استفاده از مخلوط پودر لاستیک مستعمل و الیاف دوریز پلی پروپیلن جهت حذف لکه‌های نفتی در دریا

علی اصغر خلیلی*[۱]، احمد نعلبندی[۲]
۱- تهران، پژوهشگاه صنعت نفت، پژوهشکده شیمی و پتروشیمی، صندوق پستی ۱۳۷ -۱۴۶۶۵
۲- تهران، پژوهشگاه صنعت نفت، پژوهشکده علوم و تکنولوژی پلیمر، صندوق پستی ۱۳۷ -۱۴۶۶۵
دریافت: ۹۱/۰۴/۲۰ پذیرش: ۹۱/۰۶/۲۰

چکیده

الیاف پلی پروپیلن بازیافتی و پودر لاستیک مستعمل جهت حذف آلودگی‌های نفتی بکار گرفته شدند. روش استاندارد ASTM F726-99 برای ارزیابی میزان جذب الیاف پلی پروپیلن مورد استفاده قرار گرفت و مشخص شد الیاف مذکور از سرعت و ظرفیت جذب نفت بالایی برخوردار می‌باشد. الیاف پلی پروپیلن بدلیل ضعف الاستیسیته، ظرفیت جذبش پس از چند بار مصرف شدیدا کاهش می‌یابد. پودر لاستیک مستعمل که نفت کمتری را به آهستگی جذب می‌کند، از الاستیسیته بیشتری نسبت به الیاف پلی پروپیلن برخوردار است و لذا قادر است بطور مکرر بیش از ۱۰۰ بار مورد استفاده قرار گیرد، زیرا ظرفیت جذب نفت آن با تعداد دفعات مصرف کاهش نمی یابد. در این تحقیق الیاف پلی پروپیلن و پودر لاستیک مستعمل جهت تهیه ماده ای مرکب با هم مخلوط شدند و مشخص گردید که این ماده توانایی بازیابی مقدار نفت بیشتری نسبت به هر یک از اجزای تشکیل دهنده آن را دارد. ماده مرکب مذکور توانایی بکارگیری مکرر بیش از ۱۰۰ بار را خواهد داشت. بدین ترتیب هزینه مواد لازم برای بازیابی یک تن نفت خام توسط ماده مرکب حدود ۰/۰۳ دلار آمریکا بر آورد می‌گردد که از نظر اقتصادی نسبت به سایر جاذب‌های تجارتی موجود در بازار کاملا مقرون بصرفه می‌باشد.

واژگان کلیدی: آلودگی نفتی، جاذب‌های نفتی، پودر لاستیک، الیاف پلی پروپیلن.

۱- مقدمه

نفت خام یک منبع بسیار مهم در تامین انرژی و مواد شیمیایی پایه می‌باشد که نقش بسیار مهمی در پیشبرد اقتصاد کشورها ایفا می‌نماید رخدادهایی که به هنگام جابجایی و حمل‌ونقل نفت‌های خام بوقوع می‌پیوندد باعث مشکل آلودگی در آب‌های بزرگ می‌شود. قسمت اعظم نشت نفت از تانکرهای حاوی سوخت، عملیات حفاری در اقیانوسها، شکستن لوله‌های نفتی و کلیه اتفاقاتی که در حین عملیات تصفیه نفت بوقوع می‌پیوندد به طور جدی و موثری بر اکولوژی محیطزیست طبیعی اقیانوسها تاثیرگذار می‌باشد[۲-۱]. از طرف دیگر بخشی از نفت به هنگام تعمیر و نگهداری، بارگیری و تخلیه و نیز مدیریت آب توازن کشتی‌ها وارد دریا می‌شود که تهدیدی جدی

*khaliliaa@ripi.ir

برای آب‌های ساحلی بشمار می‌آید[۳]. بدین ترتیب نشت نفت دردریا مشکل جدی برای آلودگی جهانی محسوب می‌شود و لذا ابداع و گسترش روشهای اقتصادی، مقرون به صرفه و کار آمد برای حذف نفت از محیط زیست انسان از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد.

در حال حاضر مواد متنوعی جهت بازیابی و رفع آلودگی نفت خام در بازار وجود دارند که متاسفانه بدلیل عدم قابلیت استفاده مجدد از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نمی‌باشند. در عملیات اضطراری جمع آوری لکه‌های نفتی توسط روشهای موجود به پسماندهای اشباع شده از نفت مواجه می‌شویم که جهت بازیابی نیاز به تصفیه خانه‌های مجهز و صرف هزینه‌های گزاف می‌باشد[۵-۴]. در تحقیقات انجام شده توسط دانشمندان از لاستیک‌های مستعمل جهت کنترل آلودگی‌های نفتی استفاده شده است. زیرا لاستیک ذاتا خاصیت جذب نفت داشته و آب گریز می‌باشد[۶]. نتایج آزمایشگاهی نشان می‌دهد که پودر لاستیک مستعمل خاصیت الاستیک دارد و مکررا قابل استفاده است. همچنین گزارشات نشان می‌دهند که پودر لاستیک از توانایی جذب کمتری نسبت به مواد کنونی عرضه شده در بازار برخوردار می‌باشد که در این تحقیق بمنظور بهبود میزان جذب نفت، آن را با الیاف دوریز پلی پروپیلن مخلوط نموده و ماده مرکبی تهیه گردید که امکان استفاده مجدد از آن وجود دارد.

