# کاهش استفاده از حلال‌های آروماتیکی و جایگزینی آن‌ها در حذف رسوبات آسفالتینی در چاه‌های نفت

**سعید حسن زاده[1] . دکتر منصور جهانگیری ، دکتر عباس شهر آبادی ، هادی باقرزاده**

۱)دانشجوی ارشد مهندسی شیمی ، دانشگاه سمنان ؛ saeid.h.1366@gmail.com

۲)استاد یار مهدسی شیمی ، دانشگاه سمنان ؛ mjahangiri@semnan.ac.ir

۳) استاد یار ، پژوهشگاه صنعت نفت ، shahrabadia@ripi.ir

۴)کار شناس ارشد مهندسی نفت، پژوهشکاه صنعت نفت ، hadi.bagherzade@gmail.com

## چکیده

رسوب آسفالتین در نفت خام ، یکی از مشکلات جدی در صنعت نفت است و توجه بسیاری از محققین را جلب کرده است . تعداد مقالات تحقیقی که در باره این موضوع وجود دارد ، به راحتی ماهیت پیچیده مشکل را بطور پر رنگ نشان میدهد.

یکی از اصلی ترین راهای مقابله با این مشکل در صنعت نفت و بخصوص در چاه های نفت استفاده از حلال های شیمیایی می باشد . یکی ازاصلی ترین حلال های مورد استفاده زایلن است که دارای اثرات مخرب محیط زیستی و باعث پایین اوردن ایمنی در مراحل استخراج می شود . در این مقاله سعی بر ان شده است که با استفاده از کمک حلال ها و حلال های جایگزینی نشان داد که می توان از میزان استفاده از زایلن را تا مقدار قابل توجهی کاهش داد ، که این خود منجر به کاهش بسیاری از فاکتور ها مضر آن می شود ..

## کلمات کلیدی

رسوبات آسفالتین ، حلال ، زایلن ، ترپن ، ، تولوئن ، درصد حلالیت ، تست گروایمتری

.

# Reduction and replacement of aromatic solvents for the removal of asphaltene deposition in oil wells

**Author's Name, H. Shakouri G., Third Author's Name**

**Author's affiliations (optional)**

***ABSTRACT***

Asphaltene precipitation in crude oil is a serious problem and has attracted the attention of many researchers. The number of research articles on this topic are easily highlighted the complex nature of the problem is shows. One way to tackle this problem in the oil industry, especially in oil wells is the use of chemical solvents One of the main solvents used are xylene, which has a destructive effects on the environment and lower the safety of the extraction procedure. In this article, we have been using alternative solvent and cosolvent showed That can be used to significantly reduce the amount of xylene .

***KEYWORDS***

Asphaltene precipitation, solvent, xylene, terpenes, toluene, percent solubility , test Grvaymtry

اویل ایندااستری
Oilindustry.ir
CLICK HERE

## ۱- مقدمه

تشکیل رسوب آسفالتین به هنگام تولید و فرآیند هیدروکربنهای طبیعی و سنتزی بعنوان یک مشکل اساسی در سراسر دنیا وجود دارد [1] . رسوب آسفالتین از مخازن نفت تا تأسیسات فرآیندی وجود داشته که با توجه به نیاز صنعت نفت به مخازن با عمق بیشتر و با نفت سنگین و در نتیجه محتوای آسفالتین بیشتر ، کاربرد روزافزون روشهای ازدیاد برداشت نفت برای تولید بیشتر ، نقش آسفالتین و مشکلات ناشی از تشکیل رسوب آن بسیار مهم و قابل توجه می نماید . مطالعات گسترده طی چند دهه اخیر برای تشخیص طبیعت آسفالتین در نفت و اقدام برای جداسازی آن انجام گرفته است .

رسوب آسفالتین در برخی میادین نفتی نقاط مختلف جهان در خلال تولید و فراورش نفت از مسائل بسیارجدی محسوب می گردد . در بعضی از میادین چاه هایی وجود داشته است که در آغاز بهره برداری ۳۰۰۰ بشکه در روز دبی تولیدی داشته اند اما ظرف مدت کوتاهی پس از تولید ،جریان نفت در آنها قطع شده است . هزینه تعمیر و رفع اشکال این چاهها از لحاظ اقتصادی بسیار قابل ملاحظه است . اغلب مشاهده شده است که پس از بستن موقت چاهها شده است [2]

رسوب آسفالتین به علت اثر بسیار شدید بر قابلیت ترکنندگی[۱] موجب کاهش نفوذ پذیری[۲] و در نتیجه کاهش تولید و افزایش هزینه های فرآیندی می گردد . بطور کلی مشکل رسوب آسفالتین از مخازن نفت تا تجهیزات فرآیندی و پالایش وجود دارد که باعث تحمیل زمانهای توقف طولانی تولید و هزینه های پاکسازی و تعمیر و نگهداری فراوان می گردد

