

## بررسی تجربی عملکرد روغن‌های گیاهی بر کنترل ته‌نشینی رسوب آسفالتین دو نمونه نفت خام ایران

نرگس محمدشاهی، علیرضا سلیمانی نظر<sup>\*</sup>، مریم احمدی گلستان

اصفهان، دانشگاه اصفهان، دانشکده مهندسی، گروه مهندسی شیمی

پیام نگار: [asolaimany@eng.ui.ac.ir](mailto:asolaimany@eng.ui.ac.ir)

### چکیده

استفاده از ترکیبات بازدارنده روش مؤثری بر کنترل پدیده رسوب آسفالتین در صنایع نفت است. آزمایش پخش آسفالتین روش مناسبی برای انتخاب نوع بازدارنده تأثیرگذار و بررسی اثر غلظت آن بر پیشگیری از ته‌نشین شدن رسوب آسفالتینی خارج از محلول در نمونه‌های نفت می‌باشد. عملکرد چند روغن گیاهی با استفاده از آزمایش پخش آسفالتین بر دو نمونه نفت خام ایران مورد ارزیابی قرار گرفت. روغن فندق و روغن جوانه گندم نتایج بسیار خوبی بر کنترل ته‌نشینی رسوب آسفالتین این نمونه‌های نفت خام دارند. نتایج نشان می‌دهند که این ترکیبات، در غلظت  $18000 \text{ ppm}$  و بیشتر از آن، قادر به حذف کامل رسوبات آسفالتین دو نمونه نفت خام می‌باشند.

کلمات کلیدی: آسفالتین، آزمایش پخش آسفالتین، روغن‌های گیاهی، ته‌نشینی، نفت خام

### ۱- مقدمه

جلوگیری از ته‌نشینی این رسوبات یکی از موضوعات مهمی است که باید در صنعت نفت مورد توجه قرار گیرد. روش‌های مختلفی برای جلوگیری از رسوب کردن ترکیبات آسفالتین در عملیات تولید، انتقال و پالایش وجود دارد. از جمله، روش مکانیکی، تغییر شرایط عملیاتی، تمیز کردن با حلال، استفاده از تکنیک فراصوتی، از بین بردن رسوب با سیال داغ یا بخار آب و به‌کارگیری ترکیبات بازدارنده رسوب می‌باشد. در بین روش‌های موجود، روش تزریق ترکیباتی که بتوانند از تشکیل رسوب جلوگیری کنند، اخیراً بسیار متداول شده است. با توجه به ماهیت پیچیده نفت‌های خام و تفاوت‌های آنها، انتخاب این مواد برای هر نمونه نفتی باید جداگانه صورت گیرد [۴]. آمفیفل‌های متعددی در پایدار نمودن آسفالتین مورد بررسی قرار گرفته است. برای آمفیفل‌ها می‌توان یک ساختار عمومی تعریف

رسوب آسفالتین که در مخازن نفت و خطوط لوله تشکیل می‌شود یک مسئله مهم و جدی است که صنایع نفت تمام نقاط جهان در طی سالیان متمادی با آن رو به رو بوده‌اند [۱]. تأثیر مخرب رسوب آسفالتین در تمام بخش‌های صنعت نفت حین عملیات بهره‌برداری، انتقال و فرایند مشاهده شده است. آسفالتین یکی از اجزای بسیار قطبی نفت خام، با ساختمان مولکولی پیچیده شامل حلقه‌های آروماتیک در هسته و اجزای نفتینک اطراف هسته و با جرم مولکولی بالا می‌باشد. آسفالتین در آروماتیک‌ها نظیر بنزن و تولوئن محلول است و در آلیفاتیک‌های سبک نظیر هپتان و پنتان، نامحلول می‌باشد [۲ و ۳].

با توجه به مشکلات ناشی از رسوبات آسفالتینی، روش‌های

می‌باشد [۹ و ۱۰]. این روش، بر این واقعیت مبتنی است که ترکیبات آسفالتینی در ترکیبات آلکانی نظیر هپتان نامحلول می‌باشند. در این تحقیق برای اولین بار عملکرد هفت نوع روغن گیاهی در غلظت‌های مختلف جهت کنترل ته‌نشینی رسوب آسفالتین دو نمونه نفت خام ایران با استفاده از آزمایش پخش آسفالتین مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

## ۲- نمونه‌ها و مواد شیمیایی

در این تحقیق، دو نمونه نفت خام از میداين نفتی جنوب ایران مورد مطالعه قرار گرفته است. مشخصات نمونه‌های نفتی در جدول (۱) آورده شده است. میزان نمک موجود در نمونه نفت یک، ۱۳ PTB و میزان آب موجود در نمونه نفت دو، ۰.۴٪ است.

جدول ۱- مشخصات دو نمونه نفت خام

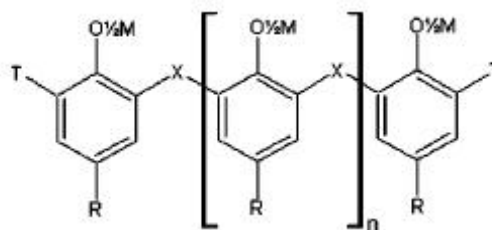
چگالی	درصد آسفالتین	نمونه نفت
۰/۸۵۹۴	۲/۴	نفت ۱
۰/۸	۲/۸	نفت ۲

فهرست ترکیبات گیاهی مورد استفاده در آزمایش در جدول (۲) آورده شده است. از ترکیبات نرمال هپتان و تولوئن با خلوص بالا به ترتیب به‌عنوان عامل رسوب دهنده آسفالتین نمونه نفت و حلال رقیق‌کننده ترکیب بازدارنده استفاده شده است.

