا حد زیاد، جلوگیری از اکسید شدن روغن، بهبود خواص دمایی روغن، پایداری بالای نانودیاموند در روغن موتور و جلوگیری از ساییدگی سطح. (همان، ۱۲)

فرصت‌های فناوری نانو در عرصه نگهداری و تعمیرات

در ارائه نتایج نشست تخصصی "تبیین فرصت‌های فناوری نانو در عرصه نگهداری و تعمیرات" که مرداد ماه ۱۳۹۶ و با حضور مسئولان ستاد ویژه توسعه فناوری نانو کشور، جمعی از مدیران انجمن علمی نگهداری و تعمیرات ایران (انجمن نت ایران) و تعدادی از مدیران و فعالان صنعتی برگزار گردید، شرکت کنندگان بر لزوم بهره‌گیری از فناوری نانو در بحث نگهداری و تعمیرات در صنایع، نیروگاه‌ها و توجه به کاربرد نانومواد و نانو پوشش‌ها در پوشش‌دهی توربین‌ها و بهبود مقاومت به خوردگی قطعات و سازه‌ها خصوصاً جلوگیری از فرسودگی بیش از حد در اسکله‌ها و شناورها و تصفیه آب و پساب با توجه به کاهش شدید ذخایر آب‌های زیرزمینی و مشکلات زیست‌محیطی تاکید داشته در ادامه نیز برخی دیگر از فرصت‌های کاربرد فناوری نانو مرتبط با حوزه نت، به شرح زیر ارائه گردید:

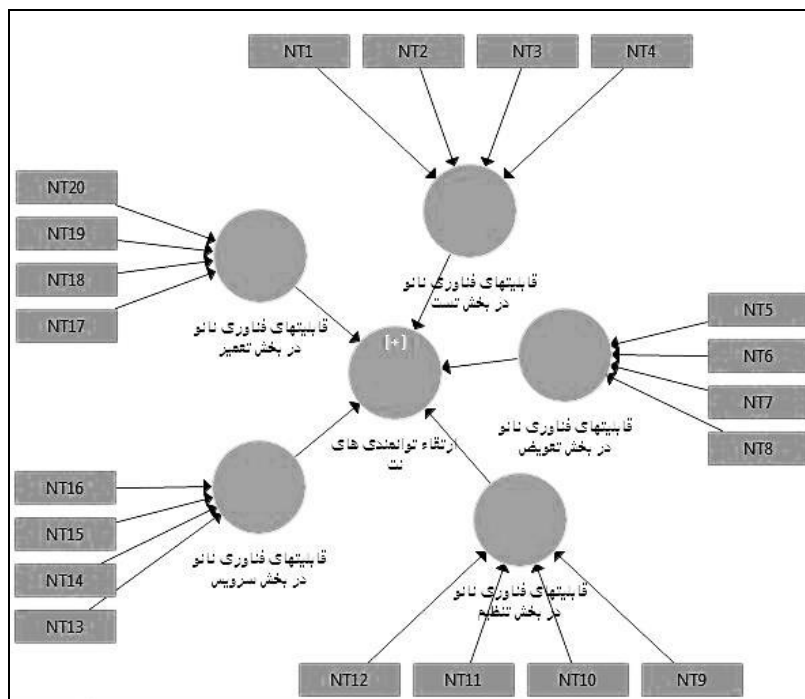
- کاربرد تجهیزات صنعتی و آزمایشگاهی فناوری نانو در حوزه نت
- کاربرد فناوری نانو در ساخت پوشش‌های سخت و مقاوم در حوزه نت
- کاربرد فناوری نانو در ساخت رنگ‌های مقاوم به خوردگی

- کاربرد مستریج‌های نانویی افزایش دهنده استحکام مواد کامپوزیتی
- کاربرد نانوسیال‌های افزایش دهنده انتقال حرارت
- کاربرد فناوری نانو در حوزه تصفیه آب و پساب صنعتی صنایع
- کاربرد پلتفرم فناوری نانوالیاف و فیلترهای صنعتی و نیروگاهی نانویی^۱

مدل مفهومی تحقیق

مدل مفهومی تحقیق نمایانگر مدلی است که بر گرفته از ادبیات تحقیق بوده و هنوز بر مبنای داده‌ها آزمون نشده و در حالت نظری و ذهنی می‌باشد، مدل مفهومی پس از آزمون ممکن است عیناً تایید گردد و یا با استفاده از نتایج آزمون، متغیر یا رابطه‌ای را حذف یا جابجا کند که در این صورت مدل اصلاح شده‌ای حاصل می‌شود که مدل نهایی تلقی می‌گردد (عزیزی، ۱۳۹۵: ۱۰۰)، مدل مفهومی این تحقیق در شکل ۱ ارائه شده است.

