Archive of SID

آشکارسازی اثر انگشت مبتنی بر فناوری نانو

فریما آگند عضو هیأت علمی دانشگاه مالک اشتر Far_agend@yahoo.com
نادر نادری کارشناس ارشد مؤسسه آموزشی تحقیقاتی صنایع دفاعی
تاریخ دریافت: ۸۸/۲/۱۵ تاریخ پذیرش:۸۸/۳/۲۴

چکیده

پیشـرفت‌های اخیر دانشـمندان در علوم و فناوری‌های مختلف باعث توسـعه روش‌های جدید در جهت مبارزه با وقوع جرایم شده است. فناوری نانو با توجه به قابلیت‌های فراوان آن در تشـخیص و آشکارسـازی سـریع و دقیق، نوید آن را داده اسـت که در آینده نزدیک با کمک این فناوری گام‌های مؤثرتری در راسـتای جلوگیری از وقوع جرم و شناسایی متخلفان برداشـته شـود. استفاده از این فناوری در انگشت‌نگاری می‌تواند راه حل‌های جدید و علمی برای آشکارسـازی و بهبود آثار پنهان انگشـت ارائه نماید که در غیر این‌صورت کشف نشده باقی خواهند ماند. در این مقاله سـعی شـده است با مروری بر فعالیت‌های انجام‌شده توسط محققان دانشـگاه فناوری سـیدنی استرالیا، کینگز کالج لندن و دانشـگاه آنگیلا شرقی، نتایج جمع‌آوری و جهت معرفی کارایی فناوری نانو در آشکارسازی جرایم ارائه شود.

کلید واژه‌ها:
آشکارسازی اثر انگشت، فناوری نانو، نانو ذرات طلا، نانو ذرات نقاط کوانتومی

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

امروزه پیشرفت‌های علمی از تلاقی زمینه‌های مختلف علمی حاصل می‌شود؛ پیشرفت‌های غیرمنتظره زمانی به وجود می‌آیند که از ترکیب روش‌های مختلف، بتوان راه‌های جدیدی را یافت. شاید بیش از یک قرن است که پلیس برای شناسایی مجرمان از اثر انگشت در صحنه جرم استفاده می‌کند. روش متداول برای این کار استفاده از گردهای سفید بوده است که در صورت چرب بودن دست‌های مجرم، این گردها به آثار چربی باقیمانده چسبیده و اثر انگشت را نمایان می‌ساخت؛ ولی اگر مجرم دست‌هایش را شسته یا از دستکش استفاده می‌کرد احتمال آشکارسازی بسیار ضعیف می‌شد.

در اواخر دهه ۱۹۸۰ استاندارد جدیدی برای این کار ایجاد شد؛ چسب مخصوصی را حرارت می‌دادند تا بخار حاصل از آن بر روی آثار انگشت مورد نظر بنشیند و برای چشم غیر مسلح قابل رؤیت باشد. بدین ترتیب فناوری جدید، به روش گردهای سفید برتری داشت و قادر بود کمترین آثار باقیمانده بر روی مواد، شامل آمینو اسیدها و گلوکز را نشان دهد. تنها محدودیت این فناوری زمان بود؛ بطوری‌که هر چه زمان بیشتری از اثرات باقیمانده می‌گذشت، ترکیبات شیمیایی کمتری بر جا می‌ماند.

امروزه روش‌های جدید مبتنی‌بر فناوری‌نانو تحول عظیمی را در این زمینه ایجاد کرده‌است و به پلیس امکان می‌دهد حتی در صورت برجای ماندن اثری از عرق دست مجرم، انگشت‌نگاری‌های لازم را با موفقیت انجام دهد. دانشمندان با استفاده از نانومهندسی و با ساخت اشکال جدید ذرات (مثل میله‌ای، مکعبی، کروی و هرمی) در جستجوی راهی برای آشکارسازی غیرقابل رؤیت‌ترین اثرات انگشت هستند. این ذرات با استفاده از تغییر در طول موج نوری که بر سطوح می‌تابد، علائم پراکنده را قابل شناسایی می‌سازند. دانشمندان براین باورند که استفاده از نانو ذرات باتوجه به نسبت سطح به حجم بسیار زیادشان در مقایسه با همان ماده در مقیاس میکرو و توده، فرصت‌های جدیدی در آشکارسازی اثر انگشت‌های محو، که یک پدیده سطحی هستند ایجاد می‌کند. در این مقاله سعی‌شده است ضمن معرفی اجمالی فناوری نانو، پیشرفت‌های اخیر در آشکارسازی اثر انگشت مبتنی‌بر فناوری نانو با

www.SID.ir

Archive of SID

اســتفاده از نانوذرات مرور شــده و مکانیسم‌های علمی حاکم بر این روش‌ها بررسی و تحلیل شود.

