

کاربرد فناوری نانو در چاه‌های نفت و گاز

سال انتشار: ۱۳۹۷

ویرایش نخست



ستاد ویژه توسعه فناوری نانو

طراحی و اجرا:	توسعه فناوری مهر ویژن	تلفن:	۰۲۱-۶۳۱۰۰
نظارت:	داود قرایلو	نمابر:	۰۲۱-۶۳۱۰۶۳۱۰
تهیه کنندگان:	سیدآرین مرتضوی، محمد رضا بسکابادی، علی طالبیان	پایگاه اینترنتی:	www.nano.ir
	oil@nano.ir	صندوق پستی:	۱۴۵۶۵-۳۴۴

۳	چکیده مدیریتی
۳	مقدمه
۴	فناوری نانو در چاه های نفت و گاز
۷	بخش های قابل ورود فناوری نانو در عملیات بالادستی نفت
۱۱	چشم انداز اقتصادی
۱۲	محصولات شرکت های داخلی
۱۷	محصولات شرکت های خارجی



ما در کشوری زندگی می‌کنیم که صنایع نفتی نقش بزرگی را در اقتصاد آن ایفا می‌کنند. این صنایع همواره با مشکلات و چالش‌های بزرگی روبه‌رو هستند که برای حل آن‌ها لازم است با فناوری‌های جدید همراه شوند. امروزه مهم‌ترین فناوری مورد استفاده در دنیا در این صنایع، فناوری نانو است. نقش فناوری نانو در صنایع پایین‌دستی به دلیل هزینه‌های پایین‌تر و حضور

صنایع خصوصی در آن قسمت پررنگ‌تر است در حالی که فناوری نانو در صنایع بالادستی کاربردهای فراوانی دارد. سیمان حفاری، سیال حفاری و ادوات آنالیزی از جمله قسمت‌هایی هستند که فناوری نانو به آن‌ها ورود پیدا کرده است و موجب بهبود کارایی آن‌ها در چاه‌های نفت و گاز شده است. هم‌چنین فناوری نانو در حوزه ازدیاد برداشت نفت خام که یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش‌رو است، مورد استفاده قرار می‌گیرد و از انواع نانو ساختارهای مختلف در این حوزه استفاده می‌شود. در این گزارش سعی شده است کاربردهای فناوری نانو در چاه‌های نفت و گاز مورد بررسی قرار گیرد.

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو با هدف برطرف کردن نیازها و حل مشکلات صنایع با تکیه بر توان داخل، سعی می‌کند تا از طریق حمایت‌های مادی و معنوی خود مسیر رسوخ و انتقال فناوری‌های مبتنی بر فناوری نانو را در صنایع مختلف از جمله صنعت نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی هرچه بیشتر تسهیل کند.

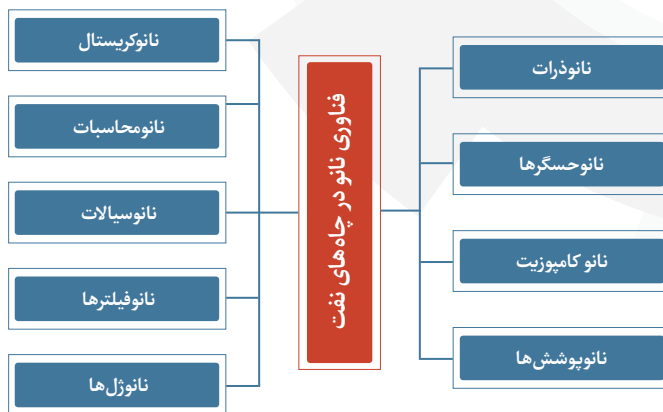
مقدمه

«نانو» به معنی 10^{-9} یا یک میلیاردیم هر مقداری است. نانومواد به عنوان موادی تعریف می‌شوند که حاوی قطعات ساختاری با حداقل یک بعد زیر 100 نانومتری هستند. فناوری نانو، توانمندی تولید مواد، ابزارها و سیستم‌های جدید با در دست گرفتن کنترل در سطوح مولکولی و اتمی و استفاده از خواصی است که در آن سطوح ظاهر می‌شود. از همین تعریف ساده برمی‌آید که فناوری نانویک رشته جدید نیست، بلکه رویکردی جدید در تمام رشته‌ها است. استفاده از این فناوری در کلیه علوم پزشکی، علوم مواد، صنایع دفاعی، الکترونیک، کامپیوترهای کوانتومی، صنعت نفت، صنایع وابسته و... باعث شده که تحقیقات در زمینه نانو به عنوان یک چالش اصلی علمی و صنعتی پیش روی جهانیان باشد. صنعت نفت نیز به عنوان اولین صنعت تأمین‌کننده انرژی جهان از این قاعده مستثنی نیست. با توجه به قدمت بالایی که صنعت نفت و گاز در ایران دارد و توانسته‌اند جایگاه ویژه‌ای از نظر سیاسی و اقتصادی برای ایران در منطقه رقم بزنند، این صنایع توجه ویژه‌ای به بهبود فناوری در این حوزه دارند. به همین دلیل، صنایع نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی نیز کمابیش از دایره نفوذ فناوری نانو دور نمانده و تا حدودی فناوری نانو در این صنایع نیز وارد شده است. هرچند این صنعت در ابتدای راه این تحولات علمی قرار دارد (به ویژه در بخش بالادستی)، اما در گروه صناعی به حساب می‌آید که پتانسیل و تأثیر موفقیت‌آمیز کاربرد فناوری نانو در بخش‌های مختلف آن (حتی در بعد میدانی) به اثبات رسیده است.

فناوری نانو کاربردهای فراوانی در صنعت نفت پیدا کرده است، به کارگیری این فناوری در صنایع بالادستی نفتی می تواند در نهایت موجب تسهیل و افزایش برداشت نفت و گاز شود و از نظر اقتصادی بهبود چشمگیری را حاصل کرده و انقلاب بزرگی در این صنعت ایجاد کند. ایران نیز به عنوان یکی از مالکین اصلی نفت و گاز با قدمت بیش از یک قرن، می تواند با برنامه ریزی لازم در جهت نائل شدن به پیشرفت های مناسب و درخور، در این راه گام بردارد. با توجه به وضعیت منابع نفت و گاز در کشور، جهت ایجاد رویکردی جدی، تلاش و برنامه ریزی منسجم مورد نیاز است.

