

نشریه علمی دانشجویی

جهان نانو

فصل نامه دانشجویی انجمن علمی نانو دانشگاه تبریز ■ سال اول ■ شماره ۱ ■ زمستان ۱۳۹۹
قیمت: ۵۰۰۰۰۰ ریال



نشریه علمی دانشجوئی جهان نانو

هیئت تحریریه

حسام الدین سهرابی

امید اربابزاده

سارا حنیفی

ملیکا بایبوردی

احسان آقاجانی

فرشته خوشوقت

امیررضا یزدانفر

علی آذرمی

علی مهجوری

امیررضا مسائلی

امیررضا سالاری

یزدان امانی

امیرحسین شایق

مهسا جدیری

مدیر مسئول و صاحب امتیاز:

امید اربابزاده

سر دبیر:

سارا حنیفی

طراح:

علی صاحب‌عاری

با تشکر از دکتر امجدی (رئیس دانشکده شیمی و عضو هیئت علمی دانشکده شیمی) و دکتر دربندی (مشاور انجمن‌های علمی و عضو هیئت علمی دانشکده شیمی) و دکتر پیغمبردوست (معاون آموزشی و عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی شیمی و نفت) که ما را در این شماره از نشریه همراهی کردند.

فهرست مطالب

سخن مدیرمسئول (مقدمه)	۱
استفاده از نانوبیوسنسورها در شناسایی کرونا ویروس	۲
حذف آلاینده‌های روغنی از آب توسط پلی‌اورتان‌های اصلاح شده با نانو	۱۲
حل معضل برش‌های سنگین نفتی به وسیله نانوکاتالیست‌ها	۱۶
نانو در فولاد	۲۰
مروری بر تکنولوژی مواد نانو در جوشکاری	۲۶
نانو سیالات	۳۲
هدف از توسعه فناوری (مصاحبه با دکتر کدخدایی)	۳۶
بیوسنسورهای الکتروشیمیایی و نوری مبتنی بر نانوذرات	۴۲
نانو افزاره ها در مهندسی برق: ترانزیستور های گرافنی	۴۵
فناوری نانو و معماری	۴۷

سخن مدیر مسئول و دبیر انجمن علمی نانو دانشگاه تبریز:

با سلام و عرض احترام خدمت تمام عزیزان

به لطف خداوند بزرگ، توانستیم با تیمی بسیار خوب از دانشجویان تمام دانشگاه های کشور مجوز نشریه جهان نانو را در پاییز امسال با رسالت معرفی کاربرد های تکنولوژی نانو در صنعت و علوم زیستی اخذ کنیم و شماره ی اول آن را که اکنون در حال مطالعه ی آن هستید با تلاش تمام اعضا تحریریه در دی ماه سال جاری منتشر کنیم.

تمام تلاش ما در این نشریه این خواهد بود با کمک گرفتن از اساتید بزرگوار مطالب مفیدی را برای برآورده کردن رسالت نشریه گرد هم آوریم. امیدواریم که بتوانیم با همکاری سازمان ها و موسسات خارج از دانشگاه همچون ستاد ویژه توسعه فناوری نانو و سایر انجمن های علمی در دانشگاه تبریز و دیگر دانشگاه ها برنامه ها و مطالب مفیدی را در شان دانشجوی ایرانی به مرحله ی عمل و اجرا برسانیم که این هدف مستلزم آن است از تجارب و توانایی های سایر عزیزان و اساتید بهرمند شویم.

باعث خوشحالی و افتخار ماست که در شماره های بعدی نشریه و دیگر کار های انجمن برای تحقق این هدف والا ما را یاری کنید. گفتن این موضوع شاید خالی از لطف نباشد که ما، بین رشته ای بودن انجمن علمی نانو را یکی از برتری های انجمن خود می دانیم چون که از تمام رشته ها و زمینه ها می توان در این انجمن عضو شد و فعالیت کرد چنان چه که در لیست اعضای تحریریه نشریه مشاهده می کنید دانشجویان رشته پزشکی، علوم آزمایشگاهی، شیمی، مهندسی شیمی، مهندسی مکانیک، مهندسی برق، مهندسی مواد و متالوژی، مهندسی معماری، مهندسی عمران و مهندسی ساخت و تولید حضور دارند و امیدواریم این خانواده را در شماره های بعدی گسترش دهیم.

دبیر انجمن علمی نانو دانشگاه تبریز و مدیر مسئول نشریه جهان نانو

امید ارباب زاده

استفاده از نانویوسنسورها در شناسایی کرونا ویروس



احسان آقاجانی

دانشجوی پزشکی دانشگاه علوم پزشکی تبریز



فرشته خوشوقت

دانشجوی علوم آزمایشگاهی دانشگاه آزاد تبریز
لیسانس شیمی از دانشگاه تبریز



امید اربابزاده

دانشجوی مهندسی شیمی دانشگاه سراسری تبریز

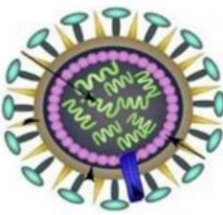
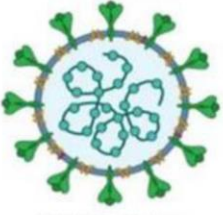
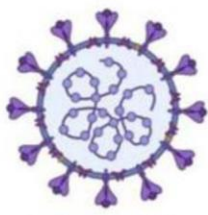
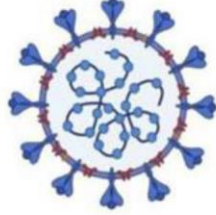
مقدمه

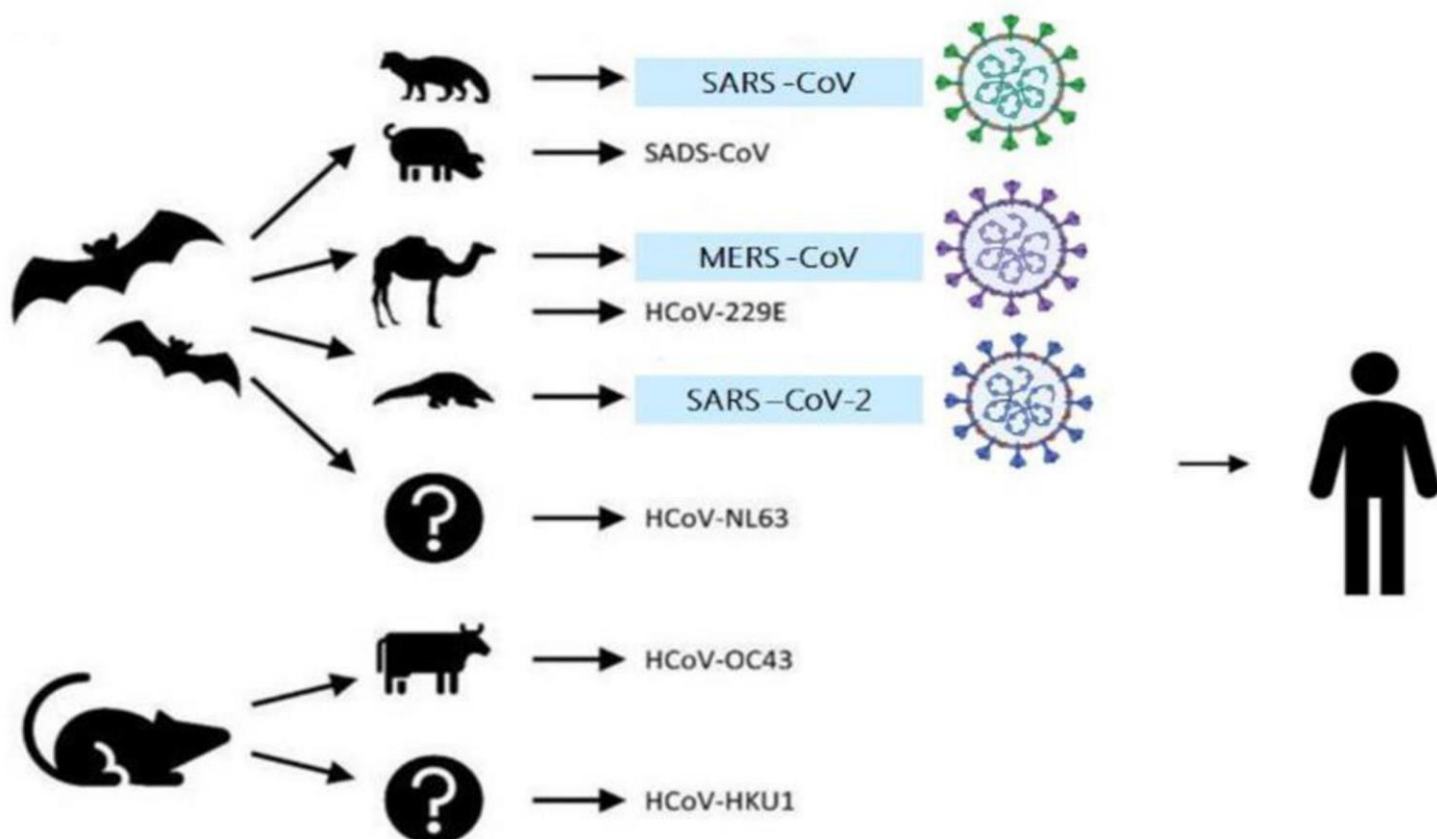
سرعت در سراسر قاره ها گسترش می یابد و WHO در ۱۱ مارس شیوع یک اورژانس بهداشت عمومی و نگرانی بین المللی و یک بیماری همه گیر را اعلام کرد. اکنون عفونت با SARS CoV-2 گسترده پیدا می کند و در ۱۳ دسامبر ۲۰۲۰، ۷۱ میلیون و ۶۵۰ هزار مورد در بیش از ۲۰۰ کشور جهان تایید شده است که یک میلیون و ششصد هزار مرگ داشته است. سه ویروس کرونا به یک دسته ویروس بتا-کرونا تعلق دارند. علائم بالینی COVID-19 که بیماری ناشی از ویروس SARS-CoV-2 می باشد، شباهت های زیادی با ذات الریه SARS و MERS نشان می دهد. البته بیش از ۸۰ درصد موارد خفیف است و بیماران به طور معمول طی ۲ هفته بهبود می یابند. با این حال، برخی از بیماران علائم شدید مانند سندرم دیسترس تنفسی حاد (ARDS) را نشان می دهند و حدود ۵ درصد شرایط بحرانی را نشان می دهند که ممکن است به شوک سپتیک یا نارسایی چند عضو تبدیل شود. طبق مطالعات اولیه فیلوژنتیک، SARS-CoV-2 مربوط به SARS است و هر دوی آنها بیش از ۸۵ درصد هویت توالی ژنوم را با CoV شبیه خفاش SARS نشان می دهند، که این نشان دهنده خاستگاه ویروس است. انتقال ویروس COVID-19 از طریق قطرات بزاق یا ترشح از بینی افراد آلوده اتفاق می

ویروس ها از مهم ترین عوامل بیماری زا هستند که به طور چشم گیری میزان مرگ و میر و شرایط نا مطلوب محیطی را افزایش می دهند. ماهیت ذاتی ویروس ها در انتقال سریع و عدم کنترل اولیه کارآمد، تشخیص سریع آنها را به یکی از مهمترین استراتژی ها در کنترل و درمان بیماری های ویروسی تبدیل می کند. در حال حاضر، عفونت های تنفسی ناشی از ویروس ها عامل اصلی مرگ و میر در بین انسان ها است که هزینه های روانی، مالی و اجتماعی زیادی را به کشورها تحمیل می کند. یکی از این ویروس ها ویروس کرونا است. ویروس های کرونا ویروس (ریبونوکلیک اسید) RNA هستند، ویروس های پوشیده شده در ژن های α -CoVs، β -CoVs، γ -CoV ها و δ -CoV ها گروه بندی می شوند. β -CoVs شامل آنهایی است که پستانداران را آلوده می کنند، با SARS-CoV-1 و MERS-CoV به عنوان گونه شناخته شده ای که قادر بود انسان را تا سال گذشته آلوده کند. اخیراً، SARS-CoV-2 به عنوان گونه جدیدی ظهور کرد که قادر به آلوده کردن انسان است و در حال حاضر باعث همه گیری COVID-19 می شود. شیوع این پدیده ی بسیار مسری SARS-CoV-2 اولین بار در ووهان، استان هوپئی، چین، در اوایل دسامبر ۲۰۱۹ شناسایی شد. ویروس SARS-CoV-2 به

افتد ، بنابراین پیروی از روشهای بهداشتی مناسب هنگام سرفه و عطسه از مهم ترین راه های پیشگیری از انتقال است. واکنش سریع در برابر این همه گیری تا حدی شامل استفاده از چندین آزمایش بالینی توسعه یافته برای شناسایی روش مناسب درمان است. در این میان ، درمان با کلروکین ، ضد ویروس (به عنوان مثال رمذیور و اینترفرون) و پلاسمای بهبودی به عنوان رویکردهای کارآمد پیشنهاد شده است . علاوه بر این ها کشورها با آزمایش و معالجه بیماران ، انجام ردیابی تماس های بیمار کرونایی ، محدود کردن مسافرت ، قرنطینه کردن شهروندان و لغو اجتماعات بزرگ مانند رویدادهای ورزشی ، کنسرت ها و مدارس ، در حال کاستن از سرعت گسترش ویروس هستند. در حال حاضر ، بیشترین استفاده از تست های تشخیصی ، توموگرافی کامپیوتری از قفسه سینه (CT)، واکنش زنجیره ای ترانس کریپتاز - پلیمرز معکوس (RT-PCR) برای تشخیص RNA ، سنجش جریان جانبی (LFA)، روش کاملاً اتوماتیک شیمی-لومینسانس و سنجش ایمنی جاذب مرتبط با آنزیم (ELISA) برای تعیین آنتی بادی ها است. بدیهی است که روش اول نشان می دهد که آیا شخصی در حال حاضر آلوده است یا خیر ، در حالی که روش دوم می تواند تعیین کند که آیا بیمار اخیراً توسط SARS-CoV-2 آلوده شده است. تقویت ایزوترمال واسطه حلقه با رونویسی معکوس (RTLAMP) یک تکنیک مولکولی جدیدتری است که در آن تقویت در یک دما انجام می شود و به تجهیزات آزمایشگاهی تخصصی نیاز ندارد. و همچنین بسیاری از روشهای مرسوم تشخیص ویروسهای تنفسی ، مانند RT-PCR و وقت گیر ، گران قیمت هستند ، همیشه قابل تعیین و تکثیر نیستند و به آموزش و سایر امکانات تخصصی نیاز دارند. بنابراین ، سیستم عامل های تشخیصی سریع ، دقیق ، کم هزینه و کوچک

برای تشخیص ویروس قابل استفاده در محل مراقبت همچنان یک چالش است. سنجش های ایمنی جریان جانبی سنجش های کروماتوگرافیکی، کیفی هستند، مشابه آزمایش های معمول بارداری ، بر اساس قالب دو سایت غیر رقابتی ، به عنوان آزمایش های ELISA ، اما در محل مراقبت قابل استفاده هستند. آنها به عنوان کیت های آزمایشی تولید می شوند تا توسط متخصص یا خود بیماران استفاده شوند ، اما حساسیت ضعیفی دارند. امروزه ، محققان با استفاده از نانوکامپوزیت ها و تحقیق در زمینه شیمی سطحی ، مانند نانو فیلم ، نانوذرات ، کوانتوم دات ها ، نانوسیم ها ، نانوذرات ، نانو ستون ها یا نانوساختارهای کربنی، ویژگی و حساسیت سنسورها را بهبود می بخشند. علاوه بر این ، ساخت ریزساختارها ، ساختارهای نانو و ستون های سه بعدی می تواند تأثیر مهمی در کنترل و افزایش مکانیزم های تشخیص داشته باشد. با چندین ترکیب می توان عملکرد تشخیص حسگرهای زیستی نانو را افزایش داد. این خواص به دلیل واکنش های فوری و تشخیص، آنها را برای کاربردهای پزشکی و زیست محیطی مناسب می کند. به دلیل شرایط اضطراری ، شناسایی ویروس های تنفسی ، از جمله ویروس کرونا ویروس جدید (SARS-CoV-2) (2019-nCoV) ، در بخشهای پزشکی ، محیط زیست و اجتماعی برای کاربردهای اصلی محافظت از اهمیت فوق العاده ای برخوردار است. پیشرفت های اخیر در فناوری نانو و استفاده از نانومواد در ساخت حسگرهای زیستی منجر به بهبود چشمگیر عملکرد دستگاه های معمولی شده است. علاوه بر این ، نانومواد به دلیل هدایت عالی ، خصوصیات فوق العاده فوتوالکتروشیمیایی و امکان کوچک سازی بستر سنجش ، اجازه افزایش زیادی در کارایی و حساسیت بیوسنسورها را می دهند.

Disease	Flu (swine flu)	SARS 2002	MERS 2012	COVID 19
Virus Name				
Origin of Virus	Bird Influenza A	SARS-like BAT-CoV	SARS-like BAT-CoV	SARS-CoV-2 or 2019-nCoV BaT-CoV RaTG13 or Pangolin-CoV
Intermediate host	Pig Influenza A	Civet Cat	Camel	Pangolin
Incubation period	1-4 days	2-7 days	5 days	2-14 days
Symptoms	Fever, cough, shortness of breath or difficulty breathing, mild respiratory tract infections, sometimes severe and acute diarrhea and acute vomiting	Fever, cough, shortness of breath or difficulty breathing, severe acute respiratory syndrome, 10 % mortality rate	Fever, cough, shortness of breath or difficulty breathing, severe acute respiratory syndrome, 37% mortality rate	Fever, cough, shortness of breath or difficulty breathing, severe acute respiratory syndrome; mortality rate; diarrhea, fatigue, vomiting, muscle or body aches, headache, loss of the sense of smell or taste.



نانوبیوسنسورها برای تشخیص ویروس کرونا انسانی (2019-nCoV, SARS/MERS) و ویروس آنفلوانزا:

می توان نانوسنسورها را در کلاس های مختلف از جمله: الکتریکی، شیمیایی، الکتروشیمیایی، نوری، پیزوالکتریک، حرارتی، مغناطیسی و بیولوژیکی طبقه بندی کرد.

نانوبیوسنسورها ابزار مهمی برای تشخیص موثر سندرم حاد تنفسی شدید و سایر بیماری هایی که باعث همه گیری می شوند می باشند. برای تشخیص ویروس، بسته به حالت تشخیص و خصوصیات قابل اندازه گیری

۱- نانو بیوسنسورهای الکتروشیمیایی:

نانوبیوسنسور الکتروشیمیایی دستگاه حسگر مولکولی است که تشخیص بیولوژیکی را با یک مبدل الکتروود وصل می کند تا سیگنال الکتریکی مفیدی تولید کند. نانوبیوسنسورهای الکتروشیمیایی حاوی الکترودهایی هستند که برای خصوصیات نیمه رساناها، خصوصیات دی الکتریک و توزیع بار فاکتورهای مهمی می باشند. برای ایجاد لایه عملکردی جهت به دست آوردن قدرت انتخاب مشخص برای یک سطح سنجش داده شده، اصلاح سطح نانوساختارها یا نانومواد مورد نیاز است. مطالعات مختلفی برای افزایش عملکرد نانوبیوسنسورها با ترکیب مواد نانو در سطح جهت افزایش نسبت سطح به حجم و بهبود انتخاب سطح انجام شده است. نانومواد هنگامی که به عنوان بیوسنسورها به کار می روند تاثیر زیادی دارند. اکثر نانوبیوسنسورها برای تشخیص پاتوژن و ویروس ها بر مبنای مبدل های الکتروشیمیایی مثل مبدل های آمپرومتریکی، پتانسیومتری یا امپدانس به کار می روند. مکانیسم نانوبیوسنسور براساس تغییر رسانایی الکتریکی یا مقاومت از طریق نانوساختارها یا نانومواد هنگام اتصال عنصر هدف به سطح الکتروود است. هنگامی که مصرف یا تولید الکترون در یک واکنش بیولوژیکی در سطح الکتروود اتفاق می افتد یک سیگنال الکتروشیمیایی تولید می شود. این انتخاب منجر به توانایی اندازه گیری فقط یک ماده شیمیایی در حضور بسیاری از مواد شیمیایی دیگر در زمان واقعی با دقت تشخیص بالا می شود. مکانیسم کلی

سنجش براساس جذب شیمیایی مولکول هایی است که به دلیل حساسیت شیمیایی باعث تغییر در هدایت می شوند. گیرنده های زیستی باید به طور موثر در مبدل مناسب ادغام شوند تا وجود هر ویروس در نمونه مورد نظر را تشخیص دهند. برای تشخیص انواع مختلف ویروس کرونا بسیاری از محققان از روش های تشخیصی الکتروشیمیایی مانند ترانزیستور اثر میدان (FET)، روش تشخیص بیوالکتریک (BERA)، طیف سنجی امپدانس الکتروشیمیایی (EIS)، آمپرومتری، ولتامتری چرخه ای یا هدایت سنجی استفاده کردند. آنفلوانزا یک بیماری عفونی حاد است که توسط یک RNA پوشش داده شد ایجاد می شود که حاوی ویروس های متعلق به خانواده ارتومیکسوویریده است. آنفلوانزا ۴ نوع D, C, B, A دارد که در ساختار ویروس متفاوت هستند. (کانال یونی، ماتریکس و پروتئین غشایی). تفاوت های هر یک می تواند به شناسایی زیرگروه های جداگانه ویروس آنفلوانزا کمک کند. ویروس های آنفلوانزا A براساس دو پروتئین در سطح ویروس، همآگلوتنینین (HA) و نورامینیداز (NA)، به زیرگروه هایی تقسیم می شوند به عنوان مثال بیشترین مورد مطالعه بر روی ویروس آنفلوانزا A زیرگروه (A/H1N1)H1N1 می باشد که سبب همه گیری آنفلوانزای خوک در سال ۲۰۰۹ و همچنین بیماری همه گیری آنفلوانزا در سال ۱۹۱۸ معروف به آنفلوانزای همه گیر اسپانیا که باعث میلیون ها مرگ شد و هنوز هم تهدیدی

دوپ شده (FTO) با نانوذرات طلا (AuNPs) ساخته شده و با آنتی بادی مونوکلونال (nCOVID-19- nCOVID-19Ab) ثابت شده است تا تغییر در رسانایی الکتریکی اندازه گیری شود. آنها از روش های مختلف تشخیص مانند ولتامتری چرخشی (CV) و ولتامتری پالس دیفرانسیل (DPV) استفاده کردند و حساسیت بسیار خوبی را به دست آوردند:

حد تشخیص nCOVID-19 Ag، 10 fM و رنج خطی 1 fM تا 1 μ M در بافر استاندارد بود. ویراپاندیان و همکارانش یک بیوسنسور الکتروشیمیایی براساس کرونوآمپرومتری و ولتامتری پالس دیفرانسیل (DPV) ایجاد کردند. برای بررسی تشخیص و پاسخ نانوبیوسنسور از نانو ورق های اکسید گرافن و آنتی بادی های بی حرکت H1N1 و H5N1 استفاده شد. حد تشخیص برای H1N1، 9.4 pm و برای H5N1، 8.3 pm اندازه گیری شد. استفاده از آنتی بادی ها تعامل مهمی با آنتی ژن مربوطه نشان داد. بیوسنسور در تمام پارامتر های لازم مانند حساسیت، سرعت و سادگی با هزینه کمتر افزایش یافت. ویروس های بیماری زای مختلفی مثل پروتئین های اسپایک SARS-COV-2 می توانند به عنوان نشانگرهای قابل اعتماد برای وجود عفونت و همانندسازی ویروس استفاده شوند. برای تشخیص مستقیم و بسیار سریع SARS-COV-2 (۳ دقیقه و غلظت 1 fg/mL) آنتی ژن پروتئین اسپایک S1 از نمونه های کشت سلولی کلیه میمون سبز از روش تشخیص بیوالکتریک (BERA) استفاده شد. در طی سالها نانوبیوسنسورهای الکتروشیمیایی مختلفی برای تشخیص ویروس آنفلوانزا A انسانی (مثل H1N1) با استفاده از اسپیکتروسکوپی امپدانس الکتروشیمیایی (EIS)، کرونوآمپرومتری، ولتا متری یا هدایت سنجی استفاده شده اند.