۲- معرفی فناوری نانو و اهمیت مقیاس نانو

فناوری نانو شــامل شــناخت، کنترل و دســتکاری ماده در محدوده ۱۰۰-۱ نانومترمی شود؛ محدوده‌ای که پدیده‌های جدید، منجر به کاربردهای منحصر بفرد می‌شــوند. علوم مهندســی و فناوری "نانومقیاس" شــامل تصویربرداری، اندازه‌گیری، مدل‌ســازی و دســتکاری مواد و سیســتم‌ها در این مقیاس هســتند. خواص فیزیکی، شــیمیایی و زیســتی مواد در مقیاس نانو تفــاوت بنیادی و ارزشــمند از خواص اتم‌ها و مولکول‌ها یــا توده همان ماده را دارد. تحقیق و توســعه فناوری نانو منجر به درک و خلق مواد، ابزار و سیســتم‌های پیشــرفته‌ای با خواص منحصر بفرد جدید می‌شود که تاکنون وجود نداشته‌است.

- خواص منحصر بفرد این فناوری از موارد زیر سرچشمه می‌گیرد:
- ابعاد کوچک، ســرعت بالا و دانســیته عملکردی بالا (نانوالکترونیک، ایجاد آزمایشــگاه در حد یک تراشــه)، حســگرهای دقیق، ابزارهای کوچک و سبک‌وزن (غبار هوشمند)، حساسیت بالا (حسگرها، نانوسیم‌ها) و اثرات سطحی ویژه (مانند اثر لوتوس)
- مساحت سطحی زیاد ، فراهم کردن اثرات کاتالیزوری و تقویت کنندگی
- اثرات کوانتومی مانند کوانتوم دات‌های فلورسنت نوری با بازدهی بالا
- ساختارهای مولکولی نوین با خواص جدید: نانولوله‌ها، نانوفیبرها و نانوکامپوزیت‌های با استحکام بالا
- قابلیت عاملدار شدن و عامل پذیری و امکان تغییر در ویژگی‌های سطوح نانومتری

با گذر از مقیاس می‌کرو به نانو، با تغییر بر خی از خواص فیزیکی و شیمیایی ذرات روبرو می‌شــویم که دو مورد مهم آن عبارتند از: افزایش نســبت مســاحت ســطحی به حجم و ورود اندازه ذره به قلمرو اثرات کوانتومی؛ افزایش نســبت مســاحت سطحی به حجم که بتدریج با کاهــش انــدازه ذره پدیــد می‌آید، باعث غلبه یافتن رفتار اتم‌های واقع در ســطح ذره به رفتار

www.SID.ir

Archive of SID

اتم‌های درونی می شود. این پدیده بر خصوصیات ذره و تعامل آن با دیگر مواد اثر می‌گذارد. افزایش سطح، واکنش پذیری نانو مواد را به شدت افزایش می‌دهد زیرا تعداد مولکول‌ها یا اتم‌های موجود در سطح در مقایسه با تعداد اتم‌ها یا مولکول‌های موجود در توده نمونه بسیار زیاد است. البته این خاصیت مزایایی هم در بر دارد؛ مساحت سطحی زیاد، عاملی کلیدی در کارکرد کاتالیزورها و ساختارهایی همچون الکترودهاست. به عنوان مثال با استفاده از این خاصیت می توان کارایی کاتالیزورهای شیمیایی را به نحو مؤثری بهبود بخشید و یا در تولید نانوکامپوزیت‌ها با استفاده از این مواد، پیوندهای شیمیایی مستحکم تری بین ماده زمینه و ذرات برقرار شده و استحکام آن به شدت افزایش می یابد. علاوه بر این، افزایش سطح ذرات، فشار سطحی را کاهش داده و منجر به تغییر فاصله بین ذرات یا فاصله بین اتم‌های ذرات می‌شود. تغییر در فاصله بین اتم‌های ذرات و نسبت سطح به حجم بالا در نانوذرات، تأثیر متقابلی در خواص ماده دارد. تغییر در انرژی آزاد سطح، پتانسیل شیمیایی را تغییر می‌دهد. این امر در خواص ترمودینامیکی ماده (مثل نقطه ذوب) تأثیر گذار است.

به محض آن که ذرات به اندازه کافی کوچک شوند، شروع به رفتار مکانیک کوانتومی می‌کنند که خواص نقاط کوانتومی مثالی از این دست است. نقاط کوانتومی کریستال هایی در اندازه نانو هستند که از خود نور ساطع می کنند. انتشار نور توسط این نقاط در تشخیص پزشکی و آشکارسازی، کاربردهای فراوانی دارد. این نقاط گاهی اتم‌های مصنوعی نامیده می شوند؛ چون الکترون‌های آزاد آنها مشابه الکترون‌های محبوس در اتم ها، حالات گسسته و مجازی از انرژی را اشغال می کنند.