فناوری نانو در چاه های نفت و گاز

به مجموعه عملیاتی که از اکتشاف تا پیش از پالایشگاه در زمینه تولید و استخراج نفت انجام می گیرد، صنایع بالادستی گفته می شود. این عملیات شامل اکتشاف، حفاری، بهره برداری و مدیریت مخازن می شود. زمینه های کاربردی فناوری نانو در صنایع بالادستی نفت در ۹ دسته کلی شناسایی شده اند:



شکل ۱. زمینه های کاربردی فناوری نانو در صنایع بالادستی (چاه های نفت و گاز) [۱]

■ نانوذرات

از نانوذرات در سیمان کاری بین لوله های جداری و دیوار چاه، حفاری غیرتعدادلی، جلوگیری از چند فاز شدن سیال در خطوط لوله، تزریق کف برای جلوگیری از پدیده مخروطی شدن، گل حفاری و الماس واره ها استفاده می شود [۱].

کنترل جریان سیال، یکی از مهم ترین فاکتورها در استخراج سیالات هیدروکربنی است. در این حالت جبهه جلویی سیال تزریق شده باید تا حد امکان یکنواخت حرکت کند تا بتواند به صورت مناسب به درون سازند نفوذ کند. محققان به منظور بهبود این پروسه موفق به تولید عوامل سطحی و غیر نفوذکننده بر پایه نانوذرات شده اند که

می‌توانند میزان جریان را در عملیات استخراج و تولید بهبود دهند [۲].

■ نانوحسگرها

از نانوحسگرها در لرزه‌نگاری برای اکتشاف مخازن نفتی، نمونه‌گیری از چاه، مته‌های حفاری جهت تشخیص جنس لایه‌ها، نمودارسنجی حین حفاری، نمودارگیری گل حفاری، حفاری تاپ درایو، اندازه‌گیری حین حفاری و آزمایشگاه روی تراشه استفاده می‌شود [۱]. به کمک نانوحسگرهایی با ابعاد کمتر از عرض موی انسان در محدوده ۱۰۰ میکرومتر تا ۱۰ نانومتر می‌توان مخازن نفت و گاز را به طور جامع‌تر بررسی کرد و داده‌های فراوانی را جمع‌آوری کرد. پس از ارسال نانوحسگرها به مخزن، این حسگرها می‌توانند اطلاعات مربوط به خواص سیال و سنگ را از هر نقطه‌ای از فضای مخزن جمع‌آوری کرده و انتقال دهند و از این طریق موجب افزایش برداشت خواهند شد [۳]. کاربرد عمده نانوحسگرها در صنایع نفت و گاز مربوط به تعیین مکان دقیق مخازن و نیز تشخیص گازهای سمی از چاه‌ها و معادن و بررسی وضعیت درون چاه مانند دما، فشار و... است. در این راستا نانوحسگرها با استفاده از ابعاد بسیار ریزی که دارند می‌توانند به درون حفرات سازند نفوذ کرده و اطلاعات مناسبی را از ساختار آن در اختیار قرار دهند [۴].

■ نانوکامپوزیت

از نانوکامپوزیت‌ها در ایجاد شکاف مصنوعی در مخازن نفتی، لوله‌های تاییده در حفاری چاه نفتی، حفاری افقی و زاویه‌دار، توپک‌رانی برای بهره‌برداری از چاه‌های نفت، نانوکامپوزیت‌های فولادی با اکسید ایتیم در جداره چاه‌های نفتی و نانوکامپوزیت‌های پلیمری در ازدیاد برداشت مخازن نفتی استفاده می‌شود [۱].

■ نانوپوشش‌ها

پوشش‌های نانوکامپوزیتی در حفاری مته‌های حفاری و نانوپوشش‌ها در حفاری توربوردیل کاربرد دارند [۱]. عموماً نفت در عمق ۹۰۰ تا ۵۰۰۰ متری از سطح زمین یافت می‌شود. جهت دسترسی به آن، می‌بایست زمین حفاری شود. به این منظور از مته‌ها در انتهای رشته حفاری استفاده می‌شود. ترکیبات تنگستن با کربن عبارت است از WC و WC که به سختی الماس و پوشش نانوساختار الماس مانند^۲ هستند که می‌توانند به عنوان پوشش سخت و مقاوم در مته‌های حفاری استفاده شوند. نانوپوشش‌ها در شیرهای مورد استفاده در صنعت حفاری نیز کاربرد دارند. تجهیزات درون چاهی که در پایین لوله‌های حفاری نصب می‌شوند، ممکن است تحت اصطکاک و سایش قرار گیرند، بنابراین نانوپوشش‌های با ضریب اصطکاک کم در نواحی تماس، عمر آن‌ها را افزایش می‌دهد [۵].

■ نانوبلور

در مشبک‌کاری لوله‌های جداره چاه‌های نفتی کاربرد دارند [۱]. مشبک‌کاری فرآیندی است جهت سوراخ کردن لوله جداری برای عبور جریان سیال از مخزن به درون ستون چاه، که براساس نوع مشبک‌کننده، به روش‌های مختلفی صورت می‌گیرد. استفاده از نانوپوشش‌ها یکی از کاربردهای فناوری نانو در مشبک‌کاری است. در این پوشش‌ها که از دو فاز زمینه و تقویت‌کننده تشکیل شده‌اند، فاز نانوبلوری (تقویت‌کننده) در فاز آمورف (ماده

زمینه) جاسازی شده است که میزان چقرمگی و سختی آن افزایش زیادی داشته است. از نانوبلورها در ماده آستری خرج گود نیز استفاده می‌شود [۶].

■ نانومحاسبات

نانومحاسبات در لرزه‌نگاری برای اکتشاف مخازن استفاده می‌شود [۱].

■ نانوسیالات

در یکسان‌سازی فشار روی مخازن کاربرد دارند [۱]. نانوسیالات حاوی اکسیدهای فلزی، دارای خواص بسیار مناسبی هستند. همچنین نانوذرات اکسید منیزیم یکی از بهترین جاذب‌های ذرات ریز در ماده متخلخل هستند. نانوسیالات حاوی نانوذرات دارای خواص بسیار مناسبی مانند تمایل زیاد به جذب از خود نشان داده و به دلیل ذرات بسیار ریزی که دارند انتخاب مناسبی جهت تزریق به منطقه نزدیک دیواره چاه به شمار می‌روند [۷]. علاوه بر این، نانوسیالاتی وجود دارند که به عنوان مکمل سوخت‌های گازویلی به آن‌ها اضافه می‌شوند و مصرف سوخت تجهیزات استخراج نفت را کاهش می‌دهند.

