

مقایسه فنی و اقتصادی حلالهای مختلف جهت حذف مواد واکسی ترسیب شده در رشته تولید آزمایشی نفت از چاه سردار جنگل ۲

Technical and Economic Comparison Of Various Solvents To Remove Wax Deposition In Sardar Jangal-2 Well Test Production String

مسعود متین فرد ، کارشناس ارشد مهندس شیمی از دانشگاه صنعتی شریف، m.matinfard@kepcو.ir ، شرکت نفت خزر (شماره پرسنلی: ۵۳۷۰۳۷)، آدرس محل کار: تهران- خیابان خالد اسلامبولی- خیابان وزراء- خیابان نهم- پلاک ۱۵- شرکت نفت خزر، شماره تلفن: ۸۸۷۲۲۴۳۰ داخلی (۱۳۳) و شماره همراه: ۰۹۱۲۸۲۴۵۶۵۸، سوابق کاری: شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب ۱۳ سال / شرکت نفت خزر ؛ مدیریت اکتشاف ؛ رئیس نظارت بر عملیات آزمایش و تکمیل چاه ۵ سال

۱- چکیده:

باتوجه به وجود مواد واکسی در نفت تولیدی از میدان سردار جنگل در دریای خزر و پایین بودن دمای آب در بستر دریا در عمق متوسط ۷۰۰ متری که حدود ۴ تا ۶ درجه سانتی گراد تخمین زده می شود، ترسیب مواد واکسی در رشته تولید آزمایشی منجر به انسداد کامل رشته استخراج در اولین چاه اکتشافی این میدان (چاه سردار جنگل ۱) شد. باتوجه به اینکه روش استفاده از حلال به منظور زدودن رسوبات واکس از جداره داخلی لوله تولید در دنیا رایج است روش استفاده از حلال شستشو دهنده توسط دستگاه لوله مغزی سیار در چاه سردار جنگل -۲ در دریای خزر مورد استفاده قرار گرفت. از آنجاییکه انتخاب نوع حلال از نظر عملکرد، اثرات زیست محیطی و هزینه های اقتصادی پارامترهای مهمی محسوب می گردد لذا حلال های مختلفی از جمله تولوئن، زایلین، بنزن، TN45، ACM APD200، نفت سفید و گازوئیل مورد آزمایش قرار گرفت که در این مقاله نتایج مقایسه این حلالها از نظر میزان انحلال پذیری، اثرات زیست محیطی و هزینه های اقتصادی ارایه شده است.

واژگان کلیدی: مواد واکسی ، نفت سفید، ترکیبات BTEX، میدان سردار جنگل، آب عمیق.

Abstract:

Regarding presence of waxy components in the oil produced from Sardar Jangal reservoir, in Caspian Sea and low water temperature at average seabed depth of 700 meters which is nearly 4 to 6 °C, wax deposition during well test had plugged the production string in first exploration well in the Sardar Jangal field (well SRJ-X1). Using solvent to remove the deposited wax inside the production string is one of the most common methods in the oil industry worldwide. In this regard, solvent has been used in Sardar Jangal-2 well employing coiled tubing. Selection of solvent for this purpose can be affected by several factors including solvent solubility, environmental impact and economical expenses. Regarding this, several solvents including Toluene, Xylene, Benzene, ACM APD200, TN45, Kerosene, and Gasoline have been tested. In this paper the results of solvent solubility, environmental and economical analysis present to select the best one for wax removal in Sardar Jangal field.

Keywords: Waxy Components; Kerosene; BTEX; Sardar Jangal Field; Deep water

۲ - مقدمه:

یکی از چالشهای بسیار مهم در مبحث آبهای عمیق وجود مواد واکسی در نفت تولیدی از برخی مخازن بوده که می تواند باعث تشدید دو عامل ریسک و هزینه در عملیات تولید از میادین نفت و گاز واقع در آبهای عمیق گردد. تشکیل رسوبات در نفت خام

چه در داخل مخازن و چه در خطوط لوله تولید یا انتقال، به دلیل دارا بودن مواد سنگینی چون واکسها، آسفالتینها و رزینها و در اثر تغییر شرایط محیط در داخل یا خارج تاسیسات، می‌تواند مشکلات فراوانی در طول مسیر تولید، انتقال و ذخیره نفت ایجاد کند. مشکلات ناشی از تشکیل رسوبات از ساده‌ترین آن که افزایش ویسکوزیته نفت است تا بحرانی‌ترین وضعیت که بسته شدن چاه و یا توقف عملیات بهره‌برداری و تولید نفت است، خسارت فراوانی ایجاد می‌کند.

کریستالیزاسیون ترکیبات پارافینی با وزن مولکولی و دمای ذوب بالا در سیالات نفتی، تحت شرایطی معین مانند قرار گرفتن در یک محیط سرد، منجر به تشکیل یک فاز جامد می‌شود که با عنوان فاز واکس شناخته می‌شود.

