

# استفاده از زائدات پودر لاستیک والیاف پلی پروپیلن به عنوان جاذبه‌های نفتی

مریم رسولی<sup>۱</sup>، سعید تقوایی<sup>۲</sup>، سعید مظاهری<sup>۳</sup>

سازمان بنادر و دریانوردی، اداره کل ایمنی و حفاظت دریایی<sup>۱</sup>

rasouli.maryam@gmail.com

استاد یار شیمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، رئیس مرکز تحقیقات صنایع لاستیک ایران<sup>۲</sup>

دکترای مهندسی عمران- سازه های دریایی، رئیس بخش حمل و نقل و تکنولوژی دریایی، پژوهشکده حمل و نقل وزارت راه و ترابری<sup>۳</sup>

## چکیده

کشف نفت در خلیج فارس ما بین سالهای ۱۹۴۰-۱۹۳۰ باعث رشد اقتصادی، اهمیت جغرافیایی و افزایش کشتیرانی در منطقه گردید. سالانه ما بین ۳۰۰۰-۲۰۰۰ نفتکش در تنگه هرمز تردد می کنند. که این میزان ۴۰٪ کل نفت جابجا شده در آبهای جهان می باشد. سالانه حدود ۱۶۰ میلیون تن نفت وارد دریا می شود. و خلیج فارس به تنهایی ۱۵-۲۰ درصد این ریزشها را دریافت می کند. آلودگیهای نفتی تأثیر مهمی روی گیاهان و حیوانات دریایی، جزایر مرجانی، ماهیگیری، سواحل، سلامت انسان و صنعت توریسم دارد. در این تحقیق میزان جذب و بازیافت نفت سه نمونه جاذب پودر لاستیک، الیاف پلی پروپیلن و ترکیب پودر لاستیک و الیاف پلی پروپیلن مورد بررسی قرار گرفته است. ترکیب پودر لاستیک و الیاف پلی پروپیلن به عنوان جاذب نفتی در حذف آلودگیهای نفتی عمل می کند. با توجه به اهمیت بازیافت تاپرهای فرسوده و مشکلات زیست محیطی که همراه با انباشت تاپرهای فرسوده وجود دارد و همچنین به دلیل ویژگی آب گریزی سطحی، این گونه جاذبها می توانند در زمره جاذبهای ارزان و قابل دسترس برای جذب آلودگیهای نفتی به شمار روند.

**کلمات کلیدی:** لکه نفتی - محیط دریایی - جاذب - زائدات پودر لاستیک و الیاف پلی پروپیلن

به طور کلی یک جاذب نفت ماده ای است که نفت را از طریق مکانیسم جذب یا جذب سطحی یا هر دوی آنها جذب می نماید. ظرفیت جذب جاذبی که از طریق مکانیسم جذب عمل می کند تابعی از مقدار سطح مساحتی که نفت می تواند جذب شود می باشد. بنابراین هر قدر سطح مساحت بزرگتر باشد ظرفیت جذب از طریق این مکانیسم بیشتر خواهد بود. در مقابل جاذب های که از طریق مکانیسم جذب سطحی عمل می کنند جذب بالاتری را نشان می دهند. [۱] جاذبهای تمام مایع برای بازیابی مواد قطبی و غیر قطبی در آب، مواد بر پایه اسید و همچنین مواد هیدروکربنی بر روی خشکی مورد استفاده قرار می گیرند. جاذبهای توده ای این دسته از جاذبها اصولاً شکل خاصی ندارند و از موادی ساخته شده اند که هیچ گونه اتصال با یکدیگر ندارند. این مواد می توانند به صورت رشته های کوتاه و یا مواد معدنی (مانند پرلیت، زغال سنگ نارس) و یا مواد مصنوعی مانند پلی اورتان، پلی پروپیلن، پلی استایرن باشند. [۲] کاربرد دیگر جاذبها آن است که به عنوان مثال در قالب کمر بند های شناور به کار می روند. به این ترتیب که خطوط ساحلی آلوده شده به نفت را محاصره کرده و مقدار نفتی را که از ساحل رها می شود جذب می نمایند و همچنین از آلودگی بیشتر خطوط ساحلی به نفت جلوگیری می نماید. [۳] بازیافت نفت، پارامتری است که معرف وزن یک نفت خاص بازیابی شده در مقایسه با وزن خود جاذب می باشد. به عنوان مثال جاذب های سنتزی با کارایی بالا ممکن است تا ۳۰ برابر وزن خود نفت جذب نمایند. در حالیکه جاذبهای معدنی توانایی جذب نفت به میزان تنها ۲ برابر وزن خود را دارا هستند، مقدار آب جذب شده نیز مهم است. یک جاذب نفت ایده آل، آب را جذب نمی کند. در حالیکه آب گریزی (Hydrophobic) و نفت دوستی (Oleophilic) عوامل تعیین کننده جاذبهای خوب هستند. خصوصیات دیگر جاذبها عبارتند از: نگهداری نفت پس از جذب بر حسب زمان، بازیافت نفت از جاذبها، مقدار نفت جذب شده به ازای واحد وزن جاذب، قابلیت احیاء و زیست تخریب پذیری جاذبها است. [۴-۵] جاذبها انواع متفاوتی دارند که هر کدام برای کاربرد خاصی مورد استفاده قرار می گیرند. تحقیقات در مورد استفاده از مواد جاذب به منظور حذف مواد نفتی از روی آب دریا همچنان ادامه دارد و جاذبهای متفاوتی تا به امروز برای رفع این معضل کشف شده است. جدول ۱ میزان جذب جاذبهای مختلف بر اساس میزان جذب آنها را نشان می دهد. [۶]

