

باسمه تعالی

*** دستگاه پژوهشی:**

مؤسسه علمی تحقیقاتی «محور نانوکاوان نباء»



*** مشخصات کلی پروژه**

*** عنوان پروژه:**

«سنتز نانوکامپوزیت فلزی آنتی میکروبیال و سبک با استحکام بالا، مرکب از آلومینیم و نانولوله های کربنی»

*** واژگان کلیدی:**

نانوکامپوزیت، آنتی باکتریال، نانوفناوری پزشکی، نانوذرات

*** مدت زمان اجرای پروژه و تحویل محصول نهایی:**

دوازده ماه

*** گروه تخصصی:**

■ نانوفناوری پزشکی

■ نانوفناوری فنی و مهندسی

* شرح و ضرورت اجرای پروژه

همان گونه که واضح و مبرهن است استفاده از فلزات سبک در صنایع مختلف کاربردهای بسیار گسترده و موثر دارد؛ به طوری که این دسته از فلزات را جزو فلزات استراتژیک می دانند. «آلومینیوم» یکی از این فلزهاست که نسبت استحکام به وزن بسیار خوبی دارد. این موضوع خود سبب شده تا این فلز کاربردهای گسترده ای از جمله در صنایع، خودروسازی، دفاعی، هوا - فضا و... داشته باشد. برای مثال بیش از ۸۰٪ از یک بوئینگ ۷۴۷ را تشکیل میدهد. در صورتی که بتوان وزن یک سازه ی هوایی - فضایی را کم نمود؛ هزینه ها به ازای هر کیلوگرم کاهش وزن، کاهش بسیار زیادی خواهند داشت. سوخت کمتری مصرف خواهد شد و در نتیجه ی طراحی های جدیدتر، امنیت بیشتری به ارمغان خواهد آمد. همچنین مقدار ماده و انرژی مصرفی نیز کاهش میابد. بنابراین نیاز است که مواد سبک با قابلیت های بیشتر، جایگزین مواد قبلی شوند.

نانولوله های کربنی نیز یکی از نانوساختارهای بسیار پرکاربرد بوده و اولین نانوساختاریست که در جهان به تولید انبوه نیز رسیده است. موادی بسیار سبک وزن، دارای ظاهر استوانه ای تو خالی، نسبت سطح به حجم بسیار بالا و خواص الکتریکی، مکانیکی، حرارتی بسیار عالی هستند. این نانو مواد در دماهای حدود 2700 K در اتمسفر آرگون و یا در خلاء پایدارند. همچنین خواص رسانایی الکتریکی آنها بسیار جالب است و می توان با افزودن آنها به زمینه آلومینیوم، رسانایی الکتریکی زمینه را بهینه کرد. نانولوله ها می توانند به نحو موثری ضریب انبساط حرارتی (CTE) زمینه را کاهش دهند. همچنین خواص مکانیکی بسیار جالب نانولوله های کربنی در مقالات متعددی بررسی شده است. بسته به عوامل مختلف در آنها، استحکام کششی در حدود ۱۰۰ برابر فولادهای بسیار مستحکم (تقریباً 150 GPa) و مدول الاستیک در حدود ۵ برابر فولادهای بسیار مستحکم (تقریباً 1 TPa) دارند.

بنابراین اگر نانولوله‌ها به روشی صحیح به آلومینیوم افزوده شوند؛ کامپوزیتی با خواص بهتر و نسبت استحکام به دانسیته‌ی بالاتری حاصل می‌گردد. ساخت این کامپوزیت، به دلیل خواص عالی آن و همچنین اهمیت دستیابی به مواد نوین در صنایع استراتژیک از اهمیت بسیاری برخوردار است. این طرح بسیار نو بوده و دستیابی به آن تأثیرات خوبی بر دانش فنی تولید مواد با استحکام و سبک در کشور دارد.