جدول ۲- ترکیبات بازدارنده گیاهی مورد استفاده

شماره	ترکیب بازدارنده
۱	روغن فندق
۲	روغن جوانه گندم
۳	روغن گردو
۴	روغن کنجد
۵	روغن بادام تلخ
۶	روغن بادام شیرین
۷	روغن نارگیل

کرد (شکل (۱)). در این شکل، n بین ۰ تا ۱۳، M فلز، R یک گروه آلکیلی زنجیری یا شاخه دار شامل (۲۴-۴) اتم کربن، x شامل گروه‌های گوگرد، گروه متیلن و یا گروه آلکیلی شاخه‌دار و T هیدروژن می‌باشد [۵].



شکل ۱- ساختار عمومی آمفیفل‌ها [۵]

تأثیرگذاری یک آمفیفل به‌عنوان یک پایدار کننده مرتبط با استحکام برهم کنش‌های (آسفالتین-آمفیفل) و ظرفیت آمفیفل برای ایجاد لایه پایدار کننده اطراف ذرات آسفالتین می‌باشد [۶]. استفاده از روغن‌های گیاهی به‌عنوان بازدارنده رسوب آسفالتین از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه، در دسترس، قابل انحلال در نفت خام و بدون خطرات زیست محیطی می‌باشد. در ضمن، این مواد، سازگاری با نفت خام نیز دارند [۷]. در تنها تحقیق موجود جهت کنترل تشکیل رسوبات آسفالتین، اثر سه نوع از اسیدهای چرب موجود در روغن‌های گیاهی مورد بررسی قرار گرفت. پالمیتیک اسید، لینولئیک اسید و کاپریلیک اسید در غلظت‌های مختلف به دو نمونه نفت خام افزوده شد. نتایج به‌دست آمده عملکرد مطلوب این اسیدها را بر کنترل تشکیل رسوبات آسفالتین نشان می‌دهد [۴].

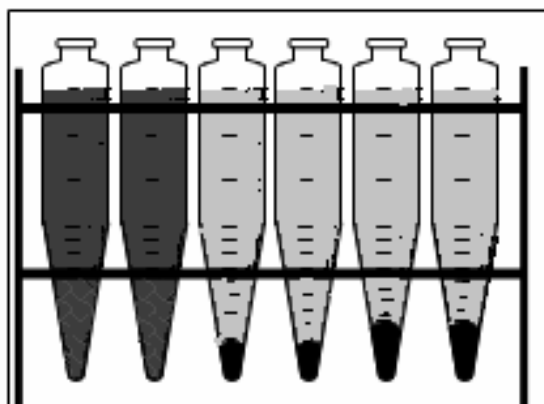
روغن‌های گیاهی مخلوطی از تری‌گلیسیریدهای اسیدهای چرب هستند که ویژگی‌های آنها بر حسب نوع اسیدهای چرب تشکیل دهنده متغیر است. در تری‌گلیسیریدهای روغن‌های نباتی مقدار زیادی اسیدهای چرب غیر اشباع وجود دارد و این روغن‌ها در دمای معمولی اتاق به حالت مایع هستند [۸]. این روغن‌ها بسته به نوع و محتوای اسیدهای چرب موجود در آنها عملکرد متفاوتی در کنترل رسوب آسفالتین دارند.

آزمایش پخش آسفالتین<sup>۱</sup> روش مناسبی جهت انتخاب نوع بازدارنده تأثیرگذار و اثر غلظت آن بر بازدارندگی پدیده رسوب آسفالتین

### 1. Asphaltene Dispersant Test

### ۳- روش انجام آزمایش

ته‌نشین شده با دقت بیشتری صورت گیرد و میزان خطا کاهش یابد. سامانه این آزمون در شکل (۲) آورده شده است.



شکل ۲- سامانه آزمون پخش آسفالتین

برای بیان عملکرد مطلوب روغن‌های گیاهی در کنترل ته‌نشینی آسفالتین نمونه‌ها، نتایج برحسب درصد بازداری آن ترکیبات آورده شده است. درصد بازداری که توان هر روغن را در کنترل رسوبات آسفالتین ته‌نشین شده نشان می‌دهد از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

$$\text{درصد بازداری} = \left( \frac{\text{حجم رسوب ته‌نشین شده در حضور ترکیب بازدارنده}}{\text{حجم رسوب ته‌نشین شده در عدم حضور ترکیب بازدارنده}} - 1 \right) \times 100$$

### ۴- نتایج و بحث

#### ۴-۱ نتایج ته‌نشینی رسوب در شرایط عدم حضور ترکیبات بازدارنده

جهت مقایسه عملکرد ترکیب بازدارنده بر کنترل ته‌نشینی رسوب آسفالتین آزمایش پخش آسفالتین بر نمونه‌های نفتی در شرایط عدم حضور ترکیب بازدارنده انجام شد. برای هر یک از نمونه‌های نفت (۱) و (۲)، آزمایش مربوطه سه بار تکرار شد و در هر آزمایش حجم رسوبات آسفالتین ته‌نشین شده اندازه‌گیری گردید. نتایج سه آزمایش و مقادیر متوسط حجم رسوبات ته‌نشین شده در دو نمونه نفت در جدول (۳) گزارش شده است.