■ نانوفیلترها

از نانوفیلترها در جداسازی آب، نفت و گاز در محل چاه‌های نفت استفاده می‌شود [۱]. در مورد فرآیند نانوفیلتراسیون، هزینه انرژی به مراتب از اسمز معکوس کمتر است و برخلاف روش اسمز معکوس که همه املاح را حذف می‌کند و نیاز به فشار بالا و در نتیجه مصرف انرژی زیادی دارد، نانوفیلتراسیون در فشارهای کمتر کار می‌کند و به صورت انتخاب پذیر املاح را حذف می‌کند. نکته حائز اهمیت در مورد نانوفیلترها نسبت به سایر غشاهای، همین قدرت انتخاب‌گری در حذف یون‌ها است. آب استفاده شده برای خنک‌کاری تجهیزات قبل از ورود به سیستم تصفیه می‌شود تا از گرفتگی و خوردگی خطوط لوله جلوگیری به عمل آید [۸].

■ نانوژل‌ها

بیشتر مخازن موجود در ایران به صورت کربناته بوده و پس از عملیات سیلاب‌زنی و تزریق گاز، بسیاری از نفت موجود در آن‌ها در شکاف‌ها باقی می‌ماند. میزان اشباع زیاد نفت در این شکاف‌ها به دلیل کم بودن ضریب جاروب در مخازن شکاف دار است. عامل مهم دیگر در اشباع بالای نفت در مخازن شکاف دار، این است که به دلیل فشار مویینگی آن، نفت درون حفرات نفت دوست باقی می‌ماند. دلیل اصلی استفاده از سیلاب‌زنی پلیمری در بهره‌برداری از چاه، کاهش روانروی آب تزریق شده به مخزن و از آنجا افزایش احتمال جاروب مخزن توسط آب است، زیرا آبی که سرعت حرکت بیشتری دارد با سرعت بیشتری وارد نواحی با تراوایی بالا می‌شود و تأثیر کمتری در افزایش نسبت آب / نفت دارد. ولی در عین حال استفاده از پلیمرها دارای معایب خاص خود نیز است که می‌توان با افزودن ژل و در حقیقت استفاده از ژل پلیمرها تا حدودی این معایب را برطرف کرد [۲].

این زمینه‌های کاربرد فناوری نانو در چاه‌های نفت که در بالا ذکر شد را می‌توان در مراحل اکتشاف تا پیش از پالایش نفت به صورت زیر نیز دسته‌بندی کرد:

جدول ۱. کاربرد فناوری نانو در چاه‌های نفت به تفکیک مراحل مختلف عملیات بالادستی نفت

کاربرد فناوری نانو	بخش‌های قابل ورود فناوری نانو	مراحل عملیات بالادستی نفت	
نانوحسگرها	عملیات لرزه‌نگاری	اکتشاف	صنایع بالادستی نفت
نانوکامپوزیت‌ها	گل حفاری	حفاری	
نانوذرات			
نانوژل‌ها			
نانوپوشش‌ها	ساخت ابزار حفاری		
نانوکامپوزیت‌ها			
نانوذرات	سیمان حفاری	استخراج	
نانوحسگرها	بهبود استخراج		
نانوپوشش‌ها	عملیات مشبک‌کاری		
نانوکامپوزیت‌ها			
نانوکریستال			
نانوذرات	ازدیاد برداشت نفت ^۲	مدیریت مخزن	

بخش‌های قابل ورود فناوری نانو در عملیات بالادستی نفت

■ عملیات لرزه‌نگاری

یکی از کاربردهای فناوری نانو در صنایع بالادستی نفت و گاز، استفاده از آن در لرزه‌نگاری است. عملیات لرزه‌نگاری با ایجاد انفجار در نقاط مختلف روی زمین و سپس ثبت شدت و دامنه لرزه‌های ایجاد شده، توسط دستگاه‌هایی خاص انجام می‌شود. از اطلاعات لرزه‌نگاری می‌توان ساختار کلی لایه‌های زمین، محدوده مخزن، نوع سیال (اعم از گاز، آب یا نفت و...) را به دست آورد. دریافت اطلاعات در عملیات لرزه‌نگاری توسط حسگرهای خاصی صورت می‌گیرد. به نظر می‌رسد با ساخت نانوحسگرها می‌توان ثبت لرزه‌ها را به صورت دقیق‌تر انجام داد، زیرا امکان وارد کردن این حسگرها در لایه‌های مختلف زمین و ثبت لرزه‌ها در موقعیت‌های گوناگون وجود دارد [۹].

شرکت‌های نفتی بی‌پی و شل برای کشف و استخراج میدان‌های جدید نفت و گاز از فناوری نانو در تصویربرداری لرزه‌ای و لرزه‌نگاری چهاربعدی استفاده می‌کنند. همچنین شرکت تگزاس از ابزار MEMS^۴ که در آن از فناوری

نانو استفاده شده، برای تهیه داده‌های لرزه‌نگاری چاه‌های نفت و گاز استفاده کرده است. این حسگرها در ساده‌ترین حالت خود با کمک اندازه‌گیری پدیده‌های مکانیکی، گرمایی، زیستی، شیمیایی، نوری و مغناطیسی، اطلاعات را از محیط جمع‌آوری می‌کنند. پس از اخذ اطلاعات از حس‌کننده‌ها، دستگاه‌های الکترومکانیکی به کمک قدرت تصمیم‌گیری خود، محرک‌ها را به پاسخ‌هایی چون: حرکت، جابجایی، تنظیم کردن، پمپ کردن و فیلتر کردن وادار کرده و محیط را به سمت نتایج مورد نظر هدایت می‌کنند. این ابزار، داده‌ها را به صورت دقیق و کم حجم ثبت می‌کند [۹].

■ گل حفاری

گل حفاری نقش بسیار عمده‌ای در تسریع یا تأخیر انجام عملیات حفاری دارد. این سیال وظایف بسیاری در عملیات حفاری دارد؛ مانند انتقال خرده‌های حفاری به سطح، خنک نگه داشتن مته حفاری، جلوگیری از ریزش دیواره چاه، کنترل فشار دیواره‌ها و انتقال توان هیدرولیکی پمپ به مته حفاری که بدون آن عملیات حفاری امکان پذیر نیست. حصول به خواص مورد نیاز در گل حفاری با افزودن مواد شیمیایی خاص؛ مانند پلیمرها، وزن دهنده‌ها و... امکان پذیر است. فناوری نانو با تغییر ساختار اتم‌های مواد می‌تواند به پیشرفت این بخش نیز کمک کند. خواصی همچون چگالی مناسب با استفاده از نانوافزودنی‌ها قابل حصول است. ویسکوزیته مناسب نیز با اضافه کردن نانوافزودنی‌هایی که خاصیت روغن‌کاری دارند به دست می‌آید [۹]. به طور کلی هدف استفاده از افزودنی‌های نانویی در گل حفاری، کاهش هزینه و تهیه یک سیال مطلوب از طریق کاهش مصرف مواد و نیز بهبود خواص آن است. خواص برخی از نانوذرات مورد استفاده در گل حفاری در جدول ۱ آمده است.