## ۲- مروری بر استفاده از حلال های شیمیایی

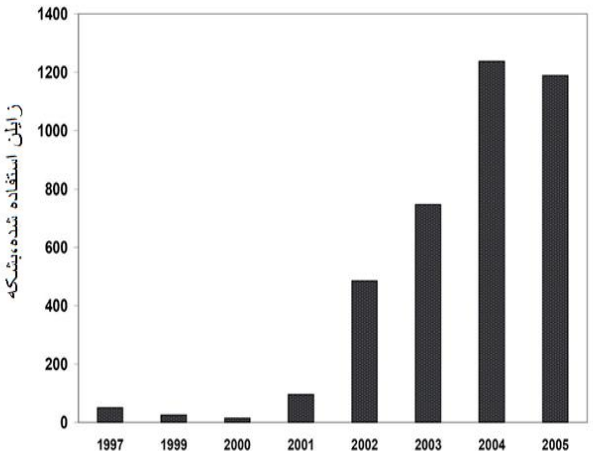
استفاده از حلال های شیمیای تقریبا از اواخر دهه ۱۹۶۰ برای چاه های با عمق کم مورد استفاده قرار گرفت . در آن زمان برای تمیز کاری چاه از تولوئن و زایلن استفاده شد .[3] از همان زمان تلاشهای زیادی برای جاگزینی این مواد ( تولوئن و زایلن ) به دلیل مضررات زیست محیطی اغاز شد

درسال ۱۹۹۱ تربویچ و کینگ[۳] با استفاده از کمک حلال های اب دوست توانستند در چندین چاه در کانادا مانند البرتا و وایومینگ به نتایج مطلوبی در این زمینه برسند . در بعضی از چاهها درصد پیشرفت کار تا ۱۰درصد افزایش یافته و در بعضی دیگر این نتایج تغییر خاصی نکرده بود . [3]

درسال ۱۹۹۸ مینیسویس[۴] و همکارانش در یک تحقیق جامع و کلی درباره کمک حلال های موجود برای بهبود عملکرد آسفالتین ، یک لیست از این مواد را ارائه کردند که این مواد را براساس تئوری پارامتر حلالیت و ساختار مولکولی ان انتخاب کرده اند . موادی مانند الکل ها ، آمین ها و کتون ها . [2]

### ۲-۱- خطرات استفاده از زایلن

زایلن یکی از قدیمی ترین حلالهایی است که جهت حذف رسوبات آلی به کار گرفته می شود . زایلن به طور گسترده در چاهای نفتی و گاز ایران به عنوان سیال انگیزشی استفاده می شود . مقدار استفاده از زایلن در یکی از بزرگترین شرکت های نفت و گاز ایران به ۹۲۰۰ بشکه در سال رسیده است . شکل شماره ۱ استفاده از زایلن در ۱۱ حلقه چاه و در مدت هفت سال در یکی از میادین نفتی ایران نشان می دهد . [6]




شکل ۱- مقدار استفاده از زایلن در ۱۱ حلقه چاه نفت در مدت ۷ سال در ایران [6]

به دلیل فرار بودن زایلن ، قسمت اعظم زایلن ورودی به محیط زیست وارد اتمسفر می شود . زایلن در برابر تجزیه نور مقاوم است . با افزایش آگاهی و شناخت نسبت به تاثیر حلال های آروماتیکی بر محیط زیست و سلامت انسان ، قوانین و مقرراتی که استفاده از این مواد شیمیایی را نظارت و کنترل می کنند . سیر فزونی یافته است .

در اغلب کشورها و همچنین در مرکز و جنوب آمریکا ، مصرف و

---

[۱] Wettability

[۲] Permeability

[۳] Trbovich, M. G. and King, G. E

[۴] Minssieux, l

تولید زایلن به شدت توسط سازمان های حکومتی کنترل می شود .[7]اداره کل بهداشت و ایمنی شغلی امریکا ، ترازهای معینی از زایلن را در محیط کار به صورت قانونی مدون نموده است . بیشترین مقدار مجاز زایلن در هوای کارگاه در خلال ۸ ساعت کار در روز و در مدت ۴۰ ساعت کار در هفته ۱۰۰ قسمت در میلیون تعیین شده است . [7]

متاسفانه در ایران هیچ گونه تحقیقی که میزان بروز زایلن را نشان دهد ، انجام نپذیرفته است . به هر حال زایلن قابلیت ترشوندگی سطح سنگ را تغییر نمی دهد و تاثیر آن اغلب کوتاه مدت است . همچنین زایلن دارای نقطه اشتعال پایینی است (۲۵ تا ۲۹ درجه سانتی گراد ) که این خود باعث به وجود آمدن خطرات عملیاتی مختلف از قبیل اتش گرفتن مخزن و اتش سوزی در محیط نیز می شود . به علاوه اجزاء نامطلوب زیست محیطی نظیر بنزن ، اتیل بنزن و تولوئن هستند .[8] بدیهی است با توجه به مطالب بالا نیاز به انجام تحقیق درباره کم کردن استفاده از زایلن یا جایگزینی کردن این ماده در صنعت نفت احساس می شود .

