



سنتز نانوساختارهای کبالت-فسفر بر غشاهای نیکلی به منظور جدایش روغن از آب

محمد رضا میرزایی، آرش منتظری* و احمد احمدی دریاکناری

گروه، دانشکده، نانو فناوری، دانشگاه گیلان، رشت

چکیده: جداسازی مشتقات و آلودگی‌های نفتی از آب یکی از زمینه‌های مورد اهمیت در صنعت و تصفیه فاضلاب‌های روغنی صنعتی است. سنتز نانومیکرو ساختارهای معدنی بر مواد متخلخل به منظور جداسازی مشتقات از آب تحت دما و فشارهای به نسبت بالا، یک روش بسیار موثر محسوب می‌شود. در این پژوهش، نانوساختارهای کبالت-فسفر با استفاده از یک روش الکتروشیمیایی تک مرحله‌ای بر فوم نیکل نشست داده شد. سپس، پس از فرایند رسوب‌گذاری کبالت-فسفر به روی فوم نیکل، دو نوع محلول روغن دیزل و روغن خوراکی، برای جداسازی روغن از آب مورد بررسی قرار گرفته شد. در این روش، تاثیر غلظت هیپوفسفیت سدیم و اعمال ولتاژهای پالسی بر روی الکترولیت بررسی شد. غلظت‌های متفاوت هیپوفسفید سدیم با مقدارهای ۱۰۰، ۳۰۰ میلی‌مولار و بدون هیپوفسفیت سدیم در محلول الکترولیت ایجاد شد. سپس، بر فوم نیکل پوشش داده شد. ریخت‌شناسی و شناسایی پوشش‌های ایجاد شده با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی نشر میدانی (FESEM)، طیف‌سنجی پراش پرتو ایکس (EDX)، طیف‌سنجی فرسوخ تبدیل فوریه (FT-IR)، الگوی پراش پرتو ایکس (XRD)، طیف‌سنجی نشر اتمی (ICP) و زاویه تماس مورد بررسی قرار گرفته شد. در ادامه، عملکرد جداسازی روغن از آب با استفاده از بازده وزنی جداسازی و زاویه تماس روغن مورد بررسی قرار گرفت.

واژگان کلیدی: الکتروشیمیایی، ابر روغن‌گریزی، کبالت-فسفر

*a.montazeri@guilan.ac.ir

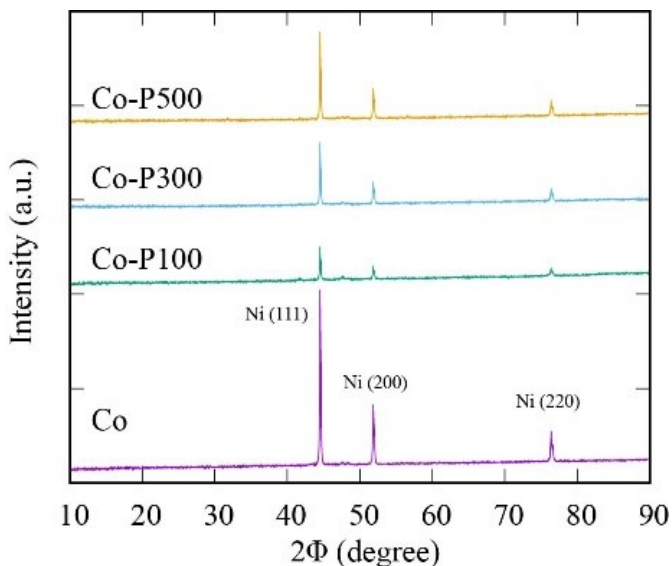
معدن، تولید فلزات، صنایع ماشین‌آلات، نساجی، چرم‌سازی ایجاد می‌شود. روش‌های سنتی جداسازی شامل لخته‌سازی، احتراق، کف‌گیری روغن و جذب روغن می‌شود اما این روش‌های سنتی دارای معایبی مانند سختی، عدم بازیابی روغن، راندمان جداسازی پایین، هزینه بالا و ایجاد غلظت بالاتر از ماده است. به منظور فائق آمدن بر این معایب، بسیاری از محققان بر ساخت مواد ابر آب‌گریز و ابر آب‌دوست تمرکز کرده‌اند. تاکنون مواد اولیه متفاوتی از جمله پارچه [۴-۵]، مش فلزی [۶-۷]، مواد متخلخل [۸-۹] و غشاهای مصنوعی [۱۰-۱۱] برای جداسازی روغن از آب تولید شده است. فوم نیکل ماده‌ای تخلخل بالا و چگالی کم است که از مزایای آن می‌توان به وزن پایین، نرمی، چقرمگی و مقاومت