تأثیر

نانوماده

نانورس	بهبود خواص مکانیکی گل حفاری و کاهش تراوایی فیلترکیک
نانوپلیمرها	کنترل هرزروی سیال، پایداری چاه، کاهش گل گرفتگی مته و کاهش نیروهای گشتاوری و پسا
نانوهیدروکسید آهن	کاهش هرزروی سیال و افزایش پایداری چاه
نانوذرات کربنات کلسیم	وزن دهنده، کاهش هرزروی سیال و افزایش پایداری چاه
نانوساختارهای کربنی (نانولوله‌های کربنی و گرافن و...)	بهبود ضریب انتقال حرارت، بهبود خواص رئولوژیکی و پایداری گل، بهبود خواص الکتریکی گل به عنوان شناساگر آنالیت در چاه، وزن دهنده گل، کاهش هرزروی سیال، کاهش خوردگی ادوات حفاری و حفظ خواص گل در دمای بالا

جدول ۲. انواع نانوافزودنی‌های گل حفاری و تأثیرات آن [۱۰]

■ ساخت ابزار و مته های حفاری

در عملیات حفاری، مته اصلی ترین نقش را در چاه دارا است. مته حفاری که در پایین ترین قسمت رشته حفاری یک چاه در حال حفر واقع است، وظیفه خرد کردن سنگ ها و پیشبرد عملیات را برعهده دارد. کاربرد اصلی فناوری نانودر مته های حفاری به صورت نانوپوشش ها است. عده ای از محققین موفق به ساخت لوله های نانوکامپوزیتی ویژه ای شده اند که دارای جداره های ضد خوردگی و عایق حرارتی هستند و در مقابل دما و فشار بالا مقاومت خوبی از خود نشان می دهند. از این رومی توانند جایگزین لوله های رشته حفاری شوند [۹].

■ سیمان حفاری

سیمان کاری دقیق لوله های جداری در عملیات حفاری از اهمیت ویژه ای برخوردار است، به طوری که اگر کیفیت سیمان بندی پایین باشد، مشکلات عدیده ای در زمان تولید از چاه به وجود خواهد آمد. نوع سیمان های مورد استفاده در عملیات سیمان کاری به نوع عملیات و وضعیت چاه و لایه ها بستگی دارد. سیمان باید خواصی مانند بندش، پمپ شوندگی، ویسکوزیته مناسب و سختی نهایی قابل کنترلی داشته باشد. خصوصیات مذکور را می توان با استفاده از نانوافزودنی ها تأمین کرد. نانوذرات با اضافه شدن به سیمان به خاطر خواص میان کوانتومی و توده مواد، باعث به وجود آمدن کیفیت مناسب آن می شوند. یکی از خصوصیات بارز این ذرات آن است که پس از اضافه شدن، تمام مخلوط یکسان شده و به تبع آن باعث یکنواختی خواص سیمان می شود [۹].

■ حسگرهای جدید در خدمت بهبود استخراج نفت

یک کنسرسیوم تحقیقاتی با بودجه چند میلیون دلاری با عنوان کنسرسیوم انرژی پیشرفته (AEC^۵) برای توسعه کاربردهای فناوری نانو و میکرو جهت افزایش تولید نفت و گاز، در دانشگاه تگزاس تشکیل شده است. مؤسسه علم و فناوری نانومقیاس ریچارد اسمالی در دانشگاه رایس، که دارای متخصصان فناوری نانو است، همکارانی این کنسرسیوم است. محققان زمین شناسی معتقدند که با بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی مخازن موجود نفت و گاز می توان نفت و گاز بیشتری استخراج کرد. با استفاده از فناوری های موجود برای استخراج نفت و گاز، معمولاً ۶۰ درصد منابع نفت و گاز بعد از بازیابی اولیه و ثانویه و حتی در بعضی مواقع در سومین بازیابی در زیرزمین باقی می مانند. هدف اصلی این کنسرسیوم تولید حسگرهای میکرو و نانوی هوشمندی است که بتوان آن ها را به مخازن نفت و گاز تزریق کرد تا به کمک آن ها فضای سه بعدی طراحی شود و از این طریق بازیافت منابع هیدروکربن جدید و موجود بهبود یابد [۳].

■ عملیات مشبک کاری

جنس مواد به کار رفته در ابزار مشبک کاری اهمیت حیاتی در انجام این فرآیند دارد و در این میان نانومواد، پتانسیل خوبی جهت به کار گرفته شدن دارند. همچنین، یک سری مواد نانوساختار هستند که می توانند در عملیات مشبک کاری مورد استفاده قرار گیرند، این نانومواد پس از زمان مشخصی از بین می روند تا سوراخ ایجاد شده درون لایه نفت یا گاز مسدود نشود. بدین ترتیب در این فرآیند نیازی به فلز دوم برای از بین بردن فلز اول وجود ندارد [۹]. جدیدترین فناوری های در دست انجام منجر به تولید نانوکامپوزیت ها و نانوپوشش های ابرساختار شده است که به افزایش عمر قطعه پوشش داده شده خواهد پرداخت. گاهی این پوشش ها طوری طراحی می شوند که با موادی که به عنوان مثال در لوله های نفت حرکت می کنند واکنش داده و یک لایه مرزی بسیار سخت و متراکم را تشکیل

می‌دهند که هم باعث عدم خوردگی می‌شود و هم از اصطکاک جلوگیری می‌کند. گاهی پوشش‌هایی که خاصیت روغن‌کاری در حالت جامد دارند باعث بهبود خواص سطحی می‌شوند که باعث لغزش آسان روی سطوح پوشش داده می‌شوند. در سال‌های اخیر گونه‌ای از پوشش‌های نانوساختار که از فازهای فلزی و سرامیکی تشکیل شده‌اند، به تولید رسیده‌اند. این پوشش‌ها معمولاً با روش PVD یا MBE^۲ تولید می‌شوند. این پوشش‌ها به علت نانوساختار بودنشان و هموژنیت یکسان آن در طول پوشش به طور قابل توجهی چندکاره هستند. این پوشش‌ها علاوه بر سختی بالا، ضریب اصطکاک پایینی داشته و خواص هدایت الکتریکی یا حرارتی بالایی دارند [۹].

