

خواص شیمیایی نانو مواد

نویسنده: سمیرا امینی

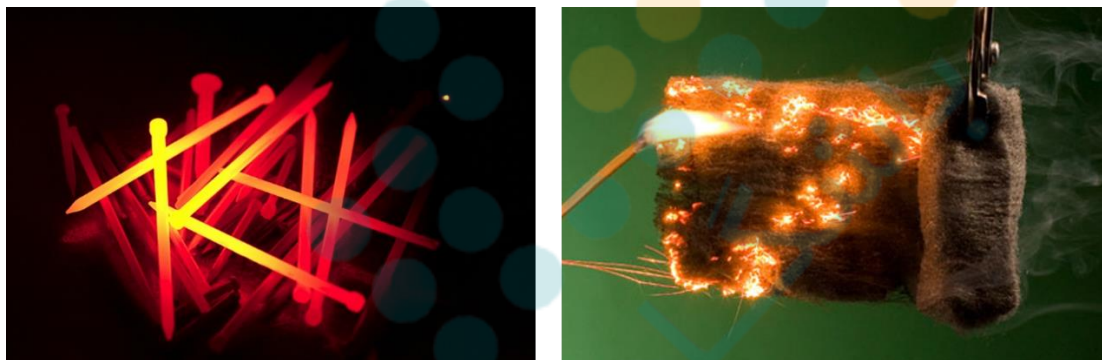
مقدمه

در مقیاس نانو خاصیت شیمیایی نانو مواد نیز تغییر می‌کند به طوری که می‌توان شاهد تغییر و افزایش واکنش‌پذیری آنها بود. با تعدادی از عوامل تأثیر گذار موجود در بخش "تغییر خاصیت در مقیاس نانو" آشنایی پیدا کردید و اکنون می‌دانید که این تأثیرات ناشی از اندازه‌ی بسیار کوچک ذرات، پدیدار شدن ساختار الکترونی متفاوت، نسبت سطح به حجم بسیار بالا، افزایش قابل توجه درصد اتم‌های سطحی و در نتیجه حضور تعداد زیادی اتم سطحی با عدد همسایگی پایین و اتم‌های دارای ظرفیت پیوند خواهد بود. این عوامل ایجاد شده در مقیاس نانو منجر به تغییر خاصیت شیمیایی در نانومواد می‌گردد؛ به صورتیکه می‌توان شاهد افزایش واکنش‌پذیری و خاصیت کاتالیستی شد.

۱- افزایش واکنش‌پذیری

می‌دانید که واکنش‌های شیمیایی، حاصل برهم‌کنش بین اتم‌ها یا مولکول‌هایی است که به یک‌دیگر دسترسی داشته باشند. انجام واکنش شیمیایی برای مواد مایع و گاز به این دلیل که اتم‌ها یا مولکول‌های آنها به راحتی با هم مخلوط شده و برخورد موثرتری دارند، امکان‌پذیرتر است. اما اگر یکی از اجزای واکنش جامد باشد، وضعیت بسیار متفاوت خواهد بود. سرعت واکنش شیمیایی و میزان پیش‌رفت آن ارتباط مستقیمی با سطح در دسترس از ماده‌ی جامد دارد. یک مثال ساده، سوختن سریع‌تر پودر چوب نسبت به یک قطعه چوب است. نانومواد نیز واکنش‌پذیری بیشتری نسبت به موادی با اندازه‌های فراتر دارند. با دلایل این امر در بخش "تغییر خاصیت در مقیاس نانو" آشنا شدید. دلایلی از قبیل افزایش تعداد اتم‌های سطحی، افزایش تعداد اتم‌ها با عدد همسایگی پایین که

دارای ظرفیت برای ایجاد پیوند هستند، یک مثال ساده و قابل لمس، تفاوت واکنش پذیری یک قطعه آهن و الیاف آهن در اثر مجاورت با شعله است (واکنش اکسایش). اگر یک قطعه آهنی را روی شعله قرار دهید، در نهایت سرخ و گداخته می شود. اما اگر الیاف آهن را روی شعله بگیرید شاهد اکسید شدن سریع آن به همراه تولید نور و حرارت خواهید بود (شکل ۱).

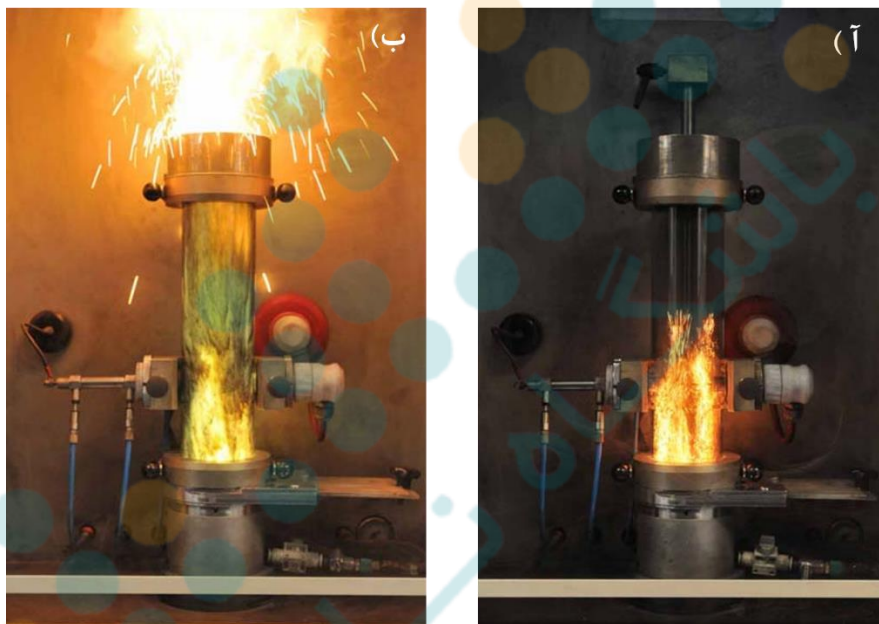


شکل ۱: تفاوت واکنش پذیری یک قطعه آهن و الیاف آن در اثر مجاورت با شعله.