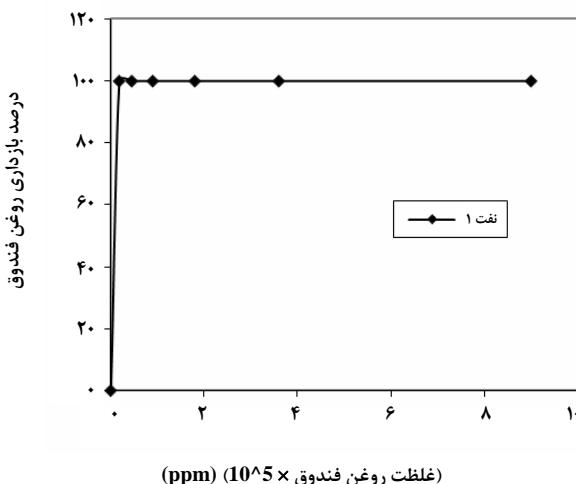
در این تحقیق از آزمایش پخش آسفالتین جهت انتخاب ترکیبات بازدارنده با نقش پراکنده‌سازی رسوبات در شرایط فشار اتمسفریک استفاده شده است. آزمایش پخش آسفالتین روشی مناسب و کاربردی جهت انتخاب ترکیبات شیمیایی با نقش پراکنده‌سازی رسوبات آسفالتین می‌باشد [۱۱]. در این آزمایش، حجم رسوب آسفالتین تشکیل شده با افزودن حلال آلکانی سبک به نمونه‌های نفت و خارج شدن آسفالتین معلق در محلول، اندازه‌گیری می‌شود. حجم مناسب نفت خام و آلکان مورد نظر قبل از ارزیابی اثر ترکیبات بازدارنده بر رسوب باید تخمین زده شود. یک انتخاب ایده‌آل از این حجم‌ها، ایجاد رسوب کافی جهت اندازه‌گیری در اختیار قرار می‌دهد. به‌دلیل وجود ذرات موجود در نمونه‌های نفتی، قبل از انجام آزمایش، نمونه‌ها سانتریفوژ و صاف شدند. برای انجام این آزمایش باید از لوله‌های شیشه‌ای مدرج استفاده شود. با داشتن حجم مناسب از سیال مورد آزمایش و آلکان مورد نظر، ترکیب بازدارنده در حلال آروماتیکی رقیق می‌شود. با عملیات رقیق‌سازی غلظت مورد نظر از ترکیب بازدارنده در مخلوط آماده می‌شود و به نمونه‌های نفتی  $100 \mu\text{L}$  از ترکیب بازدارنده در غلظت مورد نظر افزوده می‌گردد. از تولوئن به عنوان حلال و از نرمال هپتان به عنوان عامل رسوب دهنده استفاده شده است. به نمونه‌های بدون ترکیبات بازدارنده  $100 \mu\text{L}$  تولوئن اضافه می‌شود. حجم نمونه‌های نفت انتخاب شده  $0.5$  میلی‌لیتر است و مخلوط در حضور و یا عدم حضور ترکیبات بازدارنده با نرمال هپتان به حجم  $90$  میلی‌لیتر رسانده می‌شود. مشخصه آسفالتینی سیال‌های مورد آزمایش حین نگهداری نمونه‌ها اغلب تغییر می‌کند. برای مقابله با این موضوع، باید نمونه‌های کافی برای تمام آزمایش‌های مورد نیاز تهیه شود به‌گونه‌ای که نمونه‌های تازه برای هر سری از آزمایش‌ها مورد استفاده قرار گیرد. با تکان دادن لوله بایستی محتویات آن کاملاً مخلوط شود. نمونه‌ها به مدت  $3$  ساعت در دمای  $40$  درجه سلسیوس در آون قرار داده شد. برای هر سری از آزمایش‌ها، سه نمونه بدون ماده بازدارنده و دو نمونه‌ای که ماده بازدارنده به آن اضافه شده است در نظر گرفته می‌شود. نتایج حجم رسوبات ته‌نشین شده در ته لوله آزمایشگاهی برای هر ترکیب بازدارنده و نفت خام نمونه، ثبت می‌شود. همچنین از یک منبع نور پشت نمونه‌ها استفاده می‌شود تا اندازه‌گیری حجم رسوب

جدول ۳- حجم رسوب در نمونه‌های نفتی

مقدار متوسط حجم رسوب (mL)	حجم رسوب در آزمایش سوم (mL)	حجم رسوب در آزمایش دوم (mL)	حجم رسوب در آزمایش اول (mL)	نمونه نفت
۰/۲۵۶۷	۰/۲۷	۰/۲۵	۰/۲۵	نفت ۱
۰/۲۵۵	۰/۲۵۵	۰/۲۶	۰/۲۵	نفت ۲

