رمزگشایی از سطح جامدها

سید محمد حسینی دکترای شیمی تجزیه
علی موسی‌پور کارشناس ارشد فیزیک اتمی و مولکولی

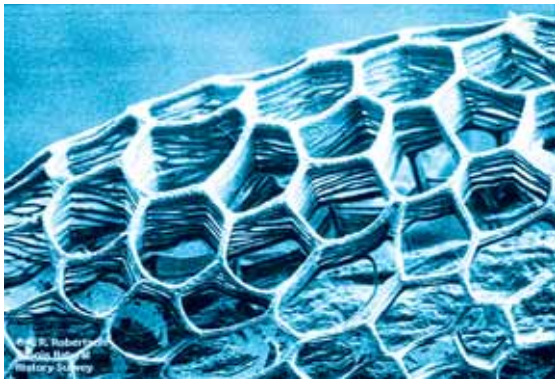
چکیده

ترکیب شیمیایی و خواص فیزیکی سطح یک جامد، در تماس با یک فاز مایع یا گاز، تفاوت چشمگیری با درون جامد دارد. توصیف این خواص اغلب در زمینه‌هایی مانند فناوری فیلم نازک نیم‌رسانا، فعالیت سطح فلزها و مطالعات رفتار و عملکرد غشاهای زیست‌شناختی مهم است. میکروسکوپ الکترونی پویشی، اطلاعات ریخت‌شناسی و نقشه‌برداری از سطوح جامدها را در اختیار می‌گذارد. همچنین از وسایل مورد استفاده در فناوری‌نانو است که تصویر ذره‌ها را تا ابعاد ۱۰ نانومتر برای مطالعه تهیه می‌کند.

کلیدواژه‌ها: میکروسکوپ الکترونی پویشی، سطوح جامدها فناوری‌نانو

مقدمه

سطح یک جامد به‌صورت لایه‌ای مرزی میان یک جامد یا خلاء، گاز یا یک مایع در نظر گرفته می‌شود. به‌طور کلی سطح را به‌صورت قسمتی از جامد در نظر می‌گیرند که از نظر ترکیب، با میانگین توده‌ای جامد متفاوت است. بنابراین، سطح از لایهٔ بالایی اتم‌های یک مولکول جامد و لایه انتقالی با یک ترکیب غیر یکنواخت تشکیل شده است و به‌طور پیوسته از ترکیب لایه بیرونی تا ترکیب لایه توده تغییر می‌کند. بنابراین عمق یک سطح ممکن است شامل چند یا ده‌ها لایهٔ اتمی باشد. روش‌های



کلاسیک که اطلاعاتی دربارهٔ ماهیت فیزیکی سطوح در بردارند اطلاعات اندکی در مورد ماهیت شیمیایی آن‌ها در اختیار ما قرار می‌دهند. روش‌های طیف‌بینی سطح، اطلاعات شیمیایی کیفی و کمی دربارهٔ ترکیب لایهٔ سطحی یک جامد در اختیار قرار می‌گذارد. یکی از وسایل بررسی سطوح جامد، میکروسکوپ الکترونی پویشی (SEM) است که عملکرد آن براساس تجزیه الکترون‌های نشری تولید شده به وسیله باریکه‌های فرودی استوار است [۱]. در SEM به جای پرتوهای نور، از الکترون استفاده می‌شود. بنابراین اندازه‌گیری طیف‌سنجی شامل تعیین توان این باریکه الکترونی به صورت تابعی از انرژی یا فرکانس الکترون‌هاست. در این میکروسکوپ سطح یک نمونهٔ جامد در

یک الگـوی نمایی، با باریکـه‌ای از الکترون‌های پرانرژی پویش می‌شـود. در این فراینـد چند نوع علامت از یک سـطح تولید می‌شـود، که الکترون‌های ثانویه و اوژه، فوتون‌های فلوئورسـان پرتوی ایکس و فوتون‌ها با انرژی متفاوت، از آن جمله‌اند. در این میان علامت‌های مربوط به الکترون‌های ثانویه به عنوان اسـاس کار میکروسکوپ الکترونی پویشـی و نشر پرتوی ایکس به کار می‌رود [۲].

از میکروسـکوپ SEM بـرای بررسـی‌های تجزیـه‌ای روی مقدار بسـیار کوچکی از یک نمونه استفاده می‌شود. از آنجا که با روش‌های معمول شـیمیایی و طیف‌نگاری این کار امکان‌پذیر نیسـت، میکروسـکوپ SEM به‌صورت دسـتگاه مهمی برای تشخیص ویژگی انواع جامدها درآمده است[۳].

