Archive of SID

مجموعه مقالات سومین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی
تهران، ۲۹ خرداد ماه ۱۳۹۳ مجری: هم اندیشان انرژی کیمیا
تلفن: ۸۸۶۷۱۶۷۶ - ۰۲۱ www.Reservoir.ir

بررسی آزمایشگاهی اثر مواد نانو بر روی بهینه سازی ASP

خسرو رحیمی[۱]، محمود همتی [۲]، حمیرا شریعت پناهی[۳]، شهاب گرامی[۴]
دانشجوی کارشناسی ارشد نفت دانشگاه علوم و تحقیقات تهران
آدرس پست الکترونیکی:KHR.RAHIMI@gmail.com

چکیده
مخازن شکافدار قسمت عظیمی از ذخایر نفت و گاز در سطح جهان را در خود جای داده و سهم عمده‌ای از تولید نفت و گاز را در اختیار دارند. اینگونه مخازن از نظر ناهمگونی دارای ساختار پیچیده‌ای می‌باشند. اگرچه شکافها می‌توانند سهم بسزایی در تولید داشته باشند لیکن نفت برجای مانده در داخل ماتریس سبب می‌شود بازیافت نهایی بشدت کاهش یابد. یکی از عوامل مهم که در عملکرد ضعیف اینگونه مخازن اثرگذار است عامل ترشوندگی می‌باشد زیرا مخازن کربناته اغلب نفت دوست و میانه هستند. فرایند تزریق آب در مخازن شکافدار چندان موفق نیست زیرا توانایی ماتریس در آشام آب تزریقی و جابه‌جایی نفت به سمت سیستم شکاف ضعیف است. روش‌های شیمیایی ازدیاد برداشت از قبیل تزریق مواد ASP در مخازن شکافدار نفت دوست استفاده می‌شود. ASP به چندین روش باعث افزایش برداشت نفت تولیدی در مخازن نفت می‌شود. یکی کاهش کشش سطحی بین نفت بدام افتاده در حفره‌های کوچک و آب اطراف حفره‌ها و دیگری تغییر ترشوندگی ماتریس به سمت آب دوست است که خود باعث افزایش آشام خودبه‌خودی آب می‌شود و در نتیجه نفت تولیدی افزایش می‌یابد. هدف از انجام این تحقیق بررسی آزمایشگاهی اثر مواد نانو بر روی بهینه سازی فرمولاسیون ASP برای افزایش برداشت مخازن نفتی می‌باشد.

کلمات کلیدی : ازدیاد برداشت, مواد فعال سطحی, سیستم قلیایی / فعال سطحی / پلیمر

[۱]- دانشجوی کارشناسی ارشد،دانشگاه آزاد اسلامی،واحد علوم و تحقیقات، تهران ،گروه مهندسی نفت،ایران
[۲]- عضو هیأت علمی پژوهشگاه صنعت نفت
[۳]- عضو هیأت علمی پژوهشگاه صنعت نفت
[۴]- عضو هیأت علمی پژوهشکده ازدیاد برداشت

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

با روند روزافزون افزایش جهانی تقاضای نفت، ضروری به نظر می‌رسد که از اینگونه مخازن بصورتی بهتر و با بازدهی بیشتر بهره‌برداری گردد. این در حالی است که موفقیت‌های نسبتاً کمی در زمینه‌ی افزایش میزان بازدهی و بهره‌برداری از اینگونه مخازن پیچیده صورت گرفته است.

فرآیندهای ثانویه‌ی تولید (همانند سیلاب‌زنی با آب)، مقادیر نفت بسیار بالایی را درون مخازن باقی می‌گذارند. این مقادیر نفت باقیمانده، بخصوص در مخازن شکافدار بسیار بالاتر می‌باشد، چرا که آب تنها از درون شکاف‌های موجود در محیط حرکت کرده و به سمت چاه‌های تولیدی جریان می‌یابد. این امر باعث می‌گردد تا مقادیر نفت بسیار زیادی درون ماتریس‌ها باقی مانده و توسط آب جابجا نشوند. از این رو، افزایش تولید نیازمند بکارگیری فرآیندهای ازدیاد برداشت می‌باشد. به طور کلی درون مخازن، سه نیرو بر چگونگی حرکت سیال درون محیط متخلخل و در نتیه میزان بازیافت نفت تأثیر گذارند: نیروهای لزجی، نیروهای جاذبه و نیروهای مویینه.[1-5]

۲ – مواد فعال سطحی

اولین مواد شیمیایی که جهت تغییر ترشوندگی مورد استفاده قرار گرفتند مواد فعال سطحی یا آلکالی بودند. این مواد دارای مولکول‌های آمفیفیلیک می‌باشند. مولکول‌های آمفیفیلیک از دوبخش تشکیل شده‌اند. یک قسمت آن‌ها آب دوست بوده و در آب حل می‌شود و قسمت دیگر آن‌ها نفت دوست بوده و در نفت حل می‌شود.