طبق گزارشات سندیکای[1] تولیدکنندگان لاستیک در آمریکا در سال ۲۰۰۶ حدود ۲۹۹ میلیون عدد لاستیک تولید گردیده که از این مقدار حدود ۸۸ میلیون لاستیک مستعمل در انبارها و یا به صورت غیر کنترل شده در سراسر کشور پراکنده می‌باشند[۷]. غیر از موارد ذکر شده چندین میلیون عدد لاستیک‌های فرسوده در دره‌ها، صحراها، و زمین‌های بایر پراکنده هستند که محلی برای رشد و تکثیر پشه و انتقال بیماری‌ها می‌باشند[۹-۸]. از طرف دیگر تجمع لاستیک‌های مستعمل مکانهای مخاطره آمیزی در ایجاد آتش سوزی خواهند بود[۱۱-۱۰]. ضمن اینکه بدلیل حجیم بودن آنها امکان مفروش کردن زمین با آنها وجود ندارد[۱۳-۱۲].

روش‌هایی که برای حل مشکل لاستیک‌های مستعمل شناخته شده‌اند[۱۴] عبارت از بازگشت به سیکل تولید و استفاده از آنان به عنوان منبع انرژی جایگزین می‌باشند بدین ترتیب می‌توان لاستیکهای مستعمل را یا دوباره به چرخه تولید باز گرداند و یا از آنان جهت منبع انرژی استفاده نمود. لاستیک‌ها دارای ارزش حرارتی ۱۲۰۰۰-۱۶۰۰۰ BTU/ lb هستند که می‌توانند به همان شکلی که هستند بسوزند و یا آنکه خرد شده و به مشتقات سوختی تبدیل گردند[۱۷-۱۵] که درکوره‌های تولید سیمان[۱۹-۱۸]، نیروگاههای تولید برق، کارخانجات تولید خمیر کاغذ، کارخانجات تولید لاستیک و نیروگاههای تولید بخار مورد استفاده قرار گیرند.[۲۰]در حال حاضر کاربردهای جدید لاستیک‌های مستعمل مورد توجه و علاقه صنعت می‌باشد.

الیاف کوتاه پلی پروپیلن که پس از برش الیاف بلند آن در مراکز صنعتی نظیرکارگاه‌های کیسه بافی و کارخانجات فرش ماشینی به شکل ضایعات جانبی تولید می‌شوند دارای زنجیره ملکولی فاقد گروههای آبدوست بوده و تمایلی به جذب آب ندارند که این مهم با محتویات رطوبت تعادلی کم آن (۰/۰۱٪ - ۰) هم خوانی دارد. الیاف پلی پروپیلن به سهولت نفت را جذب می‌کند و چون دارای دانسیته ۰/۹-۰/۹۱ g/cm^3 و سبکتر از آب می‌باشد لذا بر روی آب شناور می‌ماند. این الیاف دارای مقاومت کششی ۱۸۰-۴۱۰ kg/cm^3 بوده و قادر است استحکام کششی خود را با رطوبت نیز حفظ نماید [۲۱]. بعلاوه استحکام الیاف مذکور تحت تاثیر مواد شیمیایی، اسیدها، قلیاها و نمک‌ها قرار نمی گیرد. الیاف پلی پروپیلن کاملا نسبت به فعالیت قارچ و کپک مقاوم می‌باشد.

هدف از این تحقیق توسعه موادی مناسب برای بازیابی نفت از لکه‌های نفتی بهنگام بروز حوادث نشت نفت در دریا می‌باشد. این مواد ضمن اینکه بارها قابل استفاده مجدد هستند، از نظر اقتصادی کاملا مقرون بصرفه می‌باشند. برای انجام این عملیات لاستیک‌های مستعمل و الیاف دوریز پلی پروپیلن انتخاب گردیدند تا ضمن تهیه موادی مناسب برای

1. Rubber Manufactures Asssociation

دفع آلودگی‌های نفتی ازآنها استفاده نمود. در این تحقیق ابتدا خصوصیات جذب نفت بوسیله پودر لاستیک مستعمل و الیاف دور ریز پلی پروپیلن بطور جداگانه مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفتند و سپس با تلفیق آنها به یکدیگر ماده مرکبی تهیه شد که در آزمایشات مشخص گردید نسبت به هریک از مواد تشکیل دهنده از نقطه نظر میزان جذب نفت و تکرار پذیری از کارآیی بالاتری برخوردار می‌باشد.

۲- روش کار

۲-۱- مواد و تجهیزات

پودر لاستیک مستعمل با اندازه مش ۴۰ از شرکت بازیافت لاستیک و الیاف پلی پروپیلن از یک کارخانه تولید الیاف تهیه گردیدند. ابتدا الیاف پلی پروپیلن در آزمایشگاه به طول‌های ۳ سانتیمتر بریده شدند و روغن موتور ۵W-۴۰ ساخت کمپانی شل (خصوصیات آن شبیه به نفت خام بوده و بدلیل سنتزی بودن فاقد بو است) جهت انجام آزمایشات جذب فراهم گردید. روغن موتور قبل از انجام آزمایشات بمدت ۲ ساعت در آون با دمای ۹۰°C قرار داده شد تا ترکیبات آلی فرار[1] آن حذف گردند و بدین ترتیب میزان خطا در تجزیه و تحلیل و آنالیزهای بعدی به حداقل برسد و همچنین کیسه‌های حاوی مواد مرکب از منسوجات نبافته پلی اتیلن ترفتالات (PET) با منافذ بسیار ریز تهیه شدند[۶] تا امکان عبور نفت به داخل آنها در طی آزمایشات جذب به سهولت صورت پذیرد و پس از هر بار آزمایش جذب نفت، با فشردن این کیسه‌ها توسط دستگاه پرس آزمایشگاهی ساخت شرکت دایا[2] تمامی نفت جذب شده از آنها خارج گردید و از ماده جاذب مذکور جهت استفاده مجدد درمراحل بعدی استفاده بعمل آمد. به منظور بررسی اثر دما بر جذب نفت بویژه در محدوده دمایی صفر تا چهل درجه سانتیگراد از یک دستگاه حمام روغن مجهز به کنترلر دما و سیرکولاتور (TKS RCB 411) جهت کنترل دمای آزمایش (با دقت ±۰/۵°C) استفاده شد. همچنین آزمایشات طبق شرایط استاندارد F726-99 (ASTM, 2006) انجام گرفت.