### مواد مورد آزمایش

در این مطالعه ۳ نوع جاذب پودر لاستیک با مش ۱۲۰، الیاف پلی پروپیلن و ترکیب پودر لاستیک و الیاف پلی پروپیلن برای جذب لکه نفتی مورد استفاده قرار گرفت. ویژگیهای دو نمونه نفت خام آسماری و امیدیه به ترتیب دارای گراویته های ویژه آن در حدود PH-۸.۲ و ۳۲.۰۶ و ۳۸.۳۸ بودند. شوری آب دریا مربوط به این آزمایش ۲۸.۹ و محدوده API ۸۶.۵۱ و ۸۳.۲۹ و گراویته های ۴۰۰-۴۰۰ استفاده شد. از دیگر جاذبهای مورد ۷.۹rpm به دست آمد. جهت ایجاد موج و تعیین یک مخلوط نسبتاً همگن از یک همزن با دور استفاده در این آزمایش ترکیب پودر لاستیک و الیاف پلی پروپیلن است که با نسبت وزنی برابر ۵۰/۵۰ یعنی حدود ۰.۵ گرم پودر لاستیک و ۰.۵ گرم الیاف پلی پروپیلن مورد استفاده قرار گرفت. در آزمایشات به منظور سهولت در جمع آوری یک گرم جاذب، در داخل بسته بندی توری از جنس پلی آمید با مش ۱۵۰ میکرون قرار گرفت.

### بخش تجربی

جذب دینامیک به منظور تعیین استاندارد میزان جذب مواد جاذب است. ASTM F726-99 اساس روش جذب در این آزمایش بر پایه ظرفیت جذب نفت جاذبها استفاده شده است. بدین ترتیب که مقدار ۱۵ گرم از ماده نفتی به عنوان آلودگی نفتی به یک بشر ۴۰۰ میلی لیتری که حاوی ۲۰۰ میلی لیتر آب دریاست افزوده می شود. مدت زمان تماس جاذب با آلودگی نفتی در این آزمایش به عنوان متغیر در نظر گرفته شده است. مدت زمان تماس جاذب با آلودگی نفتی به ترتیب ۶۰، ۴۵، ۳۰، ۲۰، ۱۵، ۵، ۲، ۱ دقیقه است. ۱۰۰۰ گرم نمونه جاذب در داخل بسته بندی توری از جنس پلی آمید با مش ۱۵۰ میکرون به منظور سهولت در جمع آوری آن قرار گرفت، و به این سیستم اضافه

شدفراکنس دستگاه شیکر روی ۱۸۰ دور در دقیقه تنظیم شد و پس از مدت زمانهای مشخص جاذب از سیستم جدا گردید تا برای مدت زمان ۲ دقیقه چکه کند سپس جاذب به دقت وزن می شود. دقت ترازوی اندازه گیری در این روش با دقت ۰.۰۰۱ گرم بوده است. برای تعیین وزن جاذب قبل و بعد از عمل جذب از روش گراویمتری استفاده شد. همچنین برای تعیین میزان جذب نفت از رابطه زیر استفاده شد.