برای مردم در بسیاری از کشورهاست. ویروس آنفلوانزای مرغی (AIV) H7N9, H7N7, H5N1 که از انواع ویروس آنفلوانزا A هستند توسط بسیاری از محققان از طریق EIS، آمپرومتری، ولتامتری و غیره مورد مطالعه قرار گرفت. پاسخ بیولوژیکی از طریق مبدل یکپارچه یا کاربردی با نانومواد، استفاده از انواع مختلف نانومواد مانند مهره های نانویی اکسید آهن مغناطیسی منتقل شد. دسته دوم ویروس های تنفسی که باعث شیوع بیماری های اپیدمیک یا پاندمیک شد کرونا ویروس شامل MERS-COV, SARS-COV و کرونا ویروس جدید 2019-nCov می باشد که بیشترین کشندگی را داشت. بنا به دلایل ذکر شده بسیاری از محققان ویروس های تنفسی خاص آنفلوانزای فصلی را از طریق انواع مختلف روش های الکتروشیمیایی همراه با حسگرهای زیستی طراحی شده برای تشخیص ویروس کرونا تنفسی که باعث بیماری COVID-19 می شود را مطالعه کردند. بسیاری از گروه های تحقیقاتی پروتئین M1 ویروس آنفلوانزا A را با استفاده از آنتی بادی های باند شده با پیوند کوالانسی و سنسور سطح الماس با بور در مقیاس نانو مورد مطالعه قرار دادند. نیدزورسکی و همکاران بیوسنسور بسیار حساس سریع پاسخگو را برای تشخیص ویروس آنفلوانزا را با الماس تغییر داده شده با آنتی بادی ایجاد کردند و حد تشخیص 1 fg/mL و رنج خطی 1-100 fg/mL را به دست آوردند. همینطور سوزداک و همکاران LOD را 5×10^{-14} fg/mL به دست آوردند. هر دو گروه از محققان از بزاق به عنوان نمونه های بیولوژیکی افراد مورد آزمایش استفاده کردند که جمع آوری و آنالیز توسط EIS مبتنی بر بیوسنسورها آسان می باشد. برای آنالیز نمونه های بزاق و تشخیص آنتی ژن اسپایک nCOVID-19 (nCOVID-19 Ag)، ماهاری و همکاران از یک صفحه مدار چاپی داخلی برای تشخیص سریع آنتی ژن nCOVID-19 (nCOVID-19 Ag) استفاده کردند. این سنسور با استفاده از الکتروکسید قلع فلوئور

۲- نانوبیوسنسورهای نوری:

در دهه های اخیر دستگاه های فوتونی جدید برای کاربرد های وسیع در زمینه فناوری نانوبیوسنسور برای امنیت غذایی، امنیت داخلی، بیولوژی، نظارت بر محیط زیست و دارو امیدوارکننده به نظر می رسد. از پارامترهای مختلف مثل انرژی، پلاریزاسیون، جذب، فلورسانس، پراکندگی نور، دامنه، زمان پوسیدگی یا فاز می توان در تشخیص استفاده کرد. رزونانس پلاسمون سطحی (SPR) نانوبیوسنسورهای نوری می تواند تغییر در شاخص بازتابنده مبدل را هنگامی که آنالیت هدف با عنصر شناختی زیستی سطح حسگر تعامل دارد، تعیین کند. فلورسانس شامل قرار گرفتن در معرض یک منبع نور خارجی برای تحریک انتقال الکترون در مولکول های زیستی است که پس از آن لومینسانس تولید می شود از این رو، این نوع بیوسنسور نوری به یکپارچه سازی مولکول های فلوئور کروم برای تولید نور در طی تعامل با عنصر شناخت زیستی بی حرکت نیاز دارد. فیبرهای نوری در کاربردهای بیوسنس به دلیل حساسیت بالا، عملکرد بالا و پاسخ سریع، توجه ویژه ای دارند. فیبر های نوری معمولا با رزونانس پلاسمون سطحی یا فلورسانس در کاربردهای مختلف برای نظارت بر تغییرات خصوصیات نوری مانند انتشار موج، طول موج، زمان، شدت یا قطبیت نوری برای تشخیص آنالیت های موردنظر به کار می روند. این خصوصیات را می توان برای تشخیص غلظت آنالیت اندازه گیری کرد به عنوان مثال دامنه مهم ترین پارامتری است که با غلظت آنالیت همبستگی دارد. بیوسنسورهای فیبر نوری به طور گسترده ای برای تشخیص عوامل بیماری زا، ویروس ها و باکتری ها استفاده می شود.

نانوبیوسنسورهای مبتنی بر تشدید پلاسمون سطحی و اصل فلورسانس متداول ترین حسگرها هستند زیرا پتانسیل بالایی را برای شناسایی ویروس ها از جمله

کروناویروس SARS-COV-2 نشان می دهند. سیستم سنسور SPR بسیار حساس است و زمان پاسخ سریع دارد، فاقد برچسب است و در زمان واقعی وقایع اتصال بین مولکول های زیستی و سطح را تشخیص می دهد و از مزیت تشخیص تغییرات در رابط مقیاس نانو با دقت بالا برخوردار است به عنوان مثال بیوسنسور مبتنی بر تشدید پلاسمون سطحی توسط میودک و همکاران برای بی حرکت کردن آنتی بادی اختصاصی anti-PB1-F2 در سطح میکروالکتروود طلا اصلاح شده استفاده شد. این نوع بیوسنسور توانایی تشخیص مستقیم و کمی پروتئین PB1-F2 ویروس آنفلوانزا A در سلول های آلوده را دارد که منجر به کشف قابلیت تشخیص بیوسنسور برای سایر پروتئین های ویروسی در سلول ها، بافت ها یا نمونه های بیولوژیکی می شود. تشخیص موفقیت آمیز آنتی ژن SARS-COV از طریق سیستم های تحلیلی SPR با مرجع (سیستم تحلیلی SPR با تصویربرداری چندمنظوره و پرتحرک) توسط آنتی بادی های بی حرکت مستقیم توسط دافو و همکاران حاصل شد. با استفاده از سیستم مرجع SPR بهبود یافته نمونه های جمع آوری شده از بیماران را می توان بدون پیش درمانی تجزیه و تحلیل کرد.

در میان تکنیک های مختلف بیوسنس، سیستم های بیوسنس رزونانس پلاسمون موضعی (LSPR) برای بسیاری از عوامل بیماری زا و ویروسی مانند انواع مختلف ویروس های آنفلوانزا، MERS-COV، SARS-COV و SARS-Cov-2 قابل استفاده هستند. کیو و همکاران یک بیوسنسور LSPR دو عملکردی بسیار حساس، سریع و قابل اعتماد برای تشخیص کروناویروس نوع دوم سندرم حاد تنفسی شدید از طریق ترکیبی از اسیدنوکلئیک ایجاد کرد. مفهوم عملکرد دوگانه بیوسنسی پلاسمونی با اثر فوتوترمال پلاسمونیک (PPT) و انتقال جریان LSPR بر

که کمیلومینسانس پیشرفته برای جداسازی مغناطیسی ایجاد شد، جدا شدند. در فلورسانس، نور هنگام آزاد شدن الکترونها از حالت های انرژی بالاتر آزاد می شود در حالی که در کمیلومینسانس، وقتی الکترونهای برانگیخته در حالت های واسطه ناپایدار هستند تا محصولات نهایی واکنش را تولید کنند، نور آزاد می شود. آقای ایکس و همکاران یک سنسور کمیلومینسانس را با حد تشخیص 0.5 ng/mL برای HBsAg، مارکر ویروس هپاتیت B، که ۱۰ برابر کمتر از ELISA معمولی است که در بیمارستان ها استفاده می شود. اخیراً برای بهبودی کارایی اثربخشی جمعی انتشار کمیلومینسانس ناشی از نمونه ها، نی و همکاران، سنسور فیبر نوری کمیلومینسانس را با استفاده از یک آینه مقعر و یک آینه لوله ای هم محور به عنوان کف و دیواره آن طراحی کردند. حد تشخیص تا 0.31 pg/mL بود که تقریباً ۲ مرتبه کمتر از مقدار به دست آمده با سنسور فیبر نوری کمیلومینسانس معمولی است. در تشخیص ایمونوفلورسانس ویروس ها، نانوبیوسنسورها براساس سیگنال فلورسانس نقطه کوانتومی (QD) ناشی از نانوذرات طلا (AUNP) با حد تشخیص 10 PFU/mL ساخته شده اند. ویروس H1N1، ویروسی که از خانواده ویروس های آنفلوآنزای A است مانند H3N2، علت اصلی همه گیری آنفلوآنزا در سال ۲۰۰۹ است و همچنان مورد مطالعه دانشمندان است که به دنبال کشف روش تشخیص سریع و موثر در زمان واقعی هستند. برای تشخیص سریع ویروس آنفلوآنزا نوع A، پارک و همکاران یک کیت سنجش جریان جانبی (LFA) مبتنی بر پراکندگی رامان (SERS) با سطح تشخیص PFU/mL $10^4 \times 1/9$ را گزارش کردند، که تقریباً یک مرتبه از حساسیت بیشتری نسبت به LOD به دست آمده از کیت رنگ سنج LFA دارد. سنجش های رنگ سنجی ابزارهای نمایشی هستند که اساساً مولکول های هدف را در نمونه های آزمایش شده از طریق تغییر رنگ یک نشانگر (به عنوان مثال،

روی یک تراشه نانو طلا مقرون به صرفه یکپارچه شد. تشخیص فوق العاده حساس توسط پارک و همکاران با تصویربرداری SPR و بیوسنسور نوری مبتنی بر SPR برای نظارت بر مولکول های هدف ویروس آنفلوآنزا B (بدون حد تشخیص تا 1 Pg/mL) توسعه یافت. از فلورسانس غالباً برای شناسایی ویروس ها (پروتئین ویروسی) و نظارت بر عفونت ویروسی سلول ها استفاده می شود. سیستم تشخیص مبتنی بر فلورسانس براساس اصل سیگنال روشن/خاموش بین اتصال هدف به پروب فلورسنت (به عنوان مثال نگوین و همکاران یک بیوسنسور فلورسانس را براساس نقاط کوانتومی CdTe برای تشخیص اختصاصی ویروس آنفلوآنزا نوع H5N1) با LOD=3 ng/μL برای H5N1) ایجاد کردند. بیوسنسور شامل نقاط کوانتومی CdTe/Cds بسیار درخشان، آنتی بادی و کروماتوفور های استخراج شده از باکتری های خاص است. سپس این قسمت از بیوسنسور به قسمت محیطی متصل شد و همچنین به آنتی بادی H5N1 متصل شد تا آن را برای تشخیص ویروس آنفلوآنزای مرغی H5N1 آماده کند. مزیت بیوسنسور فلورسانس در انعطاف پذیری قسمت محیطی برای تشخیص انواع دیگر ویروس ها فقط با جایگزینی آنتی بادی اختصاصی برای ویروس هدف تعیین شده است. آقای وای و همکاران همچنین از تشخیص فلورسنت پروتئین 3a (ژن 3a یک پروتئین ویروسی غیرساختاری را رمزگذاری می کند) SARS-Coronavirus استفاده کردند. آزمایش های تغلیظ کروماتین و قطعه قطعه شدن DNA در شرایط آزمایشگاهی انجام شد. کمیلومینسانس یک روش لومینسانس شبیه به فلورسانس است که در نانوبیوسنسورها استفاده می شود، یعنی نور ساطع شده توسط اتم ها و مولکول ها را هنگام برگشت الکترون از سطح تحریک تشخیص می دهد. اگرچه از نظر تشخیص نانوبیوسنسورهای کمیلومینسانس در یک نقطه از زمان

بیماری عفونی (با چشم غیر مسلح و بدون تجهیزات گران قیمت) هنوز ضروری است. بنابراین کیم و همکاران یک روش رنگ سنجی بدون برچسب برای MERS-CoV بر اساس فرم گسترده ای از DNA دو رشته ای (dsDNA) نانوذرات طلای محافظت شده خود مونتاژ (AuNPs) تحت الکترولیت مثبت (به عنوان مثال ۰/۱ میلی گرم $MgCl_2$)، برای تشخیص MERS-CoV ایجاد کردند. این آزمایش رنگ سنجی می تواند تا 1 pmol در هر میکرولیتر از 30 جفت باز MERS-CoV را تشخیص دهد و می تواند برای تشخیص راحت سایر بیماری های عفونی در محل، به ویژه در تنظیمات محدود منابع، بیشتر سازگار شود.

تشخیص را بدست آورد. این کاوشگر برای تشدید و اندازه گیری تغییر جرم و خاصیت الاستیسیته سطح، با ردیابی فرکانس و اصلاح تشدید کننده بلور کوارتز، از نظر مکانیکی برانگیخته می شود. مزیت این روش توانایی تشخیص مولکولها بدون برچسب زدن است. با این حال، چالش های مرتبط شامل پیچیدگی مکانیزم تشخیص و اندازه گیری های دقیق کمتر است. این حسگرهای زیستی در طیف گسترده ای از کاربردهای بیولوژیکی برای شناسایی وجود برخی از مولکولهای زیستی هدف مانند هورمونها، باکتریها، سلولها و غیره استفاده شده است. برای شناسایی ویروس آنفلوآنزای مرغی (H5N1)، وانگ و همکاران یک سنسور میکرو تعادل کریستال کوارتز (QCM) با استفاده از یک نانولوله سه بعدی (D^3) بر روی سطح طلا (Au) ساخت. حد حساسیت تشخیص (LOD) سنسور $2-4 \text{ HAU} / \mu\text{L}$ 50 زمان تشخیص 10 دقیقه را به نمایش می گذارد که منجر به زمان تشخیص سریع تر در مقایسه با سایر تکنیک ها (30 دقیقه) می شود. در میان حسگرهای زیستی مبتنی بر تشخیص جرم، حسگر ایمنی

ذرات فلزی و مولکول های رنگی نانو اندازه شناسایی می کنند و به دلیل خواص نوری جذاب آنها، نانوساختارهای پلاسمونی از طیف وسیعی از کاربردها از تجزیه و تحلیل دارویی گرفته تا زیست محیطی، از کشف رنگ سنجی بیومولکول الهام گرفته اند. آزمون رنگ سنجی به دلیل قرائت مستقیم، عملکرد مناسب و حداقل نیاز به ابزار دقیق، مزایای تشخیص آنالیز در محل را ارائه می دهد. این تکنیک امکان مشاهده بصری وجود نشانگرهای زیستی را فراهم می کند و میزان جذب ترکیبات رنگی را در یک طول موج خاص اندازه گیری می کند. در شرایط اضطراری بهداشت عمومی ناشی از ویروس کرونا (HCoV)، یک روش ساده و سریع رنگ سنجی برای تشخیص

۳- نانوبیوسنسور های پیزوالکتریک :

نانوبیوسنسورهای میکروبالانس کریستال کوارتز پیزوالکتریک به دلیل مدل ساده، تشخیص مستقیم و خروجی در زمان واقعی، در کاربردهای بیولوژیکی و شیمیایی به ویژه برای تشخیص ویروس های آنفلوآنزا، توجه چشم گیری به دست آورده اند. دو نوع سنسور پیزوالکتریک وجود دارد، به عنوان مثال، موج انبوه (BW) و موج صوتی سطحی (SAW). این حسگرهای زیستی قادر به شناسایی موجودات بیوشیمیایی و تبدیل انرژی مکانیکی به برق هستند که در پاسخ به یک ورودی اندازه گیری خاص، یک انرژی قابل استفاده برای کاربر فراهم می کند. به عنوان مثال، ماده پیزوالکتریک، رزونانس مکانیکی کریستال را در فرکانس طبیعی خود تولید می کند. این فرکانس تحت تأثیر سیگنال الکتریکی خارجی است. همان طور که آنالیت مورد نظر در معرض ماده سنجشگر قرار می گیرد، سرانجام واکنشی رخ می دهد و باعث ایجاد تغییر در فرکانس می شود که باعث تغییر در اندازه گیری های الکتریکی می شود. بنابراین می توان با استفاده از سنسورهای ریز مقیاس یا نانومقیاس،

حاصل می شود ، که قادر به شناسایی پروتئین های اسپایک جذب شده است و از این رو ، حساسیت در محدوده سطح نانوگرم بالا بود. برای تشخیص SARS-CoV ، استفاده از حسگر ایمنی پیزوالکتریک سریع ، پایدار و موثر تعیین شده است. آلبانو و همکاران اثر نانو ذرات پارامغناطیس را با استفاده از نانوبیوسنسور بلور کوارتز پیزوالکتریک برای تشخیص نشانگرهای زیستی پروتئین در سطح pg/mL بررسی کرده است. تشخیص سریع در یک روش یک دقیقه ای با حد تشخیص $3/5$ نانوگرم در میلی لیتر بدست آمد که منجر به حساسیت بالا و نانوبیوسنسور انتخابی می شود. این نوع نانوبیوسنسور برای شناسایی ویروس هایی با قابلیت اطمینان بالا ، برای تعیین ویروس های تنفسی دیگر بسیار مطلوب است.

پیزوالکتریک برای تشخیص ویروس کرونا مرتبط با SARS (SARS-CoV) ساخته شد.

ادغام روش مبتنی بر میکروبالانس کریستال کوارتز (QCM) برای تشخیص چندین ویروس تنفسی مانند آنفلوانزا ، SARS-CoV و nCoV-2019 از آب دهان توسعه داده شده است. این روش را می توان برای آزمایش بدون برچسب در پاسخ زمان واقعی با حساسیت بالا استفاده کرد. نانوبیوسنسورهای مبتنی بر QCM مناسب ترین حسگر برای کاوش در سطح صاف هستند. برای تشخیص nCoV-2019 ، نمونه های سواب خوراکی برای اندازه گیری پاسخ پروتئین اسپایک SARS-CoV-2 جمع آوری شد. روش تشخیص سنسورهای مبتنی بر QCM بر اساس فعل و انفعالات بین گلیکوپروتئین اسپایک و سطوح حسگر

نتیجه گیری

با توجه به شیوع سریع COVID-19 در سراسر جهان و حرکت پنهان آن در بین حامل ها (به مدت ده تا چهارده روز) ، استفاده از روش های تشخیصی سریع ، آسان و ارزان و در دسترس همه بسیار مهم است. علیرغم استفاده از روشهای رایج در تشخیص COVID-19 ، مانند تصویربرداری ، آزمایش خون ، PCR و غیره به دلیل هزینه های بالا ، در برخی موارد حساسیت کم ، اختصاصیت و گزینش کم و عدم تخصص کافی به دلیل محدودیت پرسنل و تجهیزات پیشرفته ، به طور کلی محدودیت هایی را نشان می دهد. برای شناسایی بهتر و جلوگیری از شیوع ویروس به راه حل های فوری نیاز است. نانوبیوسنسور ها بیشترین پتانسیل را برای شناسایی و در نتیجه جلوگیری از شیوع ویروس کرونا دارند. نانومواد به دلیل خاصیت منحصر به فرد در مقیاس نانو وقتی در علوم کاربردی حس زیستی استفاده می شود ، تأثیر زیادی دارند. بنابراین ، ساخت نانوبیوسنسور ها می تواند ابزارهای لازم برای انجام تشخیص را در چند ثانیه ، با دقت بالا برای غربالگری انبوه فراهم کند. بسیاری از نانوبیوسنسورهای پیشنهادی برای شناسایی ویروس مسبب COVID-19 در حال رشد هستند و در مراحل مختلف توسعه قرار دارند.

- [1]. H. Sekimukai, N. Iwata-Yoshikawa, S. Fukushi, H. Tani, M. Kataoka, T. Suzuki, H. Hasegawa, K. Niikura, K. Arai, N. Nagata, Gold nanoparticle-adjuvanted S protein induces a strong antigen-specific IgG response against severe acute respiratory syndrome-related coronavirus infection, but fails to induce protective antibodies and limit eosinophilic infiltration in lungs, *Microbiology and Immunology* 64 (2020) 33-51.
- [2]. Chen Y, Liu Q, Guo D. Emerging coronaviruses: genome structure, replication, and pathogenesis. *J Med Virol.* 2020;92(4):418–423.
- [3]. WHO, World Health Organization (2020) Situation Report) Coronavirus disease 2019 (COVID-19). WHO, Geneva, p 40
- [4]. Peiris JSM, Guan Y, Yuen KY (2004) Severe acute respiratory syndrome. *Nat Med* 10:S88–S97
- [5]. McBride R, Fielding BC (2012) The role of severe acute respiratory syndrome (SARS)-coronavirus accessory proteins in virus pathogenesis. *Viruses* 4:2902–2923
- [6]. Signorelli C, Scognamiglio T, Odone A (2020) COVID-19 in Italy: impact of containment measures and prevalence estimates of infection in the general population. *Acta Biomed* 91(91):3S
- [7]. Shen M, Zhou Y, Abdu JY, Ye J, Al-Maskri AAA, Kang J, Zeng S, Cai S (2020) Recent advances and perspectives of nucleic acid detection for coronavirus. *J Pharm Anal* 10:97–101
- [8]. Bastos ML, Tavaziva G, Abidi SK, Campbell JR, Haraoui L-P, Johnston JC, Lan Z, Law S, et al. (2020) Diagnostic accuracy of serological tests for covid-19: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 370:m2516
- [9]. Carter LJ, Garner VV, Smoot JW, Li Y, Zhou Q, Saveson CJ, Sasso JM, Gregg AC, Soares DJ, Beskud TR, Jervy SR, Liu C (2020) Assay techniques and test development for COVID-19 diagnosis. *ACS Cent Sci* 6:591–605
- [10]. Kizek, R.; Krejcova, L.; Michalek, P.; Rodrigo, M.M.; Heger, Z.; Krizkova, S.; Vaculovicova, M.; Hynek, D.; Adam, V. Nanoscale virus biosensors: State of the art. *Nanobiosens. Dis. Diagn.* 2015, 4, 47–66.
- [11]. Srivastava, A.K.; Dev, A.; Karmakar, S. Nanosensors and nanobiosensors in food and agriculture. *Environ. Chem. Lett.* 2018, 16, 161–182.
- [12]. Han, J.-H.; Lee, D.; Chew, C.H.C.; Kim, T.; Pak, J.J. A multi-virus detectable microfluidic electrochemical immunosensor for simultaneous detection of H1N1, H5N1, and H7N9 virus using ZnO nanorods for sensitivity enhancement. *Sens. Actuators B Chem.* 2016, 228, 36–42.
- [13]. Saylan, Y.; Denizli, A. Chapter 30—virus detection using nanosensors. In *Nanosensors for Smart Cities*; Han, B., Tomer, V.K., Nguyen, T.A., Farmani, A., Kumar Singh, P., Eds.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2020; pp. 501–511.
- [14]. Takemura, K.; Adegoke, O.; Takahashi, N.; Kato, T.; Li, T.-C.; Kitamoto, N.; Tanaka, T.; Suzuki, T.; Park, E.Y. Versatility of a localized surface plasmon resonance-based gold nanoparticle-alloyed quantum dot nanobiosensor for immunofluorescence detection of viruses. *Biosens. Bioelectron.* 2017, 89, 998–1005.
- [15]. Shi, L.; Sun, Q.; He, J.; Xu, H.; Liu, C.; Zhao, C.; Xu, Y.; Wu, C.; Xiang, J.; Gu, D.; et al. Development of SPR biosensor for simultaneous detection of multiplex respiratory viruses. *Bio-Med Mater. Eng.* 2015, 26, S2207–S2216.
- [16]. Krejcova, L.; Nejdil, L.; Rodrigo, M.A.M.; Zurek, M.; Matousek, M.; Hynek, D.; Zitka, O.; Kopel, P.; Adam, V.; Kizek, R. 3D printed chip for electrochemical detection of influenza virus labeled with CdS quantum dots. *Biosens. Bioelectron.* 2014, 54, 421–427.
- [17]. Nguyen, T.H.; Ung, T.D.T.; Vu, T.H.; Tran, T.K.C.; Dong, V.Q.; Dinh, D.K.; Nguyen, Q.L. Fluorescence biosensor based on CdTe quantum dots for specific detection of H5N1 avian influenza virus. *Adv. Nat. Sci. Nanosci. Nanotechnol.* 2012, 3, 035014.
- [18]. Shen, F.; Wang, J.; Xu, Z.; Wu, Y.; Chen, Q.; Li, X.; Jie, X.; Li, L.; Yao, M.; Guo, X.; et al. Rapid Flu Diagnosis Using Silicon Nanowire Sensor. *Nano Lett.* 2012, 12, 3722–3730.
- [19]. Abdel-Karim, R.; Reda, Y.; Abdel-Fattah, A. Review—Nanostructured Materials-Based Nanosensors. *J. Electrochem. Soc.* 2020, 167, 03755.
- [20]. Layqah, L.A.; Eissa, S. An electrochemical immunosensor for the corona virus associated with the Middle East respiratory syndrome using an array of gold nanoparticle-modified carbon electrodes. *Microchim. Acta* 2019, 186, 224.