قسمت نفت دوست مولکول شامل یک زنجیره بزرگ از هیدروکربن‌ها در محدود C_8-C_{20} می‌باشد. مواد فعال سطحی براساس قابلیت یونی شدن بخش آب دوست مولکول‌های آن‌ها به ۴ دسته تقسیم می‌شوند[6].

- **مواد فعال سطحی آنیونی**

این مواد در صورت حل شدن در آب تولید بار منفی (آنیون) می‌نماید. گروه‌های آنیونی عبارتند از:

سولفات‌ها ($ROSO_3^-$)

فسفات‌ها (RPO_4^-)

سولفونات‌ها ($ROSO_3^-$)

کربوکسیل‌ها ($RCOO^-$)

از جمله مواد سطحی فعال آنیونی می‌توان به مواد زیر اشاره نمود:

سدیم دودسیل سولفات یا SDS($C_{12}H_{25}SO_4^-Na^+$)

سدیم دودکانوئات($C_{11}H_{23}COO^-Na^+$)

آلکیل بنزن سولفونات ($RC_6H_4SO_3^-Na^+$)

- **مواد فعال سطحی کاتیونی**

این مواد در صورت حل شدن در آب تولید یون‌های مثبت می‌نمایند. اهمیت آن‌ها از آنیون بیش‌تر است زیرا یون‌های منیزیم و سدیم موجود در آب بر روی آن‌ها اثری ندارد. لازم به ذکر است وجود یون‌های منیزیم و سدیم در آب سازند موجب رسوب مواد فعال سطحی آنیونی می‌گردد. از جمله مواد سطحی فعال کاتیونی می‌توان به نمک‌های آمونیم کواترنری با زنجیره طولانی آلکیلی و گروه‌های متیل یا هیدوکسی اتیل اشاره نمود. برخی از نمک‌های آمونیومی چهار جزیی عبارتند از:

DTAB[3] ($C_{12}H_{25}N^+Me_3Br^-$)

C_{12}TAB ($C_{16}H_{25}N^+Me_3Br^-$)

www.SID.ir

Archive of SID

- **مواد فعال سطحی خنثی**

در صورت حل شدن این مواد در آب بستگی به مقدار PH محلول تولید یون‌های مثبت و منفی می‌شود. مثال ساده این نوع مواد 3- دی متیل دودسیل آمین پروپان سولفونات می‌باشد.

- **مواد فعال سطحی غیریونی**

موادی هستند که در صورت حل شدن در آب تولید یون نمی‌کنند. این مواد در اثر وجود گروه‌های قطبی مانند پلی‌اکسی‌اتیلن (-CH_2CH_2O-H) یا پلی‌یول‌ها در آب حل می‌شوند.

۳ –ترکیب مواد کاهنده کشش سطحی جهت تزریق

ترکیب توده کاهنده کشش سطحی شامل حداقل چهار بخش مجزا به شرح زیر است: یک سولفونات نفتی، آبی، فاز هیدروکربوری و یک هم سورفکانت Cosurfactant می‌باشد. همه اجزا بجز هم سورفکانت با میزان مشخص به درون تانک ذخیره ریخته شده و خوب با یکدیگر مخلوط می‌شوند. عملیات فیلتر و گرم کردن با هدف تثبیت مخلوط و جلوگیری از رسوب پارافین در زمان تزریق انجام می‌شود. این ماده باعث افزایش پایداری و کاهش گرانروی می‌شود که از ضروریات افزایش تحرک‌پذیری سیال در مخزن است. سپس این محلول به درون چاه تزریق می‌گردد. در مورد مواد پلیمری نیز این مواد با میزان مشخص آب ترکیب شده و یک مخلوط همگن را بوجود می‌آورند. بدلیل اینکه سرعت انحلال پلیمر غلیظ کم است در بعضی موارد نیاز به همزن و گاهی فیلتر خواهد بود. محلول پلیمری پس از آماده‌سازی تزریق می‌گردد.[7]