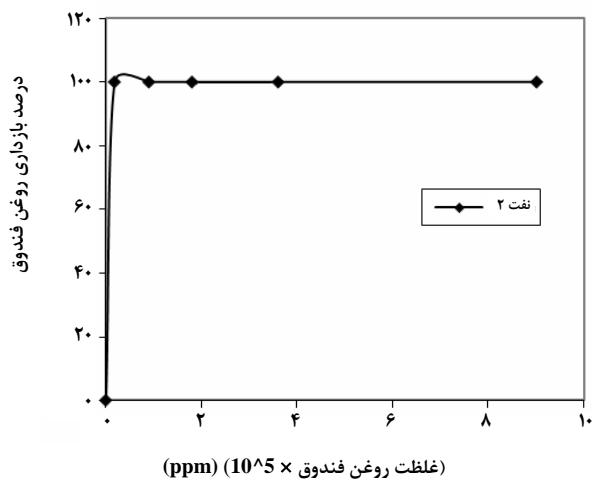
## ۴-۲ تأثیر روغن فندق

اثر روغن فندق در غلظت‌های ۱۰۰، ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۵۰۰۰ ppm به ازای ۹۰ میلی‌لیتر محلول بر پدیده کنترل‌تانه‌نشینی رسوب مورد آزمایش قرار گرفت. روند این تغییرات بر هر دو نمونه نفت خام مشابه است. شکل‌های (۳) و (۴) نحوه تغییرات درصد بازداری را بر حسب غلظت روغن فندق در آزمایش پخش آسفالتین برای دو نمونه نشان می‌دهد. عملکرد این روغن بر کنترل‌تانه‌نشینی رسوبات آسفالتین هر دو نمونه نفت کاملاً مثبت است. نتایج نشان می‌دهند که در غلظت‌های بسیار پایین نیز این ترکیب گیاهی قادر به حذف کامل رسوبات آسفالتین تانه‌نشین شده می‌باشد. غلظت‌های بالا از این ترکیب بازدارنده هیچ گونه تأثیر منفی بر کنترل رسوب نداشته و همچنان رسوبی تانه‌نشین نمی‌شود. روغن فندق سرشار از اسید اولئیک است. از دیگر اسیدهای چرب موجود در این روغن، اسید لینولئیک، اسید پالمیتیک، اسید استئاریک و اسید پالمی‌تیولئیک می‌باشند [۱۲].



شکل ۳- درصد بازداری روغن فندق بر حسب غلظت روغن

بر نمونه نفت (۱)



شکل ۴- درصد بازداری روغن فندق بر حسب غلظت روغن

بر نمونه نفت (۲)

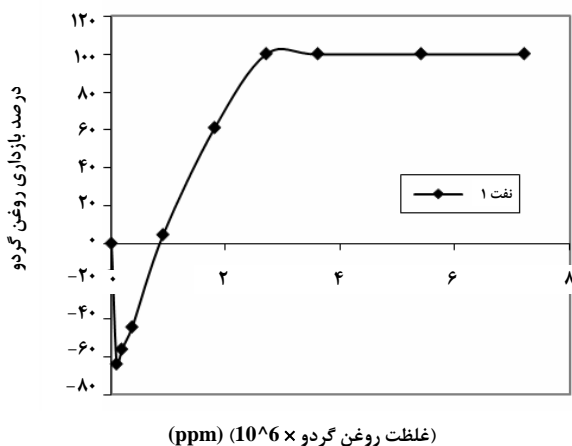
## ۴-۳ تأثیر روغن جوانه گندم

اثر غلظت روغن جوانه گندم بر کنترل رسوب آسفالتین دو نمونه نفت خام ایران مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج این بررسی در شکل‌های (۵) و (۶) آورده شده است. به‌کارگیری این ترکیب در غلظت‌های مختلف نشان داد که این روغن کارایی لازم را جهت کنترل رسوب آسفالتین دارا می‌باشد، به‌طوری که حجم رسوبات آسفالتین تشکیل شده در ته لوله آزمایشگاهی را در غلظت‌های پایین نیز به صفر رسانیده است. حضور این روغن در غلظت‌های بالا تأثیر منفی بر عملکرد کنترل رسوب نداشته و همچنان، میزان رسوب، صفر باقی خواهد ماند. همانطور که از شکل نیز مشخص است تأثیر این ترکیب بازدارنده بر دو نمونه نفت خام، مشابه است. روغن جوانه گندم سرشار از اسید لینولئیک می‌باشد. از دیگر اسیدهای چرب موجود در این روغن اسیدهای همچون اسید اولئیک، اسید پالمیتیک، اسید استئاریک، اسید لینولئیک می‌باشند [۱۲].

## ۴-۴ تأثیر روغن گردو

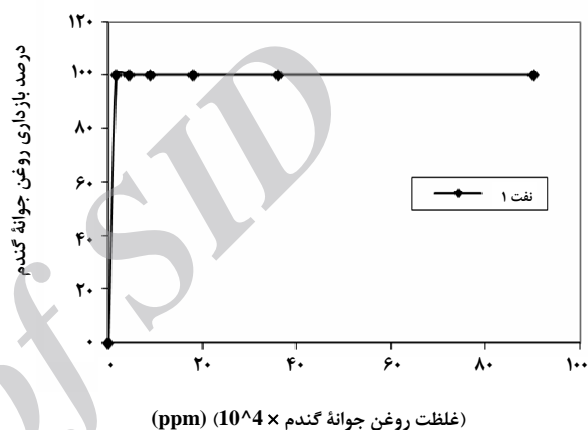
غلظت‌های مختلف از روغن گردو بر نمونه‌های نفت خام در آزمایش پخش آسفالتین مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج حاصل از این آزمایش‌ها بر دو نمونه نفت خام مورد مطالعه، در شکل‌های (۷) و (۸) آمده است. همانطور که از این شکل‌ها مشاهده می‌شود اثر روغن گردو بر دو نمونه نفت خام متفاوت است. مقایسه این تغییرات نشان

غلظت بازدارنده در این نمونه نفت خام نشان می‌دهد که افزایش غلظت بازدارنده در ابتدا سبب کاهش میزان رسوب آسفالتین می‌گردد. سپس با رسیدن به مقدار ماکزیمی، دوباره شروع به کاهش می‌کند. افزایش بیشتر غلظت بازدارنده هیچگونه نقشی بر پایداری این نمونه نفت نخواهد داشت. بنابراین روغن گردو تأثیری بر کنترل رسوب آسفالتین نمونه نفت خام (۲) ندارد.