۲-۲- آزمون قابلیت جذب نفت

کیسه‌های حاوی مواد جاذب از منسوجات نبافته پلی اتیلن ترفتالات با منافذ بسیار ریز بشکل کروی با قطر ۵/۵ سانتیمتر تهیه گردید و هر یک از آنها درداخل یک بشر شیشه ای ۲۵۰ میلی لیتری حاوی ۵۰ میلی لیتر نفت خام قرار گرفت تا اشباع شود. زمان لازم برای اشباع شدن کیسه‌های جاذب ثبت شد و در انتهای عمل جذب با خارج و آویزان کردن آنها در هوا به مدت ۳۰ ثانیه نفت خام جذب نشده اضافی از آن جدا گردید. با توزین این کیسه‌ها قبل و بعد از عملیات جذب و میزان نفت باقی مانده و جذب شده توسط آنها مقدار جذب عملی معین گردید که انتظار می‌رود این مقدار نفت را در عملیات‌های میدانی بتوان بازیابی نمود. تمام مراحل جذب در هوا و و تحت دمای ۲۰°C انجام شد.

۲-۳- آزمایش تکرار پذیری جاذب‌های نفتی

هدف اصلی از این آزمون توسعه مواد جاذبی است که بتوانند چندین بار بدون کاهش در توانایی جذب نفت مورد استفاده قرار گیرند. از آنجاییکه الیاف پلی اتیلن ترفتالات دارای استحکام بالا و مقاوم در مقابل فشار می‌باشند منسوج نبافته آن به صورت کیسه‌هایی جهت بسته بندی مواد مرکب جاذب مورد استفاده قرار گرفت و پس از اینکه نفت با عملیات فشردن از مواد جاذب کیسه‌های نفتی جدا گردید این کیسه‌ها مجددا تا ۱۰۰ بار برای عملیات جذب مورد استفاده قرار گرفتند. بطور متوسط ۹۷٪ از نفت جذب شده با عملیات فشردن قابل بازیابی می‌باشد و تنها ۳٪ نفت در کیسه‌های جاذب باقی خواهند ماند. ظرفیت جذب عملی در هر بار استفاده ثبت گردید تا مشخص شود میزان جذب با تعداد دفعات استفاده چگونه تغییر می‌نماید. هر بار که کیسه‌های جاذب نفت مورد استفاده قرار گرفتند، نفت جذب شده با عملیات مکانیکی فشردن بازیابی شد تا سیکل بازیافت نفت به شکل واقعی شبیه‌سازی گردد.

1. Volatil Organic Compounds (VOCs)
2. Daiya Kitchenware

۲-۴- اثر دما در جذب نفت توسط مواد مرکب

به منظور سنجش و ارزیابی تاثیر دمای محیط نشت نفت بر بازده جذب با استفاده از جاذب‌های مرکب، دمای تعادلی کنترل شده بین نفت خام و این جاذب‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند و با استفاده از سیرکولاتور خنک‌کننده (TKS RCB411) مقدار دما ثابت نگاه داشته شد.