همچنین در شرایط حساس و بحرانی میدان‌های رزم و در صحنه‌ی حوادث طبیعی، داشتن مکانی امن و مقاوم در برابر حملات و ضربات احتمالی و همچنین بهداشتی بودن محیط امداد رسانی به مجروحان، بسیار ضروری و مهم به نظر می‌رسد. در این حالت در اختیار داشتن شرایط مناسب این مکان به شکل یک بیمارستان صحرایی قابل اطمینان با استفاده از مواد مستحکم و در عین حال سبک و در صورت امکان خود تمیز شونده و ایجاد یک محیط تا حد ممکن عاری از عوامل شایع بیماری را بسیار حائز اهمیت است. در کل داشتن فلزی که به دلیل به کارگیری از نانوفناوری می‌تواند ماده اولیه ساخت بسیاری از ابزارآلات، ادوات، تجهیزات، سازه‌ها و خودروها قرار گیرد؛ می‌تواند مزایا و اثرات گسترده مادّی و غیرمادّی را سبب شود.»

«افزودن نانولوله‌ها موجب بهبود خواص مکانیکی و در نتیجه رسیدن به، نسبت بالای استحکام به وزن در کامپوزیت فلزی می‌شود. این کامپوزیت‌ها مقاومت در برابر ضربه استحکام بالایی دارند و وزن کم آن‌ها موجب سهولت در کاربرد خواهد شد. در ضمن می‌توان با روکش کردن یک لایه‌ی ماندگار و بادوام از نانومواد آنتی میکروبیال بر روی این نانوکامپوزیت، خواص آنتی میکروبیال را بر روی آن القا کرد و در نتیجه سطوحی با استحکام بسیار بالا و ضد میکروب خواهیم داشت؛ که به طور حتم موارد کاربرد گسترده‌ای دارد.»

*** برخی از ویژگی ها و کاربردهای محصول نهایی پروژه**

- ۱- از ویژگی های مهم پروژه های داخل این طرح؛ کاربردی، عملیاتی و محصول محور بودن آن است.
- ۲- از ویژگی های مهم دیگر این طرح اینکه فازهای ابتدایی طرح، برخلاف بسیاری از پروژه ها(که به طور طبیعی در ابتدا به صورت ایده مطرح می گردند) انجام شده است(به دلیل وجود اطمینان بر کاربردی و عملیاتی بودن آن) و تنها به دلیل هزینه های بالا، فازهای میانی و انتهایی ادامه انجام آن متوقف گردیده است.
- ۳- این پروژه در حقیقت از ۲ (دو) پروژه جداگانه تشکیل شده که توسط یک کارگروه مشترک متشکل از تیم فنی نانوکار و تیم پزشکی نانوکار، انجام می شود.
- ۴- استفاده از بهترین و به روزترین روش های سنتز نانومواد(با توجه به امکانات کشور)، جهت دستیابی به محصول نهایی با کیفیت بالا با توجه به مستندات در این طرح.
- ۵- استفاده وسیع از دستاوردهای این پروژه در چند حوزه ی مجزا، با توجه کاربردهای مورد نظر.
- ۶- محصول نهایی دارای خواص ویژه مکانیکی و بهداشتی است.
- ۷- محصول نهایی دارای قابلیت استفاده در صنایع مختلف هوایی، دریایی و زمینی است.
- ۸- محصول نهایی می تواند به دلیل خواص آنتی میکروبیال در تجهیزات و سازه های بهداشتی درمانی، بیمارستان های صحرایی و خودروهای مورد استفاده ی متناسب با این قابلیت(آمبولانس و...) استفاده های وسیع داشته باشد.
- ۹- نانوکامپوزیت حاصل از این پروژه، با توجه به ویژگی های آن، می تواند در مواقع بروز حوادث غیر مترقبه (مانند سیل و زلزله و...) و همچنین در میداین رزم ، استفاده های گوناگون و گسترده ای داشته باشد.

*** شرح مکمل و سابقه انجام پروژه های مشابه با ذکر مرجع، امتیازات و تفاوتها با این پروژه**

پیشینه‌ی تحقیق در داخل ایران:

تاکنون پروژه ای با این عنوان و ویژگی ها در کشور صورت نپذیرفته است.

پیشینه‌ی تحقیق در خارج از ایران:

طبق گزارش‌های موجود، در سال ۱۹۹۸ کوزوماکی و همکارانش پس از افزودن نانولوله‌های کربنی به آلومینیوم به روش متالورژی پودر، خواص مکانیکی این کامپوزیت را سنجیدند و مشاهده نمودند که استحکام کششی این کامپوزیت در مقایسه با آلومینیوم از پایداری حرارتی بالایی برخوردار است. در همان سال گروهی دیگر خواص الکتریکی این کامپوزیت‌ها را بررسی نمودند.