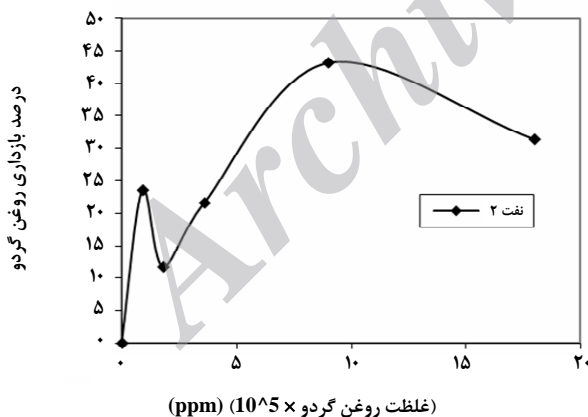


شکل ۷- درصد بازداری روغن گردو بر حسب غلظت روغن بر نمونه نفت (۱)

می‌دهد که تنها میزان حجم رسوب آسفالتین ته‌نشین شده نمونه نفت خام (۱) در غلظت‌های بالا از روغن گردو به صفر می‌رسد. فعالیت نسبی این روغن بر نمونه نفت خام (۱) قابل قبول می‌باشد. البته با توجه به اینکه حضور مقدار زیادی از این ترکیب میزان رسوب را کاهش داده، در شرایط واقعی سبب تغییر شدید در ترکیب درصد نفت خام می‌شود. بنابراین استفاده از غلظت‌های بالای روغن گردو منطقی به نظر نمی‌رسد.



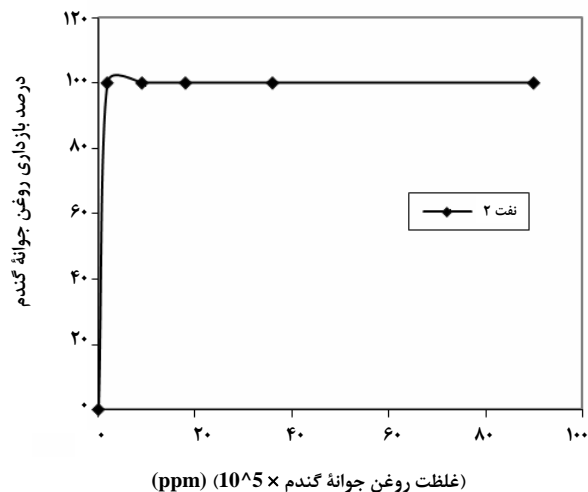
شکل ۵- درصد بازداری روغن جوانه گندم بر حسب غلظت روغن بر نمونه نفت (۱)



شکل ۸- درصد بازداری روغن گردو بر حسب غلظت روغن بر نمونه نفت (۲)

#### ۴-۵ تأثیر روغن کنجد

روغن کنجد به عنوان ترکیب بازدارنده در محدوده وسیعی از غلظت‌ها در مخلوط دو نمونه نفت خام مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج این بررسی در شکل‌های (۹) و (۱۰) آورده شده است. با

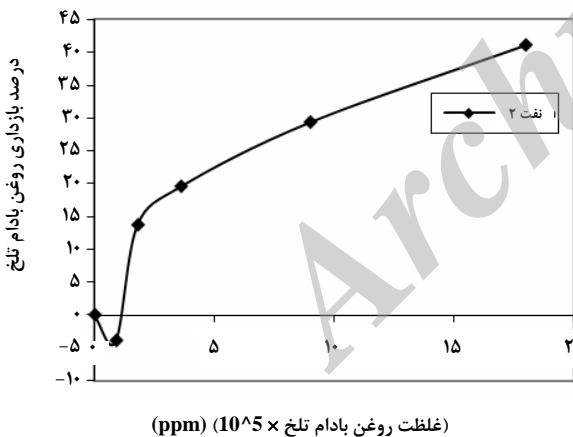


شکل ۶- درصد بازداری روغن جوانه گندم بر حسب غلظت روغن بر نمونه نفت (۲)

روند تغییرات میزان رسوب تشکیل شده نفت خام (۲) بر حسب افزایش غلظت روغن گردو دارای افت و خیز می‌باشد. تغییرات

#### ۴-۶ تأثیر روغن بادام تلخ

تأثیر روغن بادام تلخ بر نمونه نفت خام (۱) نشان می‌دهد که در تمامی غلظت‌های مورد آزمایش، مقدار رسوبات آسفالتین ته‌نشین شده پس از افزودن روغن بادام تلخ بیشتر از حجم رسوبات ته‌نشین شده در حالت عدم حضور ترکیب بازدارنده می‌باشد، درصد بازداری در تمامی غلظت‌ها عددی منفی است. بنابراین، این ترکیب گیاهی نه تنها اثر مثبت بر کنترل ته‌نشینی رسوبات آسفالتین ندارد بلکه حجم رسوبات آسفالتین ته‌نشین شده را نیز افزایش می‌دهد. در نمونه نفت (۲) با افزایش غلظت روغن بادام تلخ روند تغییرات میزان رسوب ته‌نشین شده به طور پیوسته کاهش می‌یابد. اما تا غلظت رسوبات آسفالتین ته‌نشین شده در نمونه‌ها مقدار قابل توجهی است. نتایج بازداری این روغن بر کنترل ته‌نشینی رسوبات آسفالتین در شکل (۱۱) آورده شده است. افزایش غلظت روغن بادام تلخ حجم رسوبات آسفالتین ته‌نشین شده را کاهش می‌دهد ولی حجم رسوبات آسفالتین ته‌نشین شده به صفر نرسیده است. بنابراین افزایش بیشتر این ترکیب گیاهی به منظور کاهش حجم رسوبات آسفالتین ته‌نشین شده از نظر اقتصادی چندان به صرفه نیست.