حذف آلاینده‌های روغنی از آب

به کمک پلی اورتان‌های اصلاح شده با نانو



امیررضا سالاری

دانشجوی مهندسی شیمی دانشگاه سراسری تبریز



یزدان امانی

دانشجوی مهندسی شیمی دانشگاه سراسری تبریز

ویراستار علمی: جناب آقای دکتر پیغمبر دوست

بنابراین، در این شرایط حذف روغن و سایر انواع آلاینده های آلی برای جلوگیری از انتشار آن ها و کاهش اثرات مخرب آن ها بر اکوسیستم بسیار مهم است. تکنیک های مختلفی برای حذف آلاینده های روغن از آب ایجاد شده است که به روش های شیمیایی، بیولوژیکی و فیزیکی طبقه بندی می شوند. این روش ها شامل انواع مختلف فیلترها، اسمز معکوس، اولترا فیلتراسیون، میکرو فیلتراسیون، فرآیندهای بیولوژیکی، شناور سازی با هوا، بيو راکتور غشایی، انعقاد شیمیایی، انعقاد و شناورسازی الکتریکی می باشند. جذب یکی از مناسب ترین روش ها برای از بین بردن آلاینده های روغن است زیرا می تواند روغن را به طور موثر از آب، خارج یا بازیابی کند. جاذب های روغن به سه نوع اساسی جاذب های آلی طبیعی، غیر آلی و مصنوعی تقسیم می شوند. برخی از نمونه های جاذب طبیعی مورد استفاده برای جذب روغن عبارتند از: باگاس نیشکر، الیاف گیاهی، بستر خاک اره، بنتونیت، کیتوزان، کربن فعال، ورمیکولیت، تراش های کروم و پیت. جاذب های مصنوعی مورد استفاده برای جذب آلاینده های روغنی شامل پودر لاستیک، پرلیت منبسط شده، مواد پلیمری مبتنی بر لاستیک بوتیل، ژئولیت های سیلیس بالا، باگاس مغز کربنیزه، منسوجات بی بافت پشمی، آئروژل های آبگریز، کاه برنج استیل شده، گرافیت لایه برداری شده، رس های معدنی، پلی پروپیلن و فوم های پلی اورتان اولئوفیلیک.

تخلیه روغن در محیط طبیعی و اکوسیستم های آبی می تواند مشکلات جدی جهانی و زیست محیطی ایجاد کنند. توسعه صنعتی باعث افزایش تخلیه فاضلاب های روغنی به محیط زیست شده است. حمل و نقل نفت با متوسط سالانه حدود ۵ میلیون تن از طریق دریاها، خطر زیادی برای آلودگی اکوسیستم دریایی ایجاد می کند.



صنعت نفت، به ویژه فرآیندهای تصفیه روغن و حمل و نقل، نقش عمده ای در این مشکل دارد. با این حال، افزایش مصرف روغن و ایجاد پالایشگاه های بیشتر در نزدیکی شهرها و مناطق پرجمعیت باعث آلودگی شدید در آب های زیرزمینی و سطحی شده است. آلاینده های روغنی موجود در آب های آلوده ممکن است به اشکال مختلف مانند چربی ها، روان کننده ها، مایعات برش دهنده، هیدروکربن های سنگین (تار، روغن، روغن خام و روغن دیزل) و هیدروکربن های سبک (نفت سفید، سوخت جت و بنزین) شناسایی شوند.

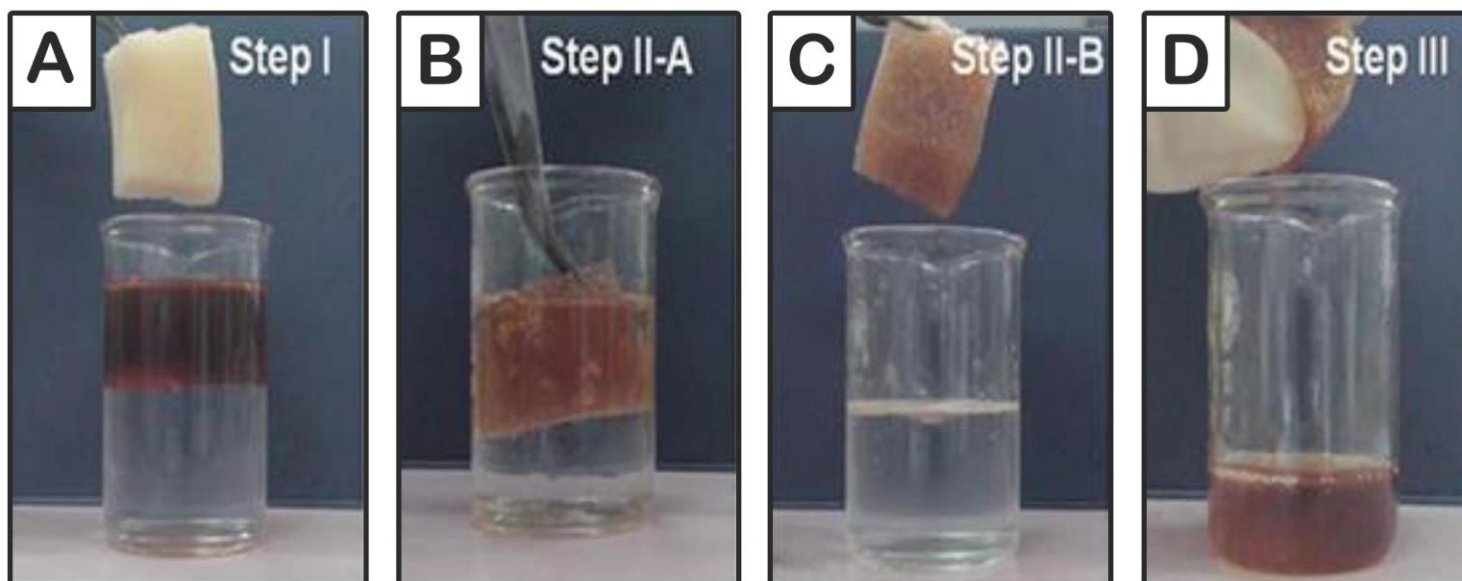
پلی اورتان به صورت فوم یک منطقه خاص بزرگ و فضای کافی برای جذب را فراهم می کند. فوم های پلی اورتان (PUF) به دلیل ویژگی های خاص آن ها از جمله تراکم کم، تخلخل زیاد و تولید صنعتی، توانایی قابل توجه جذب روغن را نشان داده اند. نانو رس و نانو سیم های MnO_2 یکی از موادی هستند که می توانند ساختار فوم پلی اورتان را اصلاح کنند.

در ساختار PUF به منظور افزایش مقاومت فوم و باز شدن سلولهای آن از نانورس کلوسیت $20A$ استفاده می شود. علاوه بر این، نانو رس خود یک جاذب روغن است، اما نیاز به اصلاح ساختاری دارد. هدف اصلی این مطالعه بررسی تأثیر حضور نانو رس کلوسیت $20A$ و نانوسیم MnO_2 در ساختار فوم PU بر راندمان حذف روغن و اثر بازسازی شیمیایی فوم و همچنین عملکرد آن می باشد. برای افزایش حذف آلاینده های روغن از آب، ساختار فوم پلی اورتان با اضافه کردن نانو رس کلوسیت $20A$ به آن اصلاح شد. سپس فوم پلی اورتان خالص و اصلاح شده (جاذب های نانوکامپوزیتی) با استفاده از اسکن میکروسکوپ الکترونی، اشعه ایکس و تست های اسپکتروسکوپی مادون قرمز فوریه، مشخص شد. مقدار وزن مطلوب از کلوسیت اضافه شده $20A$ به ساختار فوم 3% وزنی بود که باعث بهبود ظرفیت جذب تا 16% و راندمان حذف روغن تا 56% در سیستم آب و روغن شد. ویژگی قابلیت استفاده مجدد از پلی اورتان و نانوکامپوزیت های 3% درصد وزنی و نانو رس کلوسیت $20A$ با درصد وزنی 4% از طریق بازسازی شیمیایی توسط تولوئن و اتر نفت مورد بررسی قرار گرفت. در مورد ساختار اصلاح شده فوم پلی اورتان با نانورس (نانوکامپوزیت ها)، بازسازی شیمیایی، راندمان حذف روغن را کاهش داد، اما ظرفیت جذب را در

محدوده های پایین تا متوسط غلظت اولیه روغن، افزایش و در محدوده های بالای غلظت اولیه روغن، کاهش داد. از نتایج این تحقیق نتیجه گرفته می شود که ظرفیت جذب روغن در محدوده های پایین غلظت اولیه روغن، افزایش یافته است، در حالی که در غلظت های بالای روغن در مورد نانوکامپوزیت های 2% درصد وزنی و کلوسیت $20A$ با درصد وزنی 4% کاهش یافته است. نانوکامپوزیت با 3% درصد وزنی رس، افزایش جذب در تمام غلظت های اولیه روغن را نشان داده است و بازده جذب نانو کامپوزیت ها در مقایسه با فوم PU خالص افزایش یافته است. بازسازی شیمیایی فوم خالص باعث افزایش ظرفیت جذب و کارایی شده است در حالی که در مورد نانو کامپوزیت ها، ظرفیت جذب و کارایی کاهش یافته است به جز نانوکامپوزیت 3% درصد وزنی، که نشان دهنده افزایش بازده است.

روش دیگر، استفاده از کامپوزیت های فوم نانوسیم یا همان پلی اورتان MnO_2 است که از فوم PU به عنوان بستر متخلخل و نانوسیم های MnO_2 به عنوان اصلاح کننده استفاده می شود. برای سنتز نانوسیم های MnO_2 روش هیروترمال و سپس از فناوری فوم سازی برای ساخت نانو سیم های MnO_2 استفاده می شود. به منظور افزایش آبگریزی و خواص اولئوفیلیک، سطح نانوسیم های MnO_2 به طور شیمیایی، با استفاده از عامل اتصال سیلان اصلاح شد. همانطور که انتظار می رود نه تنها کامپوزیت های نانو سیم موجود در فوم MnO_2 به طور موثر روغن را از آب جدا می کنند، بلکه دارای ظرفیت جذب بسیار بالایی برای حذف حلال های آلی از آب تا $40/15$ برابر وزن خودشان هستند از همه مهم تر، کامپوزیت های فوم نانوسیم MnO_2 بدست آمده نشان داده اند که دارای قابلیت

Oil-Water Separation by Modified PU



به مدت ۱۲ ساعت خشک می شوند. این فرایند ۵ بار تکرار می شود تا قابلیت استفاده مجدد نانوسیم های MnO_2 را در کامپوزیت های فوم تایید کند، کامپوزیت های فوم PU قبل و بعد از هر چرخه ی جذب روغن توزین شدند. در نتیجه بررسی ها مشخص شد که با قرار دادن کامپوزیت های فوم تحت ۵ دوره جذب - دفع، فوم ها قابلیت استفاده مجدد بسیار عالی با راندمانی بالغ بر ۸۷٪ پیدا می کنند.

فوم PU سنتز شده می توانند به عنوان یک ماده کارآمد جذب کننده روغن برای جداسازی روغن ها و حلال های آلی به کار رود. این مزایا باعث می شود که کامپوزیت های نانو رس کلوسیت ۲۰A و نانوسیم MnO_2 به عنوان جاذب های روغن گزینه های ایده آل برای تمیز کردن و جداسازی روغن از آب باشند.

بازیابی عالی روغن و قابلیت بازیافت روغن جذب شده هستند. جذب روغن با غوطه وری نانوسیم های MnO_2 انجام شده و نمونه های کامپوزیت به روغن یا حلال های آلی تبدیل می شوند. ظرفیت جذب روغن نانو سیم های MnO_2 با روش توزین تعیین شد. برای آزمایش ظرفیت بازسازی نمونه های کامپوزیت فوم نانوسیم MnO_2 ، روغن های اشباع شده و حلال های آلی جذب شده در فوم ها، ابتدا با یک روش فشرده سازی مکانیکی ساده فشرده می شوند. سپس، حلال های آلی جذب شده نمونه ها به طور مستقیم در کوره خشک می شوند و سپس در محیط ۱۲۰ درجه سانتی گراد تحت عملیات حرارتی در فشار جو به مدت ۱۲ ساعت قرار می گیرند؛ برای آزاد سازی روغن جذب شده، نمونه ها در ۵۰ میلی لیتر اتانول بدون آب غوطه ور شده و پس از آن در ۱۲۰ درجه سانتی گراد

- [1] D. Wang, T. Silbaugh, R. Pfeffer, Y.S. Lin, Removal of emulsified oil from water by inverse fluidization of hydrophobic aerogels, *Powder Technol.* 203 (2010) 298–309.
- [2] A. Srinivasan, T. Viraraghavan, Oil removal from water using biomaterials, *Bioresour. Technol.* 101 (2010) 6594–6600.
- [3] A.A. Al-Majed, A.R. Adebayo, M.E. Hossain, A sustainable approach to controlling oil spills, *J. Environ. Manage.* 113 (2012) 213–227.
- [4] A. Dongil, B. Bachiller-Baeza, A. Guerrero-Ruiz, I. Rodríguez-Ramos, A. Martínez-Alonso, J. Tascón, Surface chemical modifications induced on high surface area graphite and carbon nanofibers using different oxidation and functionalization treatments, *J. Colloid Interface Sci.* 355 (2011) 179–189.
- [5] Y.V. Pokonova, Carbon adsorbents from petroleum residues, *Fuel Sci. Technol. Int.* 11 (1993) 875–882.
- [6] I.W. Cumming, R.G. Holdich, I.D. Smith, The rejection of oil using an asymmetric metal microfilter to separate an oil in water dispersion, *Water Res.* 33 (1999) 3587–3594.
- [7] S. Al-Jeshi, A. Neville, An experimental evaluation of reverse osmosis membrane performance in oily water, *Desalination* 228 (2008) 287–294.
- [8] C. López-Vazquez, C. Fall, Improvement of a gravity oil separator using a designed experiment, *Water Air Soil Pollut.* 157 (2004) 33–52.
- [9] B. Reed, W. Lin, R. Viadero Jr., J. Young, Treatment of oily wastes using highshear rotary ultrafiltration, *J. Environ. Eng.* 123 (1997) 1234–1242.
- [10] J.C. Campos, R.M.H. Borges, A.M. Oliveira Filho, R. Nobrega, G.L. Sant’Anna Jr, Oilfield wastewater treatment by combined microfiltration and biological processes, *Water Res.* 36 (2002) 95–104.
- [11] C. Teas, S. Kalligeros, F. Zankos, S. Stournas, E. Lois, G. Anastopoulos, Investigation of the effectiveness of absorbent materials in oil spills clean up, *Desalination* 140 (2001) 259–264.
- [12] W. Scholz, W. Fuchs, Treatment of oil contaminated wastewater in a membrane bioreactor, *Water Res.* 34 (2000) 3621–3629.
- [13] C.C. Ho, C.Y. Chan, The application of lead dioxide-coated titanium anode in the electroflotation of palm oil mill effluent, *Water Res.* 20 (1986) 1523–1527.
- [14] A. Cybulski, J. Trawczynski, Catalytic wet air oxidation of phenol over platinum and ruthenium catalysts, *Appl. Catal. B* 47 (2004) 1–13.
- [15] X. Qi, Z. Jia, Y. Yang, Sorption capacity of new type oil absorption felt for potential application to ocean oil spill, *Proc. Environ. Sci.* 10 (2011) 849–853.
- [16] P.C. Brandão, T.C. Souza, C.A. Ferreira, C.E. Hori, L.L. Romanielo, Removal of petroleum hydrocarbons from aqueous solution using sugarcane bagasse as adsorbent, *J. Hazard. Mater.* 175 (2010) 1106–1112.
- [17] T.R. Annunciado, T.H.D. Sydenstricker, S.C. Amico, Experimental investigation of various vegetable fibers as sorbent materials for oil spills, *Mar. Pollut. Bull.* 50 (2005) 1340–1346.
- [18] Á. Cambiella, E. Ortea, G. Ríos, J.M. Benito, C. Pazos, J. Coca, Treatment of oil-inwater emulsions: performance of a sawdust bed filter, *J. Hazard. Mater.* 131 (2006) 195–199.
- [19] A.L. Ahmad, S. Sumathi, B.H. Hameed, Residual oil and suspended solid removal using natural adsorbents chitosan, bentonite and activated carbon: a comparative study, *Chem. Eng. J.* 108 (2005) 179–185.
- [20] D. Mysore, T. Viraraghavan, Y.-C. Jin, Treatment of oily waters using vermiculite, *Water Res.* 39 (2005) 2643–2653.

حل معضل برش‌های سنگین نفتی به وسیله نانوکاتالیست‌ها

مهسا جدیری

دانشجوی مهندسی شیمی دانشگاه سراسری تبریز



مقدمه

برش سنگین نفتی، به هر نوع نفت خامی گفته میشود که درجه ی سبکی، آن ۲۵ یا کمتر باشد و گرانی آن تا چند هزار سانتی پواز برسد. استفاده مستقیم از این برش به دلیل چگالی و گرانی و وجود مقادیر زیادی از گوگرد نیتروژن و فلزات سنگین، مشکل است (۱)؛ به طوریکه علاوه بر سختی استحصال و انتقال این برش، قیمت آن در بازارهای جهانی نیز کمتر از برش‌های سبکتر است.

با افزایش مصرف روزانه نفت خام سبک، کاهش ظرفیت مخازن نفتی سبک و این که میزان ذخایر نفت خام سنگین و فوق سنگین دنیا بیش از دو برابر نفت خام متعارف است، نفت خام سنگین یک منبع عمده و اساسی تأمین انرژی در جهان به حساب می آید.

هم اکنون ذخایر نفت سنگین در دنیا با ظرفیت تولید نزدیک بر ۶ تریلیون بشکه نفت وجود دارد و تاکنون در بیش از هفتاد کشور جهان وجود مخازن نفتی سنگین شناسایی و ثبت شده که بیشتر این مخازن در کانادا، ونزوئلا، روسیه، خاورمیانه است. پس ضروری است که کیفیت نفت خام سنگین را ارتقا داده تا هم وزن مولکولی آن کاهش یابد و هم آلاینده‌های آن قبل از ورود به پالایشگاه حذف شوند.

✓ فرآیندهای پالایش نفت

۱. تفکیک

۲. فرآیندهای تبدیلی. این فرآیندها اندازه و ساختار مولکولی هیدروکربن‌ها را تغییر میدهند که شامل موارد زیر است.

الف. تجزیه (تقسیم)

ب. همسانسازی (ترکیب)

ج. جایگزینی (نو آرائی)

۳. فرآیندهای عمل آوری

۴. تنظیم و اختلاط

تجزیه یکی از قسمت‌های فرآیندهای تبدیلی است فرآیندهای کراکینگ و هیدروکراکینگ کاتالیستی

جز فرایندهای است، که در مرحله تجزیه صورت می پذیرند. (۲)

✓ کراکینگ کاتالیستی

روشی است برای تبدیل هیدروکربنهای نفتی نسبتاً سنگین به محصولات سبک‌تر و با ارزش تریه وسیله برخورد هیدروکربنهای نفتی سنگین با کاتالیست داغی که به شکل پودر می‌باشد در شرایط خاصی از دما و فشار و در مدت زمان معینی انجام می‌گیرد. استفاده کردن از کاتالیست باعث می‌شود که واکنشهای شکست مولکولی در فشار پایین تر انجام پذیرد و محصولاتی با کیفیت بالاتر بدست آید. کاتالیست‌های

✓ هیدروکانورژن

هیدروکانورژن؛ فرآیند شکست کاتالیستی در حضور نانو کاتالیزور و هیدروژن است که با هدف تبدیل نفت خام سنگین با درجه سبکی کمتر از ۵ به برش‌های سبک با درجه سبکی ۳۴ و همچنین تبدیل ته مانده‌های سنگین نفت خام به برش‌های میان تقطیر استفاده می‌شود. این فرآیند، شرایط عملیاتی مناسب تری نسبت به دیگر روش‌های ارتقای کیفیت نفت خام سنگین، فشار ۶۰-۷۰ بار و دمای ۴۰۰-۴۵۰ درجه سانتی گراد، دارد. (۴)

✓ کاتالیست

کاتالیست، ماده‌ای است که سرعت واکنش را افزایش می‌دهد. هدف شیمی‌دانان، تولید کاتالیستی با فعالیت و بازده بالا، گزینش پذیری کامل، قابلیت جداسازی و بازیابی از مخلوط واکنش، مصرف انرژی کم و عمر زیاد است.

عملکرد کاتالیست با کنترل متغیرهایی همچون اندازه ساختار، توزیع فضایی و الکترونی، ترکیب سطح، پایداری گرمایی و شیمیایی می‌تواند تعیین شود. کاتالیست مناسب، باید سطح فعال زیاد داشته و قابل جداسازی باشد. فناوری نانو، می‌تواند سطح فعال بیشتری را برای کاتالیست فراهم آورد. (۴)

کاتالیست‌ها جزو نخستین کاربردهای فناوری نانو در مقیاس صنعتی بوده‌اند. پالایشگاه نفت بزرگترین مصرف کننده نانوکاتالیست‌هاست. با رشد پیوسته فعالیت‌های صنعتی و وسایل نقلیه نیاز به محصولات نفتی بیشتر شده است که موجب افزایش تقاضا برای نانوکاتالیست‌ها در فرآیندهای پالایش نفت شده است.

مورد استفاده در واحدهای کراکینگ، عموماً مواد جامد مانند زئولیت‌ها، هیدروسلیکات آلومینیوم، بوکسیت و سیلیکا-آلومینا می‌باشد که می‌توان از ساختارهای نانوکاتالیست‌های فوق‌الذکر استفاده کرد.

هیدروکراکینگ برای خوراک‌هایی مورد استفاده قرار می‌گیرد که فرایندهای کراکینگ کاتالیستی یا تبدیل کاتالیستی در مورد آنها به سختی انجام می‌گیرد مانند نفت خام غنی از آروماتیک‌های پلیسیکلیک یا حاوی غلظت‌های بالای ترکیبات گوگرد و نیتروژن که مسموم کننده کاتالیست‌ها هستند. (۱)

✓ هیدروکراکینگ

هیدروکراکینگ یک فرآیند دو مرحله‌ای شامل کراکینگ کاتالیستی و هیدروژناسیون می‌باشد که در طی این مراحل خوراک ورودی در حضور هیدروژن به محصولات سبک‌تر و با ارزش ترشکسته می‌شود.

این فرایند در فشار و دمای بالا و با حضور کاتالیست و هیدروژن انجام می‌شود در هیدروکراکینگ بطور معمول از کاتالیست‌های آلومینا، زئولیت‌ها و پلاتین استفاده می‌شود، اما به تازگی برای هیدروکراکینگ یک کاتالیست تازه اختراع شده، پلاتین-نیکل-مولیبدن روی پایه زئولیتی، که در هیدروکراکینگ نفت‌های سنگین مورد استفاده قرار می‌گیرد.

این فرآیندها به دلیل راندمان تولید پایین، محصولات با کیفیت پایین تولید می‌کنند و همچنین به خاطر فشار بالای عملیات به سرمایه زیادی نیاز دارند.