در جهانی که در حال پیشرفت و توسعه روزافزون است، هیچ صنعتی نمی‌تواند بدون تکیه بر همکاری‌ها و تحقیقات چند رشته‌ای پیشرفت نماید. فناوری‌نانو به عنوان یک علم جدید، حوزه گسترده‌ای از رشته‌های علمی را در بر می‌گیرد که روز به روز تأثیر فزاینده خود را بر صنایع بیشتر می‌کند. انقلابی که توسط فناوری نانو در آینده به وجود خواهد آمد، پیشرفت‌های غیرمنتظره‌ای را برای بشر امروز نوید می‌دهد که تحولات اقتصادی، اجتماعی، صنعتی و روش‌های مناسب حفظ سلامتی و محیط زیست از پیامدهای این فناوری است.

www.SID.ir

Archive of SID

۳- کاربرد نانو ذرات برای بزرگنمایی اثر انگشت پنهان

۱-۱- نانو ذرات طلا و نقاط کوانتومی ZnS و CdS

آشکارسازی مطمئن و سریع اثر انگشت را باید قدردان دو توسعه در فناوری نانو بود. در این روش آشکارسازی اثر انگشت، ابتدا سطح علامتگذاری شده با محلول سوسپانسیون نانو ذرات طلا که توسط یون‌های سیترات پایدار شده باشد، پوشش داده می‌شود که تحت محیط اسیدی، ذرات طلا به مولکول‌های بار مثبت اثر انگشت می‌چسبند، سپس خطوط اثر انگشت با محلول یون‌های نقره تحت واکنش شیمیایی، احیا شده و سپس اثرات تیره فلز نقره در محل خطوط برجسته اثر انگشت پدیدار می‌شود. ولی محلول طلا بسیار ناپایدار است و تکرار روش از یک آزمایش به آزمایش دیگر مشکل است.

شکل ۱- اثر انگشت آشکار شده با کمک فناوری نانو

اکنون دانیال ماندلر[1]، جوزف آلموگ[2] و همکارانش در دانشگاه هیبروی بیت‌المقدس (رژیم اشغالگر قدس) محلول سنتی طلا را با محلول مشابه پایدارتری جایگزین کرده‌اند. که در این محلول نانو ذرات طلا از طریق تارهای مویی به زنجیره‌های بلند هیدروکربن متصل

1. Daniel Mandler
2. Joseph Almog

www.SID.ir

Archive of SID

شـــده و در محلول بنزن و اتر بصورت معلق پایدار باقی می‌ماند و در اثر برهم‌کنش آبگریزی به آثار باقیمانده از اثر انگشت چسبیده و سپس طبق روش متداول، فرایند آشکارسازی ادامه می‌یابـــد. ایـــن فراینـــد عکس‌هایی با کیفیت بالا را فقط با ســـه مرتبه غوطه‌ور کردن در محلول ارائه می‌دهد (شکل ۱). تیم فوق با استفاده از سوسپانسیون نانو ذرات سولفات‌روی و سلناید کادمیوم پایدارشـــده به‌وســـیله آمین‌های زنجیره‌ای، روشـــی را برای آشکارسازی اثرانگشت بر روی ســـطوح غیرمتخلخل نیز توســـعه داده‌اند. در این روش از محلول نانو ذرات طلا، که تحت شـــرایط برهم‌کنش آبگریزی، نانو ذرات طلا به اثر انگشـــت می‌چسبند استفاده می‌شود ولی در این حالت ذرات نانو تحت نور ماورای بنفش آشـــکار شـــده و نقش واضح فلورسنتی به علت وجود نانو ذرات ســـولفات روی و ســـلناید کادمیوم ارائه می‌دهند که احتیاج به مرحله آشکارسازی بعدی ندارد.

در این فرایند دو نوع نانو ذره مختلف پخش‌شده در محلول‌آلی، نانو ذره طلای پایدارشده بـــا نرمـــال آلکان تیول‌هـــا[1] و نقاط‌کوانتومی[2] پایدارشـــده بـــا نرمال آلکان‌آمیـــن[3]، ترجیحاً به برجســـتگی‌های پنهان اثر انگشـــت می‌چسبند، سپس توسط آشکارســـاز فیزیکی نقره(Ag–PD) و یا تحت تابش نور ماورای بنفش آشکار می‌شوند.

آشکارساز فیزیکی نقره، معرف استاندارد برای آشکارسازی اثر انگشت پنهان روی سطوح متخلخل مرطوب مثل کاغذ و مقواســـت. رســـوبدهی نقره روی باقیمانده اثر انگشـــت پنهان نامحلول در آب، رســـوب ســـیاه فلز نقره را در کل شیار اثرانگشـــت ایجاد می‌کند. این فرایند براساس واکنش رسوب گذاری بدون الکترود است که در آن یون های Fe^{2+} یون‌های Ag^{+} را به نقره فلزی احیا می‌کند و احتمالاً با ترکیبات چربی مواد در اثر انگشـــت، تســـریع می‌یابد که ایـــن فراینـــد به دلیل ناپایداری محلول و عدم تکرارپذیری ضعف دارد. امروزه بزرگنمایی اثر انگشـــت پنهان توســـط نانو ذرات طلای پایدار شده توسط یون‌های سیترات در محیط آبی و

1. n-alkanethiols
2. CdSe/ZnS
3. n-alkaneamine

www.SID.ir

Archive of SID

معرف استاندارد Ag-PD در فرایندی تحت عنوان رسوب چند فلزی[1] و یا طلای کلوئیدی[2] [۳-۱] استفاده می‌شود. نانو ذره طلا به رسوبات برجا مانده از شیارهای برجسته اثرانگشت می‌چسبد و باعث تسریع رسوب فلز نقره از محلول Ag-PD می‌شود. چسبندگی طلا به شیار برجسته اثر انگشت به دلیل واکنش بین ذرات بار منفی محلول کلوئیدی طلا و ذرات بار مثبت اثر چربی شیار اثر انگشت در محیط pH پایین [۴و۱] است.