### ۲-۱ ترپن ها

در سال ۲۰۰۳ جیمز کرتیس و همکاران به دنبال کاهش میزان استفاداز حلال زایلن در مخازن ، از ماده طبیعی به نام ترپن استفاده کردند . این ماده که معمولا از صمغ درختان به دست می اید یک حلال با ساختار آروماتیکی است که در صنایع مختلف رنگ و غذا به عنوان حلال یا اسانس به کار برده می شود . کرتیس و همکارانش با استفاده از این ماده برای از بین بردن رسوبات عالی در مخان نفتی جایگزنی مناسب برای زایلن معرفی کردند . [۴]

این حلال گیاهی از واحد ایزوپرن تشکیل شده اند که معمولا دارای ۵n اتم کربن و فرمول مولکولیCn۸H۵ (هستند که n نشان دهنده تعداد واحدهای ایزوپرن است) . ترپن ها دارای کاربرد های متنوع صنعتی از قبیل عطر آگینی ، چاشنی و طعم دهنده ، ماده افزودنی به غذا و خمیر دندان هستند و در سال های اخیر به عنوان یک حلال و تمیز کننده قوی به کار می روند . ترپن ها دارای حلالیت بالایی هستند و در مقایسه با زایلن ، سرعت زیست تجدید پذیری بیشتر و خواص سمی و قابلیت اشتعال کمتری دارند [۶]

یکی از چالشهای استفاده از زایلن ، مشکل به دست اوردن یک مخلوط همگن از آب و زایلن است که دلیل آن نیز تمایل زایلن به جدا شدن به واسطه تفاوت چگالی است . این مشکل هم در مخزن اختلاط رو زمینی وهم درچاه به وجود می اید . ترپن به سادگی قابلیت انتشار در آب ، آب نمک رقیق یا حلال های اسیدی بدون احتیاج به مقدار زیادی انرژی برشی اختلاط است [۵]

به منظور جلوگیری از کاهش نفوذپذیری نسبی نفت ، سیال های انگیزشی نیازمند ابقا سازند در حالت آب دوست هستند و همین موضوع چالش دیگراستفاده از حلال های آروماتیکی است که تمایل به نفت دوست نمودن سازند دارند

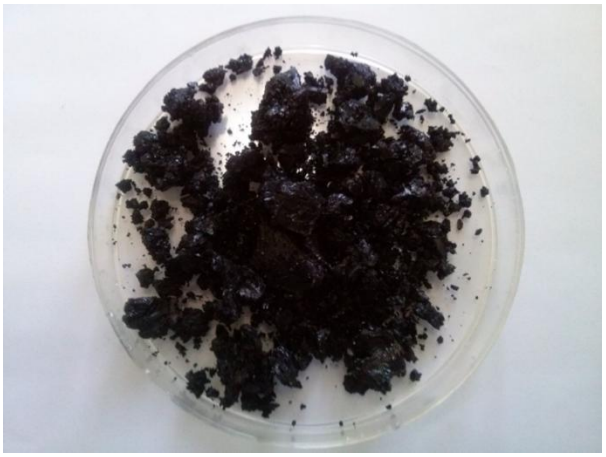
جمیز کرتیس و همکاران قابلیت ترشوندگی حلال ترپن با دیگر حلال ها مقایسه و مشخص شد که حلال ترپن شرایط آب دوست را کاملا مهیا نموده و باعث افزایش نفوذ پذیری نسبی نفت می گردد که خود باعث عدم جذب آسفالتین توسط سطح سازند می گردد [۵] .متاسفانه تا کنون در کشور ما بر روی تاثیرات ترپن ها در صنایع نفت تحقیقات خاصی صورت نگرفته است . جا دارد با بررسی علمی و پژوهشی در این مورد ، شرایط را برای استفاده بیشتر از این ماده به جای حلال های مخربی مانند زایلن فراهم اورده شود .

## ۳- مواد و روش آزمایش.

### ۳-۱- مواد استفاده شده در آزمایش

برای بررسی میزان حلالیت حلال های مختلف بروی آسفالتین ، از نمونه آسفالتین یکی از چاه های جنوب غربی ایران استفاده شده است .. مشخصات فنی چاه به این ترتیب می باشد .

دمای ابتدا چاه متوسط ۴۰ تا ۴۵ درجه سانتی گراد و دمای انتهای چاه متوسط بین ۸۵ تا ۹۰ درجه سانتی گراد می باشد . فشار ابتدای چاه ۱۳۲۹,۹psi و انتهای چاه ۳۲۴۹psi و دارای ارتفاع ۲۶۹۴ متر است .



شکل ۲ - نمونه آسفالتین

برای مشخص کردن ماهیت عناصر فلزی موجود در نمونه آسفالتین از آزمایش ICP استفاده شده است . مراحل کار به ترتیب است که ابتدا نمونه را می سوزانند سپس با استفاده از خاکستر نمونه اقدام به تست عناصر موجود در نمونه می کنند . برای مشخص کردن عناصر اصلی هیدروژن ،کربن ،نیتروژن و سلوفور تست CHNS انجام شده تا این عناصر اصلی رسوب آسفالتین نیز اندازه گیری شود .



