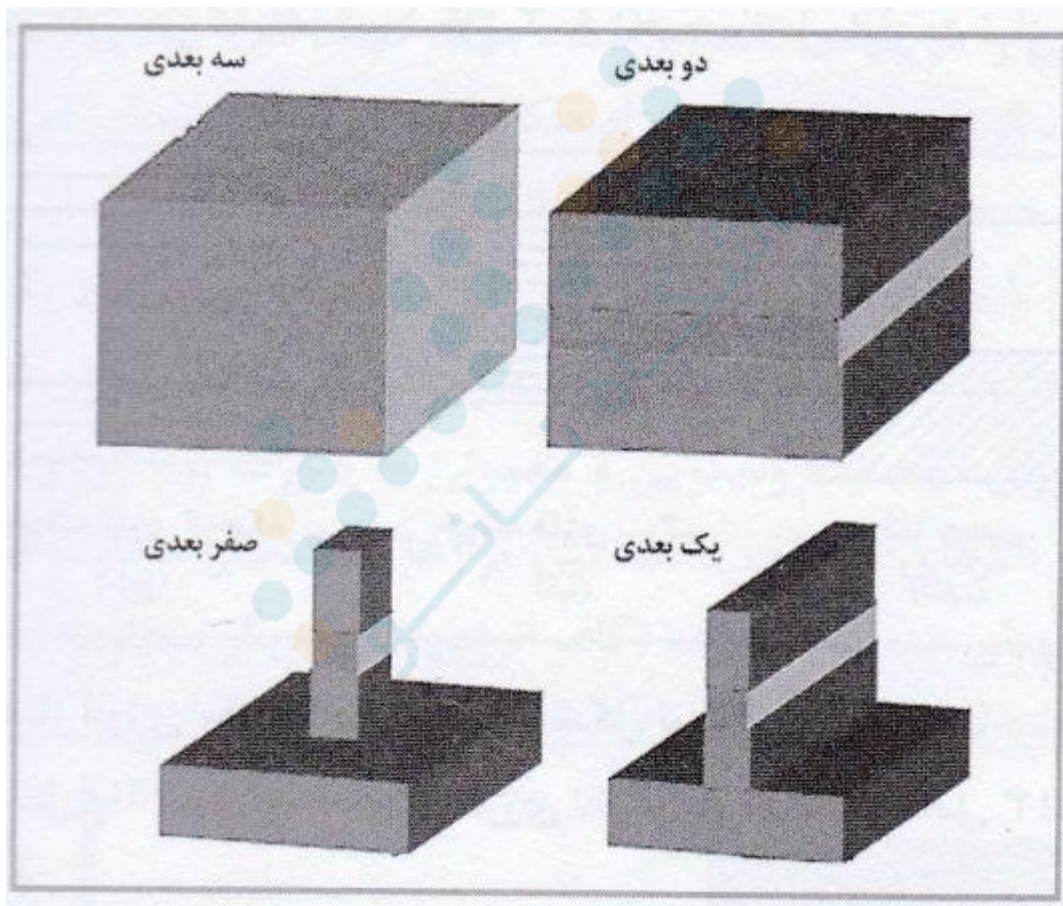


## نانوساختارها بر اساس ابعاد

هر ماده از سه بعد تشکیل شده است، اگر حداقل یکی از این ابعاد در مقیاس نانو (بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر) باشد، به آن یک ماده نانوساختار گفته می‌شود. بنابراین مواد نانوساختار دارای انواع مختلفی می‌باشند: صفر بعدی، یک بعدی، دو بعدی و سه بعدی که در این مقاله به بررسی انواع این ساختارها پرداخته می‌شود.

همان‌طور که می‌دانید هر ماده‌ای از سه بعد تشکیل شده است. اگر حداقل یکی از ابعاد در مقیاس نانو باشد (بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر) به این ماده، یک ماده نانوساختار گفته می‌شود. به بعدی که در مقیاس نانو نباشد، اصطلاحاً بعد آزاد گفته می‌شود، زیرا هر مقداری می‌تواند داشته باشد. در شکل ۱ انواع نانوساختارها نشان داده شده است.