هیدروکانورژن کاتالیستی، یک فرآیند شکست کاتالیستی است که در آن از یک نانو کاتالیست خاص استفاده می‌شود که باعث تصحیح فرآیند هیدروکراکینگ معمولی می‌شود. (۳)

با سرد کردن و دو مرحله جداسازی در فشار بالا و پایین، گازهای سبک که عمده آن هیدروژن است، از محصولات مایع جدا می‌شوند. گازهای خروجی از مرحله جداسازی در فشار بالا، پس از فرآورش، به وسیله کمپرسور به ابتدای فرآیند بازگردانده و برش‌های محصول‌های مایع نیز در برج تقطیر از یکدیگر جداسازی می‌شوند. ذرات کاتالیست در باقیمانده سنگین باقی می‌ماند و پس از مراحل بازیافت به ابتدای فرآیند فرستاده می‌شود.

در این فرآیند فعالیت کاتالیست در اثر حضور کک و فلزات سنگین روی سطح کاتالیست، کاهش پیدا نمی‌کند؛ به این ترتیب فرآیند هیدروکانورژن، فرآیندی است که با هر نوع نفت خام و باقی مانده سنگین نفتی با هر میزان آسفالتن، گوگرد و فلزهای سنگین می‌تواند عمل کند.

✓ مزایای روش هیدروکانورژن

۱. قابل استفاده بودن برای خوراک‌های مختلف با مقادیر بالای گوگرد و فلزات سنگین
۲. حذف کامل فلزات سنگین از نفت
۳. کاهش ۶۰ درصدی گوگرد
۴. میزان ناچیز تشکیل کک (کمتر از ۱ درصد)
۵. بازیابی بیش از ۹۵ درصد کاتالیست
۶. راندمان بالای تولید (۹۵-۹۰ درصد)
۷. دارا بودن محصولات جانبی ارزشمند از جمله آمونیوم سولفات و اکسید فلزات سنگین
۸. تولید بخار مورد نیاز واحد از بخش بازیابی کاتالیست و هزینه پایین کاتالیست
۹. انعطاف پذیری بالا نسبت به شدت جریان و ترکیبات فلزی و گوگردی
۱۰. تمیزی واکنش از نظر زیست محیطی در مقایسه با روش‌های مشابه

صنایع پالایش در سال ۲۰۱۳ بزرگترین سهم بازار را در میان سایر کاربردها برای نانوکاتالیست به خود اختصاص داده است.

✓ نانوکاتالیست

به کاتالیست‌های حاوی نانوذرات، نانوکاتالیست می‌گویند. به‌طور کلی ابعاد نانو، شرایطی عالی برای علم کاتالیست مهیا کرده است. سطح فعال و قابلیت جداسازی در پایان واکنش در نانوکاتالیست‌ها باعث افزایش سرعت و بازده واکنش می‌شود. جداسازی و تغییر در عملکرد آنها توسط اصلاح شیمیایی آسان است.

نانوکاتالیست، در حقیقت پلی میان کاتالیست‌های همگن و ناهمگن هستند. که محاسن کاتالیست‌های همگن، سطح موثر زیاد، و ناهمگن، قابل جداسازی بودن آن‌ها، را داراست.

ساختارهای نانوکاتالیستی بسیار متنوع هستند؛ براساس خواص شیمیایی نانوکاتالیست‌ها، بازار جهانی آن‌ها می‌تواند به چهار دسته ی نانوذرات، نانوکریستال‌ها، نانوتخلخل‌ها و سوپرمولکول‌ها تقسیم شود. (۵،۶)

✓ فرآیند هیدروکانورژن

در فرآیند هیدروکانورژن، ذرات کاتالیست با مقیاس نانویی در حضور هیدروژن به آسفالتن‌ها نزدیک و از شکست آن‌ها ترکیب‌های سبک‌تری ایجاد می‌شود؛ واکنش‌های مطلوب بین واکنشگرها و سرعت انجام واکنش بسیار بیشتر از حالت معمول است. در جریان این فرآیند خوراک هیدروژن و کاتالیست با یکدیگر مخلوط و پس از حرارت‌دهی و رسیدن به دمای مناسب وارد راکتور می‌شوند. درون راکتور، خوراک (نفت سنگین یا ته مانده سنگین برج تقطیر) در حضور هیدروژن و نانو کاتالیست به برش‌های سبک‌تر شکسته و هیدروژنه می‌شود.

هدف ارتقای کیفیت ته مانده برج تقطیر در خلا و افزایش ظرفیت تولید آنها از دیگر کاربردهای استفاده از فرآیند هیدروکانورژن با هدف ارتقای کیفیت نفت خام سنگین است. (۳,۴)

فراهم آمدن امکان استفاده از فرآیند هیدروکانورژن در محل استخراج نفت خام علاوه بر انتقال آسان و کاهش هزینه های آن، سبب افزایش قیمت می شود. همچنین فراهم آمدن امکان استفاده از فرآیند هیدروکانورژن برای طراحی و ساخت پالایشگاه های نفت خام فوق سنگین و پالایشگاه های موجود با

مراجع:

1. WEC (2007). Survey of Energy Resources 2007: Natural Bitumen - Definitions. World Energy Council
۲. پتروشیمی، روشهای تولید فرآورده ها در صنعت پتروشیمی، دکتر مرتضی خسروی فتح آبادی
3. James H. Gary; Glenn E. Handwerk (2001). Petroleum Refining: Technology and Economics (4th ed.). CRC Press.
۴. سیدعصایی، سیددانیال و وفاجو، لیلا و خراشه، فرهاد، ۱۳۹۴، متداولترین نانوکاتالیستهای تجاری فرآیند هیدروکانورژن، اولین همایش ملی تکنیک های نوین در تجهیزات و مواد آزمایشگاهی صنعت نفت ایران، تهران
<https://civilica.com/doc/403975>
۵. خاکپور، سجاد و قوام، سیدمحمدرضا و خوش چهره، محمدرضا و رضانی، امید، ۱۳۹۰، بررسی کاربرد نانو کاتالیست ها در صنایع نفت و پتروشیمی، همایش کاربرد نانوتکنولوژی در صنایع نفت و پتروشیمی، ماهشهر
6. <https://civilica.com/doc/112564>
7. <http://edu.nano.ir/paper/59>

نانو فولاد



امیررضا یزدانفر

دانشجوی مهندسی مواد و متالورژی دانشگاه تبریز

وجود آورند. پیشرفت علم در حوزه نانوذرات فلزی و دستاوردهای بزرگ در این زمینه باعث بهبود ویژگی‌های فلزات از جمله فولاد شده است. اضافه کردن نانوذراتی مانند مس، مولیبدن و وانادیم و یا تغییر یا بهبود روش تولید قطعات صنعتی باعث بهبود خواص مکانیکی فولاد و در مواردی کاهش هزینه‌های ساخت می‌شود.

پوششدهی روش های تغییر شکل شدید (ریز دانه کردن) استفاده از روشها می تالورژی پودر رسوبدهی افزودن نانوذرات که در ادامه به برخی از این روش ها اشاره خواهد شد.

نمونه هایی از بهبود خواص خوردگی فولاد با استفاده از نانو تکنولوژی

۱- برای افزایش مقاومت به خوردگی فولاد های فريتی ميتوان از حذف دسته از سلول های میکرو گالوانیکی استفاده کرد. نقش فناوری نانو در این مورد کمک به جلوگیری از تشکیل کاربید های آزاد و یا کاهش مقدار آن میباشد. و در تایجه افزایش مقاومت به خوردگی ، استحکام و سایر خواص مکانیکی این فولاد را به همراه دارد.

۲- با ایجاد لایه نانو بر روی فولاد زنگ زن و همچنین ایجاد حد تعادلی از دو خاصیت شکل پذیری و سختی ، تراشنده ی فولادی نانو فلکس تولید شده است که در دستگاه های تراش و برش و سوزن های پزشکی کاربرد دارد.

محصولات ساخته شده از طریق تکنولوژی نانو دارای مشخصات منحصر به فردی هستند. این تکنولوژی می‌تواند در بسیاری از فرآیندهای ساخت و طراحی به کار برده شود. این مشخصات منحصر به فرد قادر هستند که بسیاری از مشکلات کنونی در زمینه تولیدات فولاد را حل کرده و در فرآیند ساخت تغییراتی را به

استفاده از فناوری نانو در صنعت فولاد میتواند

باعث موارد ذیل شود:

+تولید فولادها مغناطیسی

+افزایش مقاومت در برابر خوردگی

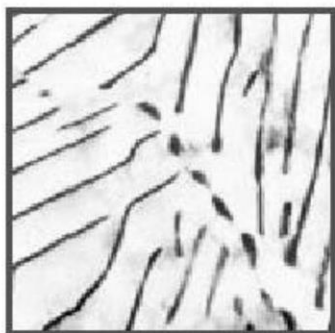
+افزایش استحکام

+افزایش مقاومت خزشی

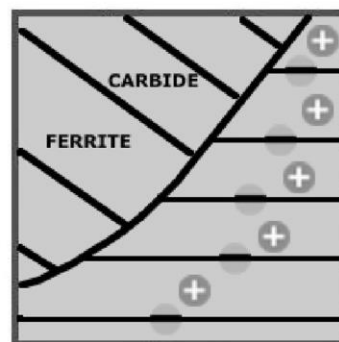
+کاهش وزن

+افزایش شکل پذیری

موارد کاربرد این محصولات در قطعات مولد ها و ژنراتور ها ، دستگاه های پزشکی کاهش وزن موتورها، افزایش مقاومت پوششی (تماس با آب) ، دستگاههای برش و تراش، سوزنهای پزشکی، حاملهای سوخت، سکوها، مخازن و لوله های انتقال گاز، بدنه و اجزای موتور خودرو همانند سیستم تعلیق و شاسی، موتور هواپیما، موتورهای یزلی، محافظ در مقابل اشعه و بسیار دي موارد يگر است جهت تولید محصولات نانو ساختار روشهای مختلفی مورد استفاده قرار میگیرد از جمله عبارتند از:



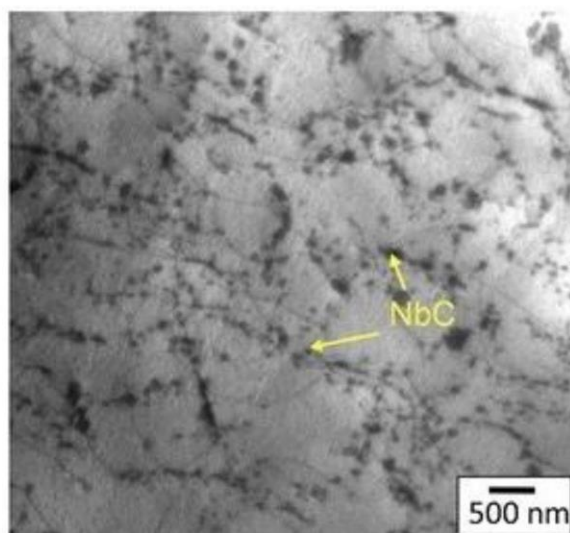
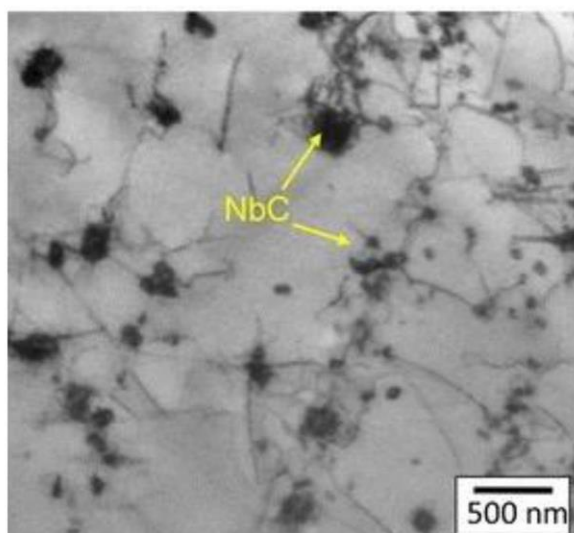
شکل (۱) مسپر گالوانیکی پیوسته در ساختار فریت-کاربید



شکل (۲) فولاد سلول های میکرو گالوانیکی در ساختار فولاد

۳- پوشش فولاد ابر سخت (SHS)

مقاومت به خوردگی بالا ایجاد کرده و موجب کاهش وزن هم میگردد. از کاربرد های آن، به کاهش وزن سفینه ها و راکت ها، افزایش مقاومت پوششی در تجهیزات دریایی و پوششی سخت تر از پوشش آلیاژ کاربید-تنگستن-کروم میتوان اشاره کرد



شکل (۳) سمت راست CF8C-PLUS شکل سمت چپ CF8C استاندارد

نمونه هایی از بهبود مقاومت خزشی و دمای بالا:

۱- فولاد زنگ نزن ریختگی CF8C-PLUS

مکانیکی، خستگی حرارتی، و همچنین اکسید شدن تا دمای حدود ۸۵۰ درجه سانتی گراد یعنی ۲۰۰ درجه بالا تر از فولاد های ریختگی مشابه یعنی CF8C استاندارد و عدم تفاوت چندان هزینه ساخت.

که از عناصر منگنز، نیتروژن و کاربید نیوبیوم تولید می شود در قطعات دما بالا مانند موتور های دیزلی، توربین های گازی و قطعات ژنراتور کاربرد دارد؛ از مزایای این فولاد می توان به مقاومت خزشی خوب، خستگی

۱- نوع محصول تولیدی، آلیاژ تیتانیوم و فولاد زنگ نزن می باشد که کاربرد آن در مهندسی پزشکی و قطعات قابل کاشت در بافت های زنده می باشد. برای این کار پوشش دهی توسط ذرات نانومتری NH_2 و SiO_2 انجام می شود. تاثیر های این پوشش دهی بر خواص سطحی از جمله مقاومت به خوردگی، سایش مکانیکی، سازگاری با بافت های زنده، زبری و نرمی مناسب می باشد.

۲- با ایجاد لایه عایقی بر روی ورقه های فولاد سیلیکون با دانه های جهت دار شامل کلویید سیلیکا با دانه های کوچکتر از ۵۰ نانومتر و ماده کلوییدی با اندازه بالای ۸۰ نانومتر ایجاد میشود که در پی آن بهبود خواص روانکاری، مقاومت گرمایی بالا، کار پذیری خیلی خوب به دست آمده که دارای کاربرد های الکتریکی و تولید هسته های پیچیده ای ترانسفورماتور ها با چگالی شار مغناطیسی بالا و اتلاف آهنی پایین می باشد.

۳- با کوچک کردن ذرات آلیاژی در حد نانو و استفاده از آنها برای رسوب سختی باعث بهینه سازی شرایط نورد گرم و رسیدن رسوبات به اندازه نانو میرسند که این عمل باعث تولید فولاد با استحکام بیشتری در واحد وزن میشود و در نتیجه باعث کمتر شدن وزن نهایی و بالارفتن استحکام نسبی می شود.

به عنوان مثال استحکام در فولاد های معمولی ۵۹۰ نیوتون بر میلی متر مربع می باشد که با استفاده از ذرات نانو این عدد میتواند به ۷۸۰ نیز برسد

تشکیل شده از فاز بینیت، تافنس (قابلیت جذب ضربه) با استحکام بیشتری نسبت به سیم های با سمانتیت لایه ای دارند. کاربرد این سیم های فولادی در وسایل سیم اره برش رشته های فولادی و کامپیوترهای شخصی است.

۲- موسسه بین المللی علم مواد در ژاپن با افزودن ذرات نانو متری به یک ترکیب خاص آلیاژی افزایشی در حدود ۱۰۰ برابر در مقاومت خزشی فولاد ایجاد کرده است. فولاد های قالب کار، ورق های زره ای و نیز بهبود دهنده خواص سیستم های کبالت دار با افزایش سختی و مقاومت در برابر نرم شدگی در دما های بالا میباشد.

۳- روشی برای کاهش قابل ملاحظه استفاده از کبالت در فولاد بدون کاهش خواص سختی و مقاومت در دماهای بالا بدست آمده است که در این روش ابعاد دانه ها این آلیاژ، نانو ساختاری است و دارای ترکیب های بین فلزی سیلیکون، نیکل، آلومینیوم، مس و منگنز است. کاربرد آن در فولاد های مقاوم در برابر گرما، مانند ابزار های فولادی سرعت نمونه هایی از پوشش دهی محصولات فولادی

نمونه هایی از بهبود خواص استحکامی فولاد

۱- نانو ساختار کردن فولاد با روش تغییر شکل پلاستیک شدید با عبور از قالب تحت فشار بالا و تبدیل فولاد و آلیاژها فلزی به ریزساختار در ابعاد نانو افزایش سختی و استحکام مکانیکی تا چندین برابر ایجاد میگردد که در تهیه ایمپلنتهای پزشکی (نانو ساختار) با سازگاری بهتر با بدن به کار می رود

۲- با افزودن Si و Cr به کابل ها و تولید سیم گالوانیزه استحکام بالا با پوشش نانویی میتوان کابل هایی را تولید کرد که نیروی کششی تا 200 kg/mm^2 تحمل کند

ساخت سیم های فولادی با استحکام و تافنس بالا

ریز ساختار سیم های فولادی اغلب شامل پرلیت ها ریزو درشت است که در آن سمانت لایه ای به صورت بی شکل یا شبه بی شکل است. در این روش با تغییر فرآیند حرارتی فاز بینیت به جای فاز پرلیت تشکیل می شود که دارای نرمی بیشتر میباشد. سیم های فولادی

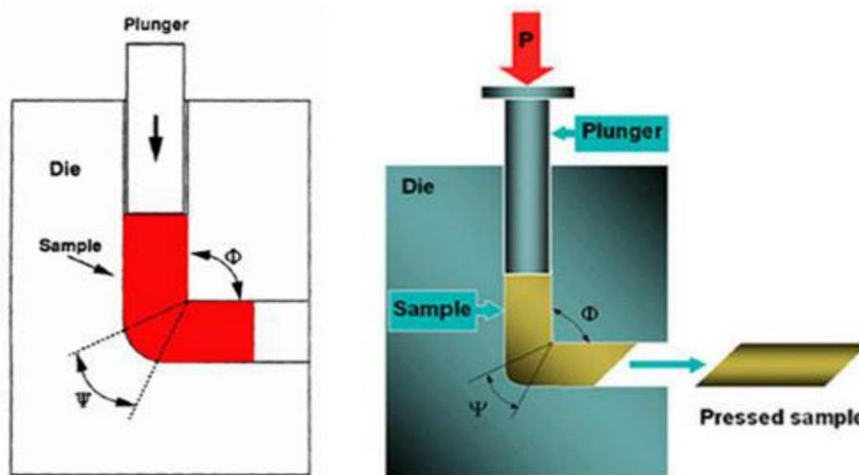
تغییر شکل پلاستیکی شدید در تولید فلزات نانو ساختار

،انعطاف پذیری خوب، شکل پذیری) شکل میگیرند. همچنین در این روش میتوان از ورقهای نازکتر استفاده نمود که در صنعت خودروسازی مورد استفاده است. روشها متعددی برای ایجاد کرنشهای بالا و تولید فلزات نانو ساختار ایجاد شده اند که در ادامه به برخی از آنها اشاره می گردد.

برای تولید مواد نانو ساختار برای کاربردهای صنعتی از تغییر شکل پلاستیک شدید استفاده میشود که در آن ایجاد کرنشهای بالا نزدیک ۴ در مواد فلزی بدون تغییرات ابعادی صورت میگیرد و امکان تولید دانه های بسیار ریز با ساختارهای نانو کریستالی را میسر میسازد. در این روش موادی با خواص مکانیکی بسیار عالی (استحکام بالا

۱- Equal Channel Angular Pressing (ECAP)

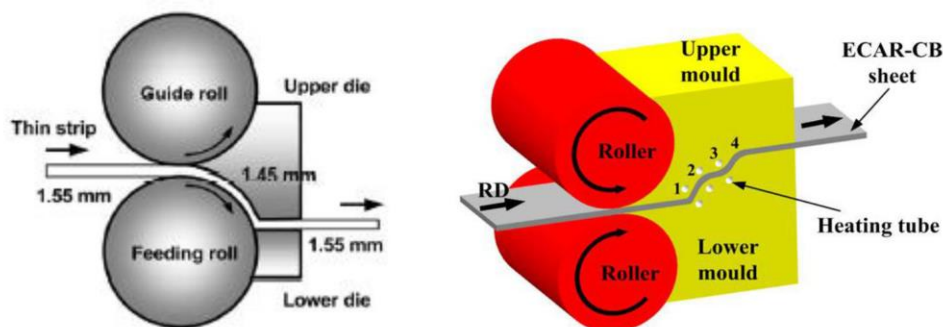
در این روش يك قطعه از میان یک کانال زاویه دار مطابق شکل ۴، روزنرانی می شود. ماده روزنرانی شده می تواند به طور متناوب جهت ایجاد کرنش بالا تغییر شکل داده شود



شکل (۴) روش ECAP در تغییر شکل پلاستیک شدید

۲- Equal Channel Angular Rolling (ECAR)

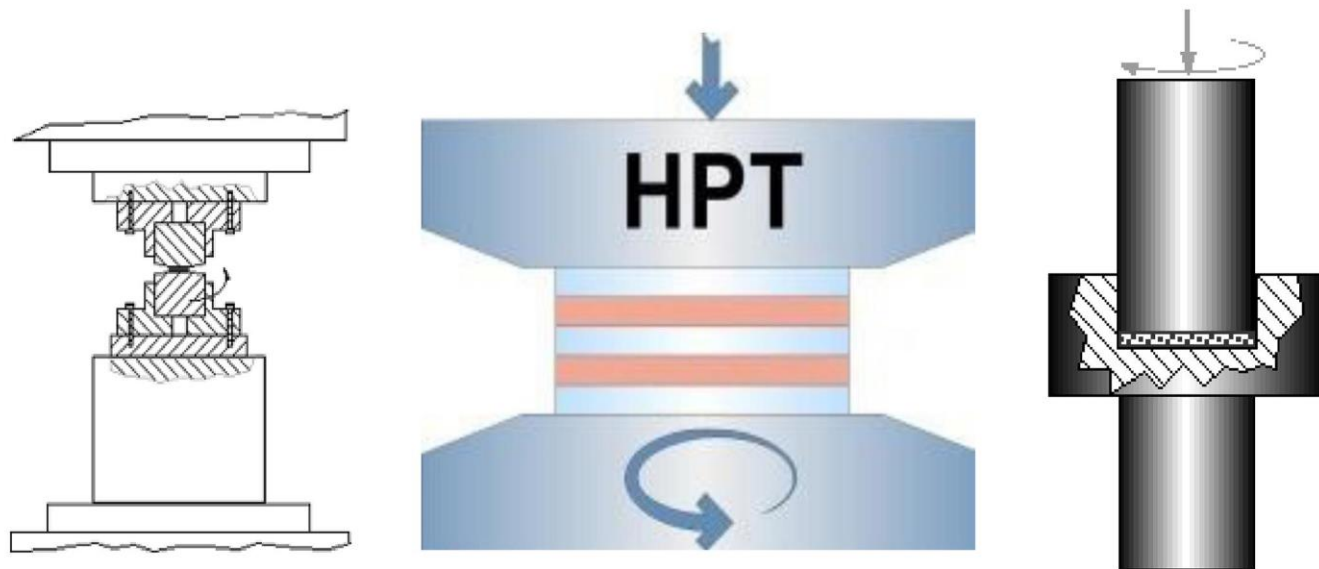
در این روش، همراه با نورد يك خم نیز بر رو نمونه صورت می گیرد که يك روش تکرارشونده برای ایجاد کرنش های بالا در مواد می باشد. مهمترین مزایای این روش بهبود تکسچر و شکل پذیری می باشد.



شکل (۵) روش ECAR در تغییر شکل پلاستیک شدید

۳- High Pressure Torsion (HPT)

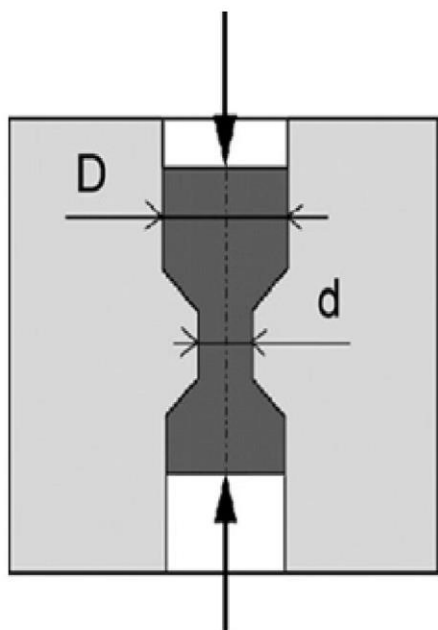
در این روش تحت فشار بالا یک تغییر شکل پیچشی نیز صورت میگیرد و کرنش پلاستیکی بالایی بدست می آید.