در سال ۲۰۰۲ ژونگ و همکارانش کامپوزیتی با میکروسختی ویکرز 2.89GPa در دمای 380°C (۲۰ برابر میکروسختی آلومینیوم ریز دانه و تقریباً ۲ برابر آلومینیوم نانوساختار در همان دما) ساختند. طبق گزارش، لاها و همکارانش در سال ۲۰۰۴ میکروسختی کامپوزیت زمینه‌ی آلومینیومی با افزودن نانولوله‌های کربنی (تهیه شده به روش پاشش پلاسما) به طور چشمگیری بهبود داشته است. جورج و همکارانش در سال ۲۰۰۵ گزارشی مبنی بر بهبود خواص مکانیکی زمینه‌ی آلومینیومی با افزودن نانولوله‌های کربنی منتشر نمودند و مکانیزم‌های استحکام‌دهی این کامپوزیت‌ها را بررسی کردند.

در سال ۲۰۰۶ مقالات بیشتری در این زمینه به چاپ رسید. در یکی از این مقالات چان فنگ و همکارانش سازو کار واکنش بین نانولوله‌های کربنی و زمینه‌ی آلومینیومی را بررسی نمودند. مشاهدات لی، شنگ مینگ، چان فنگ، پرز بوستامانت و همکارانشان بر بهبود خواص مکانیکی زمینه‌ی آلومینیومی دلالت داشت. در برخی از مقالات پایداری نانولوله‌های کربنی (که نقش مهمی در خواص مکانیکی نهایی کامپوزیت دارند) نیز مورد بررسی قرار گرفت. همچنین اساوای و همکارانش در مقاله‌ای شرایط کنترل

اندازه دانه‌ی زمینه و توزیع مناسب نانولوله‌های کربنی را در زمینه (از پارامترهای مهم در خواص مکانیکی محصول) بررسی نمودند. در سال ۲۰۰۷ اساوی و همکارانش در گزارش‌های خود به شرایط مختلف تولید به روش متالورژی پودر و همچنین بهبود خواص مکانیکی این کامپوزیت پرداختند. در این سال لاه و آگاروال نیز با انتشار مقاله‌ای شرایط بهبود روش پاشش پلاسما برای رسیدن به خواص مطلوب‌تر کامپوزیت را بررسی نمودند.

بنابراین طبق آنچه ذکر شد؛ تاکنون چند گروه خارجی به بررسی تاثیرات افزودن نانومواد به زمینه های فلزی پرداخته و به نتایج مطلوبی مؤید بهبود خواص مکانیکی زمینه‌های فلزی دست یافته اند. این محققین نتایج حاصل از تحقیقات خود را در زمینه‌ی بهبود خواص مکانیکی فلزات مختلف با استفاده از نانومواد منتشر کرده‌اند. طبق گزارش‌های موجود، افزودن نانومواد به فلزات استراتژیک سبک مانند آلومینیوم و منیزیم موجب افزایش مدول ینگ، استحکام، سختی و مقاومت به سایش آن‌ها شده است و برخی دانشمندان همچنین در بررسی‌های مختلف تلاش نموده‌اند تا بهترین شرایط تولید این کامپوزیت‌ها را به دست آورند و این کار را از طریق فرآیندهای مختلف بررسی نموده و در مواردی نیز به بررسی شرایط خاص هر یک از روش‌ها پرداخته‌اند. اما تاکنون در هیچ تحقیقی بهترین ترکیب و نوع نانوماده‌ی مورد استفاده مورد بررسی قرار نگرفته است.

انواع مختلف نانولوله های کربنی ویژگی‌های متفاوت از یکدیگر داشته و در نتیجه تاثیر آن‌ها در کامپوزیت متفاوت خواهد بود؛ که این خود در پروژه های دیگر قابل بررسی و انجام خواهد بود. انتخاب بهترین تقویت کننده برای این نانوکامپوزیت، موضوعی است که در تحقیق حاضر بررسی خواهد شد. همچنین روش‌هایی که در تحقیقات گذشته مورد استفاده قرار گرفته‌اند(*)، روش‌هایی مرسوم و متداول

هستند؛ اما سایر روش‌های موجود که به تازگی ابداع شده و نتایج خوبی داشته‌اند، تاکنون برای ساخت این نانوکامپوزیت به کار گرفته نشده‌اند.