■ ازدیاد برداشت

روند اکتشاف حوزه‌های نفتی در حال کاهش است و بسیاری از مخازن نفتی نیز در انتهای بازه تولید خود قرار دارند. اهمیت اصلاح و بهبود روش‌های ازدیاد برداشت از این رو است که در بسیاری از مخازن نفتی دنیا حدود دو سوم از نفت مخزن درون آن بدون استفاده باقی می‌ماند و به کمک روش‌های مرسوم نمی‌توان آن را برداشت کرد [۱]. در حال حاضر کاربرد فناوری نانو در افزایش برداشت از مخازن مورد توجه بسیار جدی قرار گرفته است. نانومواد مانند پلیمرها و افزودنی‌های شیمیایی کریستالی جهت استفاده در روش‌های ازدیاد برداشت از مخازن می‌توانند منجر به افزایش بیش از حد انتظار تولید شوند. انجمن فناوری نانو و بیومهندسی استرالیا (AIBN)^۳ گام مهمی در این راستا برداشته است. آزمایش‌ها و تحقیقات انجام شده منجر به ساخت نوعی از نانومواد به نام پفکتانت (Pepfactant) شده است که می‌تواند جریان امولسیون را کنترل و در تمامی مراحل بالادست و پایین دست نفت و گاز کاربرد عمده داشته باشد. این مواد توانایی جداسازی سریع دو فاز مخلوط ناشدنی مانند نفت و آب را دارند. یکی از کاربردهای عمده این نانومواد در مخازن تزریقی آب است که قابلیت جداسازی سریع آب را در سطح و شاید هم در مخزن امکان‌پذیر می‌سازد. با توسعه این نانومواد که قابلیت تغییر ویسکوزیته نفت را دارند، می‌توان آن را به جای عملیات حرارتی در مخازن به کار برد [۹].

■ کمپرسورها

کمپرسورها در صنایع نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی کاربردهای فراوان و متنوعی دارند. از آن‌ها در سکوها شناور نفت و گاز به منظور جبران حرکات ناشی از امواج دریا و ثبات سکوها به هنگام حفاری و استخراج استفاده می‌شود تا وقفه‌ای به هنگام این عملیات، حتی هنگامی که دریا موج و طوفانی است، به وجود نیاید. از کمپرسورها در موتورخانه کشتی‌ها و شناورهای اکتشافی، که از هوای فشرده برای تفنگ‌ها و چکش‌های بادی برای نقشه برداری و حفاری زیربستر دریا به منظور کشف و استخراج منابع جدید نفت و گاز در سراسر دنیا، استفاده می‌کنند، بهره‌گیری می‌شود. همچنین این دستگاه‌ها نقش مهمی را در انتقال نفت و گاز و سایر محصولات پتروشیمی از طریق شبکه‌های لوله منطقه‌ای و بین‌المللی، ایفا می‌کنند. از آن‌ها در کانتینرهای نصب شده بر روی خودروهای سنگین به هنگام عملیات عمرانی در سایت‌های مختلف نیز، استفاده می‌شود [۱۱].

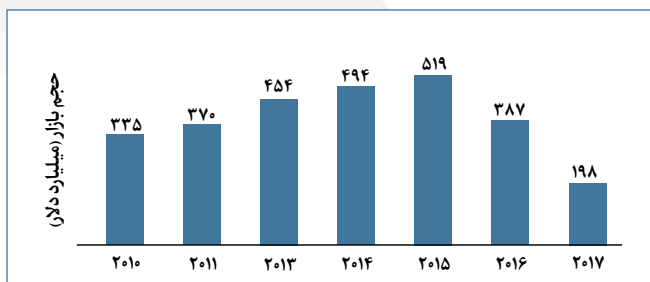
فیلتراسیون هوای ورودی برای هتوربین گاز ضروری است. سیستم‌های فیلتراسیون به دلیل افزایش حساسیت توربین گاز نسبت به ذراتی که همراه با هوا وارد می‌شوند پیشرفت زیادی کرده‌اند. از این رو با ورود فناوری نانو به این حوزه شاهد پیشرفت بالایی در جداسازی آلاینده‌های ورودی به توربین‌ها هستیم. برخی از عواقب فیلتراسیون ضعیف عبارت است از رسوب، فرسایش، خوردگی و بسته شدن مجاری سرمایه‌ای که در نهایت منجر به کاهش

توان و بازدهی توربین و زیان اقتصادی قابل ملاحظه می شود [۱۲ و ۱۳].

چشم انداز اقتصادی



آژانس بین المللی انرژی (IEA) پیش بینی می کند که تقاضا برای انرژی تا سال ۲۰۴۰ به میزان ۱٫۴٪ افزایش می یابد در صورتی که نفت و گاز طبیعی تقریباً نصف نیاز آن را تأمین می کند. انتظار می رود استفاده از تکنیک های ازدیاد برداشت نفت (EOR) به طور قابل توجهی در سراسر جهان افزایش یابد تا کسب بهبودی اقتصادی از میدان های نفت و گاز موجود را به حداکثر برساند [۱۴].



➡ نمودار ۱. بازار جهانی ازدیاد برداشت نفت (EOR)

علاوه بر این، با افزایش شمار چاه های نفت بالغ و تشویق مقررات و برنامه های دولتی در کشورهایی مانند هند، انتظار می رود که رشد بازار بیشتر شود. با این حال با توجه به نمودار ۱، مسائل زیست محیطی، مانند آلودگی نمکی و استفاده کمتر از نفت برای داشتن طولانی مدت آن، ممکن است رشد بازار را در دوره پیش بینی شده محدود کند [۱۴].

در این میان استفاده از روش‌های با کارایی بالا مانند فناوری نانو می‌تواند روش بسیار مناسب و نسبتاً ارزان قیمتی برای ازدیاد برداشت نفت باشد.