مقدمه

در سال‌های اخیر و با گسترش شهرنشینی و صنعتی شدن، نشت مکرر روغن و انتشار مواد شیمیایی آلی باعث بروز مسائل زیست-محیطی از قبیل اتلاف انرژی، آلودگی محیط‌زیست و آسیب‌های زیست‌محیطی شده است [۱-۳]. نشت روغن در دریا تأثیرات جدی بر موجودات دریایی و اکوسیستم اقیانوس‌ها دارد. جداسازی مخلوط نفت/آب به دلیل تأثیرات زیست‌محیطی نشت نفت، آلاینده‌های روغنی و... به یک موضوع مورد اهمیت در زمینه پژوهش تبدیل شده است. این ترکیبات از صنایع متفاوت نفت،

مکانیکی بالا اشاره کرد. این ماده به طور گسترده‌ای در ابررساناها، کاتالیزورها و فیلتراسیون مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۲-۱۳]. فوم نیکل به دلیل داشتن مزایای بالا و خصوصیات تصفیه، می‌تواند به عنوان ماده پایه جهت جداسازی روغن از آب استفاده کرد و مواد جداسازی روغن و آب با خاصیت فوق‌العاده آب‌گریزی و فوق‌العاده روغن‌گریزی را با اصلاح شیمیایی تهیه کرد. در این کار، ساختار متمایز کبالت-فسفر (Co-P) برای نخستین بار روی فوم نیکل از طریق روش رسوب‌گذاری الکتروشیمیایی به مدت ۳۰ دقیقه رسوب داده شد. روش الکتروشیمیایی نسبت به روش‌های دیگر شیمی ترکیبی سریع و کارآمد است که آن را مناسب برای ساخت تجاری می‌کند.

۴- بحث و نتایج
برای تعیین ساختار کریستالوگرافی نمونه‌های آماده شده از تست XRD استفاده شده است. با توجه به الگوی پراش پرتو ایکس شکل ۱، فوم نیکل خالص، ۳ پیک اصلی در ناحیه‌های ۴۴،۵۱،۷۶ درجه مشاهده شده‌اند که به ترتیب می‌توان به صفحه‌های کریستالی (۱۱۱)، (۰۰۲) و (۰۲۲) نسبت داده شوند. با توجه به پیک‌های به دست آمده زیر لایه فوم نیکل دارای ساختار کریستالی FCC است. با وجود نشست کبالت و فسفر هیچ‌گونه پیکی مربوط به آنها به علت بی‌شکل بودن احتمالی پوشش‌های ایجاد شده، دیده نشده است.



شکل ۱: الگوی پراش پرتو ایکس با فوم نیکل با پوشش Co-P300، Co-P100، Co، و Co-P500.

برای آنالیز پیوندهای شیمیایی موجود در سطح الکترودها از آنالیز FT-IR استفاده شده است. شکل ۲، طیف‌های FT-IR فوم نیکل پوشش داده شده با غلظت‌های متفاوت هیپوفسفیت سدیم را نشان می‌دهد. نوار در ناحیه 2400 cm^{-1} مربوط به ارتعاشات

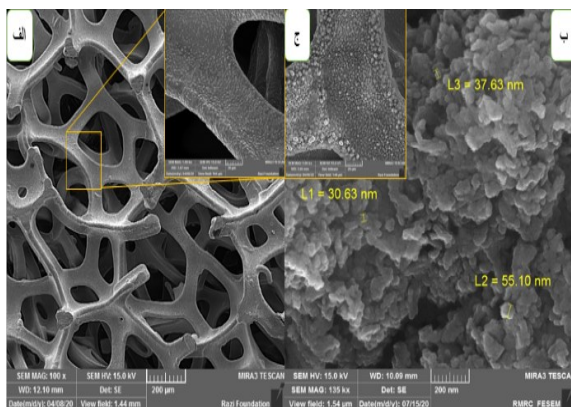
۲- پوشش‌دهی کبالت-فسفر برپوشش داده روی فوم نیکل
فوم نیکل در ابعاد $1/5 \times 1/5$ سانتی‌متر مربع برش داده شد، سپس، به ترتیب به مدت ۱۰ دقیقه در استون، سولفوریک اسید و آب دیونیزه آلتراسونیک شد. برای آماده‌سازی محلول نشست کبالت-فسفر، کلرید کبالت ۱۰۰ میلی‌مولار همراه با هیپوفسفیت سدیم ۱۰۰، ۳۰۰ و ۵۰۰ میلی‌مولار به طور مجزا و همچنین با استات سدیم ۲۰۰ میلی‌مولار در ۲۵ میلی‌لیتر آب حل شده است. سپس، نشست کبالت-فسفر را در الکترولیت‌ها با غلظت‌های متفاوت هیپوفسفیت سدیم و با استفاده از یک منبع تغذیه DC تحت یک سیستم دو الکترودی شامل فوم نیکل به عنوان کاتد و گرافیت به عنوان آند به مدت ۳۰ دقیقه انجام داده شد. سپس، با استفاده از روش‌های شناسایی مواد مورد بررسی قرار داده شد.