شکل ۶) روش HPT در تغییر شکل پلاستیک شدید

۵- Cyclic Extrusion Compression (CEC)

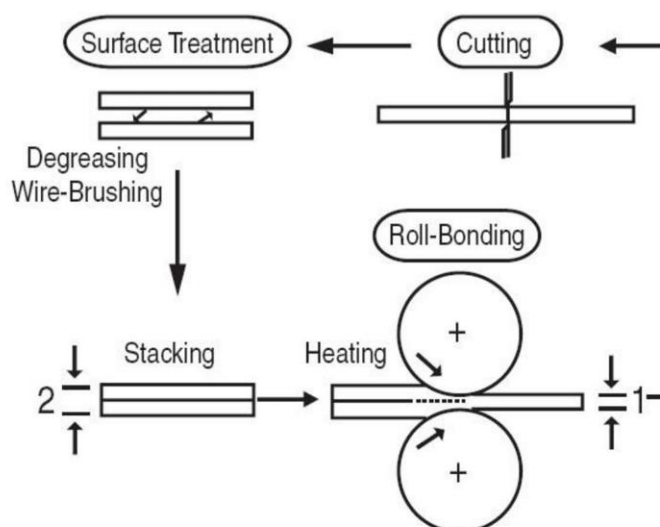
در این روش نمونه تا قطر کوچکتر اکستروژن می شود و سپس فشرده می شود تا به بعد اولیه برسد در نتیجه کرنش بالایی ایجاد می گردد.



شکل ۷) روش CEC در تغییر شکل پلاستیک شدید

۶- Accumulative Roll Bonding (ARB)

در این روش ورق نورد شده بریده شده و به دو قطعه تقسیم می گردد، سپس این دو روی هم قرار داده شده و مجدداً نورد می گردد و این عمل می تواند تکرار گردد.

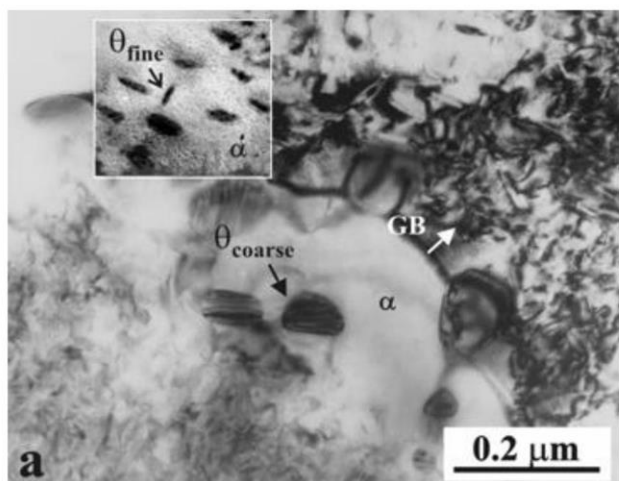


شکل ۸) روش ARB در تغییر شکل پلاستیک شدید

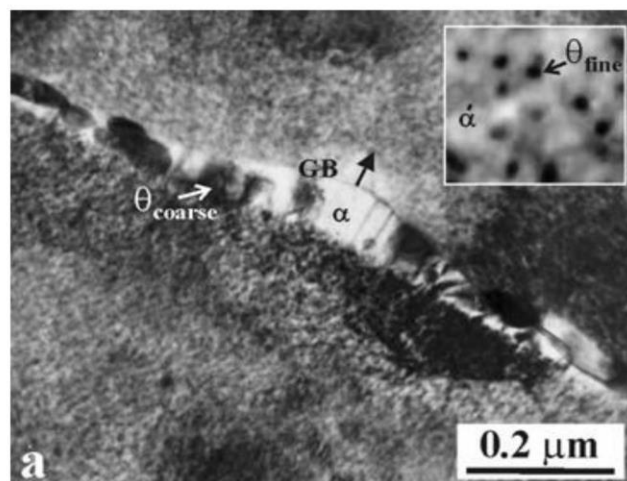
۷- روش نورد شدید

یکی دیگر از روش های تغییر شکل پلاستیکی شدید، نورد شدید است. با نورد شدید می توان ساختار را به شدت ریز کرد.

رسوبهای نانومتری در داخل زمینه پس از نورد شدید ایجاد می شود. با نورد شدید و ایجاد دانه هایی با اندازه نانو خواص مکانیکی از ۹۰۰ مگاپاسکال به ۱۸۰۰ مگاپاسکال و از تردی به چکش خواری ۴ درصدی تغییر می کند.



شکل ۱۰) تصویر میکرو سکوپ الکترونی ساختار نورد شده. زمینه های روشن، رسوب مرزدانه در نمونه پیر شده به مدت ۸۶۴۰۰ ثانیه را نشان می دهد



شکل ۹) تصویر میکرو سکوپ الکترونی ساختار نورد شده. زمینه های روشن، رسوب مرزدانه در نمونه پیر شده به مدت ۳۶۰۰ ثانیه را نشان می دهد

مروری بر تکنولوژی مواد نانو در صنعت جوشکاری



علی آذرمی

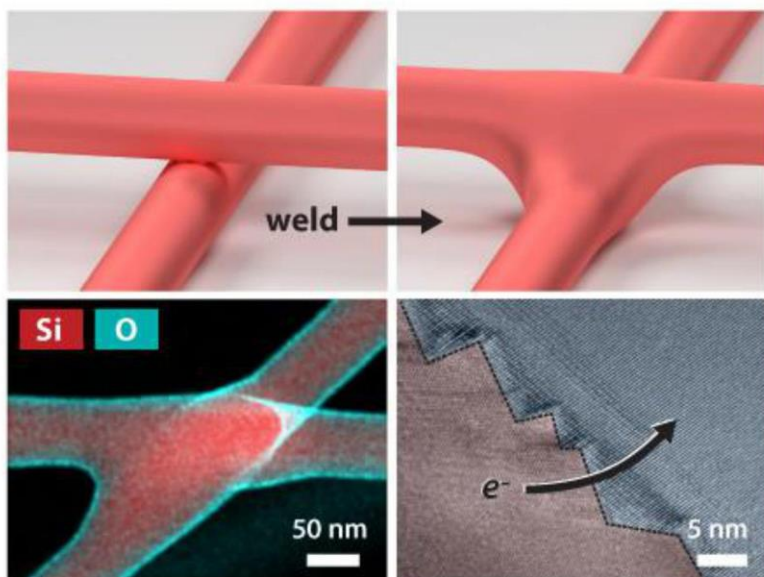
دانشجوی ساخت و تولید دانشگاه سراسری تبریز

مقدمه

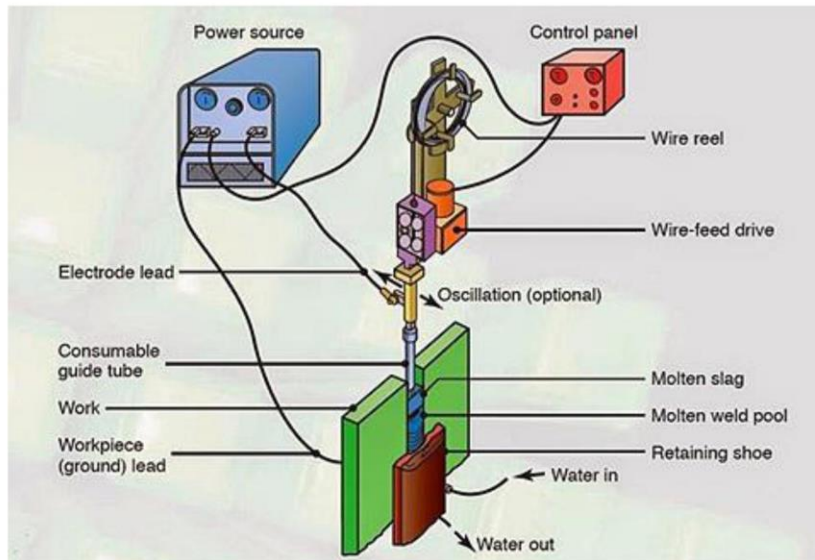
در اوایل قرن بیست و یکم، افزایش سطح علمی و فنی اقتصاد در سراسر جهان امری ضروری بود. برای برطرف کردن این نیاز، انجام تحقیقات علمی گسترده به همراه کسب اطمینان از به کارگیری تکنولوژی‌های پیشرفته در مقیاسی عظیم در تولید مواد و قطعات مختلف؛ موضوعی بنیادین بود. طبق پیشبینی بسیاری از سازمان‌های معتبر، باید مطالعات در زمینه توسعه نانومواد و نانتکنولوژی در اولویت قرار گیرد. این اقدام تا حد زیادی باعث بهبود کارآمدی روند تولید در زمینه‌هایی مانند مهندسی، مهندسی انرژی، مهندسی ساخت و ساز، کشاورزی و دارویی می‌شود.¹

هم‌اکنون نیز از نانتکنولوژی و نانوذرات در زمینه‌هایی مانند الکترونیک، صنعت شیمیایی، دارو و داروسازی، کاربردهای آرایشی، علم مواد، جوشکاری و بسیاری از زمینه‌های دیگر استفاده می‌شود. با این حال، اشاره به کاربردهای این تکنولوژی در مباحث مربوط به جوشکاری که مباحثی تقریباً بدیع هستند، حائز اهمیت است. در حال حاضر نیز تعدادی تحقیقات و مطالعات در زمینه استفاده از نانتکنولوژی در زمینه جوشکاری انجام شده‌است.

نانتکنولوژی در جوشکاری الکتریکی



مطالعات و تحقیقات درباره نانو در طیف وسیعی از روش‌های جوشکاری انجام شده‌است؛ برای نمونه، تحقیقاتی در رابطه با بکارگیری نانوذرات و آلیاژهای نیکل-کروم عملیات حرارتی شده در دمای بالا در جوشکاری الکتریکی صورت گرفته‌است.² در این مورد، کنترل ساختار میکروسکوپی و ماکروسکوپی آلیاژهای مقاوم به خزش نیکل-کروم و خصوصیات فیزیکی-مکانیکی آن‌ها به لطف اضافه کردن نانوذرات نیتريد کربن-تیتانیوم به شکل نانوکریستال به مذاب امکان‌پذیر شد. همچنین این نانوذرات به عنوان مراکز جامدسازی مذاب هم عمل می‌کنند.



نانوتکنولوژی در جوشکاری لیزر

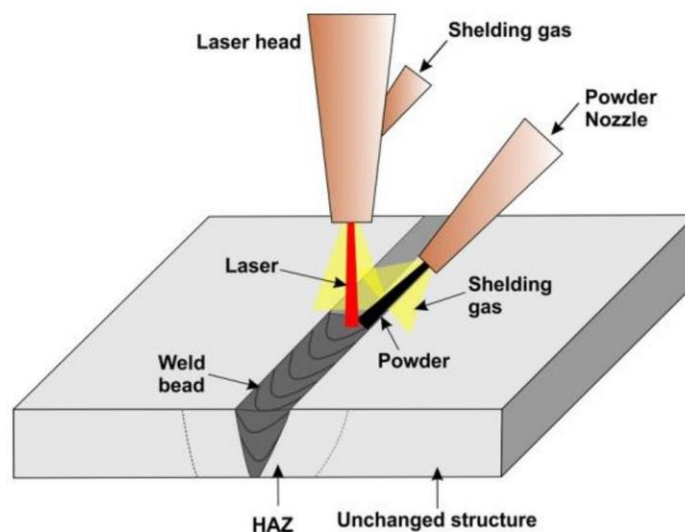
این صورت، خواص مکانیکی فلز جوش (استحکام و انعطاف پذیری) افزایش می‌یابد و ازدیاد طول نسبی همراه با تنش کششی و حد تسلیم چندین برابر می‌شود.

برای استفاده از نانوذرات تصفیه‌کننده در عملیات جوشکاری با لیزر، این ذرات را با ذرات نچسب (مانند نیتريد تیتانیوم، کاربید تیتانیوم و یا اکسید ایتريوم) مخلوط کرده و با کروم روکش می‌دهند.^{4,5} مخلوط آماده شده را به عنوان تعلیق‌کننده در سطح ورق‌های

جوشکاری شده رسوب می‌دهند. بکار بردن نانو اصلاح‌کننده‌ها باعث افزایش سرعت جوشکاری با قدرت پرتو یکسان نسبت به حالت بدون نانوذرات می‌شود. افزایش ضریب جذب شدت تابش لیزر دلیل این افزایش سرعت است. همچنین پهنای درز جوش و منطقه متأثر از گرما (HAZ) کاهش یافته و کیفیت اتصال بهبود می‌یابد. از دیگر مزایای این نانوذرات می‌توان به تصفیه ساختار فلز درز جوش و در نتیجه افزایش قابل ملاحظه خواص مکانیکی آن اشاره کرد.⁶

نانوذرات در جوشکاری لیزر هم کاربرد دارند. در حال حاضر، جوشکاری لیزر، یکی از روش‌های جوشکاری است که استفاده از نانوذرات به طور چشمگیری افزایش یافته‌است.

استفاده از نانوذرات در این روش جوشکاری باعث تولید درز جوش‌هایی با استحکام بالا می‌شود.³



یکی از دستاوردهای جدید و منحصربه‌فرد در نانوتکنولوژی، افزودن مخلوط پودر مواد نچسب (مانند کاربید تیتانیوم یا نیتريد تیتانیوم) و نانوذرات به

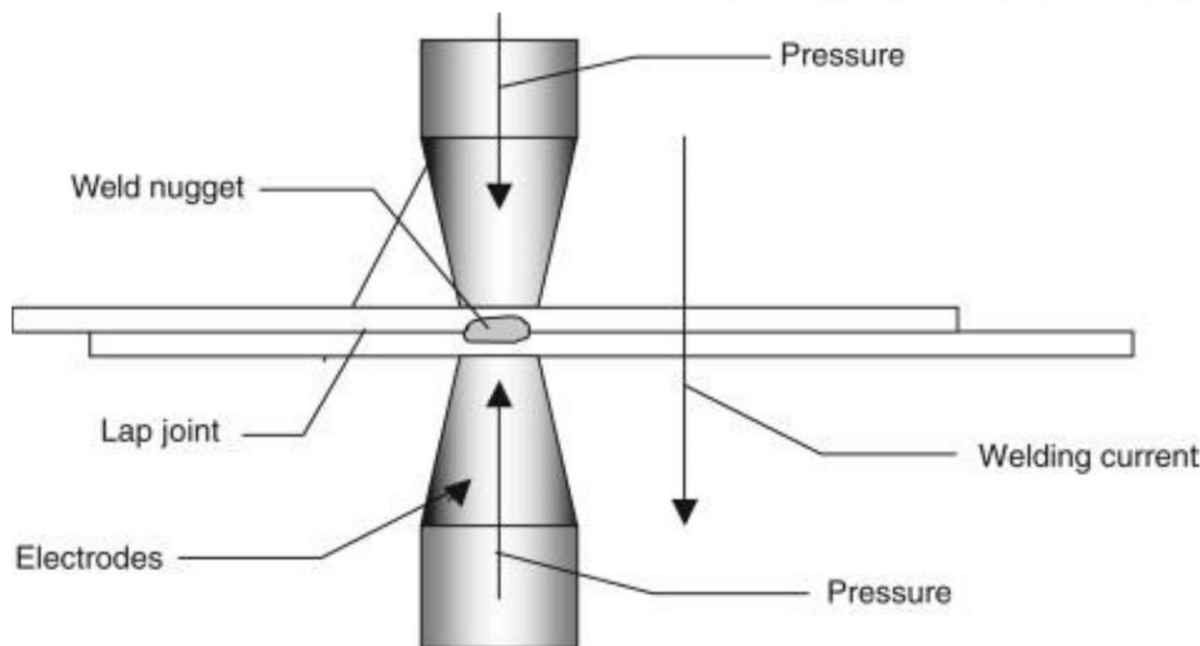
درز جوش است. در نتیجه، می‌توان روند سرد و جامد شدن فلز در جوشکاری را کنترل کرد. افزودن اینچنین پودرهای نانو به درز جوش، روند هسته زدایی را تغییر می‌دهد. پروسه هسته زدایی پس از اضافه کردن نانو پودرها، در ذرات نانو موجود در محل برخورد مرزهای سه فاز (نانوذرات، هسته و مذاب) اتفاق افتاده و تا حد زیادی ساختار و ابعاد دانه‌های رو به رشد را تغییر می‌دهد. ساختار فلز در درز جوش از دندريت سوزنی به شبه همسطح با پراکندگی خوب تغییر می‌کند. در

نانوتکنولوژی در جوشکاری حالت جامد

ساختار نانو) نسبت به مطالعات قبلی استفاده شده‌اند. لازم به ذکر است این فیلم‌ها به روش جامدسازی بسیار سریع و رسوب مستقیم از حالت گازی تولید شده‌اند. نتایج نشان می‌دهند که استفاده از لایه میانی از جنس فیلم‌های مذکور، عملیات پیوند نفوذی آلیاژهای نیکل را فعال می‌کند.

همچنین اگر مواد پرکننده حاوی رگه‌های آمورف همگن و یا کامپوزیت فیلم نازک مواد با ساختار نانولایه باشند؛ امکان کاهش دمای فاز جامد در عملیات پیوند فراهم می‌شود. در این مواد، شرایط ناتعادلی ریزساختار باعث کاهش چشمگیر دما می‌شود که سرعت فرآیندهای پیوند نفوذی بالا است.

نانوتکنولوژی علاوه بر کاربرد در جوشکاری ذوبی، در جوشکاری حالت جامد مانند جوشکاری تحت فشار (نوعی از جوشکاری مقاومتی) نیز کاربرد دارد. برای مثال، تحقیقاتی در رابطه با کاربرد مواد نانو برای پیوند نفوذی آلیاژهای نیکل مقاوم در برابر خزش انجام گرفته‌است.⁷ برای حفظ ساختار و جهت‌گیری بلوری مواد اولیه موجود در درز جوش، توجه ویژه‌ای به تحقیق در مورد احتمال استفاده از فیلم‌های آلیاژهای آلومینیوم-نیکل به عنوان لایه میانی در پیوند نفوذی این آلیاژها (آلیاژهای نیکل مقاوم در برابر خزش) شده‌است. در این تحقیقات، این فیلم‌ها با حالت ساختاری متفاوت (مونولیت‌های کریستالی ترکیبات بین فلزی $NiAl$ و $NiAl_3$ با



دمای جوشکاری کامپوزیت بین ۱۸ تا ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد و تشکیل اتصال‌های دائمی با کیفیت بالا در فشار کم جوشکاری می‌شود.

جوشکاری‌های ذوبی، پرتوالکترونی و مقاومتی بدون فویل‌های نانوساختار بررسی شده‌اند^{8,9}. اتصالات ایجاد شده با این روش‌ها (بدون فویل نانوساختار) دارای خواص مقاومتی پایینی همراه با ترک‌هایی در جوش و منطقه متأثر از گرما بودند. در مقابل این روش‌ها، استفاده از فویل‌های نانوساختار در جوشکاری مقاومتی، روشی مناسب برای اتصال مواد

این مواد پرکننده دارای چندلایه فیلم با ساختار نانو که فیلم‌ها نیز حاوی چندلایه از عناصر فلزی مختلف (تیتانیوم-آلومینیوم، نیکل-آلومینیوم و یا مس-آلومینیوم) هستند. این فیلم‌ها دارای مقاومت زیادی در برابر تغییر شکل پلاستیک و بازگشت الاستیک همراه با تعداد زیادی خواص دیگر از جمله: سختی بالا، مقاوم در برابر گرما، مقاوم در برابر خوردگی و سایش، مقاوم در برابر بارگذاری ضربه‌ای و مقاوم در برابر جریان الکتریسیته دارند. برای مثال جایگزینی لایه درونی یک آلومینیوم معمولی با یک فویل میعانات تک لایه باعث کاهش

زمانی حاصل می‌شوند که فویلی با ضخامت ۶۰ الی ۱۰۰ میکرون استفاده شود و در صورت استفاده از فویلی با ضخامت بیشتر از ۱۵۰ میکرون، لازم است از روش جوشکاری در شرایط سخت استفاده شود.

نچسب است. در جوشکاری مقاومتی با فویل‌های نانو ساختار، مقدار گرمای تولید شده بیشتر از حالت بدون فویل است که این امر باعث کاهش زمان جوشکاری، اندازه جرقه، اندازه منطقه متأثر از گرما و دمای جوشکاری می‌شود و همچنین ماکروساختار درز جوش نیز پایدار خواهد بود. بهترین نتایج

نانوتکنولوژی در پیوند نفوذی در خلاء

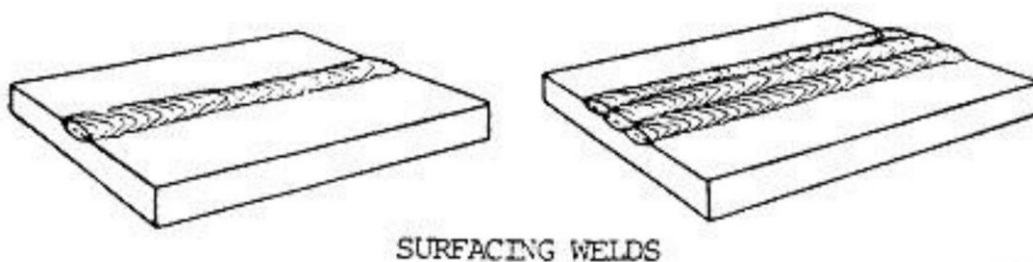
استفاده از روش‌های جوشکاری مرسوم استوار بر پایه ذوب مواد در ناحیه جوش، نشان می‌دهد کیفیت درز جوش تا حد زیادی به شرایط جوشکاری بستگی دارد.^{۱۰} هرگونه انحراف شرایط از حالت بهینه، باعث تشکیل تنش در منطقه متأثر از گرما شده که در نهایت منجر به ترک در این منطقه می‌شود. اما تحقیقات در رابطه با استفاده از روش پیوند نفوذی در خلاء نتایج امیدبخشی در پی داشته‌است. تمرکز این تحقیقات بر روی آلیاژ Ti-48Al با افزودن نوبیوم و منگنز است. در صورت عدم وجود نانولایه در فرآیند پیوند نفوذی، نتایج تحقیقات، وجود

لایه‌ای شکننده که باعث کاهش استحکام تولید شده را تایید می‌کند. ساختار اتصال در صورت وجود نانولایه (آلومینیوم-تیتانیوم با ضخامت ۲۰ میکرون) به ساختار فلز پایه شباهت خواهد داشت. نبود ترک‌ها و حفره‌ها در منطقه جوش و منطقه متأثر از گرما نشان از کیفیت بالای درز جوش دارد.

مواد نانو در جوشکاری سطحی

علاوه بر کاربرد وسیع در انواع روش‌های جوشکاری، نانوپودرها در جوشکاری سطحی نیز کاربرد دارند. برای انجام تحقیقات در این زمینه، نانوذرات به بار اولیه افزوده شده و تاثیر این ذرات بر سختی لایه رسوب داده شده مورد بررسی قرار گرفته‌است.^{۱۱} این نانوپودرها، حاوی کاربید تیتانیوم و

فروکرومیوم هستند. استفاده از نانوپودرهای حاوی کاربید تیتانیوم و رسوب ذرات فلز، تولید شده به واسطه افزودن فروکرومیوم به بار، به ترتیب باعث تشکیل روکشی با سختی ۶۱-۶۲ و ۶۵-۶۶ راکول سی خواهد شد که در کل افزایش سختی را به دنبال دارد.



سخت شده سطحی با میکروسختی ۹/۵ گیگاپاسکال می شود. این مقدار حدوداً ۱/۸ برابر بیشتر از سختی نواحی بهینه سازی نشده از همان نمونه است.

می یابد. برای نمونه هایی با روزنه استولنه ای با ۰/۵ درصد نانوذرات در روکش، افزایش طول عمر (۴۰ درصد) در مقایسه با نمونه هایی با روزنه برقوکاری شده با ۱/۵ درصد نانوذرات در روکش (۲۰ درصد)، بیشتر است.