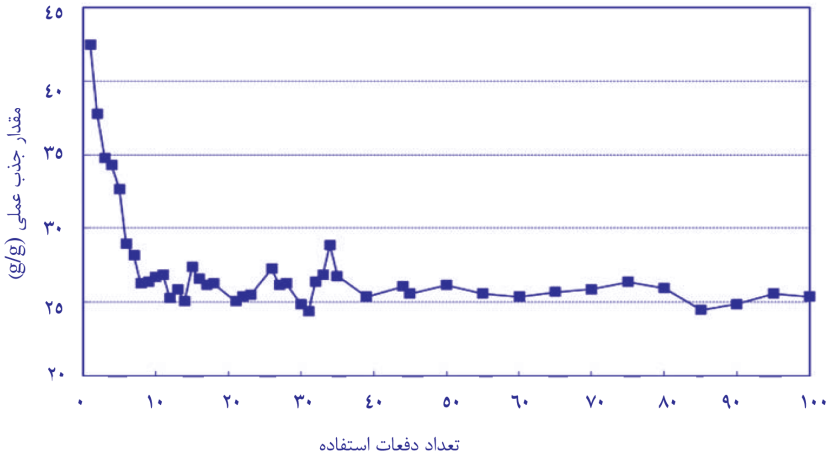
۳- بحث و نتیجه گیری

۳-۱- میزان جذب نفت الیاف پلی پروپیلن در استفاده‌های مکرر

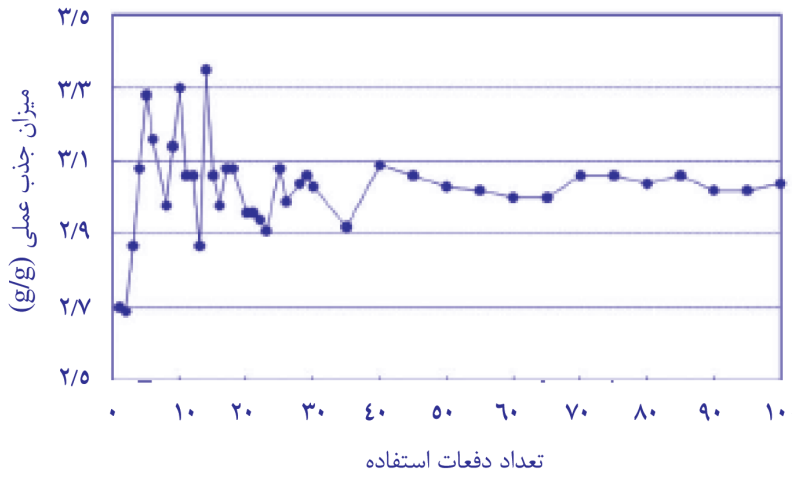
شکل ۱ میزان جذب نفت هر گرم از الیاف پلی پروپیلن را نشان می‌دهد که صد بار بطور مکرر مورد استفاده قرار گرفته است. میزان جذب اولیه الیاف پلی پروپیلن g/g ۴۳ بوده که در طی ۸ بار استفاده به ۶۰٪ مقدار اولیه رسیده است. بنابراین اگرچه الیاف پلی پروپیلن سریعا نفت را جذب می‌نماید و دارای ظرفیت جذب بسیاربالایی می‌باشد لیکن فاقد الاستیسیته مطلوب بوده که باعث می‌گردد توانایی جذب آن طی معدود آزمایشات سریعا کاهش یابد.

۳-۲- میزان جذب نفت پودر لاستیک مستعمل در استفاده‌های مکرر

شکل۲ نمایانگر میزان جذب نفت خام یک گرم پودر لاستیک مستعمل با مش۴۰ در طی مراحل ۱۰۰ بار استفاده



شکل ۱- مقدار جذب عملی الیاف پلی پروپیلن طی ۱۰۰ بار استفاده مکرر



شکل ۲- مقدار جذب عملی پودر لاستیک با اندازه ذرات ۴۰ مش طی صد بار استفاده مکرر

مکرر از آن می‌باشد. در این آزمون با بسته بندی پودر لاستیک در داخل کیسه‌هایی از جنس منسوجات نبافته پلی اتیلن ترفتالات با منافذ ریز میزان جذب اولیه آن ۲/۸ g/g اندازه‌گیری و ثبت شد. در مقایسه، میزان جذب پودر لاستیک در این تحقیق نصف مقدار گزارش شده در مطالعات قبلی بوده است. آن مطالعات بدون در نظر گرفتن روش استاندارد F726-99 (ASTM, 2006) اجرا شده است.

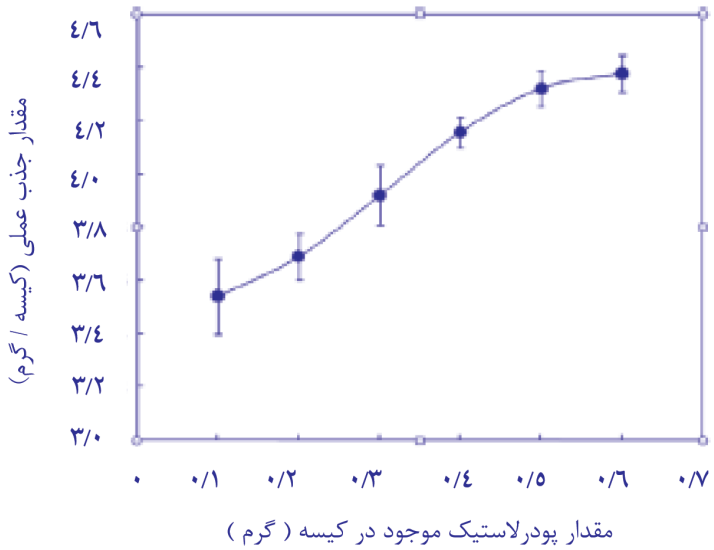
با توجه به شکل ۲ میزان جذب طی دو مرتبه استفاده متوالی بعدی افزایش یافته و لیکن در مرتبه‌های بعد از آن در مقدار ۳ g/g ثابت می‌ماند. بر خلاف الیاف پلی پروپیلن پودر لاستیک دارای خواص الاستیک مطلوب بوده و قادر است میزان ظرفیت جذب خود را حفظ نماید. این در حالی است که توانایی جذب اولیه اش (۲/۸ g/g) پایین تر از الیاف پلی پروپیلن (۴۳ g/g) بوده و دارای سرعت جذب آهسته تری نسبت به آن می‌باشد.