۳- برطرف‌سازی رسوب واکس:

روش‌های متعددی جهت کنترل و برطرف‌سازی رسوب واکس در واحدهای عملیاتی بکار گرفته می‌شود لیکن تولید و انتقال نفت خام در یک مسیر طولانی زیر دریا نیاز به برنامه‌ریزی خاص دارد. استراتژی‌های کنترلی و مدیریت واکس شامل یک یا چند تا از روشهای زیر می‌شود: [4].

- ۱ - توپک رانی خطوط لوله.
- ۲ - عایقکاری حرارتی و گرم کردن خطوط لوله .
- ۳ - تزریق ممانعت‌کننده.
- ۴ - استفاده از لوله مغزی سیار.

چنانچه مواد واکسی در داخل لوله رسوب کرده باشد روش متعارف حذف آن، توپک رانی می‌باشد. در این حالت لایه واکس که بصورت جامد ترسیب شده است توسط توپک تراشیده می‌شود.

ممانعت‌کننده‌های شیمیایی می‌تواند در کنترل ترسیب واکس کمک نماید اگرچه این مواد در حذف رسوب واکس همیشه موثر نبوده و ضمناً گران قیمت نیز می‌باشند.

در مواردی مانند خطوط لوله تولید زیر دریا در آبهای عمیق که استفاده از عملیات توپک رانی عملی نیست، فرآیند ترسیب واکس توسط نگهداشتن دمای خط لوله بالاتر از دمای ابری شدن کنترل می‌شود.

استفاده از تکنولوژی لوله مغزی سیار ابزار بسیار مهمی در تمیزسازی ستون چاه می‌باشد.

در این حالت، حلال شستشو دهنده‌ی مورد نظر از طریق نازلها و با فشار زیاد به داخل لوله تولید هدایت شده و عملیات زدودن و حذف مواد واکسی چسبیده به جداره لوله را انجام می‌دهد. راندمان این روش به مشخصات حلال از نظر قدرت انحلال واکس و میزان حلال مصرفی بستگی مستقیم دارد. زمانیکه حلال در تماس با واکس قرار می‌گیرد جامدات ترسیب شده شروع به حل شدن در حلال می‌کند تا حلال به درجه اشباع از واکس برسد. اگرچه این روش در اغلب مواقع موفقیت آمیز است لیکن از نظر اقتصادی گران می‌باشد.

۳- شستشو با حلال:

روش استفاده از حلال بمنظور زدودن رسوبات واکس از جداره داخلی لوله تولید در دنیا رایج بوده و لیکن در انتخاب نوع حلال از نظر عملکرد، اثرات زیست محیطی و هزینه باید دقت نمود.

با توجه به وجود مواد واکسی در نفت تولیدی از میدان سردار جنگل در دریای خزر و پایین بودن دمای آب در بستر دریا در عمق ۷۰۰ متری که حدود ۴ تا ۶ درجه سانتیگراد تخمین زده می‌شود، مشکل ترسیب مواد واکسی در رشته تولید آزمایشی منجر به انسداد کامل رشته استخراج در اولین چاه اکتشافی این میدان (چاه سردار جنگل ۱) شد. لذا این موضوع بعنوان یک چالش مورد توجه قرار گرفت. در این راستا کلیه راهکارهای علمی و عملی جهت جلوگیری از ترسیب واکس در مسیر استخراج و تولید بررسی گردید و باتوجه به شرایط خاص آب عمیق دریای خزر روش استفاده از حلال شستشو دهنده توسط دستگاه لوله مغزی سیار انتخاب گردید.

در این مقاله بمنظور رفع مشکل انسداد ناشی از رسوب واکس در لوله تولید آزمایشی از چاه سردار جنگل ۲ در دریای خزر حلالهای مختلفی از جمله تولوئن، زایلین، بنزن، ACM APD200، نفت سفید و گازوئیل و TN45 مورد آزمایش قرار گرفت که از نظر راندمان و میزان انحلال پذیری، اثرات زیست محیطی و از نظر هزینه مقایسه شده‌اند.

۴ - انتخاب حلال:

بمنظور شناسایی و انتخاب حلال مناسب واکس، پس از انجام مطالعات کتابخانه‌ای و مطالعه تجارب عملی موجود در میادین نفتی ایران با مقایسه مشخصات نفت موجود با نفت سایر میادین و بهره‌گیری از تجارب موجود در کشور، شش حلال بنزن، تولوئن، زایلین و نفت سفید، گازوئیل و حلال تجاری ACM APD200 پیشنهادی یکی از شرکتهای تامین کننده مواد شیمیایی جهت بررسی عملکرد و مقایسه انتخاب گردید.