ایران، cs.isi.pjs@gmail.com (الزامی)

**جدول ۱- محتوی مواد آلی و معدنی موجود در رسوب آسفالتین**

| نمونه | محتوی معدنی درصد وزنی | محتوی آلی درصد وزنی |
|---|---|---|
| ۱ | 2.50 | 97.5 |

**جدول ۲- محتوی نیتروژن ،کربن و هیدروژن در رسوب آسفالتین**

| نام | وزن نمونه (گرم) | نیتروژن ٪ | کربن ٪ | هیدروژن٪ |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | 0.0921 | 1,629 | 79.45 | 8,863 |
| ۲ | 0.1033 | 1,203 | 79.15 | 8,916 |

**جدول ۳ - محتوی سولفور در رسوب آسفالتین**

| نام | وزن نمونه (گرم) | سولفور ٪ |
|---|---|---|
| ۱ | 0.1795 | 7.58 |
| ۲ | 0.2091 | 7.35 |

جدول ۴ - عناصر موجود در رسوب آسفالتین

| عنصر | غلظت (ppm) |
|---|---|
| **Al** | 2557.6 |
| **Ca** | 10557 |
| **Cu** | 12.68 |
| **Fe** | 4944.4 |
| **K** | 970 |
| **Mg** | 2292.3 |
| **Na** | 11248 |
| **Ni** | 124.4 |
| **V** | 330.86 |
| **Zn** | 25.85 |

حلال ها و کمک حلال های استفاده شده در این پژوهش :

۱- زایلن ۲- تولوئن ۳- نفت سفید ۴- گازوئیل ۵-ترپن ۶- اتانول

## ۳-۲ روش آزمایش

ابتدا کلوخه آسفالتین برای جداسازی مقدار اندک مواد معدنی درون ان ، در مقدار کافی از حلال تولوئن ریخته توسط دستگاه تکان دهنده به مدت ۱۵ دقیقه ان را کامل حل کرده . سپس با استفاده از قیف بوخنر و پمپ خلاء با فیلتر شماره ۴۱ واتمن اقدام به صاف کردن محلول می کنیم . پس از صاف کردن محلول ، محلول را در زیر هود قرار داده تا حلال تولوئن که بسیار فرار است ، وارد محیط شود . پس از جدا شدن تولوئن کلوخه آسفالتین کاملا از مواد آلی تشکیل شده و برای شروع تست آماده است .

در ابتدا میزان مشخص از آسفالتین برای تست مشخص می شود . با توجه به اینکه تست در مقیاس آزمایشگاهی صورت می گیرد و با توجه به مقالات دیگر میزان ۰,۴ گرم آسفالتین برای کلیه تست های مقایسه ای انتخاب می شود

سپس میزان حلال برای حل نمودن آسفالتین مشخص می شود . با توجه به رقابتی بودن تست و پیدا کردن بهترین عملکرد از میزان ۳۰ سی سی حلال استفاده می شود . علت انتخاب این موضوع این است این مقدار توانایی حل کردن ۰,۴ گرم آسفالتین را توسط حلال های مشخص داشته و این مقدار می تواند معیار مناسبی برای پیدا کردن حلال مناسب باشد .( با توجه به مقالات گذشته این میزان حلال برای این مقدار آسفالتین مناسب است و اگر حلالی بخواهد رقابت کند با این مقدار می تواند میزان رقابت سنجی آن را دید )

### ۳-۲-۱ مراحل انجام تست در شرایط اتمسفریک

ابتدا میزان ۰,۴ گرم از آسفالتین توسط ترازو وزن کرده درون ظرف نمونه آزمایش قرار داده می شود . میزان ۳۰ سی سی از حلال مورد نظر توسط پیپت جدا شد درون ظرف نمونه برروی آسفالتین ریخته می شود ظرف نمونه آزمایش را به مدت ۱ الی ۲ دقیقه به صورت مداوم تکان داده تا تمام آسفاتین موجود در درون حلال حل شده و چیزی از آسفالتین باقی نماند . ۲۰ دقیقه زمان ماند به محلول داده می شود فیلتر شماره ۴۲ واتمن (۲/۷ میکرو ) را به وسیله ترازو وزن کرده. پس از گذشت مدت زمان مشخص در شرایط اتمسفریک فیلتر را درون قیف بوخنر قرار داده با اتصال ارلن خلاء به پمپ مکنده هوا شرایط خلاء ایجاد می شود. سپس محلول را بروی فیلتر ریخته می شود بعد از انجام مرحله فیلتر کردن ، فیلتر از قیف جدا شده به درون اون[۵] در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۱۸۰ دقیق قرار داده تا به صورت کامل خشک شود پس از خشک شدن فیلتر دوباره وزن می شود . اختلاف بین وزن اولیه فیلتر و وزن نهایی آن میزان آسفالتین نامحلول را مشخص کرد . به این ترتیب می توان درصد حلالیت را از فرمول زیر بدست می آید

$$\text{درصد حلالیت} = ۱۰۰ - \left( \frac{\text{وزن ابتدایی فیلتر} - \text{وزن نهایی فیلتر}}{\text{وزن آسفالتین}} \right) \times ۱۰۰$$

### ۳-۲-۲ مراحل آزمایش در شرایط در دمایی

تمامی مراحل شرایط اتمسفریک دراین مرحله تکرار خواهد شد با یک تفاوت : پس از اضافه کردن حلال به آسفالتین و تکان دادن ظرف به مدت ۱ الی دو دقیقه ، ظرف نمونه گیری را درون حمام آب قرار داده . دمای مورد نظر را انتخاب کرده به مدت ۱ ساعت درون حمام آب قرار می گیرد پس از این مدت دوباره مراحل فیلتر کردن