۳-۳- بهینه سازی نسبت الیاف پلی پروپیلن و پودر لاستیک مستعمل

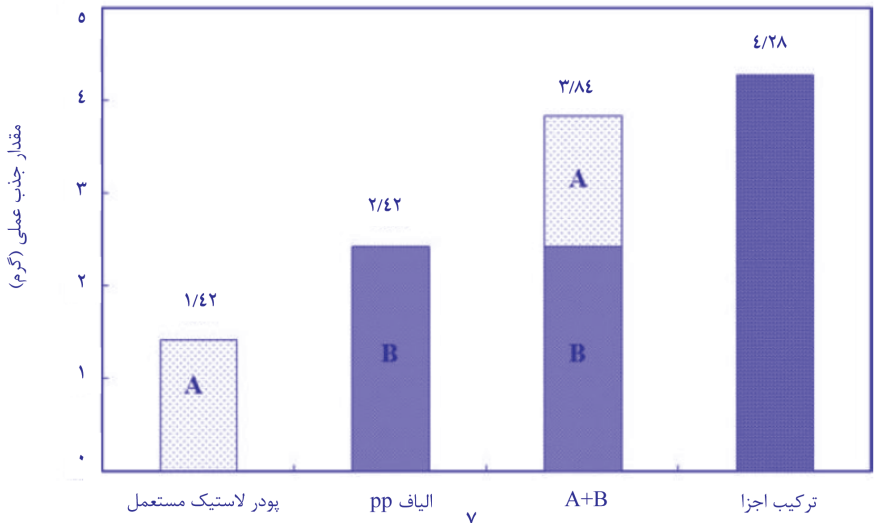
بمنظور بهره‌گیری از مزیت استفاده مجدد از پودرلاستیک‌های مستعمل و ظرفیت جذب بالای الیاف پلی پروپیلن، الیاف مذکور با پودر لاستیک به نسبت ۰/۰۵ الیاف و ۰/۶-۰/۱گرم پودر جهت تهیه مواد مرکب مخلوط شدند. عمل اختلاط توسط درام‌های غلطان آزمایشگاهی(laboratory tumbling blender) انجام گرفت و مخلوط حاصل در کیسه‌هایی از جنس منسوجات نبافته پلی اتیلن ترفتالات به شکل کروی به قطر ۵/۵ سانتیمتر بارگیری شدند. جهت یافتن نسبت بهینه الیاف پلی پروپیلن به پودر لاستیک همانطوریکه در شکل ۳ مشاهده می‌شود با افزایش مقدار پودر لاستیک تا ۰/۵ گرم، میزان جذب نفت خام افزایش می‌یابد. لیکن افزایش بیش از این مقدار پودر لاستیک تاثیر چندانی بر میزان جذب نفت کیسه‌ها ندارد. بدین ترتیب مقدار بهینه پودر لاستیک مستعمل ۰/۵ گرم به ازای ۰/۰۵ گرم از الیاف پلی پروپیلن خواهد بود. این نسبت برای تهیه مواد مرکب جهت انجام آزمایشات جذب در سرتاسر این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت.

۴-۳- تکمیل کننده تاثیر پودر لاستیک و الیاف پلی پروپیلن

نتایج جذب نفت برای ۰/۵ گرم پودر لاستیک مستعمل(A) با مش ۴۰ و ۰/۰۵ گرم الیاف پلی پروپیلن(B) در شکل ۴ نشان داده شده است. مقدار نفت جذب شده توسط ماده مرکب ۴/۲۸ گرم می‌باشد که ۰/۴۴ گرم بیشتر از ۳/۸۴ گرم نفت جذب شده توسط ۰/۵ گرم پودر لاستیک (۱/۴۲ گرم) و ۰/۰۵ گرم الیاف



شکل ۳- مقدار بهینه پودر لاستیک مستعمل با مش ۴۰ به ازای ۰/۰۵ گرم الیاف پلی پروپیلن



شکل ۴- مقایسه میزان جذب پودر لاستیک مستعمل (۰/۵ گرم)، الیاف پلی پروپیلن (۰/۰۵گرم) و ماده مرکب (۰/۵۵ گرم) حاصل از آن دو

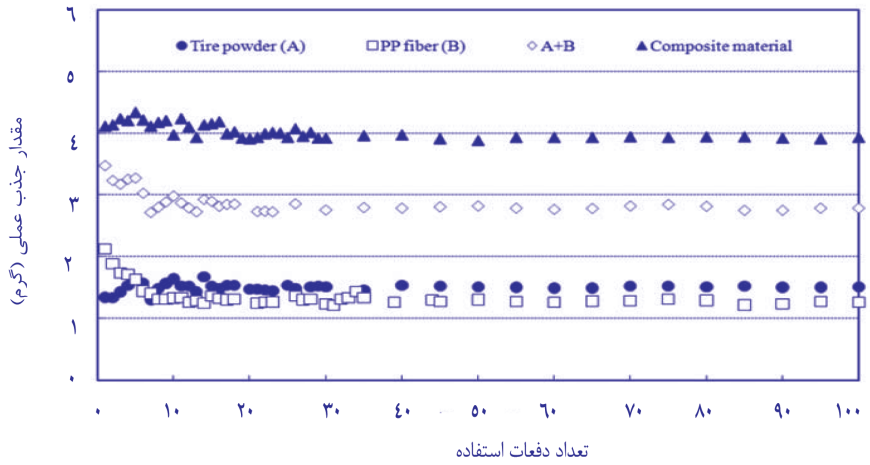
پلی پروپیلن(۲/۴۲ گرم) به تنهایی بوده است. نتایج حاصل از این آزمایش نشان می‌دهد که پودر لاستیک و الیاف پلی پروپیلن می‌توانند باعث تکمیل عملیات جذب نفت توسط یکدیگر شوند.

