

نانومواد طبیعی چه موادی هستند؟

در اصل تمام مواد می توانند در مقیاس نانو وجود داشته باشند در این مقاله، نانومواد طبیعی به معنای موادی نانومتری هستند که به دنیای طبیعی (حیوان و مواد معدنی) تعلق دارند، بدون آنکه بوسیله ی انسان اصلاح و یا مورد فرآوری قرار گرفته باشد. این مواد دارای خواص قابل توجهی هستند که علت آن، ساختار نانویی ذاتی آنهاست.

شناسایی شیمیایی و خواص مربوط به یک ماده به ساختار مولکولی آن وابسته می باشد. ساختار نانویی یک ماده ی بیولوژیک، به دلیل سازمان دهی ابر مولکولی آن است. این سازمان دهی ابرمولکولی در حقیقت آرایش چند صد مولکول در به صورت شکل و فورمی است که در حقیقت در مقیاس نانو قرار دارد. برهمکنش نور، آب و سایر مواد با این نانوساختارها، موجب می شود تا مواد طبیعی بوجود آید که خواصی در سطح نانومتری دارند.

نانو مواد طبیعی یک راه الهام بخش برای بررسی و شروع علم نانو در کلاس درس را فراهم می آورند. بسیاری از مواد طبیعی که دانش آموزان با آنها آشنا هستند را می تواند در اینجا مورد بررسی قرار داد. همچنین خواص ناشی از ساختار نانو ساختار این مواد نیز بسیار مهم می باشد. این مسئله می تواند به سهولت فهمیده شود که مواد طبیعی متداول مانند تار عنکبوت، پای مارمولک و یا موادی که ما هر روزه از آنها استفاده می کنیم (مانند کاغذ و خاک رس) دارای خواصی هستند که نه تنها به شیمی آنها بلکه همچنین به ساختار نانومتری آنها نیز وابسته می باشد.

بررسی اجمالی نانومواد طبیعی

ما صدها مثال از علم نانو را هر روز در پیش چشمانمان مشاهده می کنیم. این مثال ها از مارمولک گرفته تا پروانه های رنگارنگ و کرم شب تاب، همگی از علم نانو بهره برده اند. در طبیعت با برخی راه حل های برای مسائل پیچیده روبرو می شویم. یک لیست مختصر از نانومواد طبیعی در ادامه آورده شده است.

نانوذرات تولید شده از سایش طبیعی و فعالیت های آتشفشانی: نانوذرات بخشی از دنیای معدنی هستند زیرا آنها به صورت طبیعی و در طی سایش و یا فعالیت های آتشفشانی، تولید می شوند.

مینرال هایی مانند رس ها موادی نانوساختار هستند. رس ها یک نوع از سیلیکات های لایه ای هستند که به خاطر ساختار کریستالی دو بعدی، مورد توجه هستند. در بین رس ها، میکا به طور متداول در این زمینه، مورد بررسی قرار گرفته است. میکا از صفحات بزرگ سیلیکات ها تشکیل شده است که بوسیله ی پیوند قوی به هم متصل شده اند. رس های اسمتیکی مانند مونت موری لونیت، دارای پیوند نسبتاً ضعیفی در میان لایه های خود است. هر لایه شامل دو صفحه از سیلیس می باشد که بوسیله ی



جاذبه ی یون های لیتیم، سدیم، پتاسیم و کلسیم، به هم متصل می شوند. وجود این کاتیون ها، برای جبران بار منفی موجود در لایه های منفرد، ضروری است. این لایه ها قطری ۲۰ تا ۲۰۰ نانومتری دارند و کلوخه هایی تشکیل می دهد که تاکتوئید (tactoids) نامیده می شوند. این تاکتوئیدها ضخامتی یک نانومتر و یا بیشتر دارند. رس هایی که به صورت طبیعی بوجود آمده اند، شامل مونت موری لونیت (MMT) و هسپریت (hecritite) می باشند. نانوساختار ریز این رس ها خواص آنها را تعیین می کند. وقتی آب به آنها افزوده می شود، رس

متورم می شود اما تغییر حجمی آن بسیار غیر معمولی است. این افزایش حجم چند برابر حجم اولیه می باشد که علت آن باز شدن ساختار لایه ای بوسیله ی مولکول های آب است. تورم رس ها فاکتور مهمی در پایداری خاک است و باید در زمان ساخت جاده ها، در نظر گرفته شود.