شکل ۱. انواع نانوساختارها بر حسب تعداد ابعاد آزاد

نانوساختارها بر اساس تعداد ابعاد آزاد به سه دسته تقسیم می‌شوند:

### نانومواد صفر بعدی (0D)

موادی که در هر سه بعد دارای اندازه‌ی نانومتری می‌باشند و هیچ بعد آزادی ندارند. به این دسته نانوذرات گفته می‌شود. عوامل تاثیرگذار بر خواص نانوذرات، جنس و اندازه نانوذرات می‌باشند. نانوذرات کاربردهای مختلفی در صنایع مختلف مانند اتومبیل (ضدخش کردن بدنه، ضدبخار کردن شیشه‌ها، لاستیک‌های مقاوم و ...)، پزشکی (دارورسانی، ساخت داروهای جدید، تشخیص علائم بیماری‌ها و ...)، تصفیه آب و فاضلاب، الکترونیک، نظامی و ... دارند. نانوذرات می‌توانند بسته به کاربردها در اشکال مختلف مانند کروی، بیضوی، مکعبی، منشوری، ستونی و ... ساخته شوند. نانوذرات ممکن است از یک جزء تشکیل شده باشند یا اینکه ترکیبی از چند جزء (ماده) باشند. همچنین آن‌ها می‌توانند به صورت خالص و یا ترکیبی از چند ماده مختلف باشند.

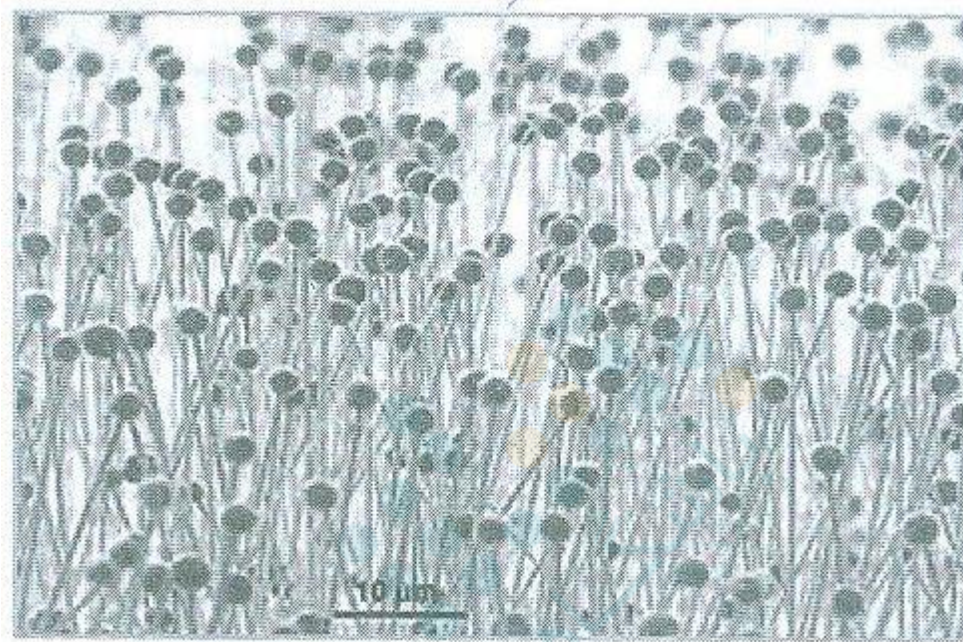


شکل ۲. نانوذرات مواد مختلف با اشکال گوناگون

### نانومواد تک‌بعدی (1D)

نانومواد تک‌بعدی دارای دو بعد در مقیاس نانو و یک بعد آزاد می‌باشند. نانوسیم‌ها، نانومیله‌ها، نانولوله‌ها، نانوالیاف همگی جزء مواد نانوساختار تک‌بعدی می‌باشند. عوامل تاثیرگذار روی خواص نانوساختارهای تک‌بعدی، جنس و نسبت طول به قطر ( $L/d$ ) آن می‌باشند. مهم‌ترین ویژگی نانوساختارهای تک‌بعدی فلزی هدایت الکتریکی آن‌ها در راستای محور سیم می‌باشد. نانوسیم‌ها برحسب