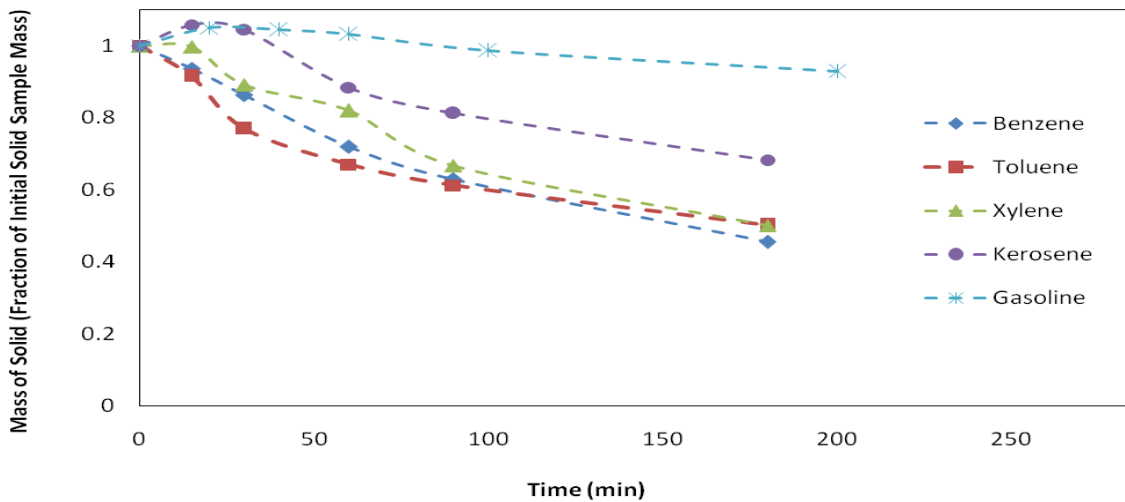
تاثیر این حلالها بر روی رسوبات واکس در شرایط مختلف دمایی و غلظت حلال، طی یک برنامه آزمایشگاهی بررسی شد که نتایج آن در زیر به تفصیل ارائه می‌گردد. لازم بذکر است آزمایشات مورد نظر در یکی از دانشگاههای کشور و همچنین اداره شیمیایی شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب انجام گرفته و نتایج مقایسه شده‌اند.

۱. نتایج آزمایشات بررسی میزان انحلال پذیری رسوب واکس (در مرکز دانشگاهی):

به منظور بررسی قابلیت حل شوندگی نمونه رسوب در حلالهای مختلف، ابتدا مقدار مشخصی از واکس جامد، به صورت یک توده جامد با جرمی در حدود ۸ گرم، تهیه شد. سپس، توده جامد واکس در یک لوله آزمایش در بسته، محتوی 25 cc از حلال مورد نظر، در دمای آزمایشگاه (25 °C) قرار داده شد. در طول زمان توده جامد واکس از لوله خارج شده، توزین آن به منظور بررسی میزان حل شوندگی آن در حلال مورد نظر انجام گردید. شکل ۱ میزان تغییرات جرم توده واکس را به صورت نسبت جرم توده در هر زمان به جرم اولیه آن، در اثر حل شدن در حلالهای مختلف نشان می‌دهد. مقادیر رسوب در زمانهای مختلف در حضور حلالهای مورد نظر در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج به دست آمده، بیانگر آن است که انحلال توده واکسی در حضور گازوئیل به‌طور محسوسی از سایر حلالهای استفاده شده کمتر است [۱].

جدول ۱. وزن رسوب در زمانهای مختلف با استفاده از حلالهای متفاوت در دمای 25 °C (آزمایش ۱).

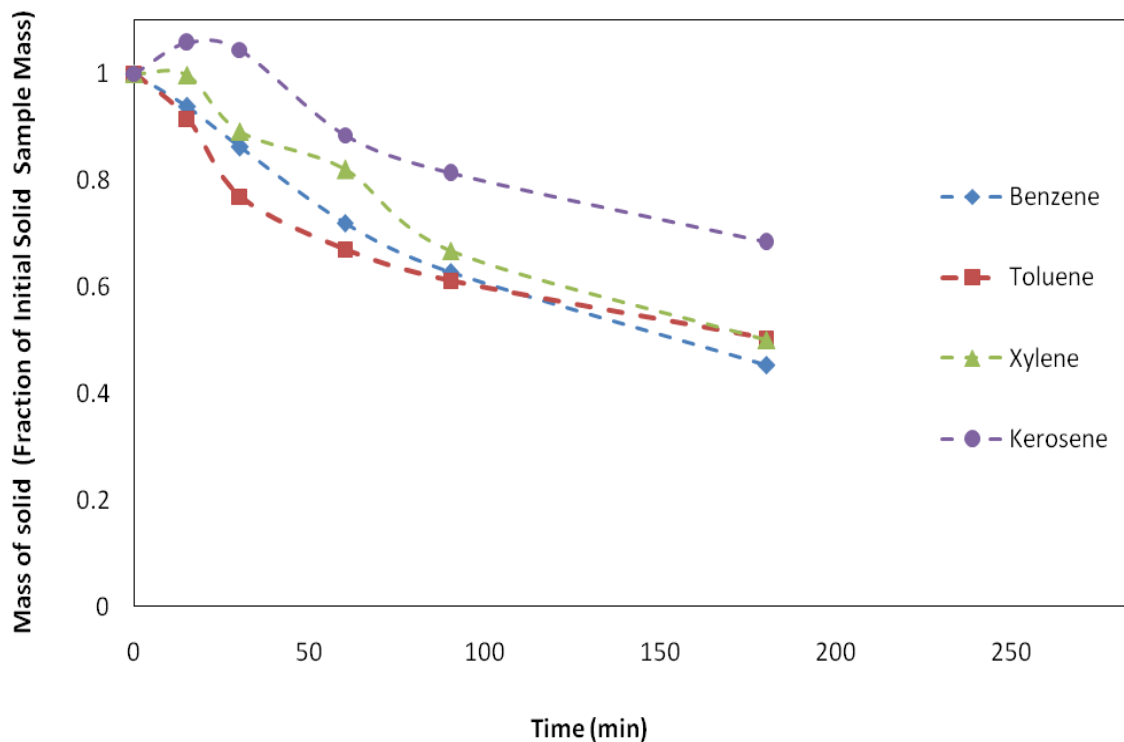
بنزن		تولوئن		زایلین		نفت سفید		گازوئیل	
T(min)	wt(gr)	T(min)	wt(gr)	T(min)	wt(gr)	T(min)	wt(gr)	T(min)	wt(gr)
0	7.876	0	8.044	0	8.098	0	7.201	0	7.562
20	6.600	20	7.600	20	8.015	20	7.398	20	7.943
40	6.294	40	6.642	40	6.502	40	7.169	40	7.898
60	5.862	60	5.816	60	6.187	60	6.889	60	7.798
100	5.592	100	5.365	100	5.111	100	6.576	100	7.452
200	3.287	200	4.02	200	3.82	200	3.775	200	7.019



