الیاف

# ساخت کیت الیاف توخالی آبگریز میوه استَبرق جاذب آلودگی نفتی از سطح دریا

شیما پناهی[1] | مقداد کمالی مقدم[2] | میثم معزی[3]

**چکیده**

**یکی از روش‌های مقابله با آلودگی روغنی و جلوگیری از آلوده شدن محیط زیست، استفاده از مواد جاذب برای جمع‌آوری و جلوگیری از گسترش مواد روغنی روی آب است. در این مطالعه، از کیت جاذب روغن حاوی الیاف طبیعی توخالی آبگریز میوه استبرق درون پوشش توری پلی‌پروپیلن استفاده شد و اثر وزن الیاف بر مقدار و زمان جذب روغن مورد بررسی قرار گرفت. از آنالیز طیف‌سنجی مادون قرمز و آنالیز زاویه تماس برای تفسیر نتایج استفاده شد. نتایج نشان داد که الیاف میوه استبرق، یک الیاف لیگنوسلولزی پوشیده از موم است که به دلیل آبگریزی سطح الیاف، قطره آب با زاویه ° ۵۱۴ روی سطح الیاف قرار می‌گیرد و قطره روغن به سرعت جذب سطح لیف میشود. همچنین، الیاف استبرق دارای ظرفیت جذب روغن بالایی بوده به طوری که توانایی جذب روغن به مقدار بیش از ۱۲۰ برابر وزن خود را دارد.**

**۱- مقدمه**

نفت به عنوان یکی از مهمترین منابع انرژی در دنیای صنعتی مدرن و به‌عنوان ماده اولیه برای بسیاری از مواد شیمیایی و پلیمرهای مصنو عی در سراسر جهان استفاده می شود.

با افزایش سریع روند تولید و حمل ونقل نفت، حوادث نشت نفت در سال‌های اخیر افزایش یافته است به طوری که نه تنها باعث مشکلات زیست محیطی بلکه موجب از بین رفتن منابع انرژی نیز شده است.

در سالیان گذشته جمع‌آوری و پاکسازی روغن و فرآورده‌های نفتی ریخته شده در دریا مورد توجه محققان قرار گرفته است.

مطالعات نشان می‌دهد که مواد جاذب فرآورده‌های نفتی را می‌توان به سه دسته‌مواد معدنی (به‌عنوان مثال پرلیت، ورمیکولیت، زئولیت)، مواد آلی طبیعی (به‌عنوان مثال پوشال ذرت، پنبه،کاپوک و غیره) و مواد آلی مصنوعی (به‌عنوان مثال پلی‌پروپیلن، فوم پلی‌یورتان) تقسیم کرد.

امروزه، بیشتر جاذب‌های نفتی تجاری مورد مصرف به‌دلیل خواص آبگریزی و شناوری بالا از نوع مواد آلی مصنوعی از قبیل پلی‌پروپیلن و پلی‌یورتان هستند.

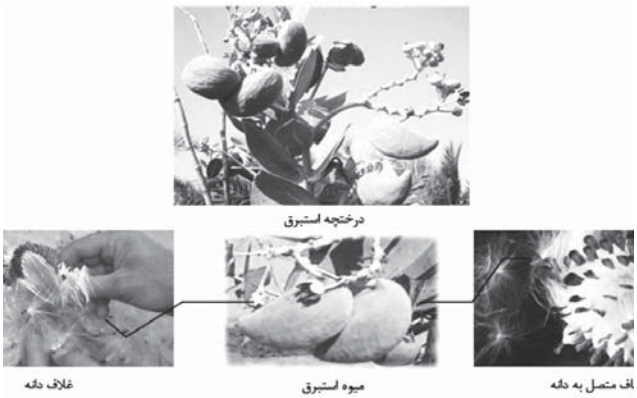
محدودیت‌های محصولات معدنی و محصولات مصنوعی آلی از قبیل تجزیه ناپذیری یا سرعت تجزیه بسیار کند و ایجاد مشکلات زیست محیطی، منجر به توجه محققان در به کارگیری جاذب‌های روغن بر پایه مواد طبیعی آلی از قبیل کاه، خاک اره، ذرت، برنج، پوسته نارگیل، پنبه، چوب، پشم، کنف و الیاف کاپوک و غیره شده است.

تحقیقات حاکی از آن است که کاه برنج، چوب ذرت و الیاف چوبی دارای معایبی مانند نیروی شناوری ضعیف، ظرفیت جذب نفت نسبتا کم و آبگریزی پایین می‌باشند.