۴- مراحل انجام آزمایش

ابتدا مغزه مورد نظر را بوسیله تولوئن شستشو داده و با استفاده از گاز نیتروژن آن را خشکانده تا مابقی تولوئن موجو در آن از مغزه خارج گردد.سپس این مغزه تمیز را جهت انجام ادامه ازمایش با آب مخزن مورد نظر اشباع میکنیم برای این کار از دستگاه Core Flood استفاده میکنیم،جهت تعیین مقدار آب ورودی به مغزه از استوانه مدرج بهره می بریم. برای ادامه این منظور مغزه مورد نظر را با چند دبی مانند ۲۰cc/hr و۴۰ cc/hr و ۶۰ cc/hr ادامه میدهیم تا فضاهای خالی قابل اشغال با آب پر شود و همچنین با داشتن رابطه دارسی و خصوصیات آب مخزن میتوان تراوایی آن را محاسبه کرد. کل جحم آب تزریق شده به مغزه برابرست با 9cc و با توجه به ابعاد مغزه که قطر ان ۱,۵ اینچ و طول آن ۶سانتی متر میباشد،که حجم کل سنگ برابرست با 68.24cc که با در اختیار داشتن رابطه تخلخل برابرست با ۱۳,۲٪ و تراوایی آن برابرست با 24 mD. برای اشباع مغزه با نفت مخزن مغزه مورد نظر را در درون Core holder قرار داده و با دبی متغیرcc/hr ۱۰ الی ۶۰cc/hr سیال مورد نظر را به مغزه تزریق میکنیم،برای جلوگیری از اثر end effects جهت تزریق جریان را معکوس کرده.به میزانی این روند را ادامه میدهیم تا دیگر آبی تولید نشود،که همان میزان تولید آب برابرست با میزان نفت موجود در مغزه که برابرست با 5.4cc که اشباع نفت با توجه به رابطه آن Soi=60% و Swr=40% . سپس برای انجام تست های آشام خود به خود مغزه را برای فرایند aging به مدت ۴۰ روز درون آون با دمای 65C° قرار داده تا به نیروهای میکرومدل به حالت تعادل برسند. ابتدا مغزه مورد نظر را در درون آموت سل قرار داده که با سیال مورد نظر جهت تولید نفت پر شده است قرار داده و تولید نفت را به مدت ۱۰ روز بررسی کرده لازم به ذکر است که جهت داشتن مبنایی برای اینکار ابتدا با آب مخزن و در دمای 25C° و سپس در دمای مخزن 60C° این فرآیند را ادامه میدهیم و با تغییر در فرمولاسیون ASP به بهینه ترین حالت رسیده و با بدون بعد کردن زمان و میزان تولید میتوان دید بهتری به نتایج داشت.

$$Td = t\frac{\delta * \sqrt{\frac{K}{\Phi}}}{\mu o * L}$$

www.SID.ir

Archive of SID

۵- خصوصیات سیالات مورد استفاده شده

ویسکوزیته نفت	API	میزان شوری آب
7 cp	35.5	40,450 ppm

ترکیب آب سازند						
Na	K	Ca	Mg	HCo3	Cl	So4
۱۴۰۰۰	۲۵۰	۷۵۰	۲۰۰	۵۰۰	۲۰۰۰۰	۴۷۵۰

۶- انجام آزمایشات بهینه سازی:

۱-فرآیند آشام خود به خود با آب سازند در دمای 60C°:

جدول ۱ مشخصات طول مغزه و IFT سیال تزریقی:

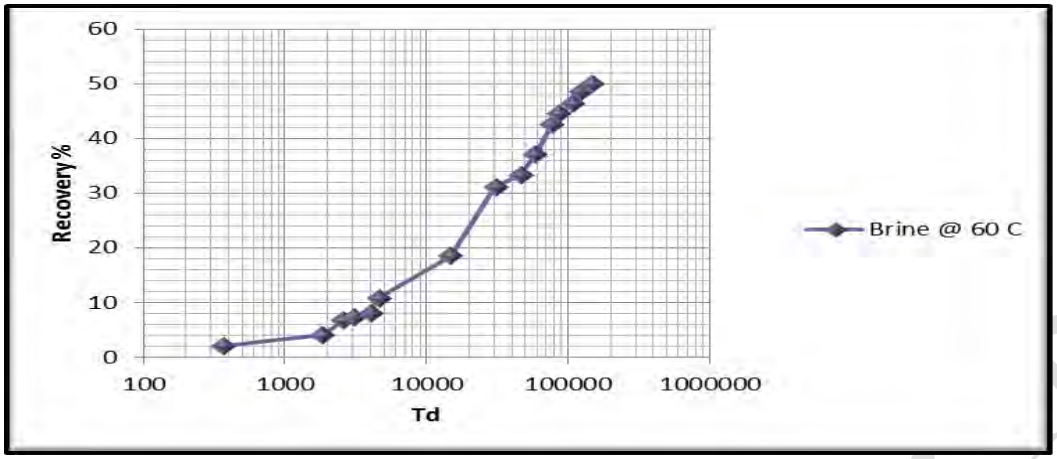
L	IFT
6 cm	30 mN/m

تولید/cc	زمان/دقیقه	% Recovery	Td
0	0	0.00	0
0.11	36	2.04	367
0.22	180	4.07	1,835
0.36	252	6.67	2,569
0.39	300	7.22	3,058
0.43	390	7.96	3,976
0.58	450	10.74	4,587
1.00	1,440	18.52	14,679
1.68	3,000	31.11	30,582
1.80	4,500	33.33	45,873
2.00	5,700	37.04	58,105
2.30	7,500	42.59	76,454
2.40	8,400	44.44	85,629
2.50	10,500	46.30	107,036
2.62	12,000	48.52	122,327
2.70	14,400	50.00	146,792

جدول ۲ میزان تولید نفت در آموت سل در دمای 60C°

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار1 میزان تولید نفت در آموت سل در دمای 60C°

۲-فرآیند آشام خود به خود با مواد مورد استفاده برای تهیه ASP همراه با آب سازند در دمای 60C°:

این مرحله از آزمایش با هدف یافتن فرمولاسیون بهینه برای ساخت ۴ نوع ASP است ، که در تهیه فرمولاسیون از یک نوع پلیمر و دو نوع سورفکتنت ترکیبی و دو نوع آلکالاین با مشخصات زیر استفاده میکنیم:

- ✓ پلیمر : یک نوع پلیمر بنام پلی اکریل آمید هیدرولیز شده (HPAM) ساخت شرکت S.N.F با وزن مولکولی میانگین دو میلیون و ۷۲۰ هزار و درجه هیدرولیز ۲۰ تا ۳۰ درصد
- ✓ سورفکتنت : دو نوع ترکیب سورفکتنت که نوع اول آنیونی و ساخت شرکت Merck Group با نام تجاری Sodium Dodecyl Sulfate (SDS) با خلوص ۹۹٪ و در نوع
- ✓ سورفکتنت دوم علاوه بر SDS از نانو سلیکای آبدوست ذرات تجاری بنام AEROSIL-200 استفاده شده که میانگین طول اجزا آن 12 nm و میزان خلوص SiO_2 حدود ۹۹,۸٪ و BET-Surface Area = 200 ± 15 (m^2/gr)
- ✓ آلکالاین : NaoH و Na_2Co_3 ساخت شرکت Merck Group

Alkaline		Surfactant		Polymer
NaoH	Na2Co3	AEROSIL 200 + SDS	SDS	HPAM
1000 ppm	1000 ppm	200 ppm + 500 ppm	500 ppm	1000 ppm
IFT=4.2	IFT=7.7	IFT=0.8	IFT=1.7	IFT=28.5