شکل ۱. تأثیر حلال‌های مختلف بر روی تغییرات وزن رسوب به صورت کسری از وزن رسوب اولیه در دمای 25 °C (آزمایش ۱).

حلال‌های آلی (بنزن، تولوئن و زایلن) در مقایسه با نفت سفید توانایی بیشتری در انحلال توده واکسی دارند. لازم به ذکر است در طول انجام آزمایشات، توده واکسی استفاده شده در حضور حلال‌های آلی پس از 200 دقیقه کاملاً نرم شده و دیگر قابلیت توزین نداشت، در حالی که توده‌های واکس در حضور نفت سفید و گازوئیل همچنان حالت جامد خود را حفظ کرده بودند.

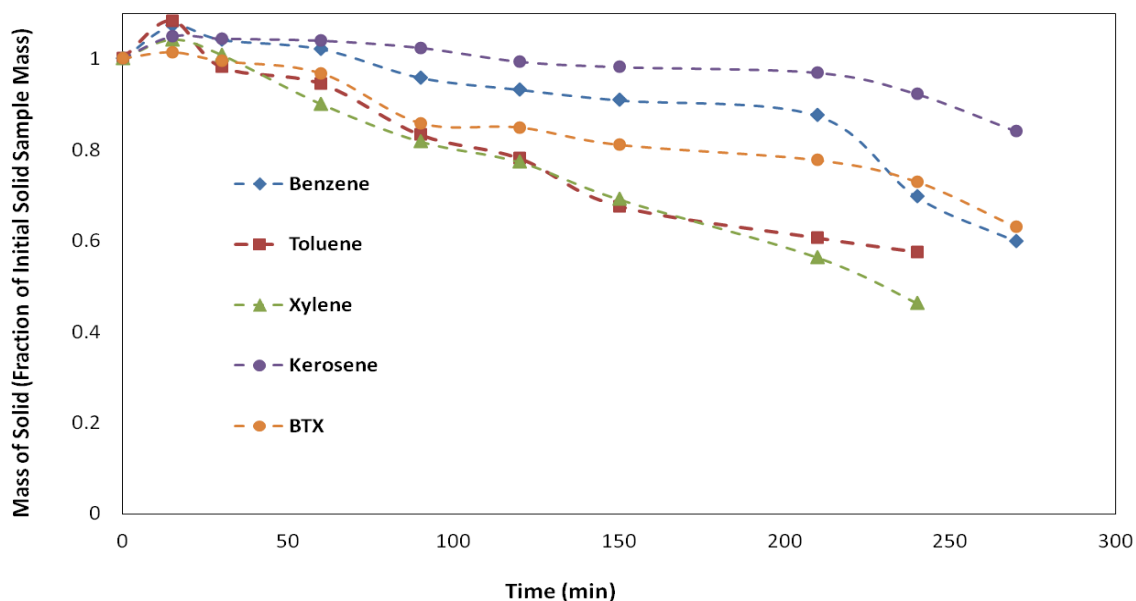
به منظور بررسی تکرارپذیری آزمایش‌ها، تست‌های فوق با استفاده از حلال‌های بنزن، تولوئن، زایلن و نفت سفید تکرار شده است که نتایج مشابهی از قابلیت انحلال‌پذیری رسوب در حلال‌های مذکور به دست آمده است (شکل ۲).



شکل ۲. تأثیر حلال‌های مختلف بر روی تغییرات وزن رسوب به صورت کسری از وزن رسوب اولیه در دمای 25 °C (آزمایش ۲).