۳-۵- میزان جذب ماده مرکب در مقابل تعداد دفعات استفاده

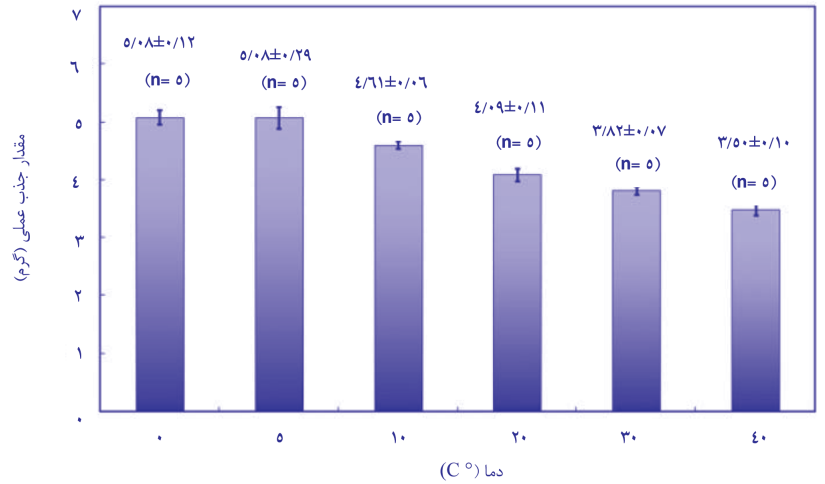
در شکل ۵ ظرفیت جذب نفت برای ۰/۵ گرم پودر لاستیک با مش ۴۰، ۰/۰۵ گرم الیاف پلی پروپیلن و ماده مرکب حاصل از اختلاط آنها، پس از هر بار استفاده تا ۱۰۰ مرتبه تکرار نشان داده شده است. از آنجاییکه پودر لاستیک دارای الاستیسیته خوبی می‌باشد قادر است ظرفیت جذب خود را در ۱/۵ گرم (A)حفظ نماید.

الیاف پلی پروپیلن از سوی دیگر فاقد الاستیسیته مطلوب بوده و لذا پس از هر بار فشرده شدن بتدریج ساختار اسفنجی (پف کرده) خود را از دست می‌دهد، بطوریکه میزان جذب نفت توسط آن طی ۸ مرحله استفاده کاهش یافته و در مقدار ۱/۳ گرم (B) ثابت می‌ماند. ماده مرکب حاصل از همین مقدار الیاف پلی پروپیلن و پودر لاستیک مستعمل میزان جذب نفت خود را در مقدار ۴ گرم حفظ می‌نماید. بدین ترتیب ملاحظه می‌شود توانایی جذب نفت ماده مرکب از هر یک از پودر لاستیک (A)، یا الیاف پلی پروپیلن(B) به تنهایی بیشتر است، حتی به اندازه ۱/۲ گرم بیشتر از مجموع (A+B) می‌باشد که نشان میدهد یک اثر هم افزایی در جذب نفت با تلفیق پودر لاستیک مستعمل و الیاف پلی پروپیلن بوجود می‌آید. علت این امر به ضعیف بودن الاستیسیته الیاف پلی پروپیلن و قوی بودن آن در پودر لاستیک مربوط می‌شود. هنگامیکه الیاف پلی پروپیلن به تنهایی جهت فرایند جذب متوالی نفت استفاده می‌گردد عملیات فشردن(squeeze) باعث کاهش حجم الیاف شده و بعبارتی فضاهای خالی بین الیاف که محل نفوذ نفت می‌باشند بتدریج در طی عملیات جذب مکرر کاهش می‌یابند. در حالیکه اگر از مخلوط پودر لاستیک و الیاف پلی پروپیلن استفاده گردد بدلیل الاستیسیته بالای پودر لاستیک عملیات فشردن قادر به کاهش حجم ماده مرکب نبوده و لذا فواصل خالی بین الیاف پلی پروپیلن و پودر لاستیک تغییر نمی‌نمایند پس میزان جذب نفت ثابت می‌ماند. این امر علت هم افزایی مخلوط پودر لاستیک و الیاف پلی پروپیلن می‌باشد.

میزان جذب نفت نسبتا بالای الیاف پلی پروپیلن پس از فروریختن ظاهر اسفنجی آن از بین می‌رود. در حالیکه پودر لاستیک اگر چه ظرفیت جذب ضعیفی دارد، لیکن چون از



شکل ۵- مقایسه ظرفیت جذب پودر لاستیک (۰/۵ گرم)، الیاف pp (۰/۰۵گرم) و مواد مرکب (۰/۵۵ گرم) پس از صد بار استفاده مکرر



شکل ۶- کاهش مقدار جذب عملی مواد مرکب با بالا رفتن دما

الاستیسیته کافی برخوردار می‌باشد، خواص فیزیکی خود را در اثر فشرده شدن از دست نمی دهد. در اثر اختلاط الیاف پلی پروپیلن با پودر لاستیک، پودر تایر کمک می‌کند تا الیاف ظاهر اسفنجی خود را حفظ نموده و با تکرار مصرف، ظرفیت جذب نفت آن کاهش نیابد. بدین ترتیب مواد مرکب مزیت‌های هریک از الیاف پلی پروپیلن و پودر لاستیک را در بر دارد و قادر است ضعف‌های هر یک را هنگامی که به تنهایی برای جذب نفت بکار گرفته می‌شوند جبران نماید.