۳- ابزار و مشخصات
جهت بررسی ساختار کریستالوگرافی غشاهای پوشش داده شده از الگوی پراش پرتو ایکس مدل RAPID شرکت Rigaku کشور ژاپن، استفاده شد. به منظور بررسی ریخت‌شناسی پوشش کبالت-فسفر بر فوم نیکل از دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی مدل TeScan - Mira III و برای بررسی ترکیب عناصر از آنالیز EDX استفاده شد. برای تشخیص گروه‌های عاملی و تعیین ساختارهای گونه‌های آلی مدل ۶۸۰۰ از طیف‌سنجی تبدیل فوریه ساخت شرکت JASCO کشور ژاپن، برای تشخیص و اندازه‌گیری عناصر معدنی ساخت شرکت

جدول ۱: طیف‌سنجی نشر اتمی برای پوشش دهی کبالت - فسفر روی فوم نیکل
Co-P500 Co-P300 Co-P100, Co

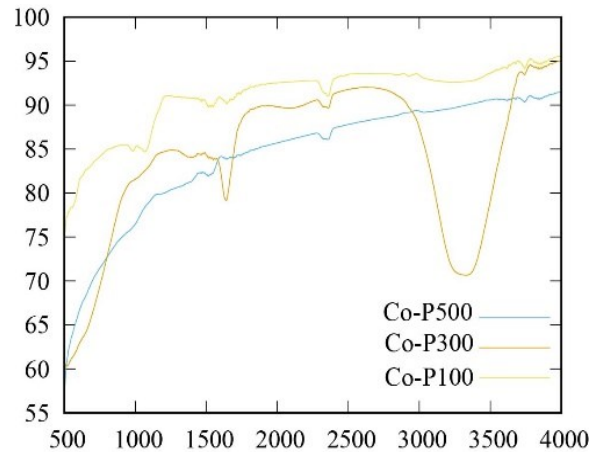
فسفیت ppm	کبالت ppm	نمونه
۰	۱۷۶۰۰	فوم نیکل کبالت
۴۳۵۰	۱۲۵۶۰۰	فوم نیکل کبالت فسفید ۱۰۰ میلی مولار
۱۰۲۰۰	۱۳۱۵۰۰	فوم نیکل کبالت فسفید ۳۰۰ میلی مولار
۱۲۳۰۰	۱۳۲۱۰۰	فوم نیکل کبالت فسفید ۵۰۰ میلی مولار

ریخت‌شناسی سطح، یکی از اصلی‌ترین عواملی است که می‌تواند در قابلیت ترشوندگی سطح تأثیر بگذارد. تخلخل‌های موجود در ساختار فوم به همراه سنتز کبالت-فسفر بر روی آن می‌تواند این خاصیت ترشوندگی را تغییر دهد. در این مطالعه، محلول کبالت-فسفر بر سطح فوم نیکل پوشش داده شد. همان‌طور که در شکل ۳ نشان داده شده است، تصاویر SEM مربوط به فوم نیکل و فوم نیکل پوشش داده شده با کبالت را نشان می‌دهد (شکل ۱)، فوم نیکل دارای قطر حفرات تقریباً ۶۰۰-۱۰۰ میکرون و سطحی تقریبی صاف است و با انجام پوشش کبالت بر سطح دارای ترشوندگی متفاوتی نسبت به فوم نیکل بدون پوشش است.



شکل ۳: تصاویر میکروسکوپ الکترونی (شکل الف): فوم نیکل بدون پوشش. (شکل ب): فوم نیکل پوشش داده شده با Co. (بزرگ‌نمایی شکل الف، ب ۲۰۰ نانو متر است. ج: بزرگ‌نمایی ۲۰۰ نانو متر)

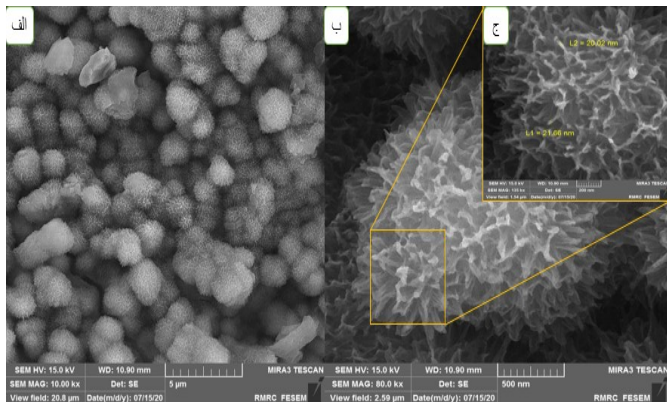
پیوندی کربن-کربن است. ناحیه 1533 cm^{-1} و 1631 cm^{-1} نوار ضعیفی وجود دارد که به دلیل حضور پیوند کربن-کربن است. نوار پهنی که در ناحیه 3350 cm^{-1} برای نمونه Co-P300 وجود دارد، به دلیل ارتعاش خمشی پیوند O-H است که حکایت از آب‌دوستی شدید نمونه Co-P300 است.