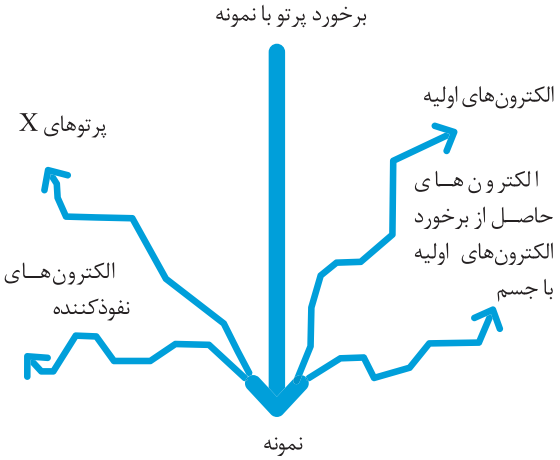
بحث

عملکرد میکروسکوپ الکترونی پویشی

میکروسـکوپ الکترونی پویشی وسیله‌ای اسـت که در آن به کمـک الکترون‌ها می‌توان تصویری بزرگ‌تر از نمونه ایجاد کرد. پرتویـی از الکترون‌ها به کمک تفنگ الکترونی میکروسـکوپ تولید می‌شـود. پرتوی الکترونی در خلاء بـه صورت عمودی از SEM می‌گذرد و پس از عبور از میدان‌های الکترومغناطیسی و لنزهای مخصوص، به شکل متمرکز به نمونه تابانده می‌شوند. از برخورد پرتو با نمونه، الکترون‌ها و پرتوهای ایکس از نمونه خارج می‌شوند، شکل ۱.

سپس آشکارسازهای پرتوی ایکس، با جمع کردن الکترون‌های اولیـه و الکترون‌هـای ثانویه، آن‌هـا را به یـک علامت تبدیل می‌کنند.[٤].

اطلاعات دیگری که توسـط SEM در اختیار ما قرار می‌گیرد به این قرارند:



شـکل ۱ نمایش پرتو و الکترون‌های خارج شـده پـس از برخورد پرتوی الکترونی SEM با نمونه

✓ویژگی‌های سطح جامد؛
✓شکل، اندازه و نحوهٔ قرارگیری ذره‌ها در سطح جامد؛
✓اجزایی که نمونه را می‌سازند [۱].

این میکروسکوپ در زمینه‌هایی دیگر کاربردهای گسترده دارد که از آن جمله می‌توان این موارد را برشمرد:

✓ مطالعه در نانو فناوری و تهیهٔ تصویر از اجسامی به کوچکی ۱۰ نانومتر؛
✓کنترل کیفیت و بررسی نقص قطعه‌های نیم‌رسانا؛
✓ارزیابی بلورشناسی اجزایی همچون دانه‌ها و فازهای رسوبی روی سطح آماده شده برای بلورشناسی؛
✓امکان بررسـی و اثبات نشستن یک ماده روی سطح جامد [۱و۲].

نتیجه‌گیری

اگرچه استفاده از میکروسکوپ SEM گاهی با محدودیت‌هایی روبه‌رو اسـت، اما به عنوان وسـیله‌ای قدرتمند، به پژوهشگران کمک می‌کند تا اطلاعات مهمی از شـکل و ویژگی‌های سطوح جامدها به‌دست آورند و تصاویر ارزشمندی از اجسام به کوچکی ۱۰ نانومتـر برای مطالعه تهیه شـود. به‌دسـت‌آوردن اطلاعات شیمیایی کمّی و کیفی از سطح یک جامد توسط میکروسکوپ SEM از برتری‌های بزرگ این وسیله نسبت به روش‌های معمول طیف بینی است.

*** مراجع**

[1] Suzuki; E.,High- resolution scanning electron microscopy of immunogold- labelled cells by the use of thin, plasma coating of osmium., Vol. 208, (2002), 153-157.
[2] policarp, Hortola.,*Journal of Microscopy*. 2005,218, 94.
[3]Barnes, P.R.F; Mulvaney, R; Wolff, E.W;Robinson, K.A. *Am.J. Phys.*, 1998, 66, 212.
[4]Hindmarsh, J.P.; Russell, A.B.; Chen, X.D. *Journal of Food Engineering*, 2007, 78, 136