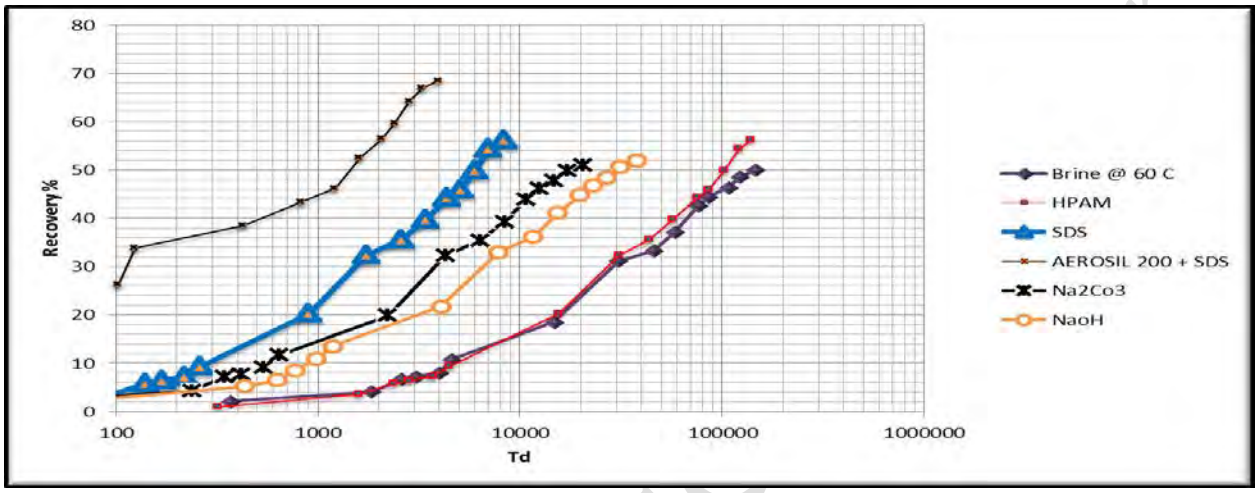
NaoH		Na2Co3		AEROSIL 200 + SDS		SDS		HPAM	
% Recovery	Td	% Recovery	Td	% Recovery	Td	% Recovery	Td	% Recovery	Td
0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
2.41	78	2.22	43	5.74	8	5.74	17	1.11	320
5.19	436	4.26	238	10.74	45	8.89	96	3.70	1,598
6.48	631	7.22	344	17.59	66	14.63	139	5.93	2,353
8.52	769	7.59	420	22.04	80	16.48	170	6.48	2,808
10.93	984	9.07	537	26.30	102	18.89	217	7.41	3,680
13.52	1,181	11.67	644	33.89	123	20.93	261	9.44	4,455
21.67	4,077	19.81	2224	38.52	424	24.81	900	20.37	15,495

www.SID.ir

Archive of SID

32.96	**7,849**	**32.22**	**4281**	**43.33**	**816**	**32.96**	**1,733**	**32.41**	**30,989**
36.11	**11,617**	**35.37**	**6337**	**46.30**	**1,207**	**35.00**	**2,565**	**35.74**	**43,579**
41.11	**15,385**	**39.26**	**8392**	**52.59**	**1,598**	**42.96**	**3,397**	**39.81**	**57,137**
44.81	**19,780**	**43.89**	**10789**	**56.67**	**2,055**	**48.70**	**4,367**	**44.44**	**75,537**
46.85	**22,920**	**46.11**	**12502**	**59.81**	**2,381**	**53.15**	**5,060**	**45.93**	**85,221**
48.33	**27,002**	**47.78**	**14728**	**64.26**	**2,805**	**56.85**	**5,961**	**50.00**	**101,684**
50.56	**31,397**	**49.81**	**17126**	**67.04**	**3,262**	**58.52**	**6,932**	**54.44**	**121,053**
51.85	**37,677**	**50.93**	**20551**	**68.52**	**3,914**	**59.81**	**8,318**	**56.30**	**139,453**

جدول 3میزان تولید نفت در آموت سل در دمای 60C°



نمودار2 میزان تولید نفت در آموت سل در دمای 60C°

3-فرآیند آشام خود به خود با آب سازند به همراه ASP های ساخته :

در اینجا با توجه به ترکیبات متفاوت اجزا برای ساخت ASP با توجه به مطالعات کارهای گذشته گزیده ای از فعالیت های انجام شده بصورت مختصر ارایه میگردد.

ASP	Surfactant	Alkaline	Polymer	IFT
1	AER 200 ppm+ SDS 500 ppm	Naoh 500ppm	HPAM 500ppm	۱,۲
2	AER 100 ppm+ SDS 300 ppm	Na2Co3 500ppm	HPAM 500ppm	۳,۴
3	SDS 500 ppm	Na2Co3 500ppm	HPAM 500ppm	۸
4	SDS 200ppm	Naoh 500ppm	HPAM 500ppm	۱۲