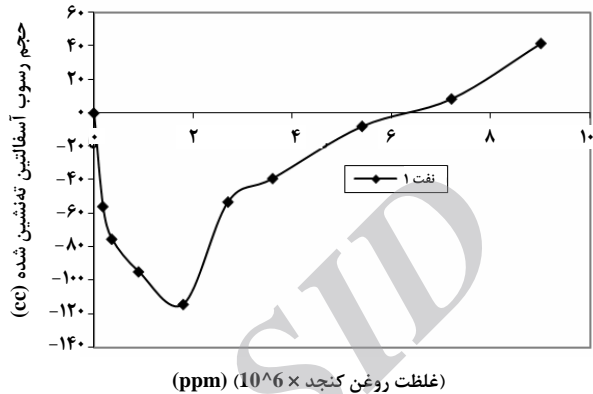


شکل ۱۱- درصد بازداری روغن بادام تلخ بر حسب غلظت روغن بر نمونه نفت (۲)

#### ۴-۷ تأثیر روغن بادام شیرین

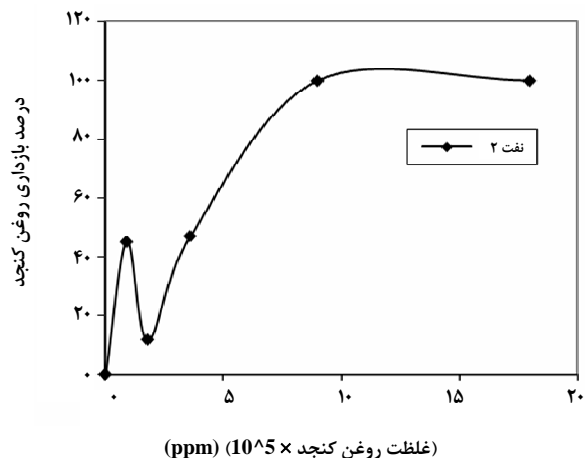
بررسی‌های آزمایشگاهی صورت گرفته بر دو نمونه نفت خام در شکل‌های (۱۲) و (۱۳) آورده شده است. روند تغییرات میزان رسوبات آسفالتین نمونه نفت خام (۱) بر حسب افزایش غلظت ترکیب

افزایش غلظت این روغن در نمونه نفت خام ۱، تا محدوده‌ای از غلظت، میزان رسوب ته‌نشین شده افزایش یافته و پس از رسیدن به مقدار بیشینه، روند، شروع به کاهش می‌کند. البته کاهش چشمگیری حتی در غلظت‌های بالای این روغن بر نمونه نفت خام (۱) دیده نشد.



شکل ۹- درصد بازداری روغن کنجد بر حسب غلظت روغن بر نمونه نفت (۱)

تغییرات میزان رسوبات آسفالتین در نمونه نفت خام (۲)، دارای افت و خیز زیادی است. میزان رسوب ته‌نشین شده در غلظت بالای روغن کنجد به صفر می‌رسد. اما به دلیل تغییر شدید در ترکیب نفت خام، این روغن به عنوان بازدارنده رسوبات آسفالتین توصیه نمی‌شود. بررسی‌های صورت گرفته بر این دو نمونه نفت خام جهت بازداری از تشکیل رسوبات ترکیبات آسفالتینی، روغن کنجد نمی‌تواند از توان بازداری مناسبی برخوردار باشد.



شکل ۱۰- درصد بازداری روغن کنجد بر حسب غلظت روغن بر نمونه نفت (۲)

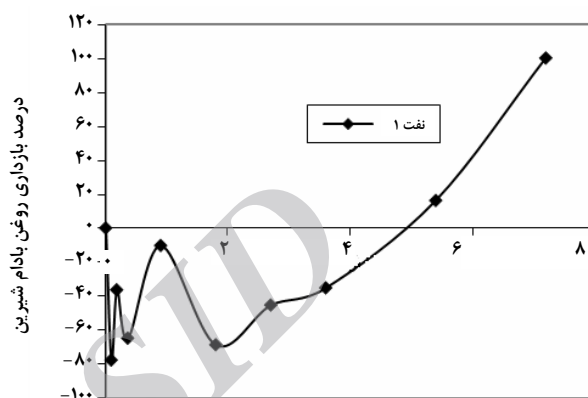
#### ۴-۸ تأثیر روغن نارگیل

روغن نارگیل در غلظت‌های مختلفی در مخلوط دو نمونه نفت خام مورد آزمایش قرار گرفت. حضور این روغن در محدوده وسیعی از غلظت، نتوانست میزان رسوب آسفالتین را کاهش دهد و مقادیر رسوب ته‌نشین شده در ته لوله آزمایشگاهی بر حسب غلظت بازدارنده متغیر بوده، به طوری که در بعضی از غلظت‌ها سبب افزایش میزان رسوب می‌شود. بنابراین از روغن نارگیل نمی‌توان به عنوان بازدارنده از رسوب آسفالتین در نمونه‌های نفت مورد مطالعه استفاده کرد.