۱.۱. تاثیر دما بر حل شونده‌ها در حلال‌های مختلف

به منظور بررسی تاثیر دما بر روی عملکرد حلال‌های مختلف، آزمایش‌های بررسی اثر حلال‌ها بر روی تغییرات وزن نمونه‌های رسوب مواد واکسی در دمای 5 °C نیز، انجام شده است که نتایج به دست آمده، در شکل ۳ و جدول ۳ ارائه گردیده است. باتوجه به نتایج به دست آمده در دماهای 5 و 25 درجه سانتیگراد (شکل‌های ۳-۱ و ۳-۲)، عملکرد حلال‌های تولوئن و زایلن در مقایسه با حلال‌های دیگر بهتر بوده است.



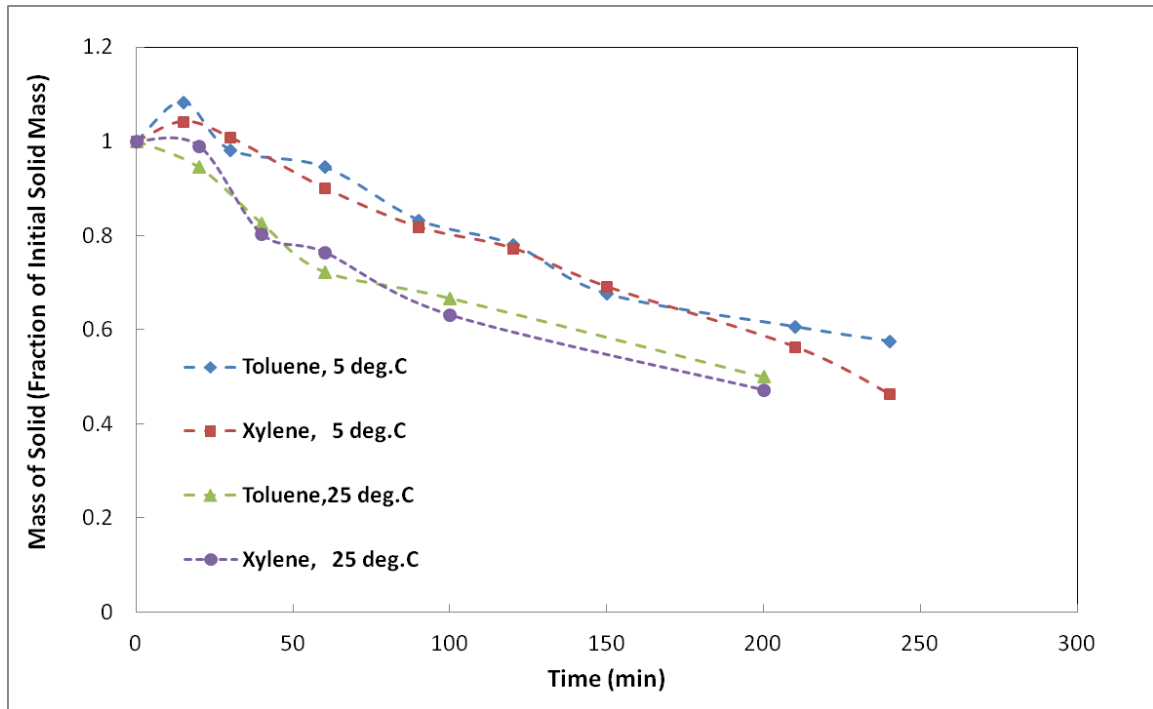
شکل ۳. تاثیر حلال‌های مختلف بر روی تغییرات وزن رسوب به صورت کسری از وزن رسوب اولیه در دمای 5 °C (آزمایش ۳)

جدول ۳. وزن رسوب در زمان‌های مختلف با استفاده از حلال‌های متفاوت در دمای 5 °C (آزمایش ۳)

بنزن		تولوئن		زایلن		نفت سفید		BTX	
T(min)	wt(gr)	T(min)	wt(gr)	T(min)	wt(gr)	T(min)	wt(gr)	T(min)	wt(gr)
0	8.010	0	8.867	0	8.635	0	8.458	0	12.068
15	8.590	15	9.607	15	8.997	15	8.868	15	12.236
30	8.347	30	8.700	30	8.704	30	8.827	30	12.000
60	8.184	60	8.379	60	7.775	60	8.789	60	11.679
90	7.679	90	7.381	90	7.062	90	8.656	90	10.357
120	7.469	120	6.921	120	6.672	120	8.400	120	10.240
150	7.283	150	5.991	150	5.967	150	8.300	150	9.781
210	7.010	210	5.372	210	4.863	210	8.193	210	9.372
240	5.580	240	5.100	240	4.000	240	7.800	240	8.800
270	4.800	270	-	270	-	270	7.110	270	7.600

۱.۲. مقایسه تاثیر دما بر حل شونده‌گی در حلالهای مختلف:

نتایج به دست آمده از بررسی تاثیر حلال‌های تولوئن و زایلین بر روی تغییرات وزن رسوب به صورت کسری از وزن رسوب اولیه در دماهای مختلف در شکل ۴ مقایسه گردیده است.



شکل ۴. تاثیر حلال‌های تولوئن و زایلین بر روی تغییرات وزن رسوب به صورت کسری از وزن رسوب اولیه در دماهای ۵ °C و ۲۵ °C.