شکل ۲: طیف فروسرخ فوم نیکل با پوشش Co-P300 Co-P100, Co-P500

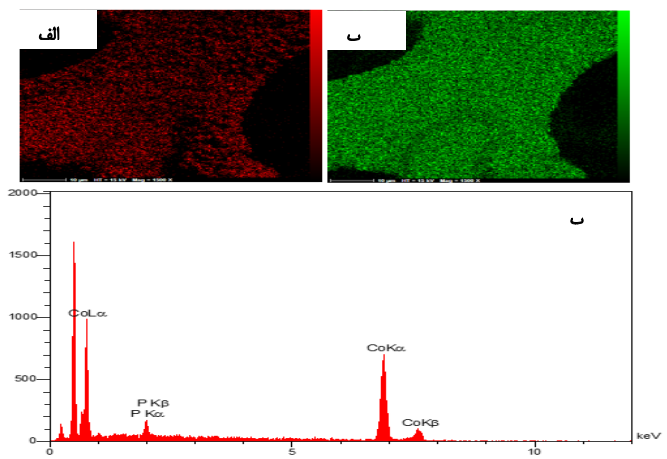
میزان غلظت عناصر کبالت و فسفر با استفاده از طیف‌سنجی نشر اتمی، مورد بررسی قرار گرفته شد و در جدول ۱ نشان داده شد. همان‌طور که انتظار می‌رفت، افزایش غلظت هیپوفسفید سدیم در محلول الکترولیت باعث افزایش غلظت فسفر در نمونه‌های پوشش داده شده می‌شود. همچنین، افزایش غلظت عنصر کبالت با افزایش غلظت هیپوفسفید سدیم دیده می‌شود. این رفتار دیده شده به دلیل افزایش هدایت الکتریکی الکترولیت با افزایش غلظت هیپوفسفید سدیم است.

مقدار هیپوفسفیت سدیم از ۳۰۰ به ۵۰۰ میلی‌مولار مقدار زبری سطح کاهش یافته است.



شکل ۶: تصاویر میکروسکوپ الکترونی (شکل الف): فوم نیکل پوشش داده شده Co-P500 ب: بزرگنمایی تصاویر ۵۰۰ نانومتر ج: بزرگنمایی ۲۰۰ نانومتر است.

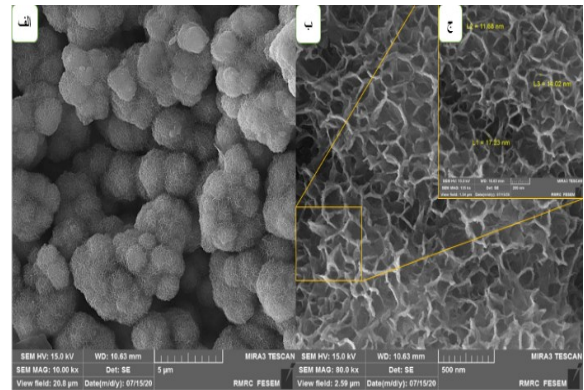
برای بررسی توزیع و ترکیب عناصر از آنالیز EDX و Mapping استفاده شد (شکل ۷). همان‌طور که مشاهده می‌شود، هر دو عنصر کبالت و فسفر در ساختار یکنواخت نشست یافته است و درصد این نشست ۵٪ فسفر به ۹۵٪ کبالت است. این نتایج حاکی از آن است که فسفر بر سطح نشست داده شده است.



شکل ۷: الف) توزیع عنصری فسفر، ب) توزیع عنصری کبالت، پ) ترکیب عناصر EDX

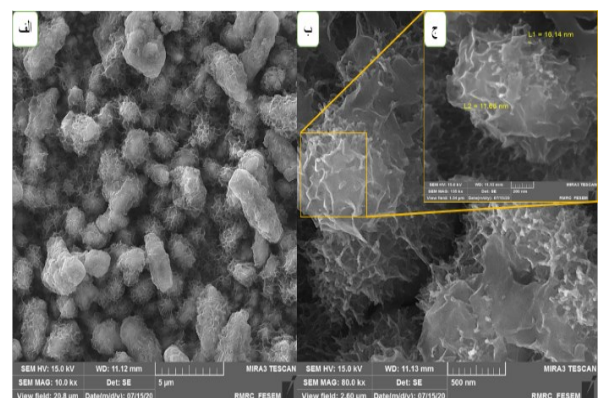
برای بررسی خاصیت ابر روغن‌گریزی از آنالیز زاویه تماس استفاده شد. همان‌طور که در شکل ۸ و ۹ نشان داده شده است، بر این اساس آزمون جدایش بین فوم نیکل خالص، فوم نیکل پوشش داده شده با کبالت کلرید و هیپوفسفیت سدیم با غلظت‌های متفاوت مورد بررسی قرار گرفت. همان‌طور که در شکل‌های ۸ و ۹ نشان داده شده است، فوم نیکل پوشش داده

شکل ۴، با افزودن مقدار ۱۰۰ میلی‌مولار هیپوفسفیت سدیم به محلول الکترولیت، باعث شده است مورفولوژی‌های متفاوتی مشاهده شود، به طوری که نانوذرات کلوخه شده تبدیل به نانوساختارهای حفره‌ای لانه زنبوری شکل شود.