شکل ۲- مقایسه آشکارسازی اثرانگشت با معرف Ag-PD و نانوذرات طلا (پایین) و بدون نانوذرات طلا (بالا)

سطوح فلز جهت احیای فلزات مختلف در محلول از طریق رسوب‌گذاری[۶و۵] شناخته شده‌اند. بعضی از نانو ذرات خاص نیز خاصیت کاتالیستی مشابه را نشان داده‌اند [۷]. Aslam و همکاران نشان دادند که نانو ذرات طلای پایدار شده با دودکان‌تیول در محیط آلی از طریق برهم‌کنش آبگریزی بر روی سطوح فعال شده آبگریز جذب می‌شوند[۸]. در این تحقیق مشاهده شده است که رسوبات اثر انگشت به عنوان سطح آبگریز برای چنین برهم‌کنش هایی عمل می‌کنند و نانو ذرات طلای حل شده در اتر خام نفتی پایدار شده با

1. Multi-Metal-Depositio (MMD)
2. Colloidal gold

www.SID.ir

Archive of SID

نرمال آلکان‌تیول[1]، ترجیحاً به شیارهای برجسته حاوی چربی اثرانگشت پنهان می‌چسبند و در مرحله دوم رسوبات طلا باعث احیای نقره معرف آشکارساز می‌شود و نقره فلزی روی شیارها رسوب می‌کند، بنابراین بطور مشخص باعث وضوح بهتر اثر انگشت می‌شود.

نانو ذرات طلای پایدار شده با زنجیره‌های آلکان تیول‌هایی مثل اُکتادکان‌تیول[2]، تترادکان‌تیول[3] و دکان‌تیول[4] طبق روش Brust و همکاران، سنتز شده است [۹]. تصویر TEM و اندازه‌گیری‌های سایز نانو ذرات، تشکیل ذرات کروی با میانگین سایز ۳-۲ نانومتر را نشان داد که بسیار کوچکتر از ذرات طلا در فرایند رسوب چند فلزی MMD اصلاح شده با میانگین اندازه ۱۴ نانومتر است [۱۰].

نتایج آزمایش‌های انجام شده بر روی اثرانگشت چندین داوطلب که به پیشانی آنها کشیده شده و سپس روی کاغذ منعکس شده باشد، در آب فرو برده و خشک شده به شرح زیر جمع‌آوری شده‌است:

در کاغذ حاوی چربی اثر انگشت که در محلول اتر حاوی نانو ذرات طلای پایدارشده با اُکتادکان‌تیول در غلظت‌های مختلف و محدوده زمانی بین ۱۰ ثانیه تا ۵ دقیقه غوطه‌ور شده و سپس با معرف Ag-PD [۱۱] آشکارسازی می‌شوند بهترین نتیجه از محلول ۰/۰۴ درصد (وزنی/حجمی) و زمان غوطه‌وری ۳ دقیقه حاصل شده است. زمان کوتاهتر غوطه‌وری منجر به ضعیف‌تر شدن اثر می‌شود و به عنوان یک قانون، عمل‌آوری اولیه با نانو ذرات طلای پایدار شده با اُکتادکان‌تیول باعث واضحتر و سریعتر شدن فرایند خواهد شد. (شکل ۲)

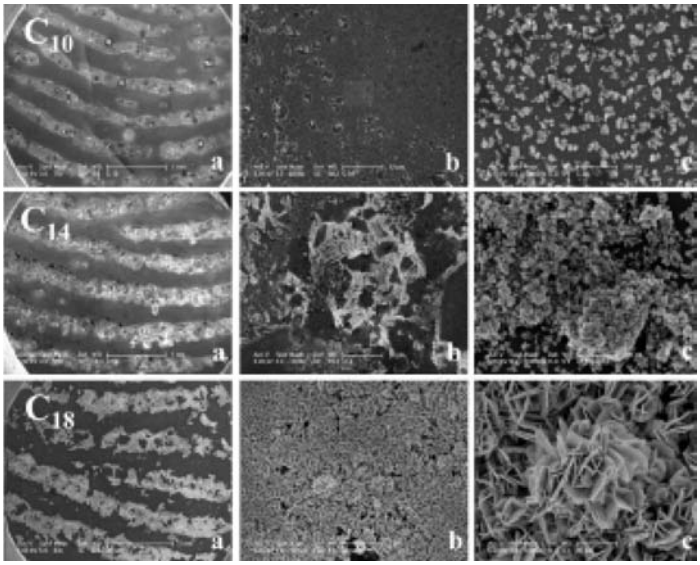
مطالعاتی در خصوص جذب محلول نانو ذرات طلا بر روی آثار انگشت به وسیله میکروسکوپ نوری و میکروسکوپ الکترونیکی روبشی از نمونه انگشت چرب در ویفر سیلیکون که به مدت ۳ دقیقه در محلول ۰/۰۴درصد (وزنی/حجمی) غوطه‌ور شده بود انجام گرفت که به وضوح جذب نانو ذرات طلا بر روی برجستگی‌های اثر انگشت و لایه بسیار