[۵] owen

محلول به طور کامل اجرا می شود .مدت زمان قرارگیری درون حمام و دمای آن در مراحل مختلف آزمایش قابل تغییر می باشد

**۴ – نتایج**

هدف از این بررسی پیدا کردن حلال های جایگزین و یا کم کردن میزان مصرفی حلال های آروماتیکی ، که بسیار خطرناک برای محیط زیست و محیط کار می باشند ، است . پس لازمه این بررسی انجام آزمایش در هردو این مسیرها می باشد

**۴-۱- حلال های آروماتیکی**

در ابتدا درصد حلالیت حلال های آروماتیکی را مورد بررسی قرار داده شد . نتایج شکل ۳ بذست می اید .

سپس از کمک حلال های گازوئیل و نفت سفید برای کمتر کردن استفاده از حلال های آروماتیکی استفاده شد. این کار در درصد های مختلفی از حلال آروماتیکی صورت گرفت ( شکل ۴و۵ )

با توجه به نتایج ذکر شده میزان ۵۰ درصد از زایلن با نفت سفید مقدار مفید و با درصد حلالیت قابل توجه استبا توجه به دمای چاه ، تست در شرایط دمایی ابتدا و انتهای چاه برای درصد ۵۰ از کمک حلال ها تکرار می شود .( شکل ۶و۷)

مشخصا در درصد حلالیت با فزایش دما ، افزایش می یابد

**۴-۲- ترپن** .

همانطور که معرفی شد ترپن از حلال های آروماتیکی برپایه گیاهی هستند که در مقایسه با زایلن ، سرعت زیست تجدید ذیری بیشتر و خواص سمی و قابلیت اشتعال کمتری دارند

عملکرد ترپن به تنهایی درصد بسیار مناسبی را ایجاد کرده است . هرچند که عملکرد مناسبی با کمک حلال ها را دارا نیست .(شکل ۸و۹). در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد عملکرد ترپن بسار مناسبتر نیز شده است

.

**۵- نتیجه گیری و بحث**

برای مشخص کرد این نکته آیا حلال معرفی شده دارای عمکرد مناسب هست یا خیر باید چهار مشخصه زیر را داشته باشد

۱- درصد حلالیت مناسب در حد زایلن ۲- حلال بایستی نقطه اشتعال بالاتری نسبت به نقطه اشتعال زایلن داشته باشد( از نظر ایمنی در موقع تزریق به چاه ) ۳- کم کردن اثرات مخرب محیط زیستی که زایلن برای محیط به وجود می اورد ۴- کم کردن هزینه حلال مصرفی

. نفت سفید عملکرد بسیار عالی به همراه زایلن دارد و در درصد های مختلف عملکرد عالی از خود به جای گذاشته است . ترکیب ۵۰ درصد از نفت سفید و زایلن عملکردی بسیار بالاتر از زایلن و گازوئیل دارد . در شرایط دمایی نیز عملکرد مناسب از خود به جای گذاشته است . این کمک حلال باعث می شود که از میزان حلال اصلی به مقدار زیادی کاهش یابد .

نسبت به ۴ فاکتور ذکر شده نیز:

۱-دارای حلالیت مناسب ۲- نقطه اشتعال بالاتر ۳- کم مخربتر نسبت به زایلن به علت کم کردن میزان زایلن ۴- کم کردن هزینه حلال ( پایین بودن قیمت نفت سفید نسبت به زایلن )

ترپن ها نسبت به بقیه حلال های آروماتیکی مزایای بسیار زیادتری در زمینه حل کردن آسفالتین دارا می باشند . در نتیجه با استفاده از این حلال به جای زایلن می توان به طور کلی تمام مضرات زایلن را حذف کرد . این حلال می تواند در اینده جانشین حلال های آروماتیکی در صنایع مختلف شود . اثرات مخرب انها را کاهش دهد .

نسبت به ۴ فاکتور ذکر شده

۱- درصد حلالیت مناسب دارا است ۲- به طور کلی دارای نقطه اشتعال بالاتری نسبت به زایلن دارا است ( فصل دوم ) ۳- سرعت زیست تجدید پذیری بیشتر و خواص سمی کمتری نسبت به زایلن می باشد ۴- از نظر قیمت نسبت به زایلن به صرفه تر است .