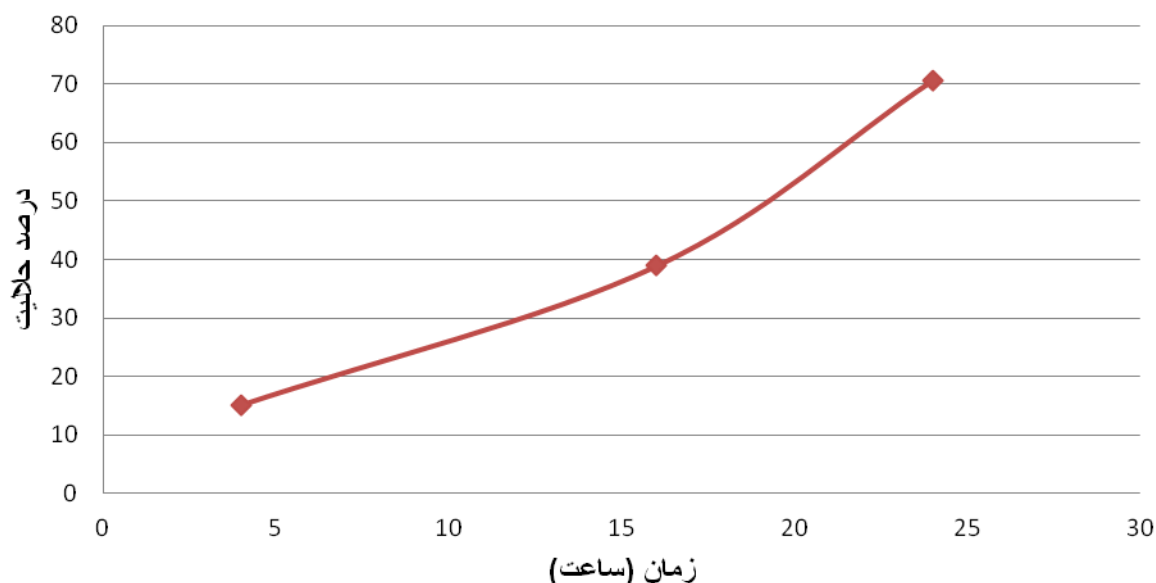
بررسی نتایج این مرکز دانشگاهی حاکی از آن است که از نظر عملکردی حلالهای نفت سفید و گازوئیل فاقد تاثیر موثر بر روی حل شونده‌گی مواد جامد واکس بوده و لذا استفاده از این حلال ها توسط مرکز دانشگاهی مربوطه پیشنهاد نگردیده است.

۲. بررسی میزان حل شونده‌گی واکس در ماده ACM APD200:

بمنظور بررسی انحلال پذیری واکس در ماده فوق‌الذکر نمونه‌های جامد با وزن اولیه مشخص داخل ظروفی محتوی ۵۰ میلی لیتر حلال قرار گرفته و نمونه در دمای ۶ درجه سانتیگراد قرار داده شد. تاثیر حلال بر واکس جامد پس از زمانهای ۴، ۱۶ و ۲۴ ساعت بررسی و میزان کاهش وزن جامد بررسی گردید که نتایج آن در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴. وزن رسوب در زمان‌های مختلف با استفاده از حلال ACM APD200 در دمای ۶ درجه سانتیگراد

نمونه	زمان تاثیر (ساعت)	وزن اولیه جامد (گرم)	وزن نهایی جامد (گرم)	وزن حل شده (گرم)	درصد حلالیت (%)
۱	۴	۳.۱۵	۲.۶۷	۰.۴۸	۱۵.۲
۲	۱۶	۳.۱۱	۱.۹	۱.۲۱	۳۸.۹
۳	۲۴	۳.۲۳	۰.۹۵	۲.۲۸	۷۰.۶



شکل ۵. نمودار درصد حلالیت در حلال ACM APD200 بر حسب زمان در دمای ۶°C

۳. نتایج آزمایش بررسی میزان انحلال پذیری رسوب واکس (اداره شیمیایی مناطق نفتخیز جنوب):

پس از بررسی‌های اولیه صورت گرفته بر روی نمونه جامد واکس ارسالی به آزمایشگاه مرکزی اداره شیمیایی و تعیین برخی مشخصه‌های فیزیکی از جمله نقطه ذوب جامد، چهار حلال بنام‌های زایلین، نفت سفید، گازوئیل و TN-45 جهت بررسی میزان حل شونده‌گی جامد واکس انتخاب شد. آزمایشات در دو حالت استاتیک و دینامیک و در بازه زمانی ۱ تا ۳ ساعت برای سه دمای مختلف انجام گردید. نتایج حاصله در جداول ۵ و ۶ و ۷ ارائه شده است [۲].