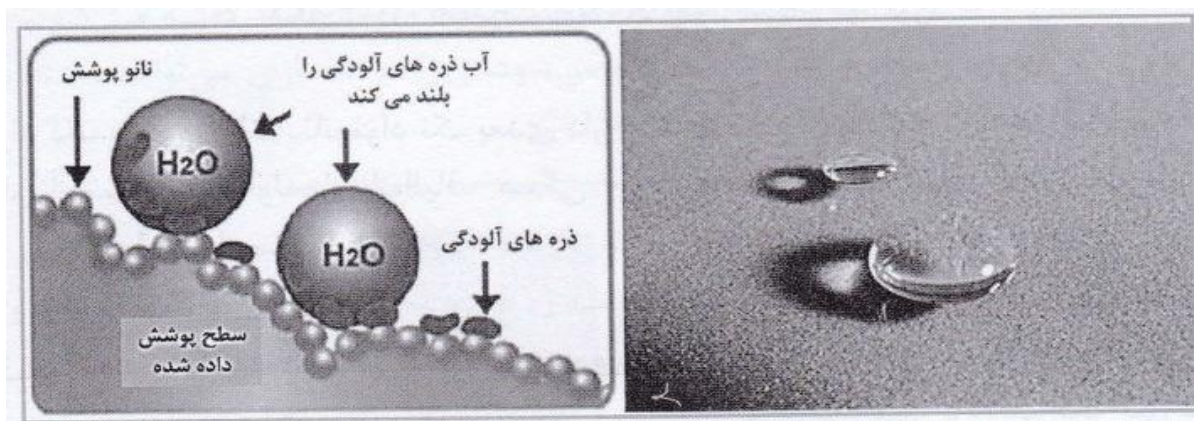
روش ساخت می‌توانند بلوری و یا بی‌شکل باشند. نانوسیم‌ها کاربردهای زیادی در بخش‌های مختلف مانند ساخت رایانه‌های بسیار کوچک با سرعت بسیار بالا، ساخت لیزرهای بسیار کوچک، ساخت دیودهای نورافشان (LED)، تشخیص بیماری‌ها، حسگر، حافظه‌های مغناطیسی و ... دارند. نانوسیم‌ها نیز می‌توانند به صورت خالص و یا ترکیبی از چند نوع ماده مختلف باشند.



شکل ۳. تصویر میکروسکوپ الکترونی از نانوسیم‌های اکسید روی (ZnO) که اتم‌های Ge به عنوان کاتالیست در قسمت بالای آن‌ها وجود دارند.

### نانومواد دوبعدی (2D)

این مواد دارای دوبعد آزاد و یک بعد در مقیاس نانو می‌باشند. مواد با یک بعد در مقیاس نانو عمدتاً شامل لایه‌های نازک (Thin Films) یا پوشش‌های سطحی می‌باشند. عوامل تاثیرگذار در خواص نانوپوشش‌ها، جنس و ضخامت آن‌ها می‌باشد. به عنوان مثال سلفون‌های نگهدارنده مواد غذایی نوعی پوشش هستند. حال اگر ضخامت آن‌ها در ابعاد نانو باشد، به آن‌ها نانوپوشش گفته می‌شود. نانوپوشش‌ها لایه‌هایی به ضخامت ۱ تا ۱۰۰ نانومتر بوده که به صورت پوشش روی مواد دیگر قرار می‌گیرند و باعث تغییر خواص و ویژگی‌های آن‌ها می‌شوند. ضخامت نانومتری آن‌ها باعث می‌شود که با چشم دیده نشوند و به ظاهر جسم آسیبی نرسانند. برای مثال لایه‌های نازکی که روی لباس‌ها قرار می‌گیرند و باعث ضدآب شدن آن‌ها می‌شوند. لایه‌های نازک در طول دهه‌های اخیر در زمینه‌های مختلفی از قبیل الکترونیک، شیمی، فیزیک، صنایع ساختمان، اتومبیل و ... مورد استفاده قرار گرفته‌اند. لایه‌های نازک به روش‌های مختلفی بر روی سطح قرار می‌گرفته و می‌توان ضخامت و خواص آن‌ها را کنترل کرد. لایه‌های نازک نیز می‌توانند به صورت خالص و یا ترکیبی از چند ماده مختلف باشند.



شکل ۴. ساخت پوشش های ضد آب و خودتمییزشونده

### نانومواد سه بعدی (3D)

یعنی هر سه بعد آن‌ها در مقیاس آزاد است. همان‌طور که مشاهده می‌کنید این تعریف با تعریف مواد نانو ساختار در تناقض است زیرا هیچ یک از سه بعد آن در مقیاس نانو نیست. این دسته شامل نانوکامپوزیت‌ها و مواد حجیم نانو ساختار می‌باشد. به منظور بررسی پدیده‌ها و خواص فیزیک جدید و عملی کردن کاربردهای ممکن نانو ساختارها و نانومواد، توانایی برای تولید نانو ساختارها اولین سنگ بنا در فناوری نانو است.

منابع و مراجع

کتاب آشنایی با علوم و فناوری نانو ۱