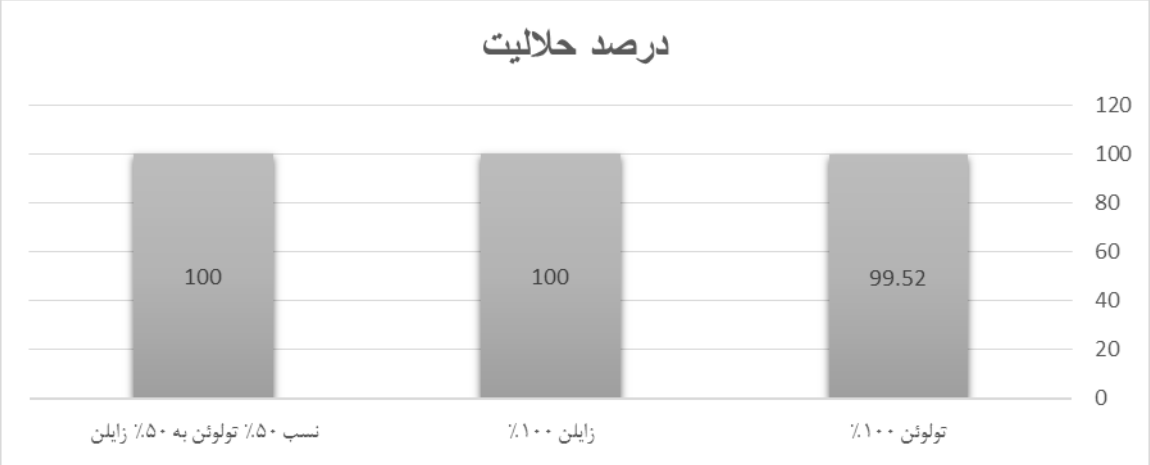
درکل این پژوهش سعی بر ان داشت که نشان دهد که می توان میزان استفاده از زایلن در چاه ها را کاهش داد و حلال های کم خطرتر از زایلن را جایگزین کرد . استفاده از نفت سفید و ترپن یک نمونه از این حلال ها هستند که از ۴ منظر ذکر شده می توانند بسیار مقرون به صرفه باشد

**۶- تشکر و قدرانی**

با تشکر از پژوهشگاه صنعت نفت ، پژوهشکده مهندسی نفت که امکانات مناسب برای انجام تستهای گوناگون را برای انجام این پژوهش آماده کردند



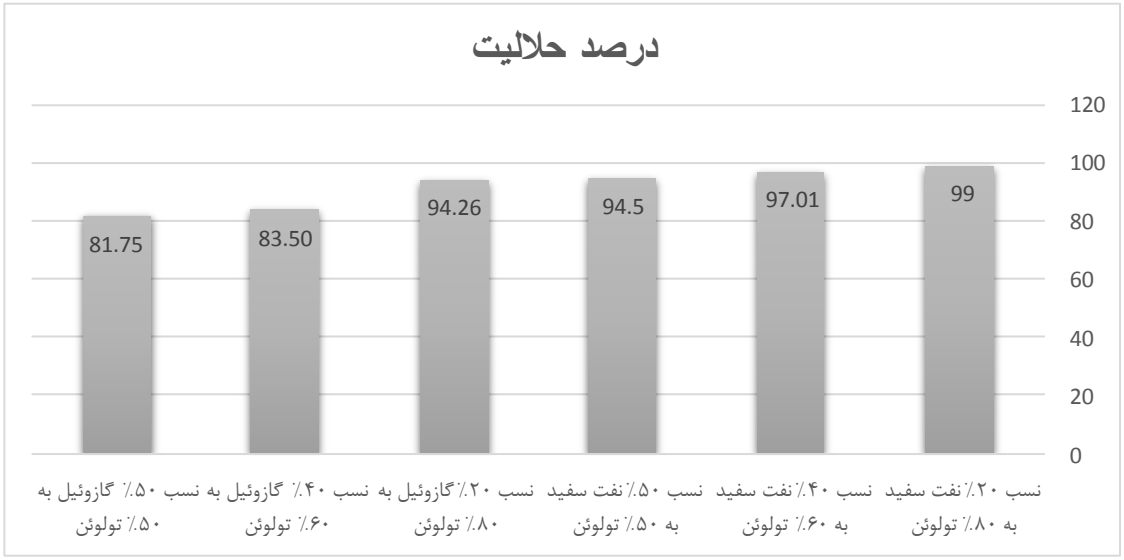
ایران، cs.isi.pjs@gmail.com (الزامی)