علت این پدیده، تفاوت در تعداد اتمهای سطحی است. در الیاف آهن، اتمهای سطحی با کسب انرژی در مجاورت شعله، اکسید شده و مقداری انرژی آزاد می کند. این انرژی آزاد شده از اتمهای سطحی، انرژی فعال سازی اکسید شدن لایه های زیرین را، فراهم می سازد. این روند تا اتمام الیاف آهن و اکسید شدن کامل آن ادامه خواهد یافت. این در حالی است که در مورد قطعه آهنی، با وجود اکسید شدن اتمهای سطحی، مجموع انرژی آزاد شده برای تأمین انرژی فعال سازی لایه های زیرین کافی نیست (به علت تعداد کمتری از اتمهای سطحی).

به همین ترتیب نانوذرات و سایر نانوساختارهای صفر بعدی و یک بعدی نیز از نظر شیمیایی به شدت فعال هستند؛ به نحوی که در بسیاری از موارد بدون نیاز به انرژی فعال سازی سریعاً وارد واکنش می شوند. نانوذرات آلومینیوم (Al) مثال معروفی در این زمینه است. برخلاف پایداری فلز آلومینیوم در ابعاد توده ای، نانوذرات آلومینیوم به محض قرار گرفتن در معرض هوا با اکسیژن ترکیب شده و اکسید می شوند. این فرایند به شدت سریع است و انرژی آزاد شده از آن به اندازه ای است که حالتی انفجاری دارد. چنین رفتاری مختص نانوذرات آلومینیوم نیست؛

بلکه بسیاری از نانوذرات فلزی نیز همین خاصیت را دارند. شکل ۲ تصویری از انفجار کنترل شده‌ی نانوذرات آهن (Fe) و روی (Zn) را نشان می‌دهد. به همین علت این نانوذرات باید در شرایط خنثی بدون حضور اکسیژن و رطوبت نگهداری شوند، در غیر این صورت به سرعت اکسید خواهند شد.



شکل ۲: شدت واکنش‌پذیری نانوذرات (آ) آهن (ب) روی.

۲- خاصیت کاتالیستی

واکنش‌پذیری بالا در مقیاس نانو موجب شده است تا نانومواد کاربردهای قابل توجهی در زمینه‌هایی از جمله کاربردهای کاتالیستی داشته باشند. به زبان ساده کاتالیست ماده‌ای است که سرعت واکنش را افزایش می‌دهد بدون اینکه در پایان واکنش، تغییر شیمیایی داشته باشد. یکی از مهم‌ترین مشخصه‌های کاتالیست، سطح فعال آن یا همان محل انجام واکنش است. وقتی که اندازه ذرات در کاتالیست کاهش پیدا کند، با نسبت سطح به حجم بیش‌تر، سطح فعال نیز افزایش می‌یابد. افزایش سطح فعال به معنای افزایش واکنش‌پذیری سطح تماس کاتالیست و واکنشگرها است. علاوه بر این تحقیقات نشان داده است وجود نظم ساختاری مکان‌های فعال در کاتالیست هم اهمیت زیادی دارد. میدانید که هر دو عامل اندازه و ساختار در فناوری نانو قابل کنترل هستند. به همین منظور

در صنایع مختلفی از جمله پتروشیمی، ماشین‌سازی، داروسازی و غذایی تمایل زیادی به استفاده از نانو کاتالیست‌ها وجود دارد.

یک مثال بارز در این زمینه نانو ذرات طلا هستند. فلز طلا به صورت توده‌ای یک فلز نجیب است که پایدار، غیر سمی و اغلب مقاوم به اکسید شدن و واکنش شیمیایی است؛ به همین دلایل نیز در ساخت جواهرات کاربرد دارد. اما نانوذرات طلا دارای خاصیت کاتالیستی و بسیار فعال هستند. در مواردی فعالیت کاتالیستی و انتخاب‌گری نانو ذرات طلا، نسبت به کاتالیست‌های رایج بیشتر است؛ کاتالیست‌هایی که اغلب از فلزات کمیاب، سمی و گران‌قیمت مانند رودیم، پالادیم و پلاتین ساخته شده‌اند. بنابراین استفاده از نانوذرات طلا نسبت به این کاتالیست‌ها، صرفه‌ی اقتصادی و زیست‌محیطی بیشتری خواهد داشت.

منابع

- [1]. Filipponi L, Sutherland D. "Nanotechnologies: Principles. Applications, Implications and Hands-on Activities", EUROPEAN COMMISSION. 2012.
- [2] Bréchnignac C, Houdy P, Lahmani M, editors. Nanomaterials and nanochemistry. Springer Science & Business Media; 2008.
- [3]. Research Report RR782, UK Health and Safety Executive (<http://www.hse.gov.uk/research/rrpd/f/rr782.pdf>).