بازار جهانی گل حفاری ۳ بازیگر بزرگتر که ۶۳ درصد از بازار در سال ۲۰۱۲ را تشکیل می‌دهند بسیار متمرکز شده است. بازار توسط بازیکنانی مانند شلومبرگر^{۱۱}، هالبرتون^{۱۲}، بیکر هیوز^{۱۳}، نیوپارک^{۱۴} و ودفورد اینترنشنال^{۱۵} هدایت می‌شود. شرکت‌های بزرگ کمپانی‌های منطقه‌ای را برای افزایش سهم خود در بازار جذب می‌کنند. برای دستیابی به پایداری در فروش، شرکت‌ها در تلاش برای نوآوری محصول با استفاده از فناوری نانو هستند. سرمایه‌گذاری‌های سنگین در بخش تحقیق و توسعه یکی دیگر از رویکردهای مشترک شرکت‌ها است. انتظار می‌رود میزان رقابت در سال‌های آتی بالا باشد [۱۵].

بازیکنان صنعت، تمرکز خود را نسبت به استفاده از فناوری نانو برای توسعه گل حفاری، به دلیل چندین موضوع مرتبط با استفاده از گل بر پایه آب (WBFS^{۱۶}) و گل بر پایه روغن (OBFS^{۱۷}) تغییر می‌دهند. مسائل مربوط به WBFS و OBFS شامل سرعت نفوذ آهسته، آسیب نفوذپذیری، گسترش حرارتی مایعات پایه و غیره است. نانو ذرات به عنوان افزودنی‌های سیال (گل) حفاری برای افزایش ثبات چاه استفاده می‌شوند. انتظار می‌رود که فناوری نانو در طراحی نانوسیالاتی که درجه حرارت و فشار بالا را تحمل می‌کنند کمک شایانی کند و به عنوان یک فرصت برای رشد در بازار ظهور کند [۱۵].

بازار جهانی گل حفاری تا پایان سال ۲۰۱۸ به ارزش ۱۲,۳۱ میلیارد دلار می‌رسد. انتظار می‌رود که بخش سرچاهی نفت و گاز در سراسر جهان تا سال ۲۰۱۸ منجر به تشکیل ۷۲,۱ درصد از این بازار شود. آمریکای شمالی تا سال ۲۰۱۸، ۵۴,۴ درصد بازار گل حفاری را به خود اختصاص می‌دهد [۱۵].

محصولات شرکت‌های داخلی

■ نام شرکت: مهندسی سطح سوین پلاسما



➔ شکل ۲. نمونه پوشش داده شده

شرکت مهندسی سطح سوین پلاسما از اوایل زمستان سال ۱۳۸۷ با تشکیل یک کارگروه علمی و متخصص اولیه (متشکل از ۲ نفر کارشناس و ۲ نفر کارشناس ارشد) تشکیل شد و در بهار ۱۳۸۸ هم‌زمان با تکمیل مراحل راه‌اندازی خط پوشش‌دهی قطعات صنعتی به روش PVD، با هدف ایجاد پیشرفته‌ترین مرکز ارائه خدمات پوشش‌های لایه نازک در ایران رسماً در مقیاس صنعتی فعالیت خود را آغاز کرده است.

■ نام محصول: خدمات پوشش‌دهی سخت ابزار برشی.

■ کاربرد: پوشش دادن ابزارهای برشی برای بهبود خواص و افزایش طول عمر آن‌ها.

■ برخی حوزه‌های کاربرد:

■ ابزار برشی

- ابزار دنده تراشی
- قطعات سوخت رسانی موتور
- خصوصیات محصول:
- پوشش های نانولایه و نانو ساختار
- استانداردهای محصول:
- گواهی نامه نانومقیاس

http://sevinplasma.ir	وب سایت
sp-pvd-co@istt.ir	ایمیل
اصفهان، بلوار دانشگاه صنعتی، شهرک علمی و تحقیقاتی اصفهان، ساختمان فن آفرینی ۱، ۱۱۰	آدرس دفتر مرکزی
۰۳۱-۳۳۸۷۶۲۱۵	تلفن دفتر

■ **نام شرکت:** فناوران سخت آرا

ایجاد پوشش های سرامیکی با استحکام بالا بر روی ابزارها و قالب ها، می تواند عمرکاری آن را تا چند برابر افزایش دهد. پدیده هایی مانند سایش، فرسایش و خوردگی با استفاده از پوشش های مقاوم به شدت کاهش می یابد. صرفه جویی اقتصادی، کاهش خواب دستگاه، کاهش مصرف مواد روانکار از جمله مزیت های استفاده از این گونه پوشش ها است. این پوشش های نانو، با استفاده از روش های پیشرفته ای مانند PVD قابل اعمال است. شرکت دانش بنیان فناوران سخت آرا خدمات نامبرده را برای صنایع کشور به طور حرفه ای فراهم می آورد.

■ **نام محصول:** خدمات پوشش دهی نانومتری بر روی سطوح گوناگون با استفاده از دستگاه PVD

■ **برخی حوزه های کاربرد:**

- اعمال پوشش های پیشرفته صنعتی بر اساس تقاضا و نیاز مشتری
- خدمات تخصصی در زمینه ارزیابی و مشخصه یابی پوشش های سخت و لایه های نانو ساختار
- آموزش های حرفه ای و تخصصی به شرکت ها و صنایع در حوزه مهندسی سطح
- ایجاد پوشش های سخت روی ابزارهای ساخت و تولید

■ **خصوصیات محصول:**

- نانومتری بودن لایه های میانی جهت مقاومت در برابر اشاعه ترک
- افزایش عمر قطعات در اثر پوشش دهی
- چسبندگی خوب پوشش به زیرلایه در فصل مشترک پوشش و زیرلایه

■ **استانداردهای محصول:**

- گواهی نامه نانومقیاس

www.hardcoating.ir
info@hardcoating.ir
سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران - ۳ - ۱۴۱۷۳۴۱۷۷
۰۲۱-۵۶۲۷۷۰۸۱

وب سایت

ایمیل

آدرس دفتر مرکزی

تلفن دفتر



شکل ۳. نانوسیلیکا تولیدشده در مجتمع فناوری‌های نوین فدک سپاهان

نام شرکت: مجتمع فناوری‌های نوین فدک سپاهان
مجتمع فناوری‌های نوین فدک سپاهان مجموعه‌ای از گروه‌های تحقیقاتی، تولیدی و اجرایی است که از سال ۱۳۸۳ فعالیت خود را در زمینه تولید مواد شیمیایی پیشرفته و تجهیزات وابسته آغاز کرد. تولید ۸ نوع محصول با فرمولاسیون خاص برای اولین بار در کشور ماحصل فعالیت‌های اصلی این مجتمع فناوری تاکنون است. تیم اصلی این مجموعه تاکنون موفق به راه‌اندازی دو خط تولید صنعتی بر مبنای ایده اولیه شده‌اند که هم‌اکنون در دو شرکت مستقل دانش بنیان به نام های تک سیلیکات و نیکوپاک مشغول فعالیت است.