جدول ۵- مقایسه توان حلالیت حلال‌های مختلف در دمای ۷۰ سانتی‌گراد

حلال	زایلین	نفت سفید	گازوئیل	TN-45
شرایط آزمایش	میزان حلالیت (درصد وزنی)	میزان حلالیت (درصد وزنی)	میزان حلالیت (درصد وزنی)	میزان حلالیت (درصد وزنی)
یک ساعت استاتیک	۹۹,۴۵	۹۹,۵۲	۹۷,۱۱	۴۴,۵۷
یک ساعت دینامیک	۹۹,۶۵	۹۹,۲۹	۹۷,۱۹	۹۸,۷۳
سه ساعت استاتیک	۹۹,۴۹	۹۹,۵۳	۹۷,۳۲	۴۷,۵۱
سه ساعت دینامیک	۹۹,۸۰	۹۹,۶۲	۹۷,۴۰	۹۸,۷۶

جدول ۶- مقایسه توان حلالیت حلال‌های مختلف در دمای ۵۰ سانتی‌گراد

حلال	زایلین	نفت سفید	گازوئیل	TN-45
شرایط آزمایش	میزان حلالیت (درصد وزنی)	میزان حلالیت (درصد وزنی)	میزان حلالیت (درصد وزنی)	میزان حلالیت (درصد وزنی)
یک ساعت استاتیک	۷۷,۹۸	۵۷,۹۲	۹,۱۴	۱۳,۹۱
یک ساعت دینامیک	۹۹,۴۹	۹۵,۶۲	۲۲,۷۳	۳۴,۱۸
سه ساعت استاتیک	۹۸,۴۸	۸۴,۶۶	۱۱,۶۵	۱۵,۲۰
سه ساعت دینامیک	۹۹,۵۸	۹۹,۷۹	۶۹,۳۷	۸۳,۰۴

جدول ۷- مقایسه توان حلالیت دو حلال قویتر (زایلین- نفت سفید) در دمای محیط ۲۵°C

حلال	زایلین	نفت سفید
شرایط آزمایش	میزان حلالیت (درصد وزنی)	میزان حلالیت (درصد وزنی)
یک ساعت استاتیک	۲۶,۰۲	۱۲,۱۹
یک ساعت دینامیک	۴۲,۲۵	۳۹,۳۳
سه ساعت استاتیک	۲۹,۴۴	۱۳,۶۶
سه ساعت دینامیک	۵۶,۴۷	۷۱,۵۵

مقایسه خطرات و اثرات زیست محیطی حلالها:

ترکیبات BTEX (بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلین):

هیدروکربنها ترکیباتی هستند که در ساختار آنها تنها کربن و هیدروژن بکار رفته و تمامی آنها تضعیف کننده سیستم اعصاب مرکزی می‌باشند. هیدروکربن‌های آروماتیک همچنین می‌توانند سبب ساپرس شدن مغز استخوان و تخریب عضلانی اسکلتی شوند. این گروه از ترکیبات شامل بنزن و مشتقات آن و همچنین ترکیباتی است که چند حلقه بنزنی متراکم داشته باشند هرگاه در حلقه بنزنی اتمهای هیدروژن با عوامل دیگر مانند گروه متیل یا اتیل استخلاف گردد، ترکیبات جدیدی مثل تولوئن (متیل بنزن)، زایلین (دی متیل بنزن) و اتیل بنزن بوجود می‌آید که اصطلاحاً به این ترکیبات، ترکیبات BTEX (بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلین) می‌گویند. این ترکیبات به صورت مایع‌اند و در درجه حرارت محیط فشار بخار آنها قابل ملاحظه است. این موضوع و همچنین سمیت آنها ممکن است در محیط کار خطرات قابل توجهی را ایجاد نماید.

منبع اصلی آلودگی BTEX نشت در نتیجه نگهداری ضعیف و ناقص از مخازن نگهداری است. از منابع بزرگ دیگر، پخش سطحی و نشت از لوله‌ها می‌باشد. به محض ورود BTEX در محیط زیست BTEX بخار می‌شود در آب حل می‌گردد، به ذرات خاک می‌چسباند و یا به صورت بیولوژیکی تجزیه می‌شود.

تماس با BTEX می‌تواند با بلعیدن (استفاده آب آلوده به BTEX) استنشاق (تماس با BTEX موجود در هوا) و یا جذب از طریق منافذ پوست صورت گیرد استنشاق BTEX می‌تواند هنگام پمپ کردن حلال و یا استحمام و شستشو با آب آلوده به BTEX روی دهد. جذب از طریق پوست می‌تواند به علت ریختن حلال روی پوست باشد. تماس شدید پوست با مواد حاوی BTEX باعث حساسیت و سوزش و تضعیف سیستم مرکزی اعصاب و تاثیر روی سیستم تنفسی می‌گردد. این میزان از آلودگی بر اثر نوشیدن آب آلوده به ترکیبات مزبور غیرمحمول است ولی امکان آن بر اثر تماس‌های شغلی با این ترکیبات وجود دارد.