کلوئیدهای طبیعی مانند شیر و خون (کلوئیدهای مایع)، دود (کلوئیدهای ایروسول)، ژلاتین (کلوئیدهای ژله ای) می باشند. در این مواد، نانوذرات در محیط (مایع یا گاز) پراکنده می شوند اما یک محلول را تشکیل نمی دهد، بلکه حالت کلوئید ایجاد می کنند. تمام این مواد دارای ویژگی تفرق نور هستند و رنگ آنها اغلب به دلیل تفرق نور با نانوذرات می باشد. • مواد طبیعی مینرالی: این مواد مانند شل ها، مرجان ها و استخوان ها می باشد. بسیاری از این مواد از کریستال های کلسیم کربناتی تشکیل شده اند که با فرایند خودآرایی به همراه مواد طبیعی دیگر مانند پلیمرها، تشکیل می شوند. در این حالت، معماری های سه بعدی تشکیل می شوند. برای مثال، یک شل در حقیقت به صورت لایه ای از سلول ها تشکیل می شود که ابتدا از یک لایه ی پروتئین تشکیل شده اند. این پروتئین ها مانند یک مکانیزم مونتاژ نانویی عمل می کنند و بدین وسیله رشد کریستال های کربن کربنات، کنترل می شود. در اطراف هر کریستال، یک زمینه ی لانه زنبوری از پروتئین و کیتین (chitin) تشکیل می شود. این فرایند تشکیل پوسته ی انعطاف پذیر، اساسی برای خواص مکانیکی شل می باشد و موجب حذف ترک می شود. اندازه ی هر کریستال در حدود ۱۰۰ نانومتر می باشد. نتیجه ی این مسئله، صدف مرواریدی است که جانوری نرم تن در داخل آن محافظت می شود.

موادی مانند پوست، ناخن، شاخ، پروبال، شاخک، مو: این مواد از پروتئین های انعطاف پذیر مانند کراتین، الاستین و کولاژن تشکیل شده اند. کراتین دارای مقادیر زیادی گلیسین و آلانین است. این مسئله منجر می شود تا صفحات بتایی تشکیل شود که می توانند با هم ترکیب شده و موجب تشکیل فیلامنت های مارپیچی شود. به طور مشابه، کولاژن (که در واقع ساختار آن با ساختار کراتین ارتباطی ندارد) دارای در صد بالاتری گلیسین است و موجب تشکیل ساختار حلزونی سه گانه می شود. علاوه بر پیوندهای بین مولکولی، کراتین دارای سیستمی متعددی است که می تواند موجب تشکیل پیوندهای دی سولفیدی پایدار می شود. میزان سیستمی در این پروتئین تعیین کننده ی استحکام و صلبیت این ماده می باشد. در حقیقت کراتین موجود در موی انسان، دارای حدود ۱۴٪ سیستمی است. موادی مانند ناخن، سم حیوان و چنگال، دارای درصد سیستمی بالاتری است. • کاغذ و پنبه: هر دوی این مواد عمدتاً از سلولز تشکیل شده اند. استحکام بالا، دوام و قدرت جذب پنبه به دلیل آرایش نانومقیاس الیاف این مواد می باشد.