تاکنون هیچ اثر منتشر شده‌ای در مورد بررسی شرایط روکش کردن نانوذرات با خواص آنتی باکتریال بر روی این کامپوزیت‌ها و استفاده از آن‌ها به منظور کاربردهای پزشکی یا آنتی‌باکتریال دیده نشده است. البته گزارش‌هایی مبنی بر ایجاد روکش با خواص آنتی باکتریال روی سطوح فلزی وجود دارد(**). در این تحقیق شرایط با توجه به مزیت‌هایی که کامپوزیت مورد نظر دارد بررسی شده و ایجاد این ساختار خاص نانوکامپوزیتی آنتی باکتریال بررسی خواهد شد.

1- Carreño-Morelli et al, “Carbon nanotube/magnesium composites”, phys. stat. sol. (a) 201, No. 8, R53– R55, 2004

2- C. F. Deng, X. X. Zhang, “Fabrication of aluminum matrix composite reinforced with carbon nanotubes”, Rare Metals 26, No. 5, p. 450, 2007

3- S.-m. Zhou et al, “Fabrication and tribological properties of carbon nanotubes reinforced Al composites prepared by pressureless infiltration technique”, Composites: Part A, Vol. 38, pp 301-306, 2007

4- A.M.K. Esawi, M.A.El Borady , ”Carbon nanotube-reinforced aluminium strips”, Comp. Sci. Tech. 68, p. 486, 2008

5- C S Goh, J Wei, L C Lee, M Gupta, “Development of novel carbon nanotube reinforced magnesium nanocomposites using the powder metallurgy technique”, Nanotechnology 17, pp. 7–12, 2006

(**)1-A. Mo, et al., “Preparation and antibacterial effect of silver–hydroxyapatite/titania nanocomposite thin film on titanium”, Appl. Surf. Sci. (article in press), 2008

2- Hui Zhao, Zhanghong Huang, Jianzhong Cui, “Electroless plating of copper on AZ31 magnesium alloy substrates”, Microelectronic Engineering 85, pp.253–258, 2008

3- P. Evans, D.W. Sheel, “Photoactive and antibacterial TiO₂ thin films on stainless steel”, Surface & Coatings Technology 201, pp. 9319–9324, 2007

*** بهره‌برداران بالقوه از دستاوردهای پروژه:**

- ۱- وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح
- ۲- سازمان هوا و فضا
- ۳- وزارت صنایع
- ۴- سازمان هلال احمر و اورژانس کشور
- ۵- وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی
- ۶- مراکز تولید کننده تجهیزات و سازه های دفاعی، بهداشتی و درمانی
- ۷- صنایع خودروسازی و موارد مشابه دیگر

*** مراحل دقیق پروژه**

شرح مراحل انجام پروژه	
۱ مرحله اول	مطالعات اولیه
۲ مرحله دوم	فراهم نمودن مواد و امکانات مورد نیاز جهت ساخت نانوکامپوزیت
۳ مرحله سوم	ساخت و بررسی ترکیب نانوکامپوزیتی
۴ مرحله چهارم	فراهم نمودن مواد و امکانات مورد نیاز جهت ساخت لایه آنتی میکروبیال
۵ مرحله پنجم	ساخت و بررسی لایه آنتی میکروبیال
۶ مرحله ششم	تست نهایی و تهیه گزارش پایانی

*** مجموع هزینه های لازم برای دستیابی به محصول نهایی**

<p>مجموع هزینه های تهیه مواد اولیه، تستها و بررسی های آزمایشگاهی، نیروی انسانی و سایر هزینه ها، در هر دو پروژه ی (فاز فنی و فاز پزشکی) این پژوهش محصول محور</p>	<p>ششصد و پنجاه (۶۵۰) میلیون ریال</p>
--	--

**مؤسسه علمی تحقیقاتی «محور نانوکاوان نباء»
مورد تایید کمیته نانوفناوری وزارت بهداشت. درمان و آموزش پزشکی**