$$= \text{میزان جذب نفت } S_s/S_o$$

$$= (\text{g}) \text{ جرم جاذب خشک } S_o$$

$$= \text{جرم جاذب پس از آزمایش جذب نفت } S_{ST}$$

$$\text{جرم خالص نفت جذب شده } S_s = (S_{ST} - S_o)$$

استفاده شده است. ASTM D-95 و آب موجود در نمونه جاذب از روش  $S_w$  در مطالعه حاضر برای تعیین

در این روش از تقطیر جزء به جزء با استفاده از حامل زایلن / تولوئن به نسبت ۲۰/۸۰ برای تعیین آب جذب شده همراه نفت استفاده می گردد. برای محاسبه میزان آب در نمونه به صورت درصد وزنی یا درصد حجمی طبق اطلاعات بدست آمده از نمونه مورد آزمایش بدست می آید.

$$= V \text{ حجم آب موجود در تله بخار}$$

$$= W \text{ وزن یا حجم نمونه جاذب}$$

$$= 100 \left( \frac{V}{W} \right) \text{ درصد آب}$$

• بر تأثیر میزان جذب  $40^\circ\text{C}$  -  $^\circ\text{C}$  در بخش دینامیک برای اندازه گیری اثر دما بر میزان جذب نفت جاذبهای مختلف محدوده دمایی نفت جاذبهای مختلف مورد بررسی قرار گرفت. مدت زمان جذب در این آزمایش مدت زمان ۳۰ دقیقه در نظر گرفته شد. درصد بازیابی نفت جاذب ها که نشان دهنده میزان آبرگیری و نفت دوستی جاذبهاست از طریق رابطه زیر محاسبه شده است.

$$R = 100 \left( \frac{M_o}{M_t} \right)$$

$$= \text{درصد بازیابی نفت } R$$

$$= \text{میزان نفت جذب شده توسط جاذب } M_o$$

$$= \text{مقدار کل آلودگی نفتی } M_t$$

در این آزمایشات به منظور بررسی تکرار پذیری آزمایشات هر آزمایش ۳ تا ۵ بار تکرار شده و انحراف استاندارد در آن محاسبه گردیده است.

## نتایج و بحث

و محاسبه از رابطه میزان جذب آب پودر لاستیک  $28 \pm 0.2$  گرم، میزان جذب آب الیاف ASTM D95 در این تحقیق با توجه به پلی پروپیلن  $29 \pm 0.55$  گرم و میزان جذب آب برای ترکیب الیاف پلی پروپیلن / پودر لاستیک  $31 \pm 0.36$  به دست آمد. جدول ۱ و ۲ به ترتیب میزان جذب نفت سه نمونه جاذب در مدت زمان یک ساعت برای نمونه نفت خام آسماری و امیدیه را نشان می دهد.

جدول ۱- میزان جذب نفت سه نمونه جاذب برای نمونه نفت خام آسماری

جاذب	(min) زمان	نتایج							
		۱	۲	۵	۱۵	۲۰	۳۰	۴۵	۶۰
پودر لاستیک	جذب نفت (g)	۱.۸	۲.۲	۲.۵	۲.۹	۳	۳	۳.۱	۳.۱
	درصد بازیابی (%)	۱۲	۱۴.۶	۱۶.۶	۱۹.۳	۲۰	۲۰	۲۰.۶	۲۰.۶
	انحراف استاندارد	۰.۲۱	۰.۲۵	۰.۳۶	۰.۳۲	۰.۲۸	۰.۲۶	۰.۲۹	۰.۲۷
الیاف پلی پروپیلن	جذب نفت (g)	۶.۶	۷.۷	۸.۱	۸.۵	۹.۱	۸.۹	۸.۹	۸.۹
	درصد بازیابی (%)	۴۴	۵۱.۳	۵۴	۵۶.۶	۶۰	۵۹	۵۹	۵۹
	انحراف استاندارد	۰.۲۸	۰.۳۶	۰.۲۶	۰.۳۰	۰.۲۸	۰.۳۱	۰.۲۶	۰.۲۷
ترکیب پودر لاستیک + پلی پروپیلن	جذب نفت (g)	۵.۵	۵.۸	۶.۴	۶.۹	۷.۱	۷.۳	۷.۵	۷.۵
	درصد بازیابی (%)	۳۶.۶	۳۸.۶	۴۲.۶	۴۶	۴۷.۳	۴۸.۶	۵۰	۵۰
	انحراف استاندارد	۰.۳۵	۰.۲۷	۰.۳۶	۰.۳۱	۰.۳۴	۰.۳۶	۰.۳۴	۰.۳۵