نتایج آزمایشات استقامت قسمتی از سطح نمونه با روکش نانوکامپوزیت نشان می دهد روکشی که به شکل کارآمدی به سطح روزنه پیوند خورده است، از سطح نمونه جدا نشده و به نوعی باعث ترمیم میکروترک ها می شود. این ترمیم به دلیل نفوذ نانوکامپوزیت ها در داخل روزنه است.

برای مثال، در عملیات بهسازی سطحی چدن مقاوم به سایش با استفاده از یک لیزر CO₂ با افزودن مخلوط (TiN+Cr) و سرعت حرکت ۲ متر بر دقیقه برای پرتو، مشاهده شد که نمونه تا عمق ۳/۲ میلی متری ذوب شده که باعث تشکیل لایه

نقش نانوذرات در کاهش تنش

تکنولوژی نانوپودرها در کاهش تمرکز تنش (کاهش عیوب) نیز کاربرد دارد. تحقیقاتی در این زمینه بر روی افزایش طول عمر نمونه هایی از آلیاژ آلومینیوم دارای محل های تمرکز تنش انجام شده است^{۱۲}. در تحقیقات، توجه ویژه ای به تاثیر نانوروکش های حاوی رزین اپوکسی و نانوذرات کربن شده است. نانوروکش بر روی مناطق دارای تمرکز تنش رسوب داده شد که کاهش سرعت تکثیر میکروترک ها را در این نواحی به همراه داشت. نمونه ها با روزنه های برقوکاری شده و استوانه ای، در دستگاه بارگذاری چرخه ای در دو حالت با و بدون نانوروکش آزمایش شدند. نتایج نشان دادند که طول عمر نمونه ها با افزایش مقدار نانوذرات در روکش ها، افزایش

جمع بندی

کاربرد تکنولوژی های جدید و بخصوص نانوتکنولوژی در جوشکاری های الکتریکی، لیزر و پیوند نفوذی باعث تشکیل اتصال ها کارآمد مواد با خصوصیات بهتر می شود. از آنجایی که جوشکاری با الکتروود مصرفی یکی از مرسوم ترین روش های جوشکاری در تمامی زمینه های مهندسی است؛ تحقیق و توسعه در زمینه مواد نانو ساختار برای این روش جوشکاری از اهمیت بالایی برخوردار خواهد بود.

باید توجه ویژه ای معطوف بر اثر مواد حاوی ذرات با ساختار نانو بر ثبات عملیات جوشکاری با الکتروود مصرفی شود. همچنین لازم است مطالعاتی در رابطه با اثر مواد نانو ساختار بر خواص مکانیکی و ترکیب شیمیایی درز جوش انجام گیرد. از نیازهای امروز صنعت، تعیین پارامترهای تکنیکی-اقتصادی پروسه استفاده از مواد نانو ساختار است.

مراجع:

1. Paton BE, Ishchenko AY, Ustinov AI. Application of the nanotechnology of permanent joining of advanced light metallic materials for aerospace technology. *Avt Svarka*. 2008;12:5– 12.
2. Zherebtsov SA. Application of nanomaterials and high- temperature treatment of nickel – chromium alloys in electroslog casting. [dissertation], Novokuznetsk; 2006. p. 22.
3. Nanoparticles in every aircraft. *Nauka I zhizn*. 2008;4:8.
4. Afonin YV, Cherepanov AY, Orisha A, et al. Laser welding of titanium using nanopowder inoculants, Investigation, development and application of advanced technologies in industry. Vol. 12. St Peterburg: 2008. p. 322– 324.
5. Cherepanov AN, Afonin V, Malikov AG, Orishich AM. Application of nanopowders of refractory compounds in laser welding and treatment of metals and alloys. *Tyazheloe Mashinostr*. 2008;4:25– 26.
6. Cherepanov AN, Afonin YuV, Orishich AM. Laser welding of steel to titanium alloys using nanopowder inoculants. *Tyazheloe Mashinostr*. 2006;8:24– 26.
7. Yushchenko KA, Zadery BA, Zvyagintsev AV, et al. Application of nanostructured materials in diffusion bonding of creep-resisting nickel alloys. *Avt Svarka*. 2006;11:3– 10.
8. Kuchuk-Yatsenko VS, Shvets VI, Sahatsky AG, Nakonechny AA. Special features of resistance welding of titanium aluminides using nanolayer aluminium – titanium foils. *Avt Svarka*. 2009;3:19– 22.
9. Kuchuk-Yatsenko VS, Shvets VI, Sahatsky AG, Nakonechny AA. Special features of resistance welding of titanium aluminides using nanostructured aluminium – nickel and aluminium – copper foils. *Svar Proiz*. 2007;9: 12 – 14.
10. Ustinov AI, Falchenko Y, Ishchenko AY, et al. Production of permanent joints in alloys based on g-TiAl using the Ti/Al nanolayer interlayer by vacuum diffusion bonding. *Avt Svarka*. 2009;1:17– 21.
11. Cherepanov AN, Marusin VV, Afonin V, Repin AA. Using modifying nanopowder materials in high-energy treatment of steel and alloys. Investigations, development and application of advanced technologies in industry. Vol. 12. St Peterburg: 2006. p. 321– 322.
12. Dotsenko AM, Teperin LL. Investigation of the application of carbon nanomaterials for increasing the longevity of the specimens of aluminium alloys with a stress concentrator. *Nanotechnologies to production*. Fryazino: 2007. p. 265– 268.

نانو سیالات



امیرحسین شایق

دانشجوی مهندسی مکانیک دانشگاه سراسری تبریز

تشکیل دهنده، روش سنتز و... طبقه بندی شوند. تعداد لایه ها بر خصوصیات نانوذرات تاثیر می گذارند. صفحات گرافن با تکنیک های تحلیلی مانند میکروسکوپ الکترون عبوری (TEM)، میکروسکوپ الکترون روبشی (SEM)، میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) و طیف سنجی مرئی-فرا بنفش، می توانند اندازه گیری شوند. سنتز نانوذرات گرافن می تواند با روش های انباشت بخار شیمیایی (CVD)، لایه برداری مکانیکی، کاهش شیمیایی گرافن اکسید، لایه برداری فاز مایع، لایه برداری الکتروشیمیایی و سنتز بالا پایین، انجام شود.

به دلیل داشتن رسانایی گرمایی بالا، گرافن مناسب ترین گزینه برای تولید نانو سیالات با رسانایی گرمایی بالا برای کاربرد های انتقال حرارتی می باشد. بر

توانند خواص ترمودینامیکی آن سیال پایه را به طرز چشمگیری افزایش دهند. بر اساس تحقیقات انجام شده می توان گفت خواص نانوسیال هم مشابه خواص نانو ذرات و سیال پایه اش است. رسانایی گرمایی مواد بر پایه کربن نشان می دهد که آن ها خواص الکتریکی و ترمودینامیکی خوبی دارند و در بین آن ها گرافن بیشترین رسانایی گرمایی را با حدود ۳۰۰۰ وات بر متر کلین، دارد. گرافن توسط کنستانتین نووسلف (Konstantin Novoselov) و همکارانش کشف شد و به خاطر همین کشف به همراه یکی از همکاران به نام آندره گایم (Andre Geim) برنده جایزه نوبل فیزیک سال ۲۰۱۰ شدند. این ماده ویژگی های مکانیکی، فیزیکی و شیمیایی فوق العاده ای دارد.

نانوذرات می توانند بر اساس نسبت کربن اکسیژن در ساختار، تعداد لایه های گرافن

نانوسیالات نسل جدیدی از سیالات با پتانسیل بسیار زیاد در کاربرد های صنعتی هستند. اندازه ذرات مورد استفاده در نانوسیالات از ۱ نانو متر تا ۱۰۰ نانومتر می باشد. این ذرات از جنس ذرات فلزی همچون مس، نقره و... و یا اکسید فلزی همچون آلومینیوم اکسید، اکسید مس و... هستند. نانوسیالات سوسپانسیون های کلوییدی از نانوذرات در سیال پایه هستند که از دو فاز تشکیل می شوند: فاز جامد (نانو ذرات) و فاز مایع (سیال پایه). برخی از خواص نانو سیالات مانند رسانایی گرمایی، ضریب انتقال حرارتی و ویسکوزیته شان نسبت به سیال پایه بهتر می باشد. در طی سال ها رفتار ترمودینامیکی نانوسیالات فلزی و نافلزی زیادی مورد تحقیق و مطالعه قرار گرفته است. اگر نانوذراتی با خواص ترمودینامیکی عالی در سیال پایه ای مانند آب یا روغن پخش شوند می

اساس بسیاری از مقالات، استفاده از نانوسیالات برپایه گرافن رسانایی گرمایی کلی و بازده حرارتی را افزایش می دهد و از این رو می تواند برای کاربرد های انتقال حرارت مورد استفاده قرار گیرد. نانوسیالات گرافن اکسید با هدف کاهش نانوذرات از گرافیت با استفاده از روش تک مرحله ای تولید می شوند. شکل و اندازه نانوذرات گرافن و همچنین نوع سیال پایه استفاده شده بر ویژگی های نانوسیال تاثیر می گذارند.

مشاهده شده است که استفاده از گرافن اکسید به عنوان نانوذرات پایداری نانوسیال را افزایش می دهد، ولی افزایش کمی در خواص ترمودینامیکی ایجاد می کند. در حالی که استفاده از نانوصفحات گرافن به عنوان نانو ذرات افزایش خوبی در خواص ترمودینامیکی ایجاد می کند ولی نانوسیال پایداری کمتری دارد. بنابراین بر اساس نیاز کاربرد نانوسیال مانند نیاز در پایداری بالا یا نیاز در بالا بردن خواص ترمودینامیکی می توان نانو ذرات مورد نیاز را برای تولید نانوسیال استفاده کرد.

به طور قطع با افزایش یا کاهش اندازه یا غلظت نانوذرات و حدود دما، رسانایی گرمایی و ویسکوزیته نانوسیال متناسباً افزایش یا کاهش می یابد. مشاهده شده است که نانوذرات و مواد فعال کننده سطح استفاده شده در نانوسیالات در دما های بالا کارایی خود را از دست می دهند.

اساساً دو راه برای تهیه نانوسیالات وجود دارد، روش دو مرحله ای و روش یک مرحله ای. در روش دو مرحله ای ابتدا پودر خشک نانو مواد به روش فیزیکی یا شیمیایی تولید و سپس به کمک تکنیک هایی مانند تحریک اولترا سونیک، اختلاط برشی بالا، آسیاب گلوله ای و... در سیال پایه پخش می شود. این روش بخاطر اینکه اقتصادی ترین روش تولید نانوسیالات است مورد استفاده بسیاری از محققان می باشد. ولی به دلیل دشواری تولید نانوذرات پایدار، روش های پیشرفته تری نیز مانند روش یک مرحله ای توسعه یافته اند.

در روش یک مرحله تولید نانوذرات و توزیع آنها در سیال

بطور هم زمان صورت می گیرد. بنابر این مراحل مانند خشک کردن، ذخیره سازی و حمل و نقل که در روش دو مرحله ای وجود داشتند حذف می شوند. پایداری مواد بدست آمده با روش یک مرحله ای بالاست ولی نمی توان از این روش برای تولید نانو سیال در مقیاس بزرگ استفاده کرد چون هزینه این روش بسیار زیاد می باشد. مهم ترین مشکل روش یک مرحله ای این است که به دلیل واکنش ناقص باقیمانده واکنش دهنده های ته نشین شده در نانوسیال باقی می ماند و این باعث ناخالص شدن نانوسیال می شود. حتی بعد از تولید نانوسیال مهم ترین نگرانی درباره پایداری آن است.

نانو ذرات تمایل دارند با این رسوب ها به هم بچسبند (اگلومره شوند) که این موضوع رسانایی گرمایی سیال را کاهش می دهد. تکنیک های زیادی برای تعیین پایداری نانوسیال ها وجود دارد که یکی از محبوب ترین این تکنیک ها آنالیز پتانسیل زتا می باشد.

بین دو ذره است. این نیرو زمانی ماکزیمم است که لایه‌های مضاعف همدیگر را لمس می‌کنند. در خارج از لایه مضاعف این نیرو به صفر می‌رسد.

نیروی جاذبه و اندروالس حاصل نیروی بین مولکول‌های منفرد در هر کلوئید است. هر مولکول کلوئید اول با تک تک مولکول‌های کلوئید دوم، جاذبه و اندروالس این نیروها است و نیروی کل مجموعه‌ای از همه این نیروها است. تئوری DLVO، تمایل ذرات به آگلومریزاسیون و یا باقی ماندن به صورت ذرات مجزا را به وسیله برآیند منحنی‌های جاذبه و اندروالس و دافعه الکتروستاتیک نشان می‌دهد که حاصل آن منحنی انرژی برهم‌کنش کل است.

نانوسیالاتی با پتانسیل زتای بالاتر از مثبت منفی ۲۵ مگاوات پایدار محسوب می‌شوند. روش‌های زیادی برای افزایش پایداری نانوسیالات وجود دارند. مانند: اصلاح سطح نانوذرات و افزودن مواد فعال کننده سطح (سورفکتانت‌ها) هنگام تهیه نانوسیالات، کنترل مقدار PH، ارتعاش مافوق صوت و... بین این روش‌ها افزودن مواد فعال کننده سطح روشی اقتصادی و ساده برای تهیه موفقیت آمیز یک نانوسیال پایدار می‌باشد.

جدا از هم و پراکنده در سوسپانسیون باقی می‌مانند کاهش یا حذف این بارها اثر معکوس دارد. بنابراین ذرات کلوئیدی به راحتی تجمع کرده و از سوسپانسیون خارج می‌شوند. این تجمع باعث تغییر در خواص سوسپانسیون نیز می‌شود. بار الکتریکی ذرات با ایجاد تغییر در مایع سوسپانسیون قابل کنترل است. این تغییر و تعدیل شامل کاهش یا افزایش PH، تغییر در گونه‌های یونی درون محلول و استفاده از یک گونه فعال سطحی که به طور مستقیم به ذرات کلوئیدی اتصال یافته و خواص آن‌ها را دستخوش تغییر می‌کند است.

پایداری سل‌های کلوئیدی، بر طبق تئوری DLVO و براساس تعادل بین نیروهای جاذبه و دافعه تعیین می‌شود. این تئوری یک توضیح کلاسیک برای بیان پایداری کلوئید در یک سوسپانسیون است. به نظر می‌رسد که تعادل میان نیروهای متضاد دافعه الکتروستاتیک و جاذبه به منظور توضیح وقوع و یا عدم وقوع آگلومریزاسیون سیستم‌های کلوئیدی استفاده می‌شود. دافعه الکتروستاتیک وقتی ایجاد می‌شود که لایه‌های مضاعف دو ذره کلوئید با هم برهم‌کنش داشته باشند. برای غلبه بر این نیرو، انرژی لازم است دافعه الکتروستاتیک نشان دهنده انرژی لازم جهت غلبه بر نیروی ما



دستگاه اندازه گیری پتانسیل زتا

پتانسیل زتا برای درک و کنترل خواص سوسپانسیون‌های کلوئیدی بسیار حائز اهمیت است. عموماً می‌توان خصوصیات یک سوسپانسیون را با درک چگونگی برهم‌کنش کلوئیدها با یکدیگر شناسایی نمود. در برخی موارد لازم است برای جدا نگه داشتن ذرات از یکدیگر و ممانعت از تجمع آن‌ها، نیز دافعه بین ذرات به حداکثر مقدار ممکن گاهی نیز هدفی کاملاً متفاوت دنبال می‌شود و با حذف یا کاهش نیروهای دافعه، تشکیل توده‌های بزرگ، تسریع شده و عمل صاف شدن آسان‌تر می‌شود.

به دلیل اندازه بسیار کوچک کلوئید، نیروهای سطحی در مرز بین ذره و مایع بسیار مهم هستند. یکی از مهم‌ترین اثرات سطحی، الکتروستاتیک است ذرات کلوئید بار الکتریکی یکسانی داشته لذا نیروی دافعه الکتروستاتیک بین دو ذره مجاور ایجاد می‌شود. اگر بار به اندازه کافی بزرگ باشد، کلوئیدها به صورت

منابع:

1. K.S.Novoselov, A.K.Geim, S.V.Morozov, D.Jiang, Y.Zhang, S.V.Dubonos,I.V. Grigorieva, A.A.Firsov, Sci. 306(5696)(2004)666–669.
2. W.Choi, I.Lahiri, R.Seelaboyina, Y.S.Kang, Crit.Rev.SolidStateMater.Sci.35 (1)(2010)52–71.
3. X.QiWang, A.S.Mujumdar, Braz.J.Chem.Eng.25(4)(2008)613–630.
4. W.Yu, H.Xie, J.Nanomater.2012(2012)1–17.
5. B.Bakthavatchalama, K.Habib, R.Saidur, B.B.Saha, K.Irshad, J.Mol.Liq.305 (2020).
6. C.N.Rao, A.K.Sood(Eds.), Graphene:synthesis, properties, andphenomena, JohnWiley&Sons, NewJersey, 2013.
7. D.G.Papageorgiou, I.A.Kinloch, R.J.Young, Prog.Mater.Sci. 90(2017)75–127.

هدف از توسعه فناوری نانو تولید ثروت و بهبود کیفیت زندگی مردم است

مصاحبه با جناب آقای دکتر کدخدایی (مدیر ترویج صنعتی ستاد ویژه توسعه فناوری های نانو)



سارا حنیفی

دانشجوی مهندسی عمران دانشگاه سراسری تبریز

امید اربابزاده

دانشجوی مهندسی شیمی دانشگاه سراسری تبریز



ملیکا بایبوردی

دانشجوی مهندسی عمران دانشگاه سراسری تبریز



صنعتی ستاد ویژه فناوری نانو که دارای مدرک دکتری در حوزه ی فناوری نانو می باشند انجام شده است و سوالاتی از ایشان پیرامون صنعت و تکنولوژی نانو پرسیده شده است که در ادامه شما را به خواندن متن این مصاحبه دعوت می کنیم.

در این مصاحبه سعی بر آن بود که بعد صنعتی تکنولوژی نانو مورد بحث قرار دهیم . سوالاتمان را پیرامون آن موضوع طرح کنیم چنان که نتایج نشان داده اند با صنعتی شدن این تکنولوژی علاوه بر افزایش کیفیت محصولات، در هزینه ها نیز صرفه جویی می شود که این همان نقطه ای است که علم و تکنولوژی می تواند به کمک صنعت بیاید. فناوری نانو موج چهارم انقلاب صنعتی، پدیده ای عظیم است که در تمامی گرایش های علمی راه یافته و از فناوری های نوینی است که با سرعت هرچه تمام تر در حال توسعه می باشد نشریه جهان نانو که امسال توسط اعضای انجمن علمی دانشجویی دانشگاه تبریز با رسالت معرفی کاربردهای تکنولوژی نانو در زمینه های مختلف به خصوص زمینه های کاربردی و صنعتی تاسیس شده است بخش های مختلفی دارد که هر کدام توضیح تکنولوژی نانو در یک زمینه و رشته های دانشگاهی است برای مثال کاربرد تکنولوژی نانو در مهندسی شیمی، شیمی، معماری، مکانیک، ساخت و تولید، رشته ی مواد و متالوژی و مهندسی برق هستش و بیشتر به نمونه هایی به طور عملی این اتفاقات را که به بازار عرضه شده اند اشاره خواهد شد و بخش ویژه ای هم در کاربرد علم نانو در شناسایی ویروس کرونا در نظر گرفته شده است. و این بخش هم مصاحبه ای با جناب آقای دکتر کدخدایی مدیر ترویج

فعالیت ها که صورت گرفته بود منجر به تشکیل ستاد ویژه توسعه فناوری نانو شد و مرداد ۸۴ بود که با تصویب برنامه

- خدمت شما عرض شود که از سال ۷۹ فعالیت ها برای توسعه فناوری نانو آغاز شد و سال ۱۳۸۲ بود که این

+ لطفا توضیح مختصری در مورد فعالیت های ستاد ویژه توسعه فناوری نانو برای ما بفرمایید.

راهبردی ده ساله در هیئت دولت این برنامه و صنعت در دستور کار ستاد نانو قرار گرفت و هدف توسعه ی فناوری نانو در کشور را در دستور کار قرار داد.

ما دو سند داشتیم در سال ۸۴ تا ۹۴ و از ۱۳۹۴ تا ۱۴۰۴ این دو سند نقشه ی راه ستاد نانو بوده و هست از سال ۸۴ تا ۹۴ که به عنوان برنامه ده ساله ی اول تعریف شده، توسعه نیروی انسانی و به دست آوردن جایگاه علمی مد نظر بوده و در ده ساله ی دوم توسعه صنعتی فناوری نانو و استفاده از نیروهای انسانی تربیت شده و تخصص های ایجاد شده و علم توسعه یافته ی فناوری نانو می باشد که بتواند وارد چرخه ی صنعت بشود و به نوعی منجر به تولید محصولات جدید تر و با کیفیت تر و با دوام تر و سبب کاهش هزینه ها شود. ستاد نانو یک شعار اصلی دارد که بیان می کند برای این هدف از توسعه فناوری نانو تولید ثروت و بهبود کیفیت زندگی مردم است. هر آن چیزی که باعث شود که با توسعه فناوری نانو محصول بهتری تولید شود و ثروت آفرینی شود و کیفیت زندگی مردم جامعه رو به بهبود رود برای ما در ستاد ویژه ی فناوری نانو حائز اهمیت است.

+ پیشنهادتون برای بهبود نشریه جهان نانو که امسال با رسالت معرفی کاربردهای تکنولوژی نانو در زمینه های مختلف تاسیس شده است بفرمایین.

- شروع به کارکردن این نشریه در دانشگاه اتفاق بسیار خوبی است و باعث می شود که آخرین خبرها و آخرین اطلاعات هم از داخل کشور و هم از فناوری نانو در عرصه ی جهانی انعکاس پیدا کند و در اختیار دانشجویان قرار گیرد. خصوصاً که این امر توسط دانشجویان مدیریت می شود باعث می شود با ادبیات علمی و متناسب با قشر دانشجو این مباحث مطرح شود. اهمیت کار زمانی نمایان می شود که دستاوردها و محصولات و کاربردهایی که الان در کشور ما و در فناوری نانو تولید و عرضه می شود به اطلاع تمام دانشجویان برسد یکی از مزایای فناوری نانو این است که بین رشته ای می باشد و همه دانشجویان فنی مهندسی و حتی غیر مهندسی مثل دانشجویان مدیریت که می توانند در عرصه ی مدیریت فناوری نانو فعالیت کنند و حتی کسانی که مشغول تحصیل در رشته ی انسانی هستند در بحث سیاستگذاری و حقوقی و مالکیت فکری فناوری نانو و ثبت پتنت ها فعالیت کنند و حتی عزیزی که در رشته های هنری هستند اعم از دکوراسیون داخلی یا محصولات تزئینی که با استفاده از فناوری نانو ساخته و در کشور ما تولید می شوند می توانند مخاطب این فناوری قرار بگیرند بنابراین یک رشته ی بین رشته ای است که همه دانشجو ها می توانند خود را سهیم دانسته و هر کدام

بنا به تخصصی که دارند کسب می کنند یک مشکلی را از کشور با استفاده از این فناوری انتخاب کنند و راه حلی را به صنایع و سازمان ها با توجه به تخصص خود اطلاعاتی که از نانو بدست آورده اند عرضه و پیشنهاد کنند که به نظر من یکی از رسالت های نشریه می تواند کاربرد های فناوری نانو در رشته های مختلف را بیان کند برای مثال دانشجویانی که در رشته ی شیمی و یا مهندسی شیمی فعالیت میکنند این اطلاعات را کسب می کنند که مثلاً با سنتز یک ماده، مشکل اعظمی را در صنایع پتروشیمی کشور می توان حل کرد و دیدگاهی ایجاد شود که متوجه شوند تحصیل در این رشته در راستای ثروت آفرینی و حل مشکل کشور می تواند مثر ثمر باشد این دو دیدگاه اگر به مخاطبین نشریه منتقل شود اتفاق خیلی بزرگی در جامعه ی دانشگاهی رقم خواهد خورد.