شکل ۴: تصاویر میکروسکوپ الکترونی روشی نشر میدانی (شکل الف): فوم نیکل پوشش داده شده Co-P100 ب: بزرگنمایی ۵۰۰ نانومتر ج: بزرگنمایی ۲۰۰ نانومتر (است).

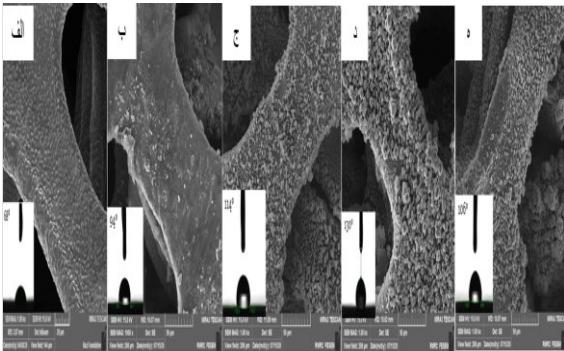
شکل ۵، با افزایش غلظت میزان هیپوفسفیت سدیم از ۱۰۰ به ۳۰۰ میلی‌مولار باعث شد که حفرات لانه زنبوری شکل، نسبت به نمونه پیش از حالت توخالی در بیاید. افزایش مقدار غلظت هیپوفسفیت سدیم علاوه بر کاهش اندکی در اندازه قطر حفرات، باعث زمخت شدن سطح هم شده است. همین زمخت شدن سطح می‌تواند یکی از دلایل افزایش زاویه تماس روغن باشد.



شکل ۵: تصاویر میکروسکوپ الکترونی (شکل الف): فوم نیکل پوشش داده شده CoP300 ب: بزرگنمایی تصاویر ۵۰۰ نانومتر ج: بزرگنمایی ۲۰۰ نانومتر

شکل ۶، افزایش مقدار هیپوفسفیت سدیم از ۳۰۰ به ۵۰۰ میلی‌مولار باعث توخالی شدن دوباره حفرات نانوساختارهای زنبوری شکل شده است. همچنین، با توجه به شکل ۵ با افزایش

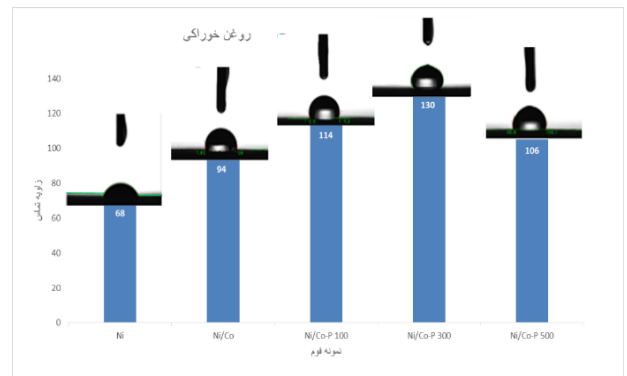
ماده‌ای مناسب برای جداسازی روغن از آب شود. برای آزمایش توانایی جداسازی روغن / آب فوم نیکل پوشش داده شده با کبالت-فسفر، مراحل برای مخلوط روغن / آب با محتوای روغن ۱۰ درصد وزنی (روغن دیزل / آب، این مخلوط اصلی آب‌روغنی در صنعت، محیط‌زیست هستند) بررسی شد. همانطور که در شکل (۱۰) نشان داده شده است. با افزایش هیپوفسفیت سدیم از غلظت ۰ تا ۳۰۰ میلی‌مولار، زبری نمونه به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد. در حالی که برای نمونه‌ای که در الکترولیت ۵۰۰ میلی‌مولار هیپوفسفیت سدیم آماده شد، زبری سطح کاهش پیدا کرده است. تغییرات مشاهده شده در زاویه تماس روغن می‌تواند ارتباط مستقیمی با زبری سطح داشته باشد.



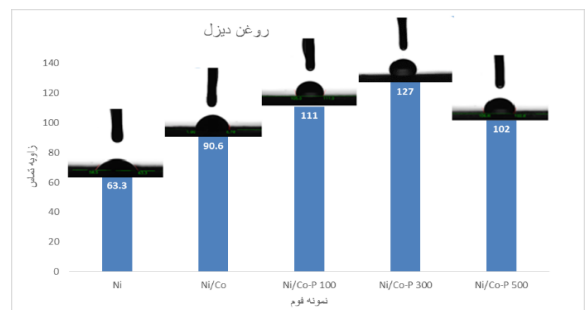
شکل ۱۰: تصاویر میکروسکوپ الکترونی فوم نیکل پوشش داده با کبالت - فسفر با بزرگنمایی ۵ میکرومتر الف: Ni foam، ب: Ni/Co، ج: Ni/Co-P100، د: Ni/Co-P300، ه: Ni/Co-P500.