الیاف طبیعی مانند پنبه و کاپوک بهترین مواد برای پاکسازی نشت نفت در سیستم‌های روغن- آب بر اساس عملکرد جذب و زیست سازگار بودن هستند. محققان این عملکرد را ناشی از وجود لایه واکسی و روغنی روی سطح الیاف و همچنین کانال توخالی لیف دانسته‌اند. گیاه استبرق، یک گیاه چندساله درختچه مانند است که تا ارتفاع ۳ – ۲/۵ متر رشد می‌کند.

این گیاه در هر منطقه ماسه‌ای و خشک(گرم و خشک) تا مرطوب و باتلاقی (معتدل و مرطوب) قابل رویش است. الیاف استبرق شامل ۵۵٪ سلولز و ۱۸ ٪ لیگنین است. پیش‌بینی می‌شود الیاف استبرق به‌دلیل داشتن سطح واکسی و مومی

و ساختار توخالی مشابه الیاف کاپوک از ظرفیت جذب روغن بالایی برخوردار باشد. هدف این تحقیق، تهیه کیت جاذب روغن از الیاف استبرق و بررسی تاثیر وزن الیاف بر مقدار و زمان جذب روغن است.




شکل ۱- یک درختچه معمولی استبرق و اجزای آن.

## ۲-مواد و روش کار

### مواد

در این تحقیق، از الیاف سلولزی طبیعی میوه استبر ق به طول ۲/۷ ± ۰/۴ cm و چگالی تقریبی ۰/۹۳g/cm استفاده شد و برای یکپارچگی و جمع‌آوری ساده‌تر الیاف پس از جذب روغن، از توری پلی‌پروپیلنی استفاده شد.

روغن مورد استفاده، روغن دیزل با وزن مخصوص ۰/۹۰۹۳g/cm )در دمای ۱۵Co ( گرانروی ۱۵۵ cP )در دمای ۱۰۰Co ( و کشش سطحی ۳۱ mN/m می‌باشد.

### ساخت کیت جاذب روغن از الیاف میوه استبرق

میوه درخت استبرق در فصل مورد نظر چیده و الیاف متصل به هسته از آن جدا شد. از آنجا که نظم و ترتیب قرارگیری الیاف درون کیت حائز اهمیت است لذا برای جداسازی الیاف از هسته میوه باید دقت لازم به عمل آید.

برای نگهداری الیاف و یکپارچگی الیاف در طی جذب روغن، کیت جاذب از توری از جنس پلی‌پروپیلن تهیه گردید.

اندازه مش توریروی ظرفیت جذب روغن و نگهداری الیاف میوه استبرق اثرگذار است. کیت جاذب روغن با مقادیر وزنی مختلفی از الیاف میوه استبرق پر شد.

هدف این تحقیق بررسی وزن الیاف ) ۱g ، ۰/۱g ، ۰/۲g و ۰/۵g ( و نحوه آرایش آنها درون کیت جاذب بر ظرفیت و زمان جذب روغن است.

### شناسایی

طیفسنجی تبدیل فوریه مادون قرمز ) FTIR ( ، بهمنظور تحلیل ساختار شیمیایی و شناسایی گروه‌های عاملی الیاف استبرق، روغن و الیاف اشباع شده با استفاده از یک طیف‌سنج ( FTIR,-IR Affinity 1s Shimadzu,Japan ) در محدوده ۴۰۰۰-۴۰۰ cm-1 انجام شد.

همچنین برهمکنش بین آب یا روغن و الیاف استبرق توسط سنجش زاویه تماس (Iran ,۱۰-Jikan, CAG) تعیین شد.

### تعیین ظرفیت جذب روغن

به منظور تعیین ظرفیت جذب روغن کیت جاذب، کیت تهیه شده پلیپروپیلن با وزن مشخصی از الیاف میوه استبرق و با نظم مشخص پر شد.

سپس در یک ظرف مستطیلی ۲۵۰ ml ، حاوی ۱۵۰ ml آب و وزن مشخصی روغن قرار داده شد و در زمان‌های مشخص، مقدار روغن جذب شده اندازه‌گیری شد. پس از بیرون آوردن کیت جاذب از مایع مخلوط، کیت جاذب در یک آون در دمای ۱۰۵Co به مدت ۱ H خشک شد و وزن جاذب اندازه‌گیری شد.