^۱- به نقل از ماهنامه فناوری نانو مهرماه ۱۳۹۷، شماره ۲۴۰



شکل ۱: مدل مفهومی تحقیق

روش‌شناسی تحقیق

این تحقیق از نظر نوع هدف توسعه‌ای - کاربردی بوده و با رویکردی آمیخته، در ابتدا و در بخش کیفی با روش توصیفی به بررسی اسناد و مدارک کتابخانه‌ای پیرامون متغیرهای تحقیق پرداخته و پس از ارائه مدل مفهومی و در بخش کمی نیز با تهیه پرسشنامه بسته محقق ساخته بهره‌گیری از روش پیمایش به جمع‌آوری نظرات جامعه آماری تحقیق در رابطه با مدل مفهومی و در نهایت تحلیل داده‌ها و ارائه نتایج و پیشنهادات انجام شده است. انتخاب جامعه نمونه این تحقیق بصورت هدفمند و منطبق بر جامعه آماری و تمام شمار از بین ۱- مشاغل

مدیریتی و کارشناسی سازمان نظامی مورد نظر که ۲- آشنایی کافی به فناوری نانو را داشتند و به تعداد ۲۷ نفر می‌باشد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

همانطور که در بخش روش شناسی نیز بیان گردید جهت گردآوری داده‌ها از یک پرسشنامه بسته ۲۳ سئوالی استفاده گردید که ۳ سئوال برای متغیرهای جمعیت شناختی و ۲۰ سئوال نیز برای سنجش متغیرهای تخصصی با بهره‌گیری از طیف لیکرت پنج نقطه‌ای (خیلی زیاد، زیاد، متوسط، کم، خیلی کم) استفاده شده است. برای تامین روایی محتوایی پرسشنامه، سئوال‌ات تحقیق با نظر ۵ نفر از خبرگان علمی و فنی حوزه نت در سه نوبت بررسی و اصلاح گردید و جهت بررسی پایایی پرسشنامه نیز از معیار آلفای کرونباخ بهره گرفته شد که با مقدار پایایی کل (۰/۸۹) بدست آمده، پایایی پرسشنامه مطلوب تشخیص داده شد. همچنین پس از ارسال پرسشنامه‌ها، بیش از ۸۷ درصد از پرسشنامه‌ها بصورت قابل استفاده برگشت داده شد که نرخ بازگشت مناسبی برای پرسشنامه می‌باشد. در ادامه نتایج تجزیه و تحلیل داده‌های جمعیت شناختی بشرح جدول ۱ ارائه می‌گردد.

جدول ۱: جمعیت شناختی جامعه نمونه تحقیق

وضعیت شغلی		وضعیت سنوات خدمتی پاسخ دهندگان			وضعیت تحصیلات پاسخ دهندگان		
مدیریتی	کارشناسی	بین ۳۰ تا ۳۵	بین ۲۵ تا ۳۰	تا ۲۵	دکتر	فوق لیسانس	لیسانس
٪ ۳۵	٪ ۶۵	٪ ۲۰	٪ ۵۰	٪ ۳۰	٪ ۸	٪ ۳۴	٪ ۵۸

برای تجزیه و تحلیل و آزمون مدل مفهومی تحقیق از روش تحلیل عاملی اکتشافی نسل دوم که تجزیه و تحلیل آماری چند متغیره است و با بهره‌گیری از ابزار نرم افزار پیشرفته Smart PLS که امکان بررسی نظریه و سنجه‌ها را بطور همزمان فراهم می‌سازد، استفاده شده است. از این روش در مواردی که حجم نمونه کوچک بوده و یا توزیع متغیرها نرمال نباشد،

استفاده می‌شود. در این روش دو نوع آزمون یعنی ابتدا آزمون مدل بیرونی، هم ارز آزمون مدل اندازه‌گیری یعنی مدلی که در آن روابط بین متغیرهای مستقل و وابسته مورد توجه قرار گرفته، بررسی و اندازه‌گیری می‌شود که در واقع موید میزان پایایی پرسشنامه می‌باشد و سپس مدل درونی که نشانگر بارهای عاملی متغیرهای وابسته نسبت به هم، مشابه مدل ساختاری در معادلات ساختاری یعنی ضرایب مسیر و معناداری آن‌ها که نشانگر میزان همبستگی بین متغیرهای وابسته نسبت به هم می‌باشد.