پس از ۱۰۰ بار استفاده از هر کیسه جاذب حاوی مواد مرکب مقدار ۴۰۰ گرم نفت خام بازیابی می‌گردد که ۱۰۰ گرم بیش از مجموع نفت بازیابی شده با استفاده از پودر لاستیک و الیاف پلی پروپیلن به تنهایی خواهد بود. بدین ترتیب ارزش افزوده ماده مرکب تهیه شده از این منظر کاملا روشن و واضح می‌باشد.

۳-۶- تاثیر درجه حرارت محیط در جذب نفت خام

با توجه به اطلاعات کسب شده از گزارشات محققین قبلی [۱۳]، همانطوریکه در شکل ۶ دیده می‌شود ظرفیت جذب نفت ماده مرکب با افزایش درجه حرارت کاهش می‌یابد. دمای

بالا موجب کاهش ویسکوزیته نفت شده که چسبیدن نفت به مواد جاذب را مشکل می‌سازد. هنگامیکه دما کاهش می‌یابد، ویسکوزیته نفت افزایش یافته که باعث می‌شود جذب نفت بیشتری توسط مواد مرکب حاصل گردد. بدین ترتیب مواد مرکب قادر به بازیابی نفت بیشتری در نواحی سرد سیر نسبت به نواحی گرم و استوایی می‌باشند.

۳-۷- بررسی و ارزیابی اقتصادی عملیات جذب نفت توسط جاذب‌های مرکب

جدول شماره ۱ مقایسه صورت گرفته بین جذب نفت با پودر لاستیک مستعمل با مش ۴۰، الیاف پلی پروپیلن، مواد مرکب و یک ماده جاذب تجارتی بنام اکوزول[1] را نشان میدهد. اکوزول یک ماده قابل رقابت از نظر اقتصادی است که توسط شرکتی نیوزلندی[2] تولید می‌شود. میزان جذب نفت توسط اکوزول بسیار بالاست و در حدود g/g ۳/ ۱۰۳می‌باشد. گرچه پودر لاستیک مستعمل، الیاف پلی پروپیلن و ماده مرکب حاصل از اختلاط آن دو مقادیر کمتری نفت نسبت به اکوزول جذب می‌کنند، لیکن اکوزول تنها یک بار قابل استفاده می‌باشد. پودر لاستیک مستعمل و ماده مرکب حداقل ۱۰۰ بار، بدون کاهش ظرفیت جذب نفت قابل استفاده می‌باشند. چنانچه ظرفیت جذب بر مبنای ۱۰۰ بار استفاده مکرر قرار گیرد هر گرم لاستیگ قادر به حذف بیش از ۲۸۰ گرم نفت و هر گرم الیاف پلی پروپیلن قادر به حذف ۳۰۰۰ گرم از نفت خام می‌باشند که برای هر گرم مواد مرکب این مقدار حدود ۸۰۰۰ گرم است. قیمت مواد اولیه جهت حذف یک تن نفت خام با پودر لاستیک مستعمل ۰/۴۴۶، با الیاف پلی پروپیلن ۰/۳۳۳ و با ماده مرکب ۰/۰۲۶ دلار برآورد می‌گردد. در حالیکه هزینه جمع آوری یک تن نفت با اکوزول ۶۳۰ دلار خواهد بود. این مقایسه و ارزیابی اقتصادی مزیت مصرف مواد مرکب برای حذف آلودگی‌های نفتی را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۱- مقایسه پودر لاستیک مستعمل، الیاف پلی پروپیلن، ماده مرکب و جاذب نفتی اکوزول

پارامترهای مورد مطالعه	پودر لاستیک مستعمل با مش ۴۰	الیاف دوریز پلی پروپیلن	ماده مرکب	اکوزول (جاذب تجارتی)
دانسیته g/cm^3))	آب>	آب <	آب <	آب <
دانسیته حجمی (Bulk density) (g/cm^3)	۰/۳۸۸	۰/۴۹۷-۰/۵۲۹	۰/۴	۰/۰۰۹۶
سرعت جذب نفت	آهسته	سریع	سریع	سریع
مقدار جذب عملی (در یک بار استفاده)، (گرم نفت خام /گرم جاذب)	۲/۸۴	۴۸/۴	۸۵/۶	۱۰۳/۳
تعداد دفعات استفاده	۱۰۰>	پس از ۸ بار استفاده مقدار جذب تا حدود ۶۰٪ کاهش یافت	۱۰۰>	۱
مقدار جذب عملی (در ۱۰۰ بار استفاده) (گرم نفت خام/گرم جاذب)	۲۸۰	۳۰۰۰	۸۰۰۰	غیر قابل استفاده
قیمت مواد جهت بازیابی یک تن نفت خام USD $	۰/۴۴۶	۰/۳۳۳	۰/۰۲۶	۶۳۰