این آزمون برای هر نمونه ۳ بار تکرار شد و میانگین وزن برای گزارش در نظر گرفته شد. ظرفیت جذب روغن Q با تقسیم کردن تفاوت در وزن بین نمونه جاذب مرطوب ) sm ( و خشک ) NSM ( با وزن نمونه قبل از جذب توسط معادله زیر بدست آمد.

$$Q = \frac{m_s - m_{ns}}{m_{ns}}$$

## ۳. نتایج و بحث

آنالیز FTIR . طیف مادون قرمز الیاف استبرق، روغن و الیاف اشباع شده در شکل ۲ ارائه شده است.

در شکل ۲الف، پیک مشخصه الیاف سلولز به دلیل ارتعاش کششی H-O در محدوده ۳۴۰۰-۳۵۰۰ cm-1 در الیاف استبرق ظاهر می‌شود. پیک قوی در ۲۹۱۶ cm-1 را می‌توان به ۲CH آلیفاتیک و ارتعاش کششی مربوط به مولفه‌های هیدروکربن در الیاف و محتوای موم سطح الیاف نسبت داد.

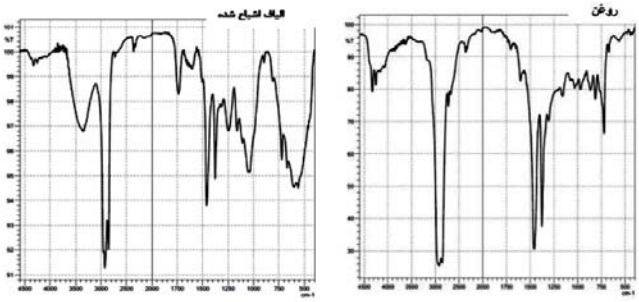
پیک‌های O-C کششی در لیگنین در ۱۶۳۷ cm-1 و ۱۵۰۸ cm-1 ظاهر می‌شود. نتایج حاصل نشان داد که الیاف میوه استبرق، یک الیاف لیگنوسلولزی با سطح پوشیده از موم است.

شکل ۲ ب، حضور گروه‌های ۲CH و ۳CH را در ساختار روغن در محدوده ۱۲۹۲ cm-1 و ۴۹۲۸ cm-1 نشان میدهد.

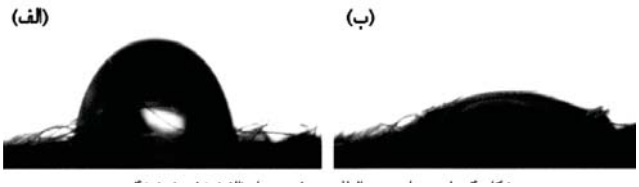
$$\Delta P = \frac{2\gamma \cos\theta}{r}$$

در شکل ۲ ج در الیاف اشباع شده شدت پیک کششی O-H کاهش می‌یابد و شدت پیک اجزای آلیفاتیک به‌دلیل جذب روغن افزایش یافته است.

آنالیز زاویه تماس. شکل ۳ و ۴ ، زاویه تماس بین الیاف استبرق و قطره مایع آب و روغن را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، زاویه تماس بین الیاف و آب تقریبا به شکل کروی است و در حدود ۱۴۵ ° C است که نشان‌دهنده




شکل ۲- طیف FTIR الیاف استبرق، روغن و الیاف اشباع شده




آبگریزی عالی و روغن‌دوستی سطح الیاف می‌باشد.

همچنین در شکل ۴، قطره روغن به سرعت در الیاف استبرق نفوذ کرده و زاویه تماس بعد از ۴ ثانیه نزدیک به صفر میرسد که حاکی از وجود یک لایه پلیمری چربی نازک روی سطح الیاف است.

علاوه بر این، با توجه به معادله لاپلاس، زاویه تماس پایین در سطح مشترک الیاف– روغن منجر به نیروی مویینگی بالا و ظرفیت جذب روغن بالا می‌شود معادله لاپلاس، فشار مویینگی برای جذب روغن به منافذ با توجه به کشش سطحی روغن) و کسینوس زاویه تماس (cos) در سطح مشترک الیاف– روغن همراه با شعاع مویینگی (r) را توضیح میدهد.

**تاثیر وزن الیاف بر ظرفیت و زمان جذب روغن**

جانسون و همکاران دریافتند که الیاف پنبه قادر به جذب روغن در حدود ۴۰g روغن اولیه هستند.

