



مقدمه‌ای بر نانو مواد مدرج تابعی، خصوصیات و قابلیت‌ها

محمد رضا گلریز ارم ساداتی^۱، مهران پارسا^۲، محمد یزدی^۳^۱ پژوهشکده محیط زیست جهاد دانشگاهی، Mr.golriz@yahoo.com^۲ پژوهشکده محیط زیست جهاد دانشگاهی، Mehran.parsa@ut.ac.ir^۳ پژوهشکده محیط زیست جهاد دانشگاهی، Yazdimohamad@yahoo.com

چکیده

قرن بیست و یکم قرن نانو مهمترین دوران صنعت به شمار می‌رود. قرن نانو، قرن سلامتی، صرفه جویی و آرامش نامیده می‌شود. نانو نه یک ماده است نه یک جسم، فقط یک مقیاس است. انسان قادر است انواع ترکیبات، آلیاژها، وسایل و ابزارها و به طور کلی سیستم‌ها و سازه‌های گوناگون را در مقیاس اتمی و مولکولی و در ابعاد نانومتری طراحی کرده و به مرحله ساخت برساند. نانو تکنولوژی شکل جدیدی از ساخت مواد به وسیله کنترل و دستکاری واحدهای ساختمانی آنها در مقیاس نانو می‌باشد. نانو تکنولوژی تولید کارآمد مواد و دستگاه‌ها با کنترل ماده در مقیاس طولی نانومتر و بهره برداری از خواص و پدیده‌های نوظهوری است که در مقیاس نانو توسعه یافته‌اند. در این مقاله سعی شده است به معرفی نانو مواد مدرج تابعی، تاریخچه پیدایش، مزایای استفاده از آن، کاربردهای این مواد و روش ساخت آن بپردازیم.

واژه های کلیدی

مواد مدرج تابعی، کامپوزیت، سرامیک، فلز، متالوژی پودر

مقدمه

جسم مادی همگن به جسمی گفته می‌شود که خواص مواد در کلیه جهت آن جسم یکسان باشد. جسم مادی ناهمگن جسمی است که خواص مواد در آن تابعی از مکان باشد یعنی از نقطه‌ای به نقطه دیگر خواص مواد تغییر نماید. جسم مادی نایزوتروپ جسمی است که خواص مواد در یک نقطه از جسم در جهات مختلف متفاوت باشد به عبارت دیگر خواص مادی در اینگونه مواد وابسته به جهت می‌باشد. جسم مادی ایزوتروپ جسمی است که کلیه خواص مادی آن در یک نقطه در همه جهات یکسان باشد [1].

مواد ایزوتروپ یا نایزوتروپ می‌توانند همگن یا ناهمگن باشند. مواد ناهمگن غالباً در دو دسته تقسیم بندی می‌شوند یکی دسته مواد چند ماده‌ای است که این دسته دارای چند فاز متمایز مادی است و دیگری دسته‌ی مواد با خاصیت متغیر که درصد ماده تشکیل دهنده آنها از نقطه ای به نقطه دیگر به صورت تابعی تغییر می‌کند. این دسته در واقع کلاس جدیدی از مواد مرکب هستند که خصوصیات مواد در آنها در طول جسم به صورت پیوسته تغییر می‌کند [2].

مواد هدفمند در واقع ترکیبی از دو یا چند فاز مادی است و به گونه‌ای طراحی شده‌است که نسبت حجمی آن‌ها در یک یا چند جهت تغییر نماید. این امر جسم مادی را از دیدگاه میکروسکوپی ناهمگن می‌سازد و از دیدگاه ماکروسکوپی خواص مکانیکی را به نرمی و به طور پیوسته تغییر می‌دهد [3].

طبق تعریف مواد هدفمند موادی هستند که برای به وجود آوردن تغییرات تدریجی در مشخصه‌های اجزاء ریز ساختارها یا ترکیبات به کار می‌روند.

تاریخچه مواد مدرج تابعی

نیاز بشر برای یافتن موادی که دارای ویژگی‌های بهتری نسبت به مواد خالص و مرکب موجود در صنایع بودند دانشمندان را به سمت تولید مواد مدرج تابعی هدایت نمود. برای اولین بار در سال ۱۹۷۲ بور^۱ و دووز^۲ ایده ترکیب دو فاز مختلف را با تغییر در نحوه آرایش و ترتیب هر کدام از فازها در هر لایه در جهت بهبود خواص مکانیکی مطرح کردند [4].

ایده آن‌ها عموماً مربوط به ضعف مواد مرکب در بسیاری از کاربردها بود که گویتزل^۳ در دهه های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ با تحقیقات گسترده‌ای که روی مواد مرکب انجام داده بود آن‌ها را نشان داد [5]. در اواسط دهه ۱۹۸۰ برای اولین بار در کشور ژاپن نام علمی مواد مدرج تابعی مورد استفاده قرار گرفت و عصر جدیدی برای تحقیقات گسترده روی این مواد گشوده گشت [6]. در آن سال در ژاپن یک گروه دولتی پیش‌بینی کردند که درگیری شدید ژاپن در این فضایی و رشد این تحقیقات نشان داده‌است که پیشرفت ژاپن در این زمینه قویاً به تولید مواد جدید وابسته می‌باشد. سه تن از دانشمندان به نام‌های نینو^۴، کویزومی^۵ و هیرای^۶ تحقیقات خود را بر روی پروژه هواپیمای فضایی آغاز کردند [7]. تحقیقات این سه تن نشان داد که اجزای سازه‌های به کار رفته در بدنه هواپیماهای فضایی تحت بارهای بسیار شدید قرار می‌گیرند و بنابراین در ترکیب و درجه بندی ریز ساختارهای سازه‌های بدنی بایستی به دو مورد توجه شود. اولاً از مواد

¹ Bever² Duwez³ Goetzl⁴ Nino⁵ Koizumi⁶ Hirai