1. n-alkanethiols
2. Octadecanethiol
3. Tetradecanethiol
4.. Decanethiol

www.SID.ir

Archive of SID

نازک در شیارهای بین برجستگی مشاهده شد.(این موضوع به وسیله EDS و تصویرنگاری الکترون‌های برگشتی نیز ملاحظه شد) نانو ذرات بر روی برجستگی‌های اثر انگشت بصورت خوشه‌ای تجمع کردند که احتمالاً به دلیل برهم‌کنش بین محلول نانو ذرات طلای پایدار شده با اُکتادکان‌تیول و باقیمانده چربی از آثار پنهان اثر انگشت است.



شکل ۳ – تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی رسوبدهی نقره (محدوده‌های روشن) در اثر انگشت بر روی سطح سیلیکونی با محلول‌های مختلف نانو ذرات طلا در اثر انگشت بر روی سطح سیلیکونی با محلول‌های مختلف نانو ذرات

ویفر سیلیکون که اثر انگشت چرب بر روی آن قرارداده شده بود در محلول نانو ذرات طلای پایدار شده با اُکتادکان‌تیول غوطه‌ور شده و سپس به مدت ۱۰ تا ۹۰ ثانیه در محلول معرف استاندارد Ag-PD قرار گرفت؛ بعد از ۱۰ ثانیه تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی نمایانگر ظهور اولیه رسوبات سنگین فلز نقره بود که پس از ۶۰ ثانیه برجستگی‌ها کاملاً نمایان شدند در حالی که مقدار خیلی کمی نقره هم در حد فاصل بین برجستگی‌ها مشاهده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

رسوب حاصل، مورفولوژی ورقه‌های به هم‌پیچیده را داشت که احتمالاً به سبب رشد سریع رسوبات است تصویر EDS، پوششی از نقره را بر روی انبوهه ذرات طلای تشکیل شده در محل برجستگی‌های اثر انگشت را نشان داد، درصورتی که در بین شیارها مقدار کمی نقره وجود داشت؛ در نمونه‌هایی که از محلول نانو ذرات طلای پایدارشده با اُکتا دکان‌تیول و تترا دکان‌تیول استفاده شده بود در مقایسه با Ag-PD تنها تأثیر مثبت‌تری در ظهور اثرانگشت داشته و نمونه محلول نانو ذرات پایدار شده با دکان‌تیول نسبت به محلول‌های اُکتا و تترا دکان‌تیول، از شفافیت کمتری برخوردار بود. تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی از سطوح سیلیکون حاوی اثر انگشت که با محلول مختلف نانو ذرات طلا با انواع مختلف دکان‌تیول در مدت ۶۰ ثانیه نتایج مختلفی نشان داد (شکل ۳)؛ به‌عنوان مثال، ظهور اثرانگشت در محلول نانو ذره طلای پایدار شده با تترا دکان‌تیول به سرعت محلول اُکتادکان‌تیول نبوده هرچند که کلیه برجستگی‌ها را پوشش داده است.

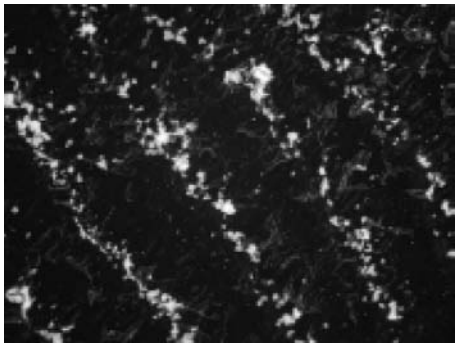
رسوبات کروی شکل نقره و مجموعه‌های صفحه‌ای شکل هرچند خیلی کمتر از محلول نانو ذرات پایدار شده با اُکتادکان‌تیول مشاهده شده است و بنابراین محلول نانو ذرات پایدار شده با دکان‌تیول رسوب نقره کمتری برجا می‌گذاردهر چند که در بعضی موارد رُشد مجموعه‌های صفحه‌ای بیشتر ملاحظه می‌شد.

محلول اتر از نانو ذرات سولفات روی و کادمیوم سلناید با میانگین اندازه ذره ۳ نانومتر پایدار شده با اُکتادکان‌آمین تهیه شده طبق فرایند پینگ[1] و همکاران [۱۲] با کمی اصلاحات (پوسته-لایه سولفات روی به جای پوسته-لایه سولفات کامیم) به عنوان عامل اثر انگشت استفاده شد. ویفرسیلیکون و نوارهای کاغذی حاوی اثر چربی انگشت در محلول ۰/۰۴درصد (وزنی/حجمی) اتر و نانو ذرات سولفات روی و کادمیوم سلناید غوطه‌ور شده و پس از خشک کردن تحت تابش نور ماورای بنفش بررسی شد. میکروسکوپ نوری انبوهه نانو ذرات سولفات روی و کادمیوم سلناید را روی برجستگی‌های اثر انگشت نشان داد؛ هر چندروی نوارهای کاغذی به دلیل فلورسنس قوی زمینه امکان وضوح برجستگی‌های اثر انگشت نبود.