شکل ۱۱، دستگاه جداسازی روغن از آب نشان داده شده است. قطعه‌ای از فوم نیکل پوشیده شده از Co-P کبالت-فسفر در بین دو قسمت بالایی و پایینی ستون تفلون قرار داده شده و قبل از فرایند جداسازی با آب اشباع شد تا از جدایی موفقیت‌آمیز اطمینان حاصل شود. مخلوط روغن / آب درون لوله فوقانی ریخته شد. آب از فوم نیکل پوشش داده عبور می‌کرد. در حالی که، روغن در بالای ستون قبل از فوم نیکل پوشش داده شده باقی می‌ماند و بنابراین، جداسازی روغن / آب حاصل می‌شود.

شده با Co-P300 به عنوان بهترین نمونه با زاویه تماس 130° ، 127° به ترتیب برای روغن خوراکی و روغن دیزل انتخاب شد. با توجه به شکل، به راحتی می‌توان فهمید که فوم نیکل خالص آبدوست‌تر بوده و زاویه تماس آن 63.3° است. همچنین فوم نیکل اصلاح شده فقط با کبالت که روغن‌گریز است، زاویه تماس آن 90.6° است. هنگامی که فوم نیکل خالص با کبالت و فسفر پوشش داده شد، افزایش زاویه تماس آن تا 130° مشاهده می‌شود. پس از افزایش غلظت الکترولیت از ۳۰۰ میلی‌مولار به ۵۰۰ میلی‌مولار هیپوفسفیت سدیم، زاویه تماس به یکباره کاهش پیدا می‌کند که در شکل کاملاً نشان داده شده است. زاویه تماس روغن خوراکی از 130° به 106° و زاویه تماس روغن دیزل از 127° به 102° با افزایش غلظت الکترولیت از ۳۰۰ میلی‌مولار به ۵۰۰ میلی‌مولار، کاهش پیدا کرده است.

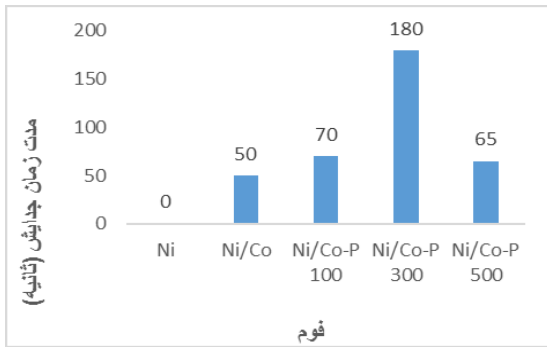


شکل ۸: زاویه تماس روغن خوراکی فوم نیکل پوشش داده شده با کبالت فسفر که به ترتیب از سمت چپ به راست Ni foam، Ni/Co، Ni/Co-P100، Ni/Co-P300، Ni/Co-P500.

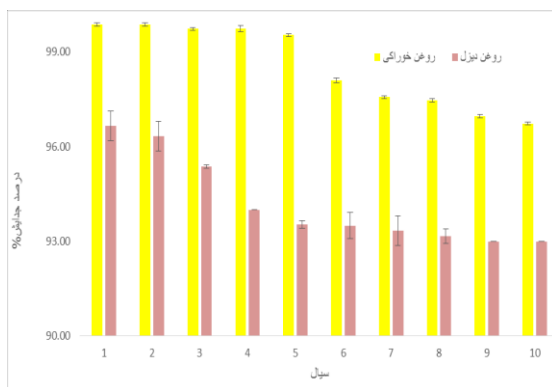


شکل ۹: زاویه تماس روغن دیزل فوم نیکل پوشش داده شده با کبالت-فسفر که به ترتیب از سمت چپ به راست Ni Co، Ni Co-P100، Ni Co-P300، Ni Co، Ni P500 را نشان می‌دهد.

زاویه تماس روغن خوراکی (اوبلا) و روغن دیزل برای فوم نیکل پوشش داده شده با کبالت-فسفر، 130° و 127° درجه است. چنین قابلیت ترشوندگی باعث می‌شود فوم نیکل پوشش داده شده،

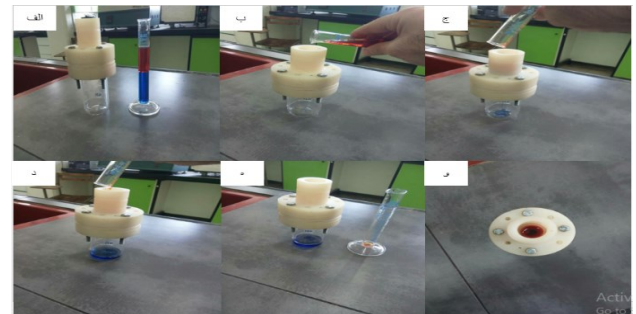


شکل ۱۳: نمودار بر حسب جداسازی روغن از آب



شکل ۱۴: میزان بازدهی شستشوی فوم نیکل با پوشش Ni-Co-P300 برای جداسازی روغن از آب با تکرار ۱۰ بار. جدول ۲: نتایج گرفته شده در این تحقیق با دیگر نتایج منتشر شده در مقالات.