نام محصول: پودر نانو ساختار سیلیکا گرید A5

کاربرد: براساس خصوصیات ویژه محصول، این ماده در صنایع مختلفی مورد استفاده است که از جمله مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به صنعت رنگ و پوشش، صنعت لاستیک و صنایع بتن اشاره کرد. در سازه‌های بتنی و ترکیب سیمان وجود سیلیکا به عنوان ماده پوزولانی باعث ایجاد پیوندهای مناسب کووالانسی در ترکیب سیمان شده و مقاومت محیطی بتن نهایی حاصل را افزایش می‌دهد. استفاده از نانوسیلیکا باعث بهبود خواص سایشی و استحکام ترکیب در کنار کاهش نفوذپذیری و کاهش حجم خشک سیمان می‌شود.

خصوصیات محصول:

■ اندازه ذرات سیلیکا زیر ۱۰۰ نانومتر ■ ساختار آمورف نانوذرات سیلیکا

استانداردهای محصول:

■ گواهی نامه نانومقیاس

http://fadakgroup.ir
info@fadakgroup.ir
اصفهان، چهارراه شکرشکن، اول خیابان احمدآباد، کوچه شماره پنج، مجتمع پارسیان، طبقه سوم، واحد ۷، ۸۵۳۹۱-۸۱۵۴۶
۰۳۱-۳۲۵۰۵۳۰۴

وب سایت

ایمیل

آدرس دفتر مرکزی

تلفن دفتر

■ نام شرکت: صنایع نانوسیلیس ایساتیس

شرکت صنایع نانوسیلیس ایساتیس یک شرکت تحقیقاتی تولیدی است که از سال ۱۳۹۲ فعالیت خود را در زمینه تولید محصولات نانوسیلیکا آغاز کرده است. تولید ۴ نوع محصول ژل نانوسیلیس، پودر نانوسیلیس، سیلیس کلوئیدی، سیلیس آمورف سنتزی و کود پتاسیم سیلیکات ماحصل فعالیت های اصلی این شرکت تاکنون است.

■ نام محصول: کلئوئید سیلیکا ۲۵ درصد وزنی

■ کاربرد: سیلیکا سل به عنوان یک پیش ماده پرکاربرد در بسیاری از کاربردهای صنعتی مورد استفاده قرار می گیرد.

■ برخی حوزه های کاربرد:

- ساخت وساز: برای افزایش دوام و استحکام بتن، بهبود عملکرد سیمان و تقویت زمین
- لایه نشانی: کاربردهای سیلیکا سل در صنعت پوشش دهی شامل روکش کردن چوب، پوشش های مقاوم در برابر سایش، پوشش های عایق و غیرآلی
- خصوصیات محصول: این محصول به عنوان سیلیکای کلئوئیدی با ساختار آمورف و اندازه ذره ای کمتر از ۲۰ نانومتر شناخته می شود. غلظت سیلیکا در این کلئوئید ۲۸ درصد وزنی است.

■ استانداردهای محصول:

■ گواهی نامه نانومقیاس

www.isatissilica.com	وبسایت
vahideslami70@yahoo.com	ایمیل
یزد، میدان شهدای محراب، بازارچه ۱۵ خرداد، شیمی پخش یزد	آدرس دفتر مرکزی
۰۳۵-۳۸۲۴۲۷۱۰	تلفن دفتر

■ نام شرکت: بهران فیلتر

شرکت تولیدی و صنعتی بهران فیلتر (سهامی خاص) از سال ۱۳۷۲ با حضور وزیر صنایع وقت افتتاح شد و در زمینه تولید انواع فیلترهای خودرو، صنعتی و نیروگاهی در ایران فعالیت داشته است.

■ نام محصول: فیلتر هوای نیروگاهی با نانوالیاف

■ کاربرد: کاربرد اصلی این محصول در سیستم های تصفیه هوای توربین های گاز مجهز به سیستم پالس کلینینگ است.

■ خصوصیات محصول:

- ارتقای راندمان فیلتراسیون از طریق کاهش اندازه سوراخ ها
- افزایش عمر فیلتر با بهره گیری از فیلتراسیون سطحی

■ استانداردهای محصول:

■ گواهی نامه نانومقیاس



شکل ۴. محصول شرکت بهران فیلتر

http://www.bهرانfilter.com	وبسایت
Info@bهرانfilter.co	ایمیل
مشهد، خیابان احمدآباد، مقابل سی متری دوم، ساختمان میر، طبقه ۳	آدرس دفتر مرکزی
۰۵۱۱-۸۴۱۵۳۴۱	تلفن دفتر
۰۵۱۱-۸۴۵۷۸۸۷	فکس دفتر مرکزی
مشهد، شهرک صنعتی مشهد، کیلومتر ۱۴ جاده کلات	آدرس کارخانه
۰۲۱-۸۸۹۷۱۱۲۰-۲۳	تلفن دفتر فروش
۰۲۱-۸۸۹۷۱۱۲۴	فکس دفتر فروش

■ نام شرکت: توسعه دانش و فناوری ایلیا
شرکت دانش بنیان توسعه دانش و فناوری ایلیا از سال ۱۳۸۹ در پارک علم و فناوری پردیس مستقر است و در زمینه تولید مواد نانوساختار فعالیت دارد.

■ نام محصول: کاهش دهنده مصرف سوخت (IFA133)
■ کاربرد:

- افزودنی سوخت دیزل
- خصوصیات محصول

■ کاهش ۱۸ درصدی مصرف سوخت

■ استانداردهای محصول:

■ گواهی نامه نانومقیاس

http://www.ilya-corp.com	وبسایت
info@ilya-corp.com	ایمیل
کیلومتر ۱۵ آزادراه تهران پردیس، پارک فناوری پردیس، کوچه نوآوری ششم، پلاک ۶۳	آدرس دفتر مرکزی
۰۲۱-۷۶۲۵۰۳۵۹	تلفن دفتر

محصولات شرکت های خارجی

■ نام شرکت: NanoDiamondProducts

■ کشور: Ireland



NDP در سال ۲۰۰۹ با استراتژی توسعه مجموعه ای از محصولات الماس که طیف وسیعی از نانومترا میلی مترو طیف وسیعی از صنایع را در برمی گیرد، تأسیس شد.