هر یک از روغن‌ها دارای تعدادی اسید چرب می‌باشند. این روغن‌ها بسته به نوع و میزان اسیدهای تشکیل دهنده، دارای عملکرد متفاوتی در کنترل رسوب آسفالتین می‌باشند. اسیدهای چرب از گروه‌های هیدروکربنی ای می‌باشند که در طول زنجیره کربنی و همچنین تعداد پیوندهای دوگانه با هم تفاوت دارند. برخی از این اسیدهای چرب عبارتند از: اسید لوریک<sup>۱</sup>، اسید میریستیک<sup>۱</sup>، اسید پالمیتیک<sup>۲</sup>، اسید کاپریلیک<sup>۳</sup>، اسید اولئیک<sup>۴</sup>، اسید کاپریک<sup>۵</sup>، اسید استئاریک<sup>۶</sup>، اسید لینولئیک<sup>۷</sup>، آلفا لینولئیک اسید<sup>۸</sup>، گاما لینولئیک اسید<sup>۹</sup>، اسید کاپروئیک<sup>۱۰</sup>، اسید لیگنوسریک<sup>۱۱</sup>، اسید آراچیدیک<sup>۱۲</sup>، اسید پالمیتولئیک<sup>۱۳</sup>، اسید ایکوزانوئیک<sup>۱۴</sup>. اسیدهای چرب موجود در روغن جوانه گندم، فندق و گردو اسیدهایی همچون اسید لینولئیک، اسید اولئیک، اسید پالمیتیک، اسید استئاریک و اسید لینولئیک می‌باشند [۱۲ و ۱۳]. با آنالیز به روش کروماتوگرافی گازی<sup>۱۵</sup> روغن‌های گیاهی، می‌توان درصد این اسیدها را تعیین کرد. اثر نوع و مقدار اسیدهای چرب موجود در این روغن‌ها بر پایداری و ته‌نشینی ترکیبات آسفالتینی در تحقیقات آینده مورد توجه قرار خواهد گرفت.

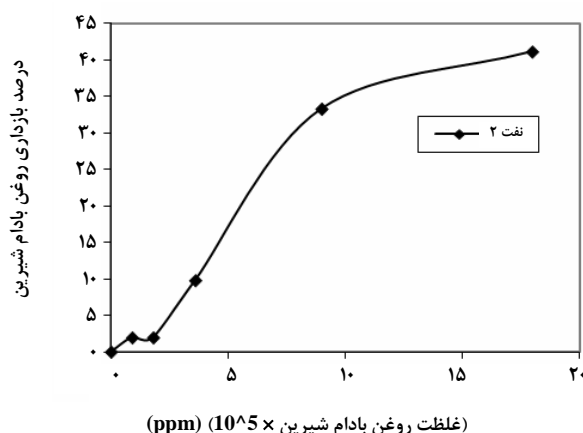
1. Lauric Acid
1. Myristic Acid
2. Palmytic Acid
3. Caprylic Acid
4. Oleic Acid
5. Capric Acid
6. Stearic Acid
7. Linoleic Acid
8.  $\alpha$  Linoleic Acid
9.  $\gamma$  Linoleic Acid
10. Caproic Acid
11. Lignoceric Acid
12. Arachidic Acid
13. Palmitoleic Acid
14. Eicosanoic Acid
15. Gas Chromatography

بازدارنده در غلظت‌های کم از این ترکیب دارای افت و خیز زیادی است. با افزایش غلظت این روغن، میزان رسوب روندی کاهشی داشته است و در غلظت‌های خیلی زیاد عملکرد رضایت‌بخش داشته است. اما در شرایط عملیاتی استفاده از این میزان منطقی نیست و از لحاظ اقتصادی نیز مقرون به صرفه نیست.



شکل ۱۲- درصد بازداری روغن بادام شیرین بر حسب غلظت روغن بر نمونه نفت (۱)  
(غلظت روغن بادام شیرین  $\times 10^6$  ppm)

تأثیر غلظت بازدارنده بر نفت خام (۲) نشان می‌دهد که میزان حجم رسوب تشکیل شده در محدوده غلظت مورد آزمایش با شیب خیلی کم رو به کاهش است و در غلظت‌های زیاد تقریباً به مقدار ثابتی می‌رسد. با توجه به نتایج ذکر شده، نقش بازداری از رسوب آسفالتین روغن بادام شیرین به عنوان پخش‌کننده ذرات آسفالتینی در نمونه‌های نفتی مورد آزمایش بسیار ضعیف ارزیابی می‌شود.



شکل ۱۳- درصد بازداری روغن بادام شیرین بر حسب غلظت روغن بر نمونه نفت (۲)  
(غلظت روغن بادام شیرین  $\times 10^5$  ppm)

دو نمونه، با توجه به نوع روغن گیاهی و غلظت به کار برده شده، نشان داد که مقادیر تأثیرگذاری هر یک از آن‌ها متفاوت است. روغن بادام شیرین پس از روغن‌های فندق و جوانه‌ی گندم از تأثیرگذاری بیشتری برخوردار است. روغن‌های کنجد و نارگیل عملکرد نامناسبی بر کنترل ته‌نشینی رسوب آسفالتین دو نمونه نفتی دارند.