با توجه به اینکه نتایج آزمون مدل بیرونی بار عاملی همه شاخص‌ها بالای ۰/۷ بدست آمد پایایی کلی پرسشنامه تایید گردید همچنین پایایی پنج دسته از سئوال‌ات مربوط به هر قابلیت در پرسشنامه نیز مطابق جدول ۲ توسط نرم افزار محاسبه گردید.

جدول ۲: نتایج آزمون بیرونی

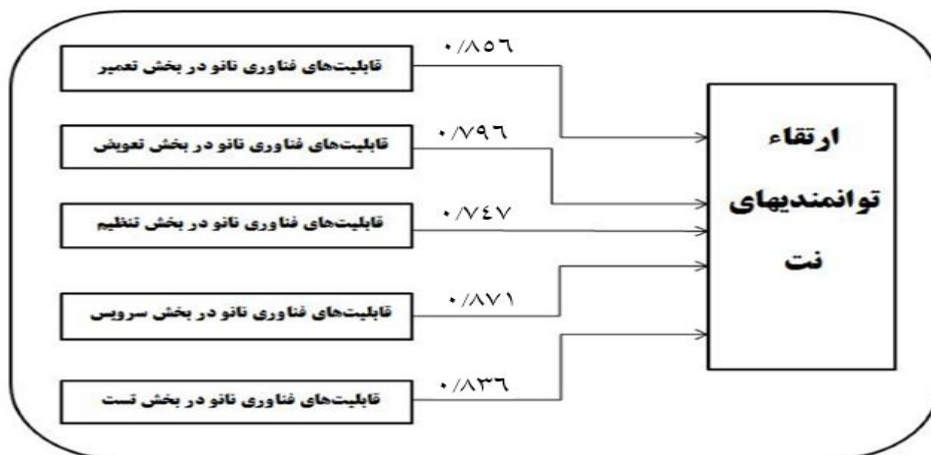
مجموعه سئوال‌ات پرسشنامه در بخش:	آلفای کرونباخ (تایید = بزرگتر از ۰/۷)
قابلیت‌های فناوری نانو در بخش تست	۰/۸۳۶
قابلیت‌های فناوری نانو در بخش تعویض	۰/۷۹۶
قابلیت‌های فناوری نانو در بخش تنظیم	۰/۷۴۷
قابلیت‌های فناوری نانو در بخش سرویس	۰/۸۷۱
قابلیت‌های فناوری نانو در بخش تعمیر	۰/۸۵۶

در آزمون مدل درونی نیز نتایج ضرایب مسیر برای مقادیر بالاتر از ۱/۹۶ به معنی تایید در سطح اطمینان ۹۵٪ می‌باشد که در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳: نتایج آزمون درونی

از	به	ضریب مسیر	تفسیر
قابلیت‌های فناوری نانو در بخش تست	ارتقاء توانمندی‌های نت	۵/۱۴۸	مناسب
قابلیت‌های فناوری نانو در بخش تعویض	ارتقاء توانمندی‌های نت	۶/۳۲۸	مناسب
قابلیت‌های فناوری نانو در بخش تنظیم	ارتقاء توانمندی‌های نت	۳/۳۱۴	مناسب
قابلیت‌های فناوری نانو در بخش سرویس	ارتقاء توانمندی‌های نت	۱۲/۵۰۲	مناسب
قابلیت‌های فناوری نانو در بخش تعمیر	ارتقاء توانمندی‌های نت	۳/۶۵۴	مناسب

که با توجه به مقادیر بارعاملی بدست آمده برای متغیرهای مکنون، ضمن تایید کلیه مسیرهای مورد آزمون، اولویت بندی قابلیت های عمده فناوری نانو در ارتقاء توان عملیاتی نت سازمان مورد نظر بصورت شکل 2 حاصل شده است.