جدول ۲- میزان جذب نفت سه نمونه جاذب برای نمونه نفت خام امیدیه

جاذب	نتایج (min)زمان	۱	۲	۵	۱۵	۲۰	۳۰	۴۵	۶۰
		پودر لاستیک	جذب نفت (g)	۱.۷	۲.۲	۲.۵	۲.۸	۲.۸	۳
	(%) درصد بازیابی	۱۱.۳	۱۴.۶	۱۶.۶	۱۹	۱۹	۲۰	۲۰	۲۰
	انحراف استاندارد	۰.۳ ۶	۰.۲ ۸	۰.۳ ۹	۰.۲ ۶	۰.۲ ۸	۰.۲ ۷	۰.۲ ۸	۰.۲ ۶
الیاف پلی پروپیلن	جذب نفت (g)	۶.۴	۷.۵	۷.۹	۸.۴	۸.۷	۸.۸	۸.۵	۸.۵
	(%) درصد بازیابی	۴۲. ۶	۵۰	۵۲. ۶	۵۶	۵۹. ۳	۵۹. ۳	۵۹. ۳	۵۹. ۳
	انحراف استاندارد	۰.۲ ۸	۰.۳ ۰	۰.۲ ۶	۰.۳ ۴	۰.۲ ۳	۰.۲ ۸	۰.۳ ۳	۰.۲ ۳
ترکیب پودر لاستیک + پلی پروپیلن	جذب نفت (g)	۵.۴	۵.۷	۵.۹	۶.۱	۶.۵	۷.۱	۷.۳	۷.۳
	(%) درصد بازیابی	۳۶	۳۸	۳۹. ۳	۴۰. ۶	۴۳. ۳	۴۷. ۳	۴۸. ۶	۴۸. ۶
	انحراف استاندارد	۰.۲ ۸	۰.۳	۰.۲ ۳	۰.۲ ۶	۰.۲۱	۰.۲ ۶	۰.۲ ۸	۰.۲ ۹

\* بر میزان جذب نفت سه نمونه جاذب، تمام جاذبها بیشترین میزان جذب را در  $40^{\circ}\text{C}$  -  $^{\circ}\text{C}$  در آزمایش اثرات دما در محدوده از خود نشان دادند. با توجه به اینکه پدیده واجذب در دمای بالا رخ می دهد. افزایش دما منجر به کاهش جذب نفت خواهد  $^{\circ}\text{C}$  دمای شد. کاهش دما باعث ویسکوز شدن نفت و افزایش ویسکوزیته باعث افزایش نفت توسط جاذبها خواهد شد. و با توجه به رابطه میزان

جذب نفت و دما بهتر است پاکسازی لکه های نفتی در آب و هوای سرد یا معتدل به منظور افزایش میزان جذب صورت گیرد. جدول

• بر میزان جذب نفت سه نمونه جاذب را نشان می دهد. °C - ۴۰ - °C

جدول ۳- اثر دما بر میزان جذب سه نمونه جاذب

جاذب	دما (°C)	0 °C	۵ °C	۱۰ °C	۲۰ °C	۳۰ °C	۴۰ °C
	نتایج						
پودر لاستیک	جذب نفت (g)	۳.۱ ۲	۲.۹ ۴	۲.۸ ۳	۲.۷ ۱	۲.۶ ۹	۲.۵۰
	درصد بازیابی (%)	۲۰. ۸	۱۹. ۶	۱۸. ۸	۱۸.۰	۱۷. ۹	۱۶.۶
	انحراف استاندارد	۰.۲ ۸	۰.۳۱	۰.۳ ۳	۰.۳ ۲	۰.۳ ۵	۰.۳۰
الیاف پلی پروپیلن	جذب نفت (g)	۹.۱ ۲	۸.۰ ۲	۷.۹ ۴	۷.۵ ۲	۶.۸ ۱	۶.۵۳
	درصد بازیابی (%)	۶۰. ۸	۵۳. ۴	۵۲. ۹	۵۰.۱	۴۵. ۴	۴۳.۵
	انحراف استاندارد	۰.۲ ۹	۰.۳ ۰	۰.۳ ۲	۰.۳ ۴	۰.۳ ۵	۰.۳۲
ترکیب پودر لاستیک + الیاف پلی پروپیلن	جذب نفت (g)	۷.۸ ۱	۶.۹ ۱	۶.۴ ۲	۶.۱ ۳	۵.۸ ۶	۵.۳۲
	درصد بازیابی (%)	۵۲. ۰	۴۶. ۰	۴۲. ۸	۴۰. ۸	۳۹. ۰	۳۵.۴
	انحراف استاندارد	۰.۳ ۱	۰.۳ ۳	۰.۳ ۰	۰.۳ ۴	۰.۳ ۲	۰.۳۰