1. Peng

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴- تصویر نانو ذرات CdSe/ZnS جذب شده ترجیحاً بر روی برجستگی‌های اثر انگشت روی سطح سیلیکون با میکروسکوپ نوری در حالت UV

در نهایت نانو ذرات طلای پایدار شده با زنجیره‌های آلکانتیول محلول در اتر ، به مواد برجا مانده از برجستگی‌های اثر انگشت می‌چسبد و قابلیت آشکارسازی را با معرف استاندار Ag-PD ممکن می‌سازد نانو ذرات فلزی به‌وسیله برهم‌کنش‌های آبگریز در لبه‌ها جذب می‌شوند که بطورکلی مکانیسم متفاوتی با برهم‌کنش‌های یونی احتمال در فرایند کلاسیک MMD دارند. یک ارتباط مشخص بین طول زنجیره‌های تیول‌های پایدار شده و کیفیت اثر انگشت، دیده شده است به این ترتیب که هرچه طول زنجیره بلندتر باشد اثر انگشت واضح‌تر خواهد بود.

نانو ذرات سولفات روی و کادمیوم سلناید فلئورسنت از محلول آلی ترجیحاً به اثر انگشت پنهان روی سطوح غیر متخلخل می‌چسبند و باعث می‌شوند تا به‌وسیله نور ماورای بنفش قابل رؤیت شوند[۱۳] .

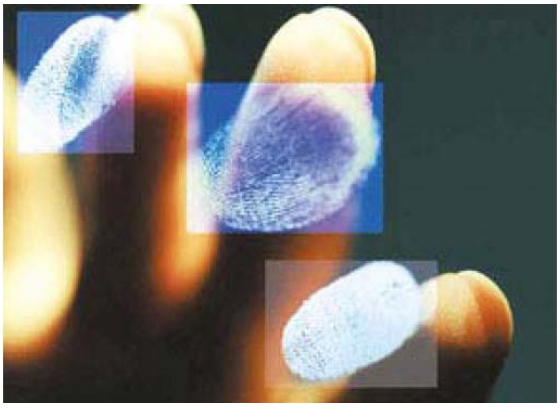
۳-۲- نانو ذرات اکسید روی

پودر اکسید روی به‌عنوان یک پودر فلورسانت برای شناسایی اثر انگشت روی سطوح غیرمتخلخل استفاده می‌شود. اخیراً محققان استرالیایی استفاده از ذرات اکسید روی نانوساختار را به‌عنوان پودر فلورسانت برای‌شناسایی اثر انگشت پنهان، مورد بررسی قرار داده‌اند. طبق

www.SID.ir

Archive of SID

گفته این محققان پودر ساخته‌شـده از نانوذرات اکسـید روی می‌تواند یک تصویر تمیزتر و واضحتر از اثر انگشـت حتی روی سـطوح مرطوب، با استفاده از یک سوسپانسیون از ذرات ریز در محلول، آشکارسـازی کند که جهت آشکارسـازی اثر انگشت‌های پنهان روی سطوح غیرمتخلخـل مرطـوب نیز مؤثر اسـت. در هر کـدام از این کاربردها، اثر انگشـت‌ها به دلیل تفاوت رنگ بین این پودر سفید و سطح پس‌زمینه آشکار می‌شوند. دکتر آندریو مک دوناگ و همکارانش از مرکز علوم قانون Forensic در دانشگاه فناوری سیدنی می‌گویند که پودرهای مرسوم با چسبیدن به باقیمانده‌های چربی روی سطوح، اثر انگشت‌ها را آشکارسازی می‌کنند، اما این کار همیشـه به‌درسـتی انجام نمی‌شود. اثر انگشـت‌های نامشخص و پنهان شامل آن دسـته‌ای هسـتند که روی سـطوح مرطوب از قبیل لوله‌های حمام، ایجاد می‌شوند. شناسایی این اثر انگشت‌ها مشکل است، بویژه هنگامی که قسمتی از آنها از بین رفته باشد. مک دوناگ و گروهش یک پودر اثر انگشـت جدید مبتنی بر نانوذرات اکسـید روی را روی سـطوحی از قبیل شیشـه، پلی‌اتیلن و آلومینیوم مورد بررسـی قرار دادند. مک دوناگ می‌گوید که این ذرات اکسـید روی ۲۰ نانومتری به‌صورت بلورهای شـبه گل یک میکرومتری، با همدیگر کلاسـتر می‌شوند. این ذرات خیلی کوچک‌تر از ذرات پودری اثرانگشت ده میکرومتری رایج هستند [۱۵ و ۱۴].