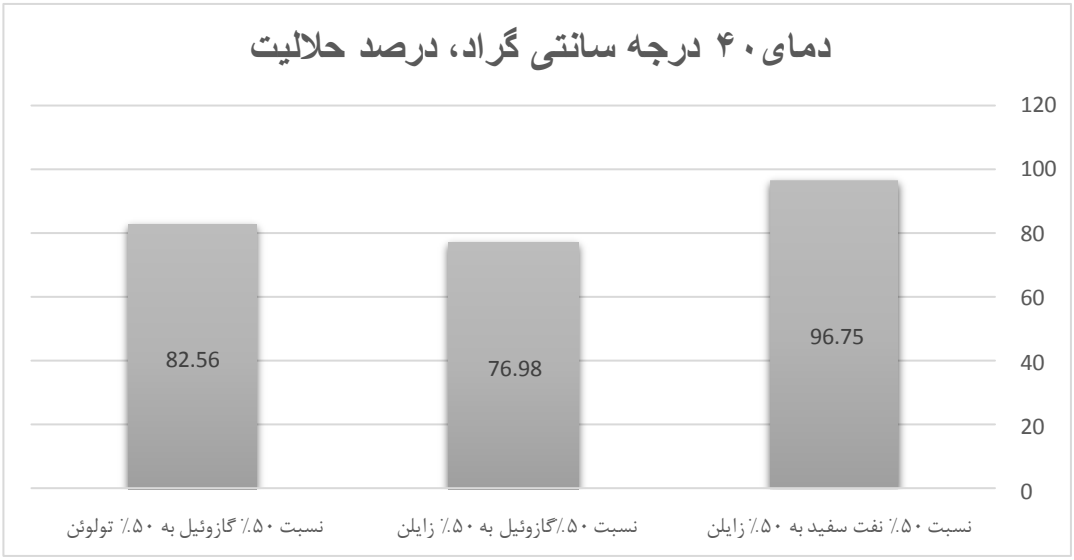

شکل ۳ - درصد حلالیت حلال آروماتیکی زایلن و تولئن

شکل ۴ - درصد حلالیت زایلن با درصد های مختلف از کمک حلال های نفت سفید و گازوئیل

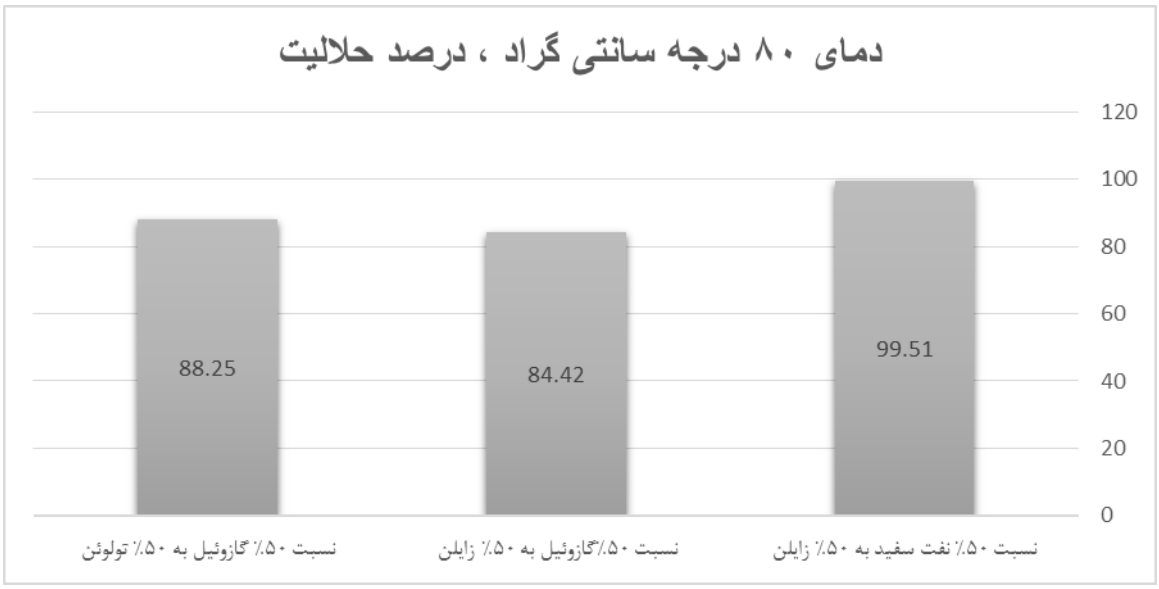

ایران، cs.isi.pjs@gmail.com (الزامی)