1. Ecosol
2. Spill Response New Zeland Limited

۴- نتیجه‌گیری

این تحقیق به بررسی و امکان سنجی استفاده از پودر لاستیک‌های مستعمل و الیاف پلی پروپیلن جهت بازیابی لکه‌های نفتی شناور بر روی آب پرداخته است. نتایج اولیه نشانمی دهد که استفاده از هر یک از مواد مذکور به تنهایی دارای نقاط قوت و ضعفی می‌باشند. در نهایت بکارگیری توام پودر لاستیک و الیاف پلی پروپیلن به صورت یک ماده مرکب عامل افزایش در توانایی جذب نفت نسبت به هر یک از الیاف پلی پروپیلن و پودر لاستیک گردیده است. پودر لاستیک مستعمل با مش ۴۰ دارای متوسط ظرفیت جذب نفت ۲/۸ g/g بوده و این ماده بدلیل داشتن الاستیسیته بسیار خوب تا ۱۰۰ بار قادر به حفظ ظرفیت جذب نفت خود می‌باشد. همچنین مشخص گردید که الیاف پلی پروپیلن دارای توانایی جذب نفت ۴۸/۴ g/g می‌باشد. این ماده گرچه ظرفیت جذب نفت بالایی دارد لیکن بدلیل فقدان الاستیسیته قادر به حفظ مقدار جذب اولیه خود نمی باشد. از این رو توانایی جذب نفت آن سریعا به ۵۰ در صد ظرفیت اولیه اش پس از ۸ بار استفاده کاهش یافته است. هنگامیکه پودر لاستیک با الیاف پلی پروپیلن مخلوط می‌شود، الاستیسیته پودر لاستیک، الیاف پلی پروپیلن را در وضعیت اسفنجی نگاهداشته و لذا توانایی جذب نفت در آن پس از فشرده شدن (جهت حذف نفت) حفظ می‌گردد. از این رو ماده مرکب مزایای هر یک از اجزای خود را داشته، ضمن اینکه بدلیل داشتن اثر هم افزایی در جذب نفت از ارزش افزوده بهتری برخوردار است. با توسعه و تحقیق گسترده این ماده جایگزین مناسب و قابل رقابتی جهت حذف لکه‌های نفتی در دریا است.

۵- منابع

1. Bolgnesi, C., Perrone, E., Roggieri, P., Sciutto, A., Bioindicators in monitoring long term genotoxic impact of oil spill: Haven Case study. Marine environmental Research 62,S287-S291, 2006
2. 2- Gomez Gesteri, J.l., Dauvin, J.-C., Impact of the Aegean Sea oil Spill on the subtidal fine and macrobethic community of the Ares-Betanzos Ria (Northwest Spain). Marine Enviromental Research 60, pp. 289-316, 2005
3. Hulathduwa, Y.D., Brown , K.M., Relative importace of hydrocarbon pollutions, salinity and Tidal heigh in colonization of oyster reefs. Marine enviromet research 62,301-314
4. Aisien, F.A., Hymore, F.K., Ebewele, R.O., Potential application of recycled rubber in oil pollution control. Enviromental monitoring and assessment 85 (2), pp. 175-190, 2003.
5. Aisien, F.A., Hymore, F.K., Ebewele, R.O., Comparative absorption of crudre oil from fresh and marine water using recycled rubber. Journal of Enviromental Engineering 132(9), pp. 1078-1081, 2006.
6. Lin, C., Huang, C.L., Shren, C.C., Recycling waste tire powder for the recovery of oil spill. Resources, Conservation and Recycling 52, pp. 1162-1166, 2008.
7. Rubber Manufature Association (RMa), 2006 Scrap Tire Markets in the United State 2005 Edition, Washington Dc, 2005.
8. Chang , N.B., Economic and policy instrument analyses in support of the scrap tire recycling program in Taiwan. Journal of Environmental Management 86, pp. 435-450, 2008.
9. Yang, C.C., Recycling of discarded tires in Taiwan. Resources, Conservation and Recycling 9, pp. 191-199, 1993.
10. Yoon, S., Prezzi, M., Siddiki, N.Z., Kim. B., Conservation of a test embankment using a sand-tire shred mixture as fill material. Waste Management 26, pp. 1033-1044, 2006.
11. Fan, K.S., Lin, C.H., Chang, T.C., Management and performance of Taiwan.s waste recycling fund. Journal of Air and Waste Management Association 55, pp. 574-582, 2005.

12. Warith, M.A., Rao. S.M., Predicting the compressibility behaviour of tire shred samples for land fill application. Waste Management 26, pp. 268-276, 2006.
13. Weng, Y.C., Chang , N.B., The development of sanitary landfill in Taiwan and its cost structure analysis. Resources, Conservation and Recycling 33, pp. 181-201, 2001.
14. Duglah, S., Everett, J.W., Scrap tire disposal(I): survey of state programs. Journal of Solid Waste Technology and Management 25, pp. 40-50, 1998.
15. Murugana, S., Ramaswamya, M.C., Nagarajan, G., The Use of Tyre pyrolysis oil in diesel engine. Waste Management.28, pp. 2743-2749, 2008.
16. Malkow, T., Novel and Innovative pyrolysis and gasification technologies for energy and environmentally sound MSW disposal. Waste Management 24, pp. 53-79, 2004.
17. Zhang, X., Wang, T., Ma, L., Chang, J., Vacuum pyrolysis of waste tires with basic additives. Waste Management 28, pp. 2301-2310, 2008.
18. Siddique, R., Naik, T.R., Properties of concern containing scrap- tire rubber an overview. Waste Management 24, pp. 563-560, 2004.
19. Prisciandaro. M., Mazziotti, G., Veggillo. F., Effect of burning supplementary waste fuels on the pollution emission by cement plants:a statistical analysis of process data. Resources, Conservation and Recycling 39, pp. 161-184, 2003.
20. Barlaz, M.a., Eleazer, W.E., Whittle, D.J., Potential to use waste tires as supplemental fuel in pulp and paper mill boiler, cement kilns and in road pavement. Waste Management and Research 11, pp. 463-480, 1993.
21. PP solution, 2008. About Polypropylene (PP) English Website.
<http://WWW.ppsolution.com.tw/default.asp>(accesed 01.02.2008)