### مراجع

- [1] Kawanaka, S., Park, S. J., Mansoori, G. A., "Organic deposition from reservoir fluids: a thermodynamic predictive technique," SPE Reservoir and Engineering, Vol. 6, pp. 185-192 (1991).
- [2] Speight, J. G., "The chemical and physical structure of petroleum: effect on recovery operation," Journal of Petroleum Science and Engineering, Vol. 22, pp. 3-15 (1999).
- [3] Mansoori, G. A., "Modeling of asphaltene and other heavy organic depositions," Journal of Petroleum Science and Engineering, Vol. 17, pp. 101-111 (1997).
- [4] Junior, L. C. R., Ferreira, M. S., Ramos, A. C. S., "Inhibition of asphaltene precipitation in Brazilian crude oils using new oil soluble amphiphiles," Journal of Petroleum Science and Engineering, Vol. 51, pp. 26-36 (2006).
- [5] Kraiwattanawong, K., Fogler, H. S., Gharfeh, S. G., Singh, P., Thomason, W.H., & Chavadej, S. Effect of asphaltene dispersants on aggregate size distribution and growth. Energy & Fuels, Vol. 23, pp. 1575-1582 (2009).
- [6] Chang, C. L., Fogler, H. S., "Asphaltene stabilization in alkyl solvents using oil-soluble amphiphiles," Paper SPE 25185 presented at the SPE International Symposium on Oilfield Chemistry, New Orleans, LA, March (1993).
- [7] Moreira, L. F. B., Lucas, E. F., Gonzalez, G., "Stabilization of asphaltene by phenolic compounds extracted from cashew-nut shell liquid," Journal of Applied Polymer Science, Vol.73, pp. 29-34 (1999).
- [8] مالک، فرشته، چربی‌ها و روغن‌های نباتی خوراکی، ویرایش دوم، تهران، نشر غلامی (۱۳۸۷).
- [9] Garcia, M. del C., Henriquez, M., Orta, J. Asphaltene deposition prediction and control in a Venezuelan north Monagas oil field, paper SPE 80262 presented at the SPE International Symposium on Oilfield Chemistry, Houston, TX, USA, February 5 -7 ( 2003).
- [10] Solaimany Nazar, A. R., Bayandori, L., "Investigation of asphaltene stability in the Iranian crude oils," Iranian Journal of Chemical Engineering, Vol. 5, pp. 3-12 (2008).

در این تحقیق اثر نوع و غلظت ترکیبات گیاهی بر پایداری ته‌نشینی آسفالتین دو نمونه نفت خام مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه عملکرد مثبت برخی از روغن‌های گیاهی برای اولین بار در ایران ارزیابی شدند. نظر به ماهیت و مقدار متفاوت ترکیبات تشکیل دهنده در نمونه‌های مختلف روغن‌های گیاهی، تأثیر پذیری آنها بر پدیده کنترل رسوب متفاوت است. نتایج تحقیقات در حال انجام، در مقالات آتی گزارش خواهد شد. انتخاب ترکیب گیاهی مناسب علاوه بر ماهیت اجزای تشکیل دهنده روغن، به ماهیت نمونه نفتی نیز وابسته است. بنابراین مشخص‌سازی ترکیبات گیاهی و نمونه‌های نفتی جهت برقراری رابطه‌ی منطقی جهت تأثیرگذاری در پدیده بازداری ترکیبات آسفالتینی ضروری است. انجام آزمایش‌های مستقل به منظور انتخاب ترکیبات گیاهی برای کنترل ته‌نشینی آسفالتین هر نمونه نفتی اجتناب ناپذیر است. این آزمایش‌ها با تعداد محدودی از روغن‌های گیاهی انجام شده است. می‌توان از بین این روغن‌ها مناسب‌ترین آنها را معرفی کرد.

نتایج آزمایش‌ها از شرایط محیطی به شرایط عملیاتی واقعی (دما و فشار بالا) قابل ارتقاء نیست. بررسی پایداری و توان بازداری ترکیبات گیاهی در شرایط واقعی نیاز به انجام آزمایش‌های مستقل دیگری دارد که در این تحقیق به آن پرداخته نشده است.

### ۵- نتیجه‌گیری

در این تحقیق اثر هفت نوع روغن گیاهی در غلظت‌های مختلف در آزمایش پخش آسفالتین بر روی دو نمونه نفت خام مناطق نفت‌خیز جنوب ایران مورد آزمایش قرار گرفت. نظر به اینکه نوع و ترکیب درصد اجزای تشکیل دهنده نمونه‌های روغن‌های گیاهی متفاوت است، تأثیر روغن‌ها بر روی نفت‌های مختلف متفاوت خواهد بود. روغن‌های فندق و جوانه گندم بر هر دو نمونه نفت مورد مطالعه در این تحقیق مؤثر بودند. به نظر می‌رسد اسید اولئیک و اسید لینولئیک موجود در این روغن‌ها از عوامل کنترل ته‌نشینی رسوب آسفالتین می‌باشند که مقادیر تأثیر پذیری این ترکیبات در تحقیقات آتی می‌بایست دنبال شود.

به کارگیری مقادیر مناسبی از روغن‌های فندق و جوانه گندم، نمونه‌های نفتی به سرعت پایدار شده و میزان رسوبات آسفالتین ته‌نشین شده در آن‌ها به صفر می‌رسد. بررسی اثر ترکیبات روغن‌های گیاهی نارگیل، بادام شیرین، بادام تلخ، گردو و کنجد بر



- [۱۱] سلیمانی‌نظر، علیرضا، بررسی عملکرد ترکیبات شیمیایی بازدارنده مناسب در کنترل رسوب آسفالتین نمونه‌های نفتی ایران، دوازدهمین کنگره مهندسی شیمی ایران، دانشگاه صنعتی سهند، مهر و آبان (۱۳۸۷).
- [۱۲] ناصری، فرشته، دانه‌های روغنی، چاپ اول، مشهد، انتشارات آستان قدس (۱۳۷۰).
- [۱۳] هاشمی تنکابنی، سید ابراهیم، آزمایش روغن‌ها و چربیها، چاپ اول، تهران، انتشارات دانشگاه تهران (۱۳۶۴).

Archive of SID