مرجع	درصد جدایش	خاصیت	زیر لایه/پوشش
۴	۹۷٫۸	ابر آب‌گریزی	پنبه/پلی آنیلین
۵	۹۹٫۸	ابر آب‌گریزی	پنبه/اکسید تیتانیوم
۶	بالتر از ۹۶	ابر آب‌گریزی	مس/اکسید مس
۱۴	بالتر از ۹۹	ابر آب‌دوستی	نیکل/اکسید نیکل
تحقیق فعلی	بالتر از ۹۹	ابر آب‌دوستی	نیکل/کبالت-فسفر

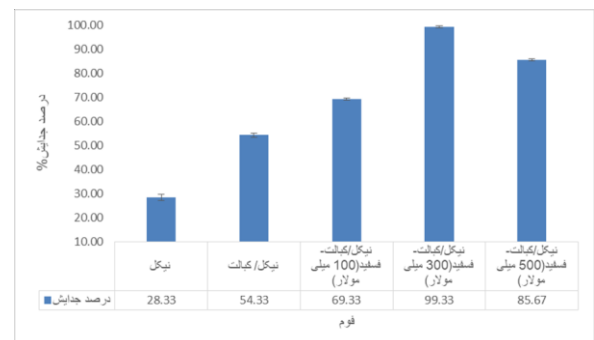


شکل ۱۱: دستگاه طراحی شده جهت قرار دادن فوم نیکل نشست داده شده به منظور جداسازی روغن از آب.

بازده جداسازی با مقایسه وزن آب قبل و بعد از جداسازی محاسبه شد:

$$\text{بازده} = \frac{m_{w'} - m_w}{m_w} \times 100\% \quad (1)$$

m_w جرم آب پیش از جداسازی، $m_{w'}$ جرم آب بعد از جداسازی، بازده تفکیک فوم نیکل پوشش داده شده با کبالت-فسفر برای روغن خوراکی/ آب ۹۹/۳۳٪ است. شکل ۱۲، مقدار درصد جدایش روغن خوراکی از آب را نشان می‌دهد.



شکل ۱۲: درصد جدایش روغن خوراکی روی فوم نیکل پوشش داده Co-P300.

جدایش بر حسب زمان

همانگونه که در شکل ۱۳ نشان داده شده است، نمونه‌های فوم نیکل با غلظت‌های متفاوت هیپوفسفیت سدیم مورد ارزیابی قرار گرفته شد. نتایج حاصل نشان می‌دهد فوم نیکل پوشش داده شده با Co-P300 به مدت زمان ۱۸۰ ثانیه که دارای بهترین بازده جداسازی هم بود، توانسته است روغن دیزل را در بالای دستگاه جداسازی نگه دارد.

separation,” *Advanced Materials Interfaces*, 2, 1500220, 2015.

[6] L.-H. Kong, X.-H. Chen, L.-G. Yu, Z.-S. Wu, P.-Y. Zhang, “Superhydrophobic cuprous oxide nanostructures on phosphor-copper meshes and their oil-water separation and oil spill cleanup,” *ACS applied materials & interfaces*, 7, 2616-2625, 2015.

[7] T.E. O'Loughlin, S. Martens, S.R. Ren, P. McKay, S. Banerjee, “Orthogonal wettability of hierarchically textured metal meshes as a means of separating water/oil emulsions,” *Advanced Engineering Materials*, 19, 1600808, 2017.

[8] Q. Zhu, Y. Chu, Z. Wang, N. Chen, L. Lin, F. Liu, Q. Pan, “Robust superhydrophobic polyurethane sponge as a highly reusable oil-absorption material,” *Journal of Materials Chemistry A*, 1, 5386-5393, 2013.

[9] S. Li, J. Huang, M. Ge, S. Li, T. Xing, G. Chen, Y. Liu, K. Zhang, S. Al-Deyab, Y. Lai, “Controlled grafting superhydrophobic cellulose surface with environmentally-friendly short fluoroalkyl chains by atp,” *Materials & Design*, 85, 815-822, 2015.

[10] W. Zhang, Z. Shi, F. Zhang, X. Liu, J. Jin, L. Jiang, “Superhydrophobic and superoleophilic pvdf membranes for effective separation of water- in- oil emulsions with high flux,” *Advanced Materials*, 25, 2071-2076, 2013.