باله ی حشرات و اپال: رنگ ایجاد شده در اپال و بال پروانه ها، به صورت مستقیم به دلیل ساختار بسیاری ریز آنها ایجاد شده است. این مسئله نشان می دهد که نانوساختارهای متراکم در واقع به صورت شبکه های متفرق کننده عمل می کنند و موجب تشکیل قوس قزح می شود. در مورد اپال، این رنگ به دلیل کره های سیلیسی متراکمی است که ابعاد آنها در حد نانومتری است. در واقع این کره ها، به صورت یکنواخت در این لایه ها، وجود دارند. پروانه ها اغلب رنگ های متنوعی در بال های خود دارند. این رنگ ها به دلیل پیگمنت هایی است که رنگ های خاصی را جذب می کنند. در برخی گونه ها، مانند پروانه های

Morpho rhetenor، رنگ ها به دلیل وجود ساختار نانویی در بال های این پروانه ها، ایجاد می شود. در واقع این بال ها کریستال های فوتونی هستند.



تار عنکبوت: ابریشم یک ماده با بالاترین استحکام می باشد. تار عنکبوت از جنس ابریشم می باشد. استحکام ابریشم ۵ برابر استحکام فولاد می باشد. خواص قابل توجه تار عنکبوت به دلیل پروتئین هایی است که ابریشم را تشکیل می دهد. همچنین این خواص به طول قابل توجهی به سازماندهی ابرمولکولی است که در سطح نانومقیاس ایجاد شده است.

برگ های نیلوفر آبی و برگ های مشابه (مانند گل لادن): نانو ساختارهای موجود در سطح برگ این گیاهان، موجب می شود تا خواص سطحی قابل توجهی در این مواد ایجاد شود. در واقع این قابلیت، خودتمیزشوندگی می باشد.



پاهای مارمولک: ساختار پاهای مارمولک یک مثال جالب توجه از رابطه ی میان عملکرد و نانو ساختار بودن می باشد. توانایی مارمولک در زمینه ی حرکت به سمت بالا و برخلاف جهت گرانش و حتی بر روی سطوح خشک و یا تر، در اصل با نانو ساختار بودن پاهای این موجود، در ارتباط است.

یاد گرفتن از طبیعت

نانومواد طبیعی نه تنها از لحاظ یادگیری جالب توجه هستند (به خاطر خواص شگفت آورشان)، بلکه همچنین می توان از آنها الهام گرفت و مواد جدید و خواص پیشرفته ایجاد کرد.

منشأ فیزیکی این خواص قابل توجه در بسیاری از مواد بیولوژیکی، به واسطه ی وجود ساختارهای مرتبه ای ایجاد می شود. آنها بوسیله ی سطح شگفت انگیز تطابق و قابلیت عملکردهای متفاوت، شاخص می باشند. این مواد می توانند مدلی برای طراحی مواد مصنوعی بهبود یافته مانند سلول های خورشیدی، پارچه، سیستم های رسانش دارویی و ... مهیا کنند.

چیزی که الهام بخش تر است، این مفهوم است که در طبیعت، برخی از قوانین بسیار ساده، اعمال می شود.

۱- طبیعت بر اساس نور خورشید کار می کند و تنها انرژی مورد نیازش را مصرف می کند. نانومواد طبیعی بازده انرژی بالایی دارند.

۲- طبیعت به گونه ای طراحی شده است که هر چیزی یک عملکرد و بازایی دارد. در حقیقت، ضایعات در طبیعت اندک است.

۳- طبیعت از مشارکت استقبال می کند، اگر چه وجود تنوع و گونه های مختلف را تشویق می کند.

این زمینه از مهندسی مواد تلاش می کند تا مواد مصنوعی تولید کند که از طبیعت تقلید می کنند. این مواد را بیومیمتیک (biomimetics) می نامند. علم نانو یک جزء اساسی از بیومیمتیک است.

منبع:

1-Nanotechnologies Principle, Application and Implication and Hands- on activities / Matteo Bonazzi

2-<https://rasekhoon.net/article/show/1355161/>