+ از شما خواهش می کنیم از تجربه هایتان در این زمینه بفرمایید در صورت امکان یک و یا چند نمونه برای ما توضیح دهید و اینکه چه زمانی احساس شد که نیاز است این تکنولوژی وارد عرصه شود و تاثیرات ناشی از ورود این تکنولوژی به صنعت رو با توجه به و تجربیات خودتان بفرمایید.

- در بحث کار های دانشجویی که همه ی ما ها در بحث های نشریات و کارهای دانشجویی در این زمینه

شده اند دسترسی پیدا کنید برای نمونه یکی از پروژه های موفق توسط یک تیم دانشجویی که چند سال پیش در رابطه با موضوع پروسه ساخت دستگاه های لایه نشانی این فرآیند الان پیشرفت کرده و منجر به تولید دستگاه های نانو لایه نشانی شده و نه تنها این شرکت در داخل محصولات خود را به فروش می رساند بلکه به دانشگاه تگزاس، دانشگاه ام آی تی و آکسفورد دستگاه های خود را صادر کرده است که مصداق یک خودباوری است که حصار های ذهنی ما شکسته می شود. ما الان دستگاه های الکترولیزی رابه چین صادر می کنیم بر خلاف عادات قبلی، و الان دستگاه های نانویی که تولید الیاف نانویی می کنند و به ویژه در دوره ی اپیدمی ویروس کرونا در ساخت ماسک های نانویی قابلیت دارند صادر می کنیم. این ها اتفاقاتی هست که از کارهای دانشجویی نشات می گیرد و نتیجه ی همکاری اساتید با دانشجویان پر انگیزه و هدف دار می باشد.

+ با توجه به گفته های شما می توان گفت که امروزه تمامی صنایع ما از علم نانو بهره می برند؟

- بله، صنایع شیمی، مهندسی شیمی، پلیمر، کامپوزیت، رنگ و رزین صنایعی هستند که نانو در آن ها بسیار پر کاربرد می باشد همچنین در ساخت و ساز، عمران و شهرسازی، نفت، گاز، پتروشیمی، پالایش، انرژی و نیروگاهی صنایعی هستند که در آن ها نانو مواد،

صد و یازده محصول و تجهیز در زمینه فناوری داریم، پنجاه و پنج شرکت هستند که دستگاه های نانویی تولید می کنند دویست و هشت شرکت داریم که محصولات نانویی تولید می کند که دویست و پانزده دستگاه نانویی توسط فناوران کشور ما تولید شده عمدتا از طریق جامعه ی دانشگاهی بوده که توسط دانشجو با همکاری استاد راهنما انجام گرفته و سپس با صنعت ارتباط برقرار کرده و یا با شرکتی که توانسته مشکل آن صنعت را با پروژه ی خود برطرف کند که با حمایت ستاد نانو همراه بوده و با امضای قرارداد دانشجو به همراه استاد راهنما پروژه را تکمیل کرده و محصول نهایی با کمک ستاد نانو پیشرفته تر ساخته شده و تبدیل به یک بیزینس شده است. این دویست و پانزده دستگاه نانویی که قبلا عرض کردم نه تنها در داخل کشور تولید و به فروش می رسد بلکه نمایشگاه های صادراتی که توسط ستاد نانو برگزار می شود باعث فروش این دستگاه ها در خارج از کشور نیز می شود که این امر باعث ثروت آفرینی در این زمینه می شود که بیشتر توسط دانشجویان رقم می خورد که ما الان نزدیک به پانصد عدد محصول نانویی داریم و روز به روز رو به افزایش است. برای اطلاع از این محصولات با مراجعه به سایت نانو و صنعت و همچنین سایت nanoproduct.ir می توانید به تمام محصولات مرتبط با فناوری نانو که ثبت

انجام داده ایم و بیشتر دنبال این موضوع پیگیری کرده ایم که در کشور خود ما، چه پروژه هایی کار شده و آیا توانسته منجر به حل برخی مشکلات صنعتی شود یا خیر که در زمان ما جمع آوری این دیتا ها کار مشکلی بود ولی الان خوشبختانه برای مثال ما بحث پایان نامه های صنعتی را داریم که به راحتی می توان پیگیری کرد و ما در ستاد آمار این مباحث را داریم در سایت nano.ir و همچنین سایت نانو و صنعت انواع گزارش های صنعتی در رشته های مختلف را به صورت رایگان برای دانلود قرار داده ایم و همه ی عزیزان مخصوصا کسانی که در این زمینه فعالیت می کنند هم می توانند از دیتا ها و مقالات استفاده کنند و هم توسط QR کد و یا ذکر منبع در مجلات و نشریه ها همه ی رشته ها و کسانی که در این زمینه فعالیت می کنند با این گزارش های صنعتی آشنا شوند که هم باعث تولید محتوی برای نشریات و مجلات و هم سبب یک جریان سازی در جامعه ی دانشگاهی شود.

+ به نظر شما تکنولوژی نانو چقدر در صنعت ما جای خودش را پیدا کرده و در چه صنایعی تا به امروز بیشتر مورد استفاده قرار داده گرفته؟

- خوشبختانه فناوری نانو خصوصا در این ده ساله ی دوم که قبلا عرض کردم ما هدف گذاری کرده ایم توسعه ی صنعتی فناوری نانو روز به روز شتاب بیشتری را می گیرد و تا به امروز هفت

نانو کاتالیست ها به شدت کاربرد دارد. در حوزه ی رنگ و رزین که دنیای شیمی است همچنین صنایع پلیمری، که شیمی و مهندسی شیمی در این موضوع حرف اول را می زند، که کامپوزیت سازی به چه شکلی باشد که استحکام و ساخت کامپوزیت به بهترین نحو رقم بخورد. در صنایع نساجی و پوشاک، لوازم خانگی که در حال حاضر چند محصول مانند ماشین لباسشوی های نانویی، ظروف غذا خوری و ضد لک، انواع فرش و موکت ضد باکتری و نانو اتفاقات مطلوبی هستند که رخ داده اند. در دستگاه های نانویی و صنایع ماشین الات سازی و صنایع بهداشت و سلامت، محیط زیست، آب و پساب که با سلامت جامعه در ارتباط هستند در اولویت اصلی بحث های ستاد قرار دارد.

جدا از بحث دارو سازی که تخصص پزشکی می طلبد، بحث ساخت و سنتز نانو مواد، سنتز نانو کاتالیست ها، انواع رنگ و رزین و پوشش هایی که کاربرد چند منظوره دارند مانند پوشش های مقاوم در برابر خوردگی و رنگ های ضد سایش و خوردگی، رنگ های ترافیکی و رنگ های پودری تا انواع پوشش های ضد اشعه ی ماورای بنفش، می تواند شامل تمامی این موارد شود. یعنی می توان گفت در همه ی صنایع و رشته ها نه تنها اسمی بلکه به صورت عملی

و محصولی شاهد تاثیرات این فناوری هستیم.

+ در صورت امکان توضیحات بیشتری در کاربرد تکنولوژی نانو در صنایع نفتی، چه در بحث استخراج و چه در بحث پتروشیمی را بفرمایید.

- مثلاً در بحث نانو کاتالیست ها وجود هر ماده ای که به عنوان نانو کاتالیست در صنایع نفتی استفاده شود یک عنصر حیاتی است که برای ما که هم مشکلات تحریمی داریم و هم از جهتی زمانی که ماده ای وارد می شود این مواد از گیت های مختلف عبور کرده و بنابراین هزینه زیادی را به صنعت نفت و گاز پتروشیمی وارد می کند. اتفاق خوبی که در این زمینه رخ داده این است که برای مثال با ساخت انواع نانو کاتالیست ها در کشور که آمار آن ها در سایت های ستاد موجود هست این اتفاقات باعث شده که ما دارای نانو کاتالیست هایی باشیم که برای سنتز متانول استفاده شود و یا کاتالیست های سولفورزدا، برطرف کننده ی گازهای سمی H_2S ، انواع کاتالیست های کاربردی در گوگردزدایی و بازیابی سولفور و... کاربرد های خیلی زیادی دارد. و یا نانوسیالات که در بحث های نیروگاهی باعث افزایش انتقال حرارت میشوند و همچنین می توان کارهای مشابه با خواص بهتر و توسعه یافته تر انجام داد انواع فیلتر های نیروگاهی که با استفاده از پلیمر های گوناگون و ...

زمینه هایی هستند که امکان فعالیت در آن ها موجود است.

+ از نظر شما مانع اصلی صنعتی شدن این تکنولوژی در زمینه های مختلف برای شرکت های دانش بنیان و یا تیم های دانشجویی چه چیزی می تواند باشد؟

- مهم ترین چالش در بین چالش های زیاد این است که اکثر دانشجویان پروژه خود و تلاشی که در مدت دانشگاهی صرف می کنند مبتنی بر رفع نیاز صنایع داخل دانشگاه قرار نمی دهند و این اتفاق مطابق میل نیست و بهتر است که دانشجویان مشکلات صنعت را موضوع پروژه خود قرار دهند که حتماً با حمایت ستاد همراه خواهد بود و همچنین سبب ثروت آفرینی از آن پروژه بعد از فارغ التحصیلی خواهد شد یکی از دیگر چالش ها این است که موضوعاتی که دانشجویان انتخاب می کنند و بیشتر علاقمند هستند لزوماً مشکل صنعت داخل را برطرف نمی کند و بنابراین بعد فارغ التحصیلی صنایع رغبتی برای استفاده از آن ها نشان نمی دهد مشکل دوم این است که دانشجو نگاه ثروت آفرینی و اقتصاد آفرینی نسبت به پروژه و تحقیقاتش ندارد، یعنی نگاه صرفاً علمی دارد البته دیدگاه بدی نیست، ناگفته نماند الان رتبه ی چهارم در فناوری نانو در دنیا از آن کشور ماست و همواره در هر کشوری صحبت از فناوری نانو باشد ایران یکی از قدرت

مباحث را بررسی و تحلیلی می کنند برای همین باید نگاه اقتصادی را هم همگام با نگاه علمی مطرح کند و مشکلات صنعتگران را به راحتی با ذکر اعداد و ارقام برطرف کند انتزاعی برخورد نکند اگر این طور شود خود صنعتگران از این پروژه ها به خوبی استقبال می کنند.

+ اگر دانشجویی ایده ای یا طرحی در زمینه ی کاربرد تکنولوژی نانو در صنعت داشته باشد میشه بفرمائید چه حمایت هایی از طرح صورت می گیرد و شخص چه مسیری را باید طی بکند؟

- یکی از کار ها و پروژه هایی که بنیاد آموزش و فناوری که نانو دارد که احتمالا اگر دوستان اطلاع ندارند می توانند از EDU.NANO.IR طرح های مختلفی دارد مثلا همین حمایت از نشریه های دانشجویی یکی از بحث های حمایتی است که در این بنیاد آموزش و فناوری نانو دنبال می شود بحث رقابت های دانشجویی است رقابت هایی که جشنواره تجارب نو دانشجویی است که دوستان میتوانند در آن ثبت نام کنند و دوره های توان افزایی وجود دارند که بصورت دوره ای گذاشته می شوند که می توانند از آنها استفاده کنند حتی مسابقات ملی که هر ساله برگزار می شود و علاوه بر این که در مسابقه ها شرکت می کنند و خودشان را می آزمایند می توانند جزو مدرسان فناوری نانو هم بشوند همکاری خود را در بحث ترویج فناوری نانو آغاز کنند و همکاری

+ به نظر من حلقه صنعت و اعتماد به دانشجو در کشور ما به سختی صورت می گیرد ولی باتوجه به صحبت های شما به این نتیجه رسیدم که ستاد نانو علاقمند است که از دانشجو و این ایده ها حمایت کند لطفا نظراتان را در این مورد بفرمایید.

- بله ، اتفاقا یکی از مشکلات همین است که احساس می کنیم صنعت استقبال نمی کند چون ادبیات دانشجو ادبیات نزدیکی به صنعت نیست برای مثال اگر دانشجو می خواهد کار خود را ارائه دهد مثلا یک صنعت چرخ دهنده اش زود فرسوده می شود و دچار مشکل می شود دانشجو زمانی که می خواهد با صنعتگر صحبت کند روی پاورپوینت خود درباره ی پوشش تی آی آن و چیدمان اتمی آن صحبت می کند و به بحث علمی قضیه رسیدگی می کند اما اگر بتواند هنرمندانه بحث علمی را در عین تخصصی که کسب کرده است هم راستا و هم ادبیات با مشکل صنعت بکند صنعت قطعا از آن استقبال می کند و نصف هزینه صرف شده برای پروژه را هم متقبل می شود و می تواند نصف دیگر هزینه را هم از حمایت های دیگر بگیرد و مشکل صنعت را حل کند و از آن حمایت و استقبال می شود. بالطبع هر صنعتگری در پی حل شدن مشکلات خود می باشد علت اینکه عموما صنایع استقبال نمی کنند این است که می بینند خیلی از دانشجو ها در یک فضای علمی و ایده عالی دارند

های مطرح این زمینه است . اگر یک قطره ای از این دانش وارد صنعت بشود تحول بسزایی خواهد داشت که اگر دانشجو نگاه مازاد نگاهی اقتصادی هم به این قضیه داشته باشد و درآمد حاصل از این پروژه را برای مملکت خویش استفاده کند خیلی از مشکلات برطرف خواهد شد هم از این راه مشکلات خودش را برطرف میکند و ثروت آفرینی می کند و هم از این راه میت واند مشکلات گروهی دیگر را هم برطرف کند که برای این کار باید با بیزینس پلن نویسی و طرح تجاری نویسی و بحث های بیزنسی آشنا باشد و در کنار تحصیل خود دوره ی این تجربیات را هم بگذراند و نگاهی علاوه بر علم و تخصص حتما اقتصادی هم داشته باشد و هردو مزیت را سرلوحه کار خود بگذارد و بصورت موازی با آگاهی از علم و اقتصاد به پیش برود در غیر این صورت دانشجو دچار این تفکر می شود که نتوانسته است از پتانسیل خود به خوبی استفاده کند چالش دیگری که وجود دارد این می باشد که دانشجو نتوانسته است مشکلات موجود در صنایع را به خوبی بشناسد برای مثال کشور مشکل مختص به خود را دارد ما دانشجو مسئله ی دیگری را بررسی و رفع می کند و زمانی که وارد عمق مسئله می شویم متوجه میشویم که اتفاقات خوبی رقم نمی خورد که ان شاءالله باتوجه به این چالش ها بتوان مسائل را برطرف کرد.

که فرصت خلاقیت چندانی نخواهید داشت این فرصت را فرصت طلایی بدانید و با اساتید خودتان ارتباط نزدیکی داشته باشید و با شرکت ها و صنایع ارتباط بگیرید و نگاه اقتصادی و ثروت آفرینی و بیزینسی را در کنار افزایش تخصص خودتان همانند دو بال یک پرنده حتما مد نظر داشته باشید و به هر دو بصورت موازی توجه کنید تا مورد توجه جامعه قرار بگیرید تحت این شرایط من مطمئنم افراد بعد از فارغ التحصیلی افرادی می شوند که رسانه ها و صنایع و مدیران خودشان از شما استقبال می کنند و دست شما را می گیرند که این وقایع در این دوره ی طلایی دانشجویی موثر واقع می شود.

بحثی نیاز هست که با جامعه دانشجویی در میان بگذارید خوشحال می شویم استفاده کنیم.

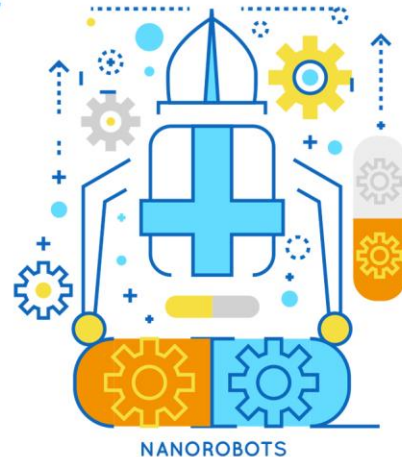
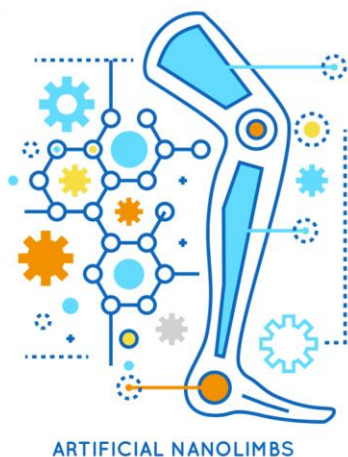
- خواهش می کنم من فقط تاپ ترین بحثی که الان به ذهنم میرسه همون بحثی هست که قبلا گفتم فرصت دانشجو بودن و استفاده از ابزار و دستگاه آزمایشگاهی را واقعا ساده و پیش و پا افتاده نبینید این یک فرصت طلایی هست که اگر قرار است فردا تخصص شما یک گرهی از مملکت باز کند یک محصول جدیدی را ارائه بدهد یک چراغ روشنی را در دل صنعت روشن کند و ثروت آفرینی ایجاد کند همین جایی که در دانشگاه هستید بهترین مکان و زمان هست و می توانید کارهای بسیار بزرگی را انجام بدهید و وقتی وارد دنیای بیرون می شوید با دغدغه های جدید تری روبرو می شوید

داشته باشند ما جشنواره های رسانه ای دانشجویی داریم و هفته فناوری نانو داریم که همه مختص دانشگاه هستند که توصیه می کنم علاوه بر بحث های بیزینسی که خیلی هم خوب می باشد و در اولویت قرار دارد در این بحث های فرعی هم شرکت کنید و فعالیت داشته باشید.

+ متشکریم که وقت خودتون را در اختیار ما قرار دادید و به سوالات ما پاسخ دادید.

- خواهش میکنم انجام وظیفه بود. خوشحالم از اینکه شما این نشریه را دارید و چشم انداز و رسالت خیلی خوبی دارید و مطمئنم با تیمی که دارید انشالله موفق خواهید شد.

+ به عنوان حرف آخر و به عنوان یک شخص علمی و صنعتی و دانشگاهی



پیشرفت های اخیر در بیوسنسورهای الکتروشیمیایی و نوری مبتنی بر نانوذرات مختلف برای تشخیص پروتئین واکنشی C (CRP) به عنوان یک عامل اصلی التهاب در بدن

حسام الدین سهرابی

دانشجوی دکتری تخصصی شیمی تجزیه دانشگاه تبریز



چکیده

تکنیک های بسیار کارآمد برپایه زیست حسگرهای مبتنی بر پروتئین واکنشی C بر پایه نانوذرات مختلف در سال های اخیر معرفی شدند. زیست حسگرهای مختلف بر اساس تکنیک های الکتروشیمی شامل ولتامتری، امپدانس سنجی، آمپرومتری و تکنیک های نوری شامل رزونانس پلاسمون سطحی، فلورسانس، لومینسانس، ترانزیستور اثرمیدانی (FET) و بیوسنسورهای مبتنی بر میکروبالانس بلور کوارتز (QCM) به عنوان عناصری بسیار مفید در تشخیص بیماری های مختلف مورد استفاده قرار می گیرند.

در سال های اخیر بیومارکرهاي التهابی شامل پروتئین واکنشی C (CRP) از اهمیت بسیار زیادی در تشخیص بسیاری از بیماری های انسانی برخوردار است. در شرایطی مثل آسیب های بافتی، عفونت ها، سرطان ها، بیماری های کلیوی و بیماری های قلبی و عروقی، CRP ها بسیار سریع افزایش می یابند. تکنیک های رایج کلینیکی برای تشخیص CRP برپایه آنتی ژن-آنتی بادی، آگلوتیناسیون و واکنش های ته نشینی استوارند. روش های جدید، برپایه سنجش ایمنی (ایمونوتوربیدیمتری) و ایمونونفولومتری هم وقت گیر و زمان بر و هم نسبتاً پرهزینه می باشد. برای حل این مشکلات

مقدمه

شده، CRP از مهم ترین شاخص های التهاب می باشد و چند ساعت بعد از آسیب بافتی از ماکروفاژها و سلول های T آزاد می شود [۳-۶]. نقش محوری این پروتئین با اتصال به کولین لیدو فسفاتیدیک روی سطح سلول های مرده انجام می گیرد و باعث فعال سازی سیستم مکمل می گردد. CRP باعث بهبود در ترمیم بافت و زخم و کاهش عفونت می گردد و با آزاد کردن آنزیم های مخرب مانند استرپتوکیناز، استرپتودورناز و هیالورونیداز سلول های خون را از بین برده و مسیر هموستاتیک را تنظیم می کند. عمده سنتز CRP توسط

در شرایط فیزیولوژیکی طبیعی، ۴ مرحله قابل توجه و پراهمیت در فرآیند ترمیم زخم درگیر می باشند، این ۴ مرحله شامل: هموستازی، بازسازی بافت، تکثیر و التهاب می باشد [۱-۲]. التهاب به عنوان یک سیستم دفاعی اصلی در برابر زخم ها و عفونت ها بوده و برای مقابله با تهدیدهای آسیب شناختی و فیزیولوژیکی مانند بیماری های قلبی، ایسکمی، عوامل آلوده کننده و تومور عمل می کند. از نشانگرهای مهم واساسی التهاب می توان به CRP و لپوکالین ژلاتیناز نوتروفیل (NGAL) و فاکتور نکروز تومور آلفا (TNF-α) اشاره کرد. در بین موارد ذکر

شود. از جمله معایب متعدد روش‌های کلینیکی می‌توان به گران قیمت بودن، نیاز به نیروی کار ماهر و برگزیدگی کم نسبت به گونه‌ی هدف اشاره کرد. همه‌ی معایب ذکر شده برای روش‌های کلینیکی با استفاده از حسگرهای زیستی قابل کنترل می‌باشد. CRP به دلیل پراهمیت بودن در تشخیص پزشکی نیاز به توسعه‌ی تکنیک سریع، آسان، ایمن و با حساسیت بالا دارد که در نمونه‌های بیولوژیکی با حساسیت بالایی تشخیص داده شود. به دلیل اهمیت اندازه‌گیری این بیومارکر مهم بیولوژیکی در این مقاله به بررسی مختصر روش‌های مختلف مبتنی بر زیست حسگرهای الکتروشیمیایی و نوری پرداخته‌ایم.

حسگرهای زیستی الکتروشیمیایی استفاده شوند که نحوه‌ی ظاهر شدن این سیگنال‌ها منجر به توسعه‌ی روش‌های مختلف الکتروشیمیایی می‌شوند. از جمله این روش‌ها می‌توان به روش‌های مختلف پتانسیومتری، آمپرومتری، امپدانس سنجی و ولتامتری اشاره کرد. انواع مختلف حسگرهای زیستی الکتروشیمیایی که برای تشخیص CRP استفاده می‌شوند [۱].

کننده بلور کوارتز به عنوان یک تغییر جرم (واحد در هر ناحیه) اندازه‌گیری می‌شود و برای تشخیص CRP مورد استفاده قرار می‌گیرند. این حسگرهای زیستی دقیق و حساس هستند و توان فوق العاده بالای تشخیصی را ارائه می‌دهند. علاوه بر این، حسگرهای زیستی نوری کاربردهای گسترده‌ای در نظارت بر محیط زیست، مراقبت‌های بهداشتی، دارویی و سایر زمینه‌های زیست پزشکی دارند [۱].