[11] H. Li, X. Zhao, P. Wu, S. Zhang, B. Geng, “Facile preparation of superhydrophobic and superoleophilic porous polymer membranes for oil/water separation from a polyarylester polydimethylsiloxane block copolymer,” *Journal of materials science*, 51, 3211-3218, 2016.

[12] X. Bai, Q. Liu, J. Liu, Z. Gao, H. Zhang, R. Chen, Z. Li, R. Li, P. Liu, J. Wang, “All-solid state asymmetric supercapacitor based on

[13] R. Gao, Q. Liu, J. Wang, J. Liu, W. Yang, Z. Gao, L. Liu, “Construction of superhydrophobic and superoleophilic nickel foam for separation of water and oil mixture,” *Applied surface science*, 289, 417-424, 2014.

[14] H. Yu, F. F. Yun, Z. Gong, Q. Yao, S. Dou, K. Liu, L. Jiang, X. Wang, A novel reusable superhydrophilic NiO/Ni mesh

نتایج نشان می‌دهد که نمونه‌های آماده شده برای جداسازی روغن آب بسیار کارآمد است. برای بررسی وضعیت پایداری نمونه Ni/Co-P300، ده بار به طور متوالی تست جدایش روغن از آب انجام شد. پس از ده بار فرایند جداسازی روغن دیزل از آب، بازده این نمونه به بازده بالاتر از ۹۶٪ رسید (شکل ۱۴). بنابراین، فرایند جداسازی روغن/آب فوم نیکل پوشش داده شده با کبالت-فسفر سریع و کارآمد است. جدول ۲، نتایج گرفته شده در این پژوهش را با دیگر نتایج منتشر شده در مقالات را نشان می‌دهد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد، کبالت-فسفر پوشش داده شده روی فوم نیکل با استفاده از روش رسوب الکتروشیمیایی، روشی موثر و قابل توجه است.

۵-نتیجه‌گیری

به‌طور خلاصه، تشکیل یک ساختار تک‌مرحله‌ای با پوشش کبالت-فسفر روی فوم نیکل با استفاده از یک روش رسوب‌گذاری الکتروشیمیایی انجام شد. در این پژوهش، غلظت‌های متفاوت هیپوفسفید سدیم برای تشکیل ریخت‌شناسی‌های متفاوت کبالت-فسفر انجام شد. با توجه به زاویه تماس روغن، بازده جدایش و زمان جدایش مشخص شد نمونه‌ای که با غلظت هیپوفسفید سدیم ۳۰۰ میلی‌مولار ساخته شده است دارای بهترین عملکرد است.

مراجع:

[1] A. Jernelöv, “How to defend against future oil spills,” *Nature*, 466, 182-183, 2010.

[2] J. Lahann, “Nanomaterials clean up,” *Nature nanotechnology*, 3, 320-321, 2008.

[3] M. Schroppe, “Deep wounds,” *Nature*, 472, 152-154, 2011.

[4] X. Zhou, Z. Zhang, X. Xu, F. Guo, X. Zhu, X. Men, B. Ge, “Robust and durable superhydrophobic cotton fabrics for oil/water separation,” *ACS applied materials & interfaces*, 5, 7208-7214, 2013.

[5] S. Li, J. Huang, M. Ge, C. Cao, S. Deng, S. Zhang, G. Chen, K. Zhang, S.S. AlDeyab, Y. Lai, “Robust flowerlike Tio₂@ cotton fabrics with special wettability for effective selfcleaning and versatile oil/water

produced by a facile fabrication method for
oil/water separation, 5, 10821-10826, 2017

Synthesis of cobalt-phosphorus nanostructures on nickel membranes to separate oil from water

Mohammad Reza Mirzaei , Arash Montazeri* , Ahmad Ahmadi Daryaknari

Department, Nanotechnology, University of Guilan, Rasht

Abstract: Separation of oil derivatives and contaminants from water is one of the important fields in industry and industrial oil wastewater treatment. Synthesis of nano micro-mineral structures on porous materials is a very effective method to separate petroleum derivatives from water under relatively high temperatures and pressures. In this study, cobalt-phosphorus nanostructures were deposited on nickel foam using a single-step electrochemical method. Then, after cobalt-phosphorus deposition process on nickel foam, two types of diesel oil and edible oil solutions were investigated to separate the oil from the water. In this method, the effect of sodium hypophosphite concentration and application of pulse voltages on the electrolyte was investigated. Different concentrations of sodium hypophosphite were created in the amount of 100 mM, 300 mM, 500 mM and without sodium hypophosphite in the electrolyte solution. It was then coated on nickel foam. The morphology and identification of the coatings were investigated using field emission scanning electron microscopy, energy dispersive X-Ray analysis, Fourier transform infrared spectroscopy, X-ray diffraction pattern, atomic emission spectroscopy and contact angle. Next, the performance of oil separation from water was investigated using weight separation efficiency and oil contact angle.

Keywords: Electrochemical, superhydrophobic, cobalt-phosphorus