بنزن در مرحله اول بر روی پوست ایجاد تحریک و سوزش می‌کند و در صورت تماس طولانی با پوست ایجاد درماتیت می‌نماید که به علت دهیدراته کردن و از بین بردن چربی است. استنشاق بخارات بنزن بر روی مخاط ریه محرک و سوزش‌آور است و می‌تواند عوارض سیستمیک ایجاد نماید و دارای خواص مخرب اختصاصی روی نسوج مولد خون می‌باشد. تماس کوتاه مدت انسان با بنزن سبب سردرد، چشم درد، سوزش پوست، گیجی، بی‌خوابی و تحریک دستگاه تنفس می‌شود و در درازمدت باعث کاهش تعداد سلولهای قرمز خون و کم‌خونی آپلاستیک و سرطان خون می‌شود. مسمومیت حاصل از بنزن تقریباً بطور کلی در اثر استنشاق بخارات بنزن در هوا اتفاق می‌افتد. ولی مقادیر جزئی از بنزن می‌تواند از راه پوست و در محلی که بنزن با آن تماس پیدا می‌کند جذب شود و با فرو بردن دستها در داخل بنزن مسمومیت سیستمیک اتفاق نخواهد افتاد ولیکن نتایج حاصل از تماس پوست با این ماده بصورت از بین رفتن چربی همراه با التهاب و قرمز شدن، خشکیدن پوست و پوسته‌شدن آن و حتی عوارض ثانوی عفونی تظاهر خواهد نمود.

خطرات کار با نفت سفید:

مشتقات مایع نفت خام بافت‌های بدن را تحریک و ملتهب می‌کنند آنهایی که به سرعت از خلال یک سطح عبور می‌کنند می‌توانند در صورت بلع یا در خلال استفراغ به راههای هوایی برسند و باعث التهاب و آسیب بافت ریه شوند که این موضوع برای کروزون، پارافین و نفت اختصاصی است. خوردن یا استنشاق مشتقات نفت خام ممکن است بر مغز اثر کند این مواد شیمیایی برای پوست و چشم تحریک کننده است.

بررسی خطرات و اثرات سوء ترکیبات BTEX حاکی از وجود اثرات بسیار مخرب ترکیبات آروماتیکی برای شاغلین در ارتباط با این حلال‌هاست و بدلیل فشار بخار پایین، دارای بخارات سمی بوده و شرایط نگهداری و ذخیره‌سازی آنها در فضای بسته سکو امکانپذیر نمی‌باشد. لذا استفاده از نفت سفید از نظر زیست‌محیطی و خطرات بالقوه برای شاغلین از ارجحیت بالاتری برخوردار است.

مقایسه حلال‌ها از نظر اقتصادی:

بمنظور مقایسه اقتصادی حلالهای مختلف، حلال بنزن بدلیل مصارف آزمایشگاهی و گازوئیل بدلیل محدودیت در کارایی از چرخه مقایسه خارج شده و حلالهای مندرج در جدول زیر مورد ارزیابی اقتصادی قرار گرفتند.

نسبت قیمت به قیمت نفت سفید	واحد قیمت	قیمت (هر بشکه)	کشور تامین کننده	حلال
۳،۲۹	ریال	۱۰۴۵۲۰۰۰	ایران	تولوئن
۳،۰۵	ریال	۹۷۱۱۰۰۰	ایران	زایلین
۱	ریال	۳۱۸۰۰۰۰	ایران	نفت سفید
۴۴	یورو	۳۳۰۰	مالزی	ACM APD200

قیمت هر بشکه حلال وارداتی ACM APD200 معادل ۳۳۰۰ یورو بوده حال آنکه قیمت هر بشکه نفت سفید با هزینه لیتری ۲۰۰۰۰ ریال معادل ۷۵ یورو می باشد (نرخ برابری یورو با ریال ۴۲۴۰۰) که با توجه به حجم کل نفت سفید مصرفی در آزمایش چاه سردار جنگل ۲ (۴۸۰ بشکه) صرفه جویی معادل ۱۵۴۸۰۰۰ یورو ناشی از عدم استفاده از حلال مذکور بعمل آمده است. ضمن آنکه این موضوع باعث عدم خروج ارز از کشور نیز شده است.

نتیجه گیری:

با توجه به بررسیهای فنی و اقتصادی بعمل آمده از بین حلالهای مورد نظر جهت شستشوی واکس ترسیب شده در رشته تولید آزمایشی از چاه سردار جنگل ۲، حلال نفت سفید دارای کارایی بالا و از نظر زیست محیطی و خطرات ایمنی کمترین اثر سوء و همچنین از نقطه نظر اقتصادی بصره ترین حلال محسوب می شود. نتایج میدانی بدست آمده در عملیات آزمایش چاه سردار جنگل ۲- نیز موید نتایج مذکور می باشد.

منابع:

- [۱] گزارش نتایج آزمایش بررسی میزان انحلال پذیری رسوبات نفت خزر در حلال های مختلف دانشگاه صنعتی سهند تبریز.
- [۲] گزارش نتایج آزمایش بررسی میزان انحلال پذیری رسوب واکس در حلال های مختلف اداره شیمیایی مناطق نفتخیز جنوب.
- [۳] گزارش عملیات دستگاه لوله مغزی سیار در چاه سردار جنگل ۲ شرکت نفت خزر.

[4] Prof.Yong Bai, Dr.Qian Bai,Subsea engineering Hand Book”2012.