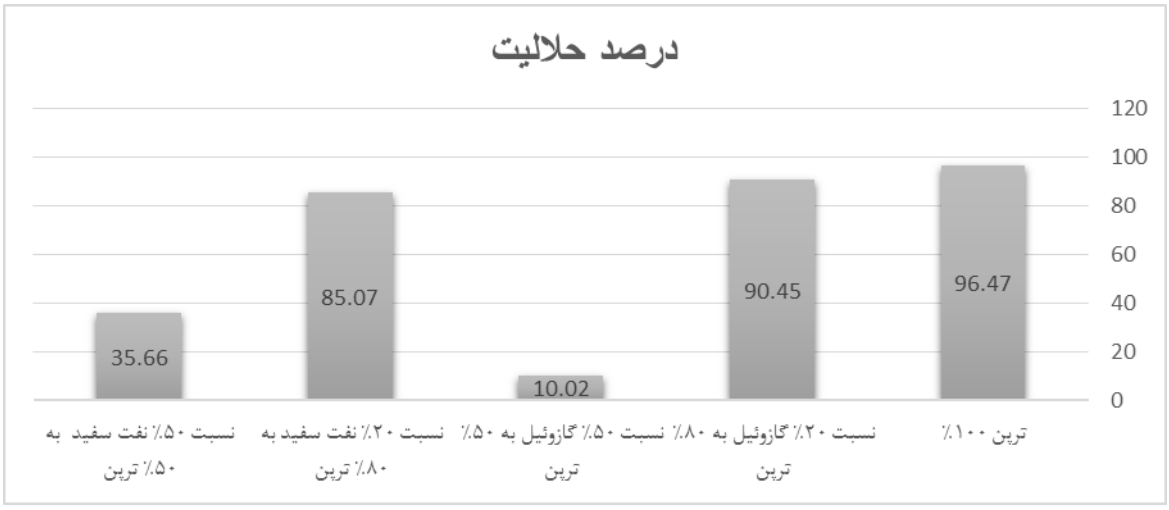

شکل ۵ -درصد حلالیت تولوئن با درصد های مختلف از کمک حلال های نقت سفید و گازوئیل



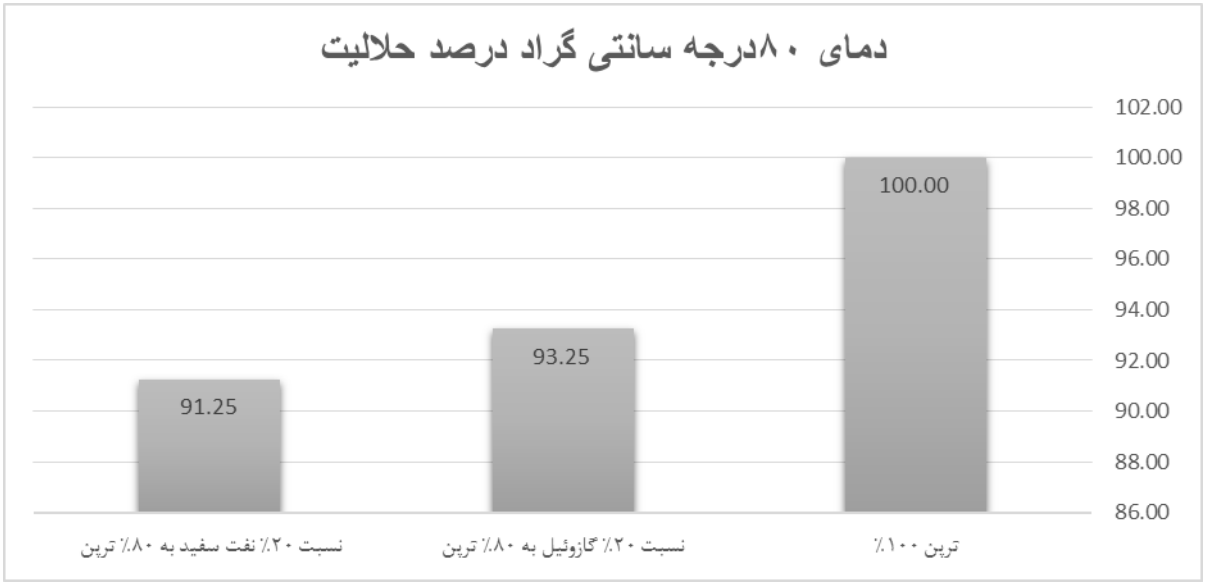

شکل ۶- درصد حلالیت ۵۰درصد از زایلن وتولوئن با نفت سفید و گازویل در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد




شکل ۷ - درصد حلالیت ۵۰درصد از زایلن وتولوئن با نفت سفید و گازویل در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد




شکل۸ - درصد حلالیت ترپن و کمک حلال های نفت سفید و گازویل




شکل ۹- درصد حلالیت ترپن و کمک حلال های نفت سفید و گازویل در دمای ۸۰

مراجع

[1] Lightford, S., Pitoni, E., Armesi, F. and Mauri, L. 2006. Development and Field Use of Novel Solvent-Asphaltene Water Emulsion for the Removal of Deposits in Fracture Carbonate Formations. Paper SPE 101022 presented at the SPE Annual Technical Exhibition, San Antonio,Texas, USA, Conference and 24–27 September. doi: 0.2118/101022-m

[2] Minssieux, L. 1997. Core Damage from Crude Asphaltene Deposition. Paper SPE 37250 presented in the SPE International Symposium on Oilfield Chemistry, Houston, Texas,USA, 18–21 February. doi: 10.2118/37250-Ms

[3] Trbovich, M. G. and King, G. E., “Asphaltene Deposit Removal: Long Lasting Treatment with a at the Co-Solvent,” paper SPE 21038 presented 1991 SPE International Symposium on Oilfield Chemistry, Anaheim, California, 20–22 Feb

[4] Jeffries-Harris, M. J. and Coppel, C. P., “Solvent Stimulation in Low Gravity Oil Reservoirs,” JPT(Feb 1969) 167–175

[5] Curtis, J., “Environmentally Favorable Terpene Solvents Find Diverse Applications in Stimulation,Sand Control and Cementing Operations,” paper SPE 84124 presented at the 2003 SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Denver, Colorado, 5–8 Oct

۶. م . زویداویان پور ، ر . شادی زاده ، ا. هاشمی . عملیات انگیزش چاهای نفت و گاز به وسیله حلال زایلن ، ماهنامه اکتشاف و تولید ، شماره ۹۴ ، مهرماه ۱۳۹۱

[7] Zoveidavianpoor. M , Samsuri .A and Shadizadeh S.R , Health, Safety, and Environmental Challenges Of Xylene in Upstreme Petrolum Industry Energy & Environment· Vol. 23, No. 8, 2012

[8] Salgaonkar. L , Danait . A , Environmentally Acceptable Emulsion System: An Effective Approach for Removal of Asphaltene Deposits , SPE Saudi Arabia Section Technical Symposium and Exhibition held in Al-Khobar, Saudi Arabia, 8–11 April 2012