شکل ۲: میزان تأثیر بکارگیری قابلیت های فناوری نانو در ارتقاء توانمندی های نت یک سازمان نظامی

نتیجه گیری و پیشنهادها:

الف-نتیجه گیری

همانطور که پیشتر نیز بیان گردید، از جمله سامانه های مهم و حیاتی سازمان های نظامی در افزایش قابلیت اطمینان از عملکرد صحیح و بموقع تاسیسات، ابنیه، تجهیزات و سامانه های تدافعی و تهاجمی (دارایی های فیزیکی) خود، داشتن یک سامانه نگهداری و تعمیر بروز و توانمند است که با انجام این تحقیق با سؤال اصلی "قابلیت های فناوری نانو به چه میزان در

سامانه نگهداری و تعمیر تاسیسات، ابنیه، تجهیزات و سامانه‌های تسلیحاتی سازمان مورد نظر تأثیر گذار است؟" تایید گردید، توانمندی‌های این سامانه با بکارگیری قابلیت‌های فناوری نوظهور نانو مانند قابلیت‌های موجود در نانو روانکارها، نانو پوشش‌ها، نانو عایق‌ها و ... تا حد زیادی افزایش می‌یابد. این تحقیق با بررسی تأثیرپذیری پنج فعالیت اصلی سامانه نت یعنی (۱) تعمیر (۲) تعویض (۳) تنظیم (۴) سرویس (۵) تست و تایید این تأثیرپذیری به مقدار زیاد، به پاسخ سؤال اصلی یعنی تأثیر پذیری زیاد سامانه نگهداری و تعمیر سازمان نظامی مورد تحقیق از قابلیت‌های فناوری نانو و اولویت‌های بیشترین تأثیرپذیری این فعالیت به ترتیب، در (۱) سرویس (۲) تعمیر (۳) تنظیم (۴) تعویض (۵) تست را بدست آورد.

ب- پیشنهادها

- ۱- افزایش آگاهی فرماندهان و مدیران سازمان در خصوص لزوم بهره‌گیری از فناوری نانو در سامانه نت با هدف حمایت‌های هر چه بیشتر آنان از فعالیت‌های فناورانه نانویی در این سامانه، از طریق ارائه مقالات، دستنامه‌ها، پوسترها، جلسات توجیهی برنامه ریزی گردد.
- ۲- ارتقای کمی و کیفی دانش کارکنان متخصص و آموزش دیده حوزه فناوری نانو سازمان به منظور ارتقای بنیه تحقیق و توسعه، از طریق برنامه‌ریزی برای ادامه تحصیل و کسب تخصص‌های عالی در این فناوری مورد توجه قرار گیرد.
- ۳- با توجه به گستردگی تاسیسات، ابنیه، تجهیزات و سامانه‌های خاص سازمان‌های نظامی نسبت به سایر سازمان‌های غیر نظامی و لزوم وجود یک سامانه نت توانمند و بروز در این سازمان‌ها، و همچنین نقش توانمندساز فناوری نانو در سامانه نت، بکارگیری قابلیت‌های فناوری نانو بعنوان یک فناوری که کشور در آن دارای ظرفیت‌های گسترده‌ای می‌باشد، بعنوان یک اولویت در طرح و برنامه‌های آتی سازمان موصوف مد نظر قرار گیرد.

منابع:

- توسعه فناوری مهرویژن (۱۳۹۴) محصولات فناوری نانو در صنعت ساخت و ساز، تهران: ستاد ویژه توسعه فناوری نانو
- سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی (۱۳۹۶) سرویس و نگهداری تجهیزات صنایع شیمیایی، تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب های درسی ایران
- عزیزی، شهریار (۱۳۹۵)، روش پژوهش در مدیریت: با تاکید بر مثال های کاربردی و آماری، تهران: انتشارات سمت.
- محمودخواه، ملیحه (۱۳۹۷)، نانو و تجهیزات نظامی، تهران: ویژه نامه سبزینه روزنامه همشهری مورخه: ۲۸ فروردین ۱۳۹۷، ص ۷
- عین القضاتی، علیرضا، حسن بیگی، ابراهیم، سعادت، مجتبی (۱۳۹۴) نقش فناوری نانو در همگرایی و ارتقای توان دفاعی جمهوری اسلامی ایران، فصلنامه بین رشته ای دانش راهبردی، سال ۵، شماره ۲۰.
- رمضانی، رسول (۱۳۹۶) مدیریت نگهداری و تعمیرات، تهران: انتشارات دانشگاه پدافند هوایی خاتم الانبیاء (ص)
- طاهری، رمضانعلی (۱۳۸۴) نقش نانو روانکارها در افزایش راندمان و کاهش هزینه های نت موتور، تهران: معاونت آماد و پشتیبانی ندسا
- ب- سایت ها:
- ستاد ویژه توسعه فناوری نانو به آدرس اینترنتی: ([www. http:// nano.ir](http://www.nano.ir))