■ نام محصول: NanoPak

NanoPak محصولی منحصربه فرد پلی بلوری مقاوم در برابر حرارت برای برنامه های کاربردی با درجه حرارت بالا است.

■ حوزه کاربرد:

■ سیستم های حفاری روتاری

■ خصوصیات محصول:

■ مقاومت در برابر درجه حرارت بالا

■ عدم وجود ناسازگاری شیمیایی با فلزات موجود

■ پایداری حرارتی تا ۱۲۰۰ درجه سانتی گراد

■ قابلیت ساخت در شکل ها و اندازه های گوناگون برای مطابقت با نیازهای دقیق کاربرد مورد نظر

■ با طیف وسیعی از پوشش ها از جمله تیتانیوم و نیکل در دسترس است که اجازه می دهد جوش داده شده یا لحیم شود.

■ وبسایت: <http://www.nanodiaproducts.com>



شکل ۶. محصول شرکت Tesla NanoCoatings

■ نام شرکت: Tesla NanoCoatings

■ کشور: ایالات متحده آمریکا

شرکت Tesla NanoCoatings توسط یک کارآفرین آموزش دیده در مهندسی نفت و زمین‌شناسی متولد شد که رویای برنده شدن جنگ علیه خوردگی فلزات را در سر داشت.

■ نام محصول:

■ Teslan® 3000 Epoxy Low-VOC Topcoat

یک پوشش مقاوم و قابل اعتماد برای محافظت در مقابل خوردگی و سایش در بسیاری از برنامه‌های کاربردی برای استخراج نفت و گاز مانند حفاری، سکوهای دریایی، مخازن ذخیره‌سازی و مخازن فرآیند، خطوط لوله و سایر تجهیزات است.

■ حوزه کاربرد:

■ اکتشاف نفت و گاز

■ تجهیزات حفاری

■ مخازن ذخیره‌سازی

■ مخازن فرآیندی

■ خطوط لوله

■ خصوصیات محصول:

■ VOC پایین

■ مقاومت در برابر خوردگی

■ مقاومت در برابر سایش

■ وب‌سایت: <http://www.teslanano.com>

پی‌نوشت‌ها

- ۱ Formation
- ۲ Dimond-Like Carbon
- ۳ Enhanced Oil Recovery
- ۴ Microelectromechanical Systems
- ۵ Advanced Energy Consortium
- ۶ Physical Vapor Deposition
- ۷ Molecular Beam Epitaxy
- ۸ Australian Institute Bioengineering Nanotechnology
- ۹ International Energy Agency
- ۱۰ Schlumberger
- ۱۱ Halliburton
- ۱۲ Baker Hughes
- ۱۳ Newpark
- ۱۴ Weatherford International
- ۱۵ Water-Based Fluids
- ۱۶ Oil-Based Fluids
- ۱۷ NanoDiamondProducts
- ۱۸ Volatile Organic Compounds

مراجع

- ۱ روزبه مفیدیان، محسن جهانشاهی، سیدمرتضی حسینی، حمزه عینی، زمینه‌های کاربردی و اقتصادی نانودر بهینه‌سازی صنایع بالادستی نفت، تهران، ۱۳۹۳
- ۲ مریم عبداللهی خوشمردان، حسین کلانترهرمزی، نیما محمدیان، پیشرفت‌ها و کاربردهای فناوری نانودر حوزه حفاری و استخراج از چاه‌های نفت و گاز، تهران، ۱۳۹۵.
- ۳ <https://www.ogj.com/articles/print/volume-106/issue-4/regular-features/journally-speaking/injecting-nanosensors.html>
- ۴ <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20100215232510/interactive.bis.gov.uk/nano/sections/nanotechnologies-and-sensing-and-instrumentation/>
- ۵ ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، گزارش صنعتی «مروری بر کاربرد نانوپوشش‌های سخت و مقاوم در صنایع نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی»
- ۶ <http://edu.nano.ir/paper/113>
- ۷ <http://edu.nano.ir/paper/116>
- ۸ محمد خیاط، معصومه گوهری «اکاهش آلاینده‌های منابع آب مصرفی به کمک نانوفیلتراسیون و نانوکاتالیست‌ها»، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان، اهواز، ایران
- ۹ اعظم طوسی، مهدی عسکری، تحول در صنایع بالادستی نفت با استفاده از نانوفناوری، ۱۳۹۲
- ۱۰ ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، گزارش صنعتی «کاربرد فناوری نانودر سیمان و سیال حفاری»
- ۱۱ <https://www.plasmadatis.com>
- ۱۲ <http://jhs.w.tums.ac.ir>
- ۱۳ "Guideline for gas turbine inlet air filtration systems", Gas Machinery Research Council, April 2010
- ۱۴ <https://www.mordorintelligence.com>
- ۱۵ <https://www.transparencymarketresearch.com/pressrelease/drilling-fluid-industry.htm>

از مجموعه گزارش‌های صنعتی فناوری نانو در زمینه صنعت نفت منتشر شده است



- بهره‌گیری از جاذب‌های نانو بر پایه آتروژل‌ها در حذف آلاینده‌های نفتی و تصفیه پساب‌های صنعتی
- نانوافزودنی‌های سوخت
- کاربرد فناوری نانو در سیمان و سیال حفاری
- کاربرد فناوری نانو در فرآیندهای ازدیاد برداشت نفت خام
- کاربرد فناوری نانو در آنالیزگرهای جدید صنایع بالادستی نفت
- کاربرد فناوری نانو در تصفیه پساب‌های صنعتی نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی
- کاربرد فناوری نانو در آنالیزگرهای جدید صنایع بالادستی نفت
- کاربرد نانوفیلترها در صنایع نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی
- کاربرد فناوری نانو در تصفیه پساب‌های صنعتی نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی
- کاربرد نانوکاتالیست‌ها در صنایع نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی
- کاربرد نانوافزودنی‌های روانکار در صنایع نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی
- کاربرد نانو جاذب‌ها در ذخیره‌سازی گاز
- کاربرد نانوپوشش‌های آنتی فولینگ در صنایع نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی
- کاربرد نانوپوشش‌های عایق صوت و حرارت در صنایع نفت، گاز، پالایش و پتروشیمی
- بررسی نانوکامپوزیت‌های پلیمری بر پایه پلی اتیلن و پلی پروپیلن در زنجیره ارزش صنعت پتروشیمی