شکل ۵- استفاده از پودر اکسید روی جهت آشکارسازی اثرانگشت

www.SID.ir

Archive of SID

برای افزایش لومینسانس مرئی این نانوذرات اکسید روی، آنها را با یون‌های لیتیوم دوپ کردند و متوجه شدند که پودر نانوذره اکسیدروی در مقایسه با پودرهای مرسوم، تصویر خیلی واضح‌تری را از اثر انگشت‌ها می‌دهد. مک دوناگ می‌گوید: «شما هنگامی که یک پودر را گردپاشی می‌کنید، امیدوارید که فقط به چربی‌های باقیمانده ناشی از اثر انگشت روی سطح بچسبد اما اغلب آن به‌هر چیزی می‌چسبد، این درحالی است‌که این نانوذرات خیلی‌خوب به این چربی‌های باقی مانده می‌چسبند نه به سطح پس‌زمینه» این محققان متوجه شدند که این سیستم استثنائاً در شرایط مرطوب هم به‌خوبی کار می‌کند. آنها با غوطه‌ور کردن سطوح دارای اثر انگشت در داخل یک محلول از این نانوذرات، اثرات چاپی خیلی واضحی به دست آوردند. نتایج این تحقیق تحت عنوان «یک ارزیابی از اکسید روی نانوساختار به‌عنوان یک پودر فلورسانت برای شناسایی اثر انگشت» در مجلهٔ Journal of Material Science منتشر شده‌است.

۴- آنالیز انگشت‌نگاری فناوری نانو می‌تواند جایگزین نمونه خون شود

تا به امروز انگشت‌نگاری برای دستگیری مجرم یا شناسایی شخص به‌کار گرفته می‌شد. دانشمندان بریتانیایی که با دیوید راسل[1] کار می‌کنند می‌خواهند استفاده از انگشت‌نگاری را برای کشف مواد مخدر، دوپینگ و تشخیص بیماری ممکن سازند. همچنین تیمی از دانشگاه انگلیا شرقی در نوریچ و کالج کینگز در لندن ''انگشت‌نگاری هوشمند، شناسایی همزمان سوخت و ساز مواد مخدر از افراد به‌وسیله پادتن نانو ذرات فعال شده'' را در مجله An-gewondte chemie گزارش کرده‌اند که آنها اکنون قادر هستند با استفاده از آنتی‌بادی‌های مشخص، اثر انگشت افراد سیگاری را از غیر سیگاری تشخیص دهند [۱۶].

یک اثر انگشت برای تحقیق کننده مورد استفاده‌ای نخواهد داشت مگر اینکه بتوان آنرا با یک نمونه در پایگاه داده‌ای تطبیق داد و یا مستقیماً با اثر انگشت یک مظنون مورد مقایسه قرار داد. راسل و تیم او انتظار دارند که بزودی بتوانند اطلاعات وضعیت زندگی شخص

1. David A Russell

www.SID.ir

Archive of SID

انگشت‌نگاری شده را بدست آورند که موجب کاهش مظنونان خواهد شد. در این حالت استفاده از اثر انگشت برای پیدا کردن مواد مخدر، داروها و یا خوراکی که مصرف شده ممکن می‌شود و همچنین بعضی از بیماری‌ها را می‌توان تشخیص داد .

محققان می‌خواهند تمام اسرار را از اثرهای بسیار کوچک تعرق که اثر انگشت بر روی سطح باقی می‌گذارد به دست بیاورند. تیم تحقیق سادگی و امکان‌پذیری این روش را با تمیز دادن اثر انگشت سیگاری‌ها از غیر سیگاری‌ها نمایش دادند. برای جلوگیری از نتایج غیر واقعی از امکان تماس مستقیم محصولات دخانی، آنها سیستم را به گونه‌ای طراحی کردند که بتوان ماده کوتینین[1] را که بر اثر استفاده از مواد نیکوتین در بدن به‌وجود می‌آید، تشخیص داد. با به کارگیری فناوری نانو محققان اثر انگشت را که پادتن کوتینین به آنها چسبیده بود با محلول حاوی نانو ذرات طلا خیس کردند و این ذرات به کوتینین متصل شدند؛ سپس یک پادتن دیگر که با رنگ فلورسنت همراه بود و به پادتن کوتینین متصل شده بود را به اثر انگشت اضافه کردند، از آنجایی که تعداد زیادی پادتن کوتینین به نانو ذرات کروی چسبیده‌اند در بزرگ‌نمایی تأثیر بسزایی دارد. در حقیقت شیارهای اثر انگشت سیگاری‌ها نورانی شده در صورتی که اثر انگشت غیر سیگاری‌ها نورانی نمی‌شوند. مانند روش‌های معمول با برداشتن اثرات انگشت که به‌صورت کاملی آشکار شده‌اند می‌توان آنها را برای مقایسه با اثرات شناخته شده به‌کار گرفت، وقتی که بزرگنمایی صورت می‌گیرد حتی سوراخ‌های بسیار ریز عرق کرده همراه با شیارهای بزرگ انگشتان قابل مشاهده می‌شوند که می‌توان بطور واضح آنرا به شخص منتصب کرد.

علاوه بر کاربری قضایی این روش برای تشخیص دوپینگ ایده‌آل است. از آنجایی که هر نمونه بطور خاص مربوط به اثر انگشت ورزشکار خاصی بوده لذا امکان دستکاری در نمونه آزمایش غیرممکن است. تشخیص‌های پزشکی نیز بدون احتمال خطر اختلاط نمونه می‌توانند از این روش بهره بگیرند. از دیگر کاربردهای این روش تشخیص مواد مخدر بدون گرفتن نمونه خون از افراد مظنون به‌عنوان مثال راننده‌های مشکوک است.