کبدانجام می‌گیرد. هم چنین تولید آن توسط کلیه‌ها و بافت‌های آرترواسکلروز نیز انجام می‌گیرد [۷-۱۰]. مقدار بالای CRP در جریان خون نشان دهنده التهاب در اثر آسیب بافتی می‌باشد. نیمه عمر CRP در سرم خون حدود ۱۹ ساعت می‌باشد، پس از کاهش محرک غلظت آن سریعاً به مقدار پایه می‌رسد. نکته‌ی بسیار مهم اینکه، CRP یک نشانگر دفاع غیراختصاصی تشخیص روماتوئید آرتریت (ورم مفاصل) نیز می‌باشد. تاکنون روش‌های کلینیکی رایج مانند ایمونوتوریدیمتری و ایمونونفلومتری برای تشخیص CRP مورد استفاده قرار گرفته اند. روش (ELISA) یک روش با حساسیت بالا برای این هدف می‌باشد ولی می‌تواند مانع حضور پروتئین‌های دفاع غیراختصاصی

زیست حسگرهای الکتروشیمیایی

حسگرهای زیستی الکتروشیمیایی مبتنی بر واکنش‌های اکسیداسیون-احیا هستند. این واکنش‌ها بین گیرنده‌های زیستی و مولکول‌های هدف در سطوح الکترودی مختلف قابل اجرا هستند. حسگرهای زیستی الکتروشیمیایی به دلیل ویژگی‌های مهمی مانند حساس بودن، قابلیت اجرایی بالا، سریع، انتخابی بودن و قابلیت تشخیص بالا کاربردهای گسترده‌ای در تشخیص بیماری‌ها و سرطان‌ها دارند. سیگنال‌های الکتروشیمیایی مختلفی می‌توانند توسط

زیست حسگرهای نوری

فرکانس نور ورودی در حسگرهای زیستی نوری با واکنش‌های زیستی مختلف و تغییرات در قطبش، دامنه یا تابش فاز تغییر می‌کند. حسگرهای زیستی نوری به انواع رزونانس پلاسمون سطحی (SPR)، فلورسانس و حسگرهای نوری مبتنی بر تغییر رنگ، ترانزیستور اثر میدانی (FET) که براساس تغییرات پتانسیل سطحی کار می‌کنند و میکرو تعادل کریستال کوارتز که در آن‌ها تغییر فرکانس تشدید

نتیجه گیری:

CRP یک پروتئین التهابی بسیار مهم می‌باشد. که در فرآیندهای التهاب، عفونت، روماتیسم، بیماری‌های قلبی و دیگر شرایط پاتولوژیکی افزایش می‌یابد. CRP نه تنها یک نشانگر اصلی التهاب و عفونت هست، بلکه به عنوان یک تنظیم کننده مهم در فرآیندهای التهابی است. طبق گفته محققان در زیست شناسی بافت‌های عروقی ضرورت دارد که نقش خاص این عامل در بافت‌های پیرامونی تعیین شود. برخی محدودیت‌ها مانند طول پیوند یونی و دما در کار این بیوسنسورها دخالت دارد. تلاش‌های بسیاری برای توسعه کاربردی و استفاده آسان بیوسنسورهای CRP برای تشخیص مورد نیاز است. تداخل بیوسنسورهای CRP با سایر نشانگرهای پروتئینی یک چالش جدی و مهم است و لازم است که حل شود. برای تجزیه و تحلیل سریع و حساس بیومارکرهای زیستی مربوط به این روش می‌تواند مفید باشد. باید تلاش‌های بسیاری برای توسعه و گسترش تعیین تکنیک‌های جدید CRP انجام گیرد و مواد جدیدی برای سنجش هرچه بهتر بسترها کشف شود. سرانجام، روش‌های تشخیص CRP باید قابل انتقال و قابل اجرا باشند. اجرا و گسترش چنین روش‌هایی می‌تواند به کاربردهای واقعی در تست‌های تشخیص بالینی کمک کند. به عنوان جمع بندی، ترکیب بیوسنسورهای پیشرفته باردیاب‌های چند هدفی و نانو مواد یا میکروسیالات مختلف می‌تواند برای طراحی بسترهای پیچیده برای تشخیص CRP در نمونه‌های بیولوژیکی مورد استفاده قرار گیرند.

References:

- [1] Hessamaddin Sohrabi, Mir Reza Majidi, Ahad Mokhtarzadehi, Miguel de la Guardia, Recent advances of electrochemical and optical biosensors for detection of C-reactive protein as a major inflammatory biomarker, *Microchem J*, 158 (2020) 105287
- [2] D.E.A. Komi, K. Khomtchouk, P.L. Santa Maria, A Review of the Contribution of Mast Cells in Wound Healing: Involved Molecular and Cellular Mechanisms, *Clin. Rev. Allergy Immunol.* (2019) 1–15.
- [3] R. Medzhitov, Origin and physiological roles of inflammation, *Nature* 454 (2008) 428.
- [4] C. Nathan, Points of control in inflammation, *Nature* 420 (2002) 846.
- [5] S.Y. Loo, M. Vutcovici, A. Bitton, P.L. Lakatos, L. Azoulay, S. Suissa, P. Brassard, Risk of malignant cancers in inflammatory bowel disease, *J. Crohn's Colitis* (2019).
- [6] M. Ferioli, G. Zauli, P. Maiorano, D. Milani, P. Mirandola, L.M. Neri, Role of physical exercise in the regulation of epigenetic mechanisms in inflammation, cancer, neurodegenerative diseases, and aging process, *J. Cell. Physiol.* (2019).
- [7] P. Salvo, V. Dini, F. Di Francesco, M. Romanelli, The role of biomedical sensors in wound healing, *Wound Med.* 8 (2015) 15–18.
- [8] T.A. Pearson, G.A. Mensah, R.W. Alexander, J.L. Anderson, R.O. Cannon III, M. Criqui, Y.Y. Fadl, S.P. Fortmann, Y. Hong, G.L. Myers, Markers of inflammation and cardiovascular disease: application to clinical and public health practice: a statement for healthcare professionals from the Centers for Disease Control and Prevention and the American Heart Association, *Circulation* 107 (2003) 499–511.
- [9] G.S. Hotamisligil, Inflammation and metabolic disorders, *Nature* 444 (2006) 860.

ترانزیستورهای گرافنی

علی مهجوری

دانشجوی برق دانشگاه سراسری تبریز



افزارهای جدیدی که توسط نانوالکترونیک معرفی شدند از ابعادی به اندازه ی اتم پتانسیل تغییری به وسعت جهان پیرامون ما را دارند. نمونه هایی از این افزارها نانو ترانزیستور ها، سوئیچ های نوری، افزارهای الکترونیکی سازگار با بدن برای کاربرد های پزشکی، افزارهای نمزی (NEMS) و ممزی (MEMS) و ...

برای آشنایی بیشتر با این یکی از این افزارها در این بخش به معرفی مختصر ترانزیستور های گرافنی میپردازیم:

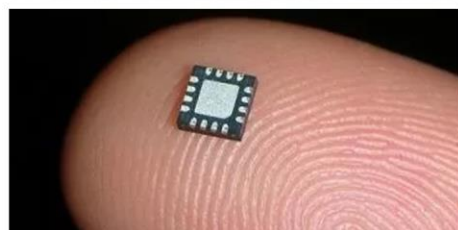
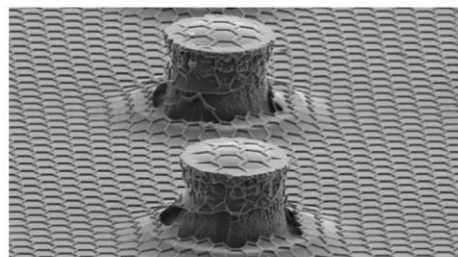
می توان گفت بهره وری ترانزیستور های سیلیکونی به بالاترین حد ممکن و اندازه آنها به محدودیت های ذاتی و فیزیکی خودش رسیده است، بنابراین معرفی یک ساختار جدید با ویژگی های بهتر یک نیاز اساسی آینده تکنولوژی است که ترانزیستور های گرافنی می تواند به عنوان راه حل مطرح شوند.

گرافن چیست؟

گرافن یک ساختار دو بعدی از یک لایه منفرد شبکه لانه زنبوری کربنی است که هر اتم کربن با سه

کمک نانو تکنولوژی با دانش الکترونیک راه های جدیدی را برای مشکلات و محدودیت های گذشته ارائه کردیم. برای نشان دادن اهمیت و تاثیر نانوالکترونیک می توان حافظه های ذخیره سازی را مثال زد، که در سال ۱۹۸۰ دو گیگابایت حافظه ۸۰۰۰۰ دلار قیمت داشت، ۱۰ سال بعد یعنی در سال ۱۹۹۰ همین حجم حافظه را می شد با ۲۰۰ دلار خرید و امروز حافظه های با حجم بالا با قیمت های بسیار کمتر در اختیار همه هست. با یک نگاه کلی امتیاز های نانو الکترونیک را می توان به صورت زیر جمع بندی کرد: کاهش وزن و ضخامت صفحات نمایش

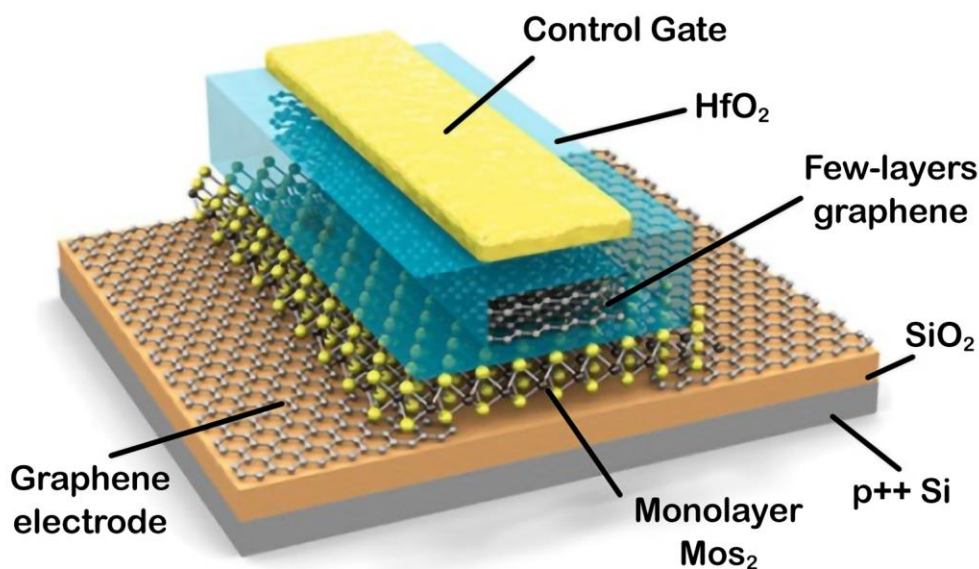
نانولیتوگرافی برای ساخت تراشه ها کاهش مصرف توان افزارهای کوچکتر و سریعتر و ...



اولین بار این ایده که نانو ذرات مسیر پیش روی دانش است توسط ریچارد فیمن برنده جایزه نوبل در سخنرانی سال ۱۹۵۹ مطرح شد و می توان گفت لغت نانو تکنولوژی برای اولین بار در کتاب اریک درکسلر در سال ۱۹۸۶ مطرح شد، اما امروزه تقریباً همه ما لغت نانو را شنیده ایم اما چقدر احساس درستی از ابعاد مورد بحث داریم؟! برای مثال یک توپ فوتبال حدود ۱ میلیون بار کوچکتر از یک نانو ذره است و یا به طور میانگین ضخامت موی انسان در حدود ۲۵۰۰۰ نانو متر است، بنابراین زمانی که از نانو تکنولوژی و نانو ذره صحبت می شود ابعاد فوق العاده کوچکی مد نظر است و به عنوان تعریف کلی، هنر و دانش کار با مواد در ابعاد نانو و اتم با استفاده از روش های علمی و مهندسی را نانو تکنولوژی گویند. اما نانو تکنولوژی تنها در مورد ابعاد نیست، وقتی به مواد در ابعاد نانو و اتم نگاه می کنیم ویژگی های فیزیکی و شیمیایی جدیدی از خود نشان می دهند، امروزه ما با مطالعه ویژگی های اتمی و شناخت ویژگی های کوانتومی آن ها و ادغام این خواص جدید به

زیستی و شیمیایی داشته باشد. علاوه بر این ویژگی ها و خواص فوق العاده مطرح شده می توان از بسیاری وجوه دیگر این ترانزیستور ها را مورد بررسی قرار داد، اما پرسش این است که این ویژگی ها با چه چالش هایی روبرو هستند؟

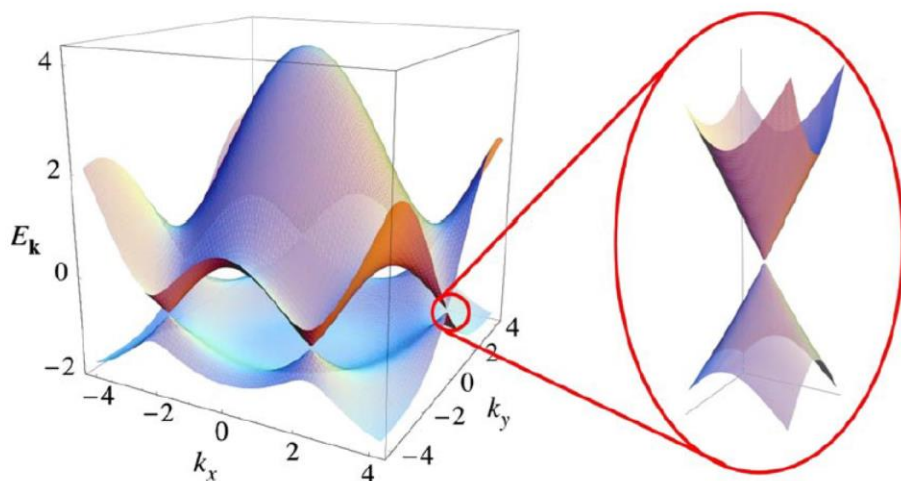
می دانیم اساس عملکرد ما در الکترونیک قابلیت کنترل است که این مورد در سیلیکون با توجه به انرژی گپ آنها ممکن می شد اما مطابق دیاگرام بانندی ارائه شده توسط دانشگاه منچستر یکی از همین چالش ها بند گپ است، و چالش اساسی دیگر می تواند هزینه ساخت باشد که محدودیتی اساسی برای تولید انبوه در مسیر پیش روی ما قرار خواهد داد.



علاوه بر این خواص مطابق تحقیقات صورت گرفته نمونه ترانزیستور گرافنی می تواند هزار برابر سوئیچ زنی بهتری داشته باشد همچنین به دلیل ضخامت بسیار کم آن می تواند کاربرد های بسیار وسیعی در سنسور های

اتم کربن دیگر در ارتباط است، که خواص فوق العاده ای در رسانندگی الکتریکی و گرمایی و تحرک پذیری حامل های بار و رسانندگی اپتیکی و ... را دارد.

مطابق سنت در طراحی ترانزیستور های FET، گیت نقش کنترل شار حامل های الکترونی یا حفره ای را در طول کانال خود دارد، اما نکته قابل توجه این است که قطبیت ترانزیستور می تواند با بایاس جریان الکتریکی کنترل شود به طوری که با اعمال بایاس منفی جریان حفره ای برقرار خواهد شد و با اعمال بایاس مثبت جریان الکترونی برقرار خواهد شد که این قبلا ممکن نبود. اما اساس خاموش شدن این ترانزیستور ها به چه صورت است؟! در صورتی که قطبیت دو سمت کانال متفاوت باشد ترانزیستور در حالت خاموش و زمانی که قطبیت دو سمت کانال یکسان باشد در حالت روشن قرار خواهد گرفت.



- [1] allaboutcircuits.com
- [2] science.howstuffworks.com
- [3] Engines of creation - K. Eric Drexler
- [4] wikipedia.org
- [5] graphene-uses.com

فناوری نانو و معماری



امیررضا مسائلی

دانشجوی معماری دانشگاه سراسری تبریز

نانو معماری

چند برنامه محدود شده است. یکی حفظ و مرمت میراث فرهنگی است. برای حرفه معماری، فناوری نانو قادر به تغییر نحوه ساخت ما خواهد بود و بر مصالح ساختمانی و خصوصیات آنها نیز تأثیر زیادی خواهد گذاشت. با این وجود، رفتار مواد به طرق مختلف انجام می شود زیرا ما قادر به کنترل دقیق تر خواص آنها در نانو کامپوزیت ها هستیم که نانو مواد جدید را با مواد سنتی تر ترکیب می کند و می تواند چندین برابر قوی تر از مواد استاندارد باشد و عملکرد، دوام و نسبت مقاومت به وزن این مواد را به طرز چشمگیری بهبود می بخشد. با دستیابی مواد به چنین ویژگی های گذرا، طراحی و ساخت معماری با تبدیل خصوصیات اساسی ماده تکامل می یابد.

استفاده از فناوری نانو در معماری گسترده است و از مراحل اولیه طراحی تا آخرین مراحل به پایان رساندن متفاوت است، به ویژه در انتخاب ماده مناسب که نه تنها منعکس کننده طرح است بلکه در

یعنی نانو سطوح عملکردی، که از مواد اساسی رها شده اند، خصوصیات این سطوح فوق العاده نازک می تواند کاملاً با مواد محصور شده متفاوت باشد و می تواند شفاف و کاملاً نامرئی باشد

اگر یک کلمه وجود داشته باشد که اهداف جمعی عصر ما را خلاصه کند، این تخریب ناپذیری است چه درمانی برای سرطان باشد یا اتومبیلی که بتواند پرواز کند، هدف یکسان است - از بین بردن ضعف و تقویت قدرت.

در حقیقت، این باعث ایجاد آنچه معمار چشم انداز (آینده نگر-بیننده) جان ام یوهانسن به عنوان "گونه جدید" تعریف کرده است می شود - نانو معماری، یک میدان مرزیست که هدف آن ساخت ساختارهای مقاوم با استفاده از مواد نانو است

فناوری نانو به عنوان مهمترین چارچوب نظری و کاربردی دانش بشر در آینده نزدیک در نظر گرفته شده است، دستیابی به موفقیت به

نانو معماری انقلاب جدیدی چه در عرصه نانو و چه در عرصه معماری در قرن ۲۱ است. استفاده از فناوری نانو در معماری متشکل از مواد، تجهیزات، فرم ها و تئوری های طراحی است، فناوری نانو بر محیط تأثیر می گذارد و عملکرد تعاملی برتری را به معماری می بخشد و به ساکنان اجازه می دهد تا با محیط اطراف خود ارتباط بهتری برقرار کنند. با ظهور مواد و روش های ساخت جدید، نانومعماری قطعاً تصور طراحان را زیرو رو میکند.

معماری و نانو مواد

در معماری هنگام برخورد با مواد و سطوح، دو رویکرد طراحی کاملاً متفاوت حاکم است

(یک) حالت طبیعی - "آنچه می بینید همان چیزی است که می گیرید"، مانند حالت طبیعی چوب یا سنگ

(دو) حالت جعلی - سطوح مصنوعی که از مواد طبیعی تقلید می کنند. در آینده، گزینه سوم در دسترس خواهد بود

یک عایق بندی سطح بالا را می دهد که می تواند با جهش های عظیم، عملکرد حرارتی سازه ها را بهبود بخشد

یک صفحه ایروژل به اندازه یک اینچ یعنی به اندازه روی هم قرار دادن ۳۰ صفحه شیشه قدرت دارد و قدرت آن فقط توسط نانو ذرات تیتانیوم دی اکسید امکان پذیر است.

نحوه عملکرد شیشه خود تمیز کننده

هنگامی که نور یو وی از اشعه خورشید به پوشش تیتانیوم دی اکسید می تابد ، الکترون آزاد می شود سپس با برهم کنش الکترون ها با آب موجود در هوا آنها را به رادیکال های هیدروکسیل تبدیل می کند که بسیارواکنش پذیر ، کوتاه مدت و بدون بار یون های هیدروکسید می باشد و ین رادیکالهای هیدروکسیل چابک به مولکولهای آلی سنگین(مبتنی بر کربن) که بیشترین آلودگی را ایجاد می کنند حمله می کند و پیوندهای شیمیایی آنها را از هم جدا می کند و آنها را به مواد کوچک و بی خطر مانند مولکول های آب و کربن دی اکسید تبدیل میکند.

تیتانیوم دی اکسید به عنوان روکشی که برای خود تمیز کن کردن روی شیشه اعمال می شود ، دارای

نانومواد هسته اصلی معماری نانو هستند. این مسئله ایست که انتظار می رود با خسارات زمان مبارزه کند و جهانی را با توصیفاتی مانند "ضد آتش" ، "مقاوم در برابر خرد شدن" ، "خود ترمیم شونده" و "نشکن" به ما هدیه دهد. نانومواد مواد شگفت انگیزی هستند که قرار است شیوه زندگی ما را تغییر دهد

فناوری نانو به معماران اجازه می دهد فضاهایی ایجاد کنند که امکان

۱.افزایش انعطاف پذیری ۲.قدرت فوق العاده ۳.سطوح نازک تر را داشته باشد.

به عنوان مثال گرافن را در نظر بگیرید. از یک لایه اتم کربن بسته بندی شده کاملاً محکم ساخته شده ، دارای مقاومت کششی خارق العاده ای است که باعث شرمندگی فولاد می شود. مخلوط گرافن با بتن می تواند تقریباً نشکن باشد همانطور که محققان دانشگاه اکستر در آوریل ۲۰۱۸ کشف کردند، استفاده از گرافن بر روی فولاد و رنگ می تواند آنها را در برابر خوردگی مقاوم کند.

ایجاد یک شبکه سی ان تی با ژل مخصوص و بدون مایع ، به ما یک ایروژل بسیار سبک وزن می دهد، ماده ای که به طور فوق العاده ای در برابر حرارت و آتش مقاوم است. ایروژل نوعی ماده کف مانند است که تقریباً ۹۰٪ هوا دارد ، نوید

روش تفکر معماری نیز تأثیر بسزایی دارد. با توجه به گزینه های گسترده جدید. نانو معماری ادغام فناوری نانو در معماری با استفاده از محصولات نانو ، موادنانو یا حتی اشکال نانو است. یکی از کاربردهای فناوری نانو حفاظت از میراث فرهنگی حفاظت از نقاشی های دیواری و اسیدزدایی کاغذ است اخیراً شواهد روشنی از توانایی عظیم این علم نوظهور برای حفاظت از میراث فرهنگی ارائه شده است

جهانی ساخته شده از نانو

نانو معماری که پیش تر به معرفی آن پرداختیم به عنوان یک سبک جدید معاصر در قرن ۲۱، انقلابی در معماری تلقی میشود چه به لحاظ تاثیر در مصالح و چه به لحاظ تاثیر در روند طراحی، به عنوان نمونه، اصلی ترین وجه معماری یعنی پاسخگویی به نیاز های بشر، تاثیر معماری در رفتار روزانه افراد را بر همگان عریان میسازد، اما عدم تطابق طول عمر سازه با طول عمر معماری مشکل آفرین میشود، به بیان واضح تر قدرت پاسخگویی سازه بر نیاز بنا به طور میانگین ۱۵ تا ۲۰ سال میباشد و این در صورتیست که قدرت پاسخگویی معماری عمری بیش از ۱۵ سال را داراست، در نتیجه بایستی به کمک نانومواد به حل این معضل برآییم

خصوصیات فوتوکاتالیستی است که در شیشه باعث ایجاد واکنش های شیمیایی در معرض نور خورشید ، دفع لکه ها ، اثرانگشت ها و هوا می شود. نه تنها این ، بلکه با تبدیل ذرات مضر در هوا به نیتراتهایی که سازگار با محیط زیست هستند ، به کاهش آلودگی در محیط نزدیک آن نیز کمک می کند.

بنابراین ، معمار بودن در این دوره از معماری نانو که تمام تصورات

موجود در آن به هم می خورد ، به چه معناست؟ به نقل از یوهانسن از سخنرانی خود در تئاتر مومرز در اوکلاهما ، «وظیفه معماران امروز این است که از فن آوری های جدید استفاده کنند ، آنها را با عقلانیت در یک ساختمان بکار گیرند ، از پتانسیل نمادین لذت ببرند و آنها را با بیانی شاعرانه جای دهند»

پس تا حد زیادی معماران از تضمین راحتی ، ایمنی و پایداری

محیط زیست آزاد می شوند. سازه های ساخته شده با این مواد قدرتمند به طور خودکار از این جنبه ها مراقبت می کنند و معمار را در تمرکز بر زیبایی باز می دارد بنابراین ، معماران مجسمه ساز فضاهای زندگی ما هستند و نقشه هایی را برای آینده ویرانگر ما در دست دارند.

[۱] home.kias.re.kr/MKG/upload/KIAS-SNU/graphene_Hubbard_Park.pdf

[۲] [www.antonio.licciulli.unisalento.it/tesine2003/SELF CLEANING GLASS.pdf](http://www.antonio.licciulli.unisalento.it/tesine2003/SELF%20CLEANING%20GLASS.pdf)

[۳] https://www.academia.edu/2367517/NanoArchitecture_Nanotechnology_and_Architecture

شعار ستاد ویژه توسعه فناوری های نانو:

هدف از توسعه فناوری نانو تولید ثروت و بهبود کیفیت زندگی مردم است.