## نتیجه گیری :

در این تحقیق سه جاذب به منظور تعیین توانایی آنها در حذف آلودگیهای نفتی از روی آب بررسی شدند. نفت امیدیه که دارای دانسیته و ویسکوزیته پایین تری بود جذب کمتری را نسبت به نفت آسماری که دانسیته و ویسکوزیته بالاتری داشت نشان داد. در بین جاذب های مورد استفاده پلی پروپیلن با جذب  $8.9 \pm 0.29$  گرم نفت بیشترین میزان جذب نفت را داراست. بعد از پلی پروپیلن، ترکیب پودر لاستیک و الیاف پلی پروپیلن با جذب حدود  $7.4 \pm 0.31$  گرم و پودر لاستیک دارای میزان جذب قابل قیاس و کمتر نسبت به دو مورد قبل و در حدود  $3.1 \pm 0.28$  گرم است. الیاف پلی پروپیلن میزان جذب نفت بالایی دارد. و از معایب آن می توان به عدم توانایی نگهداری نفت جذب شده که در آزمایش الیاف پلی پروپیلن مشاهده شد اشاره کرد. پودر لاستیک به کاررفته در ترکیب پودر لاستیک و الیاف پلی پروپیلن به علت عدم تخریب پذیری و از دست ندادن خاصیت الاستیک توانایی استفاده مجدد این جاذبها را فراهم می کند. نیروهای موئینگی و جذب باعث افزایش حجم و کشش در بین ذرات لاستیک می شود که این پدیده باعث اجازه نفوذ مولکولهای هیدروکربنی و اشغال فضای شبکه ای مولکولی می شود. با توجه به مسائل اکولوژیکی و محیط زیستی همراه با آلودگی های نفتی و مشکلات مالی همراه با پاکسازی لکه های نفتی، یکی از ایدهآل ترین راه حل ها برای صنایع جستجو کردن مواد ضایعاتی و ارزان قیمت است که یکی از این مواد ضایعاتی لاستیکی است. که ارزانترین و آسانترین روشهای بازیافت لاستیک می باشد.

## مراجع:

- ۱- قادری، محمد رضا: "مانور ملی مقابله با آلودگی نفتی"، گزارش، مجله بندرودریا، مرداد ۸۵
- ۲- سلمانی تهرانی، احسان: "آلودگی های دریایی و آثار زیست محیطی آن"، مجموعه مقالات ششمین همایش علوم و فنون دریایی و اولین همایش آبنگاری ایران، اسفند ۸۴
- ۳- قامیری، فواد: "آلودگی نفتی در دریاها و روش های حذف آن" مجله مهندسی شیمی ایران، سال سوم، شماره ۱۲، آبان
- [4] Q.F.Wei. "Evaluation of nonwoven polypropylene oil sorbents in marine oil spill recovery", J. Marine Pollution Bulletin, Vol 46, No. 2, 2003
- [5] [www.vikoma.net/site/sorbents.Html](http://www.vikoma.net/site/sorbents.Html)
- ۶- رفایی، علیرضا: "بررسی روشهای پاکسازی سواحل خلیج فارس از آلودگی های نفتی"، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده علوم و فنون دریایی، سال ۷۷
- [7] Fingas .M. "The Basics of oil spill clean up 2<sup>nd</sup> edition, lewis publisher, 2001

## تقدیر و تشکر

انجام این پروژه با حمایت پژوهشکده حمل و نقل وزارت راه و ترابری (گروه حمل و نقل و تکنولوژی دریایی) صورت پذیرفته است.