قابل ذکر است که الیاف استبرق دارای موم طبیعی بالاتر (حدود ۳٪ )نسبت به الیاف پنبه (حدود ۱٪ موم) است و دارای یک کانال لومن مستقیم و بزرگ است که به عنوان یک نیروی مویینگی، برای استخراج روغن بیشتر عمل میکند. بنابراین، ظرفیت جذب روغن الیاف استبرق در جذب روغن بالاتر از ۵۰ برابر وزن لیف مورد بررسی قرار گرفت. نتایج جذب روغن الیاف استبرق با وزن ۱ / ۰ گرم در جدول ۱ نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود لیف استبرق توانایی جذب روغن بالایی دارد به طوری که با راندمان تقریبی ۹۰ ٪، ظرفیت جذب روغن ۱۲۰ برابری وزن خود را دارد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که با افزایش مقدار روغن، مدت زمان جذب نیز افزایش یافته است که پدیده‌ای طبیعی است.

**٤ . نتیجه‌گیری**

در این تحقیق، ظرفیت جذب روغن توسط الیاف طبیعی میوه استبرق به‌عنوان ماده جاذب بررسی شد تا میزان استفاده احتمالی آنها در پاکسازی نشت روغن تعیین شود. برخورداری از سطح کاملا آبگریز، وزن مخصوص (چگالی) کمتر از آب و ساختار کانال لومن (کانال توخالی) نقش مهمی در تعیین ظرفیت جذب الیاف ایفا می‌کند. نتایج نشان داد که ظرفیت جذب الیاف استبرق بالاتر از ۱۲۰ برابر وزن خود میباشد که نسبت به الیاف طبیعی دیگر (نظیر پنبه و کاپوک ) در حدود ۵۰ – ۴۰ برابر وزن لیف( از ظرفیت جذب روغن بالاتری برخوردار است به طوری که این الیاف را به‌عنوان جایگزینی مناسب برای کاربرد در کنترل آلودگی‌های نفتی معرفی می‌کند.

**پی‌نوشت:**

۱– گروه علوم و مهندسی پلیمر دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه بناب

۲–گروه مهندسی نساجی دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه بناب

۳–گرو ه مهندسی نساجی دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بناب

**«انا لله و انا الیه راجعون»**

**جناب آقای مهندس وهاب زاده**

**مدیریت محترم شرکت الوان ثابت**

در گذشت مادر بزرگوارتان را تسلیت عرض نموده برای ایشان از درگاه خداوند متعال مغفرت و برای بازماندگان صبر جمیل و اجر جزیل خواهانیم.

**تحریریه ماهنامه نساجی امروز**

**جناب آقای مهندس عبدلی**

**مدیریت محترم شرکت سانته**

مصیبت وارده را تسلیت عرض نموده و از خداوند سبحان برای آن عزیز سفر کرده غفران و رحمت الهی و برای بازماندگان صبر و شکیبایی مسئلت داریم.

**تحریریه ماهنامه نساجی امروز**

| زمان جذب (min: sec) | جذب روغن (٪) | ظرفیت جذب (g الیاف / g روغن) | الیاف روغنی[a] (g) | نسبت روغن– الیاف (g/g) | الیاف خشک (g) | روغن اولیه (g) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰۲:۲۴ | ۹۳/۷۶ | ۴۵/۹۶ | ۴/۷۹ (۰/۱۹) | ۴۹/۰۲ | ۰/۱۰۲ | ۰/۵ |
| ۰۳:۰۳ | ۹۰/۸۸ | ۶۶/۱۸ | ۶/۹۲ (۰/۸۵) | ۷۲/۸۲ | ۰/۱۰۳ | ۷/۵ |
| ۰۴:۰۵ | ۹۱/۰۷ | ۸۷/۵۶ | ۹/۲۱ (۱/۱۳) | ۹۶/۱۵ | ۰/۱۰۴ | ۱۰/۰ |
| ۰۵:۱۴ | ۸۶/۶۰ | ۱۰۴/۰۹ | ۱۰/۹۳ (۲/۱۴) | ۱۲۰/۱۹ | ۰/۱۰۴ | ۱۲/۵ |
| ۰۶:۱۲ | ۸۹/۶۹ | ۱۲۶/۹۲ | ۱۳/۵۶ (۲/۲۸) | ۱۴۱/۵۱ | ۰/۱۰۶ | ۱۵/۰ |

[a] وزن روغن (g) جذب شده