1. Cotinine

www.SID.ir

Archive of SID

۵- نتیجه گیری

در نهایت می‌توان اظهار داشت فناوری نانو قابلیت آشکارسازی وجود هر نوع ماده‌ای را که پادتن آن وجود داشته باشد ،دارد و به‌طور کلی می‌توان امیدوار بود فناوری نانو در حال غلبه‌بر جرایم است. البته باید توجه نمود در صورتی که مجرمان، تبهکاران و گروه‌های تروریستی زودتر به فناوری نانو مسلح شوند، تمام فرصت‌های بالقوه این فناوری می‌تواند به تهدیدی جدی حتی برای امنیت ملی کشورها بدل شود که مقابله با آن کاری دشوار خواهد بود. همین فرصت‌ها و تهدیدهای ناشی از این فناوری باعث به وجود آمدن رقابتی جدی بین نیروهای امنیتی کشورهای مختلف جهت کسب پیشتازی در این فناوری شده است به نحوی که در مدت زمان کوتاه رشد این فناوری، چندین همایش و همایش علمی با موضوع نقش فناوری نانو در جلوگیری از وقوع جرم در کشورهای مختلف برگزار شده است. امید است نیروهای انتظامی کشور ما نیز که در سال‌های اخیر از رشد نرم افزاری و سخت افزاری مناسبی برخوردار بوده است، به موضوع فناوری نانو به صورت جدی‌تری بپردازد و در گام اول، پروژه‌های مطالعاتی را در این زمینه تعریف و اجرا نماید. برگزاری همایش ملی در این زمینه می‌تواند باعث رشد سریعتر و ایجاد هم‌افزایی در بین پژوهشگران شود.

۶- منابع

1. A. A. Cantu and J. L. Johnson, in Advances in Fingerprint Technology, ed. H. C. Lee and R. E. Gaensslen, CRC Press, Boca Raton, FL, 2nd edn, 2001, ch. 7, pp. 241–274.

2. A. A. Cantu, D. A. Leben and K.Wilson, Proc. SPIE–Int. Soc. Opt.Eng., 2003, 5071, 164–167.

3. G. Saunders, International Association for Identification, 74th Annual Educational Conference, Pensacola, USA, June 1989.

4. (a) M. J. Choi, K. E. McBean, R. Wuhrer, A. M. McDonagh, P. J. Maynard, C. Lennard and C. Roux, J. Forensic Identif., 2006, 56, 24–32; (b)M. J. Choi,

www.SID.ir

Archive of SID

A.M.McDonagh, P. J. Maynard, R.Wuhrer, C. Lennard and C. Roux, J. Forensic Identif., 2006, 56, 756–768.

5. M. del Barrio, S. Garcia and D. Salinas, Electrochem. Commun., 2004, 6, 762–766.

6. D. Brevnov, T. Olson, G. Lopez and P. Atanassov, J. Phys. Chem. B, 2004, 108, 17531–17536.

7. L. Cao, L. Tong, P.Diao, T. Zhu and Z. Liu, Chem. Mater., 2004, 16, 3239–3245.

8. M. Aslam, I. S. Mulla and K. Vijayamohanan, Langmuir, 2001, 17, 7487–7493.

9. M. Brust, M. Walker, D. Bethel, D. J. Schiffrin and R. Whyman, J. Chem. Soc., Chem. Commun., 1994, 801.

10. B. Schnetz and P. Margot, Forensic Sci. Int., 2001, 118, 21–28.

11. T. Kent, editor. Manual of Fingerprint Development Techniques, Sandridge, Home Office, 2nd edn, 1998.

12. J. J.Li,Y.A.Wang,W.Guo, J.C.Keay, T.D.Mishima,M.B. Johnson and X. Peng, J. Am. Chem. Soc., 2003, 125, 12567–12575.

13. E. R. Menzel, in Advances in Fingerprint Technology, ed.H. C. Lee and R. E. Gaensslen, CRC Press, Boca Raton, FL, 2nd edn, 2001, ch. 6, pp. 211–240.

14. Choi, M., McBean, K.E., McDonagh, A.M., Maynard, P.J., Lennard, L.J. & Roux, C.P. 2008, 'An evaluation of nanostructured zinc oxide as a fluorescent powder for fingerprint detection', Journal of Materials Science, vol. 43, no. 2, pp. 732-737.

15. Choi, M., McDonagh, A.M., Maynard, P.J. & Roux, C.P. 2008, 'Metal-containing Nanoparticles and Nano-structured Particles in Fingermark Detection', Forensic Science International, vol. 179, no. 2-3, pp. 87-97.

16. Richard Leggett, Emma E. Lee-Smith, Sue M. Jickells, Dr., David A. Russell, Prof.; Intelligent Fingerprinting: Simultaneous Identification of Drug Metabolites and Individuals by Using Antibody-Functionalized Nanoparticles; Angewandte Chemie International Edition; Volume 46 Issue 22, Pages 4100 - 4103

www.SID.ir