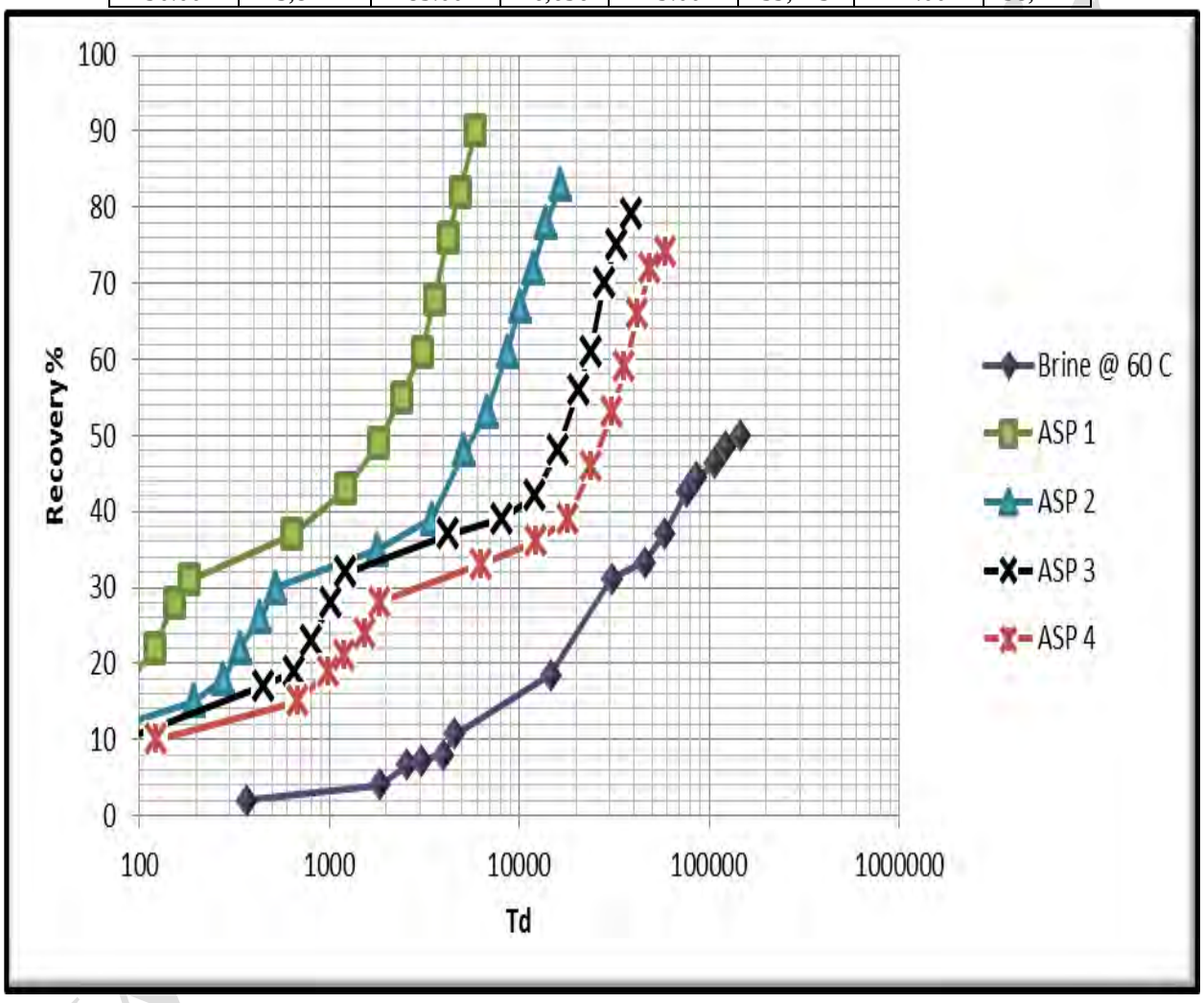
3-۱ در دمای 60C° و نمونه شوری آب سازند 40450 ppm

ASP 1		ASP 2		ASP 3		ASP 4	
% Recovery	Td	% Recovery	Td	% Recovery	Td	% Recovery	Td
0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
10.00	12	9.00	35	10.00	82	10.00	122
15.00	68	15.00	193	17.00	453	15.00	680
19.00	98	18.00	278	19.00	655	19.00	983
22.00	120	22.00	340	23.00	799	21.00	1,199

www.SID.ir

Archive of SID

28.00	153	26.00	435	28.00	1,023	24.00	1,534
31.00	184	30.00	521	32.00	1,227	28.00	1,840
37.00	635	35.00	1,800	37.00	4,236	33.00	6,354
43.00	1,223	39.00	3,466	39.00	8,155	36.00	12,233
49.00	1,810	48.00	5,130	42.00	12,070	39.00	18,104
55.00	2,398	53.00	6,793	48.00	15,984	46.00	23,976
61.00	3,083	61.00	8,734	56.00	20,551	53.00	30,826
68.00	3,572	67.00	10,121	61.00	23,813	59.00	35,719
76.00	4,208	72.00	11,923	70.00	28,054	66.00	42,080
82.00	4,893	78.00	13,864	75.00	32,620	72.00	48,931
90.00	5,872	83.00	16,636	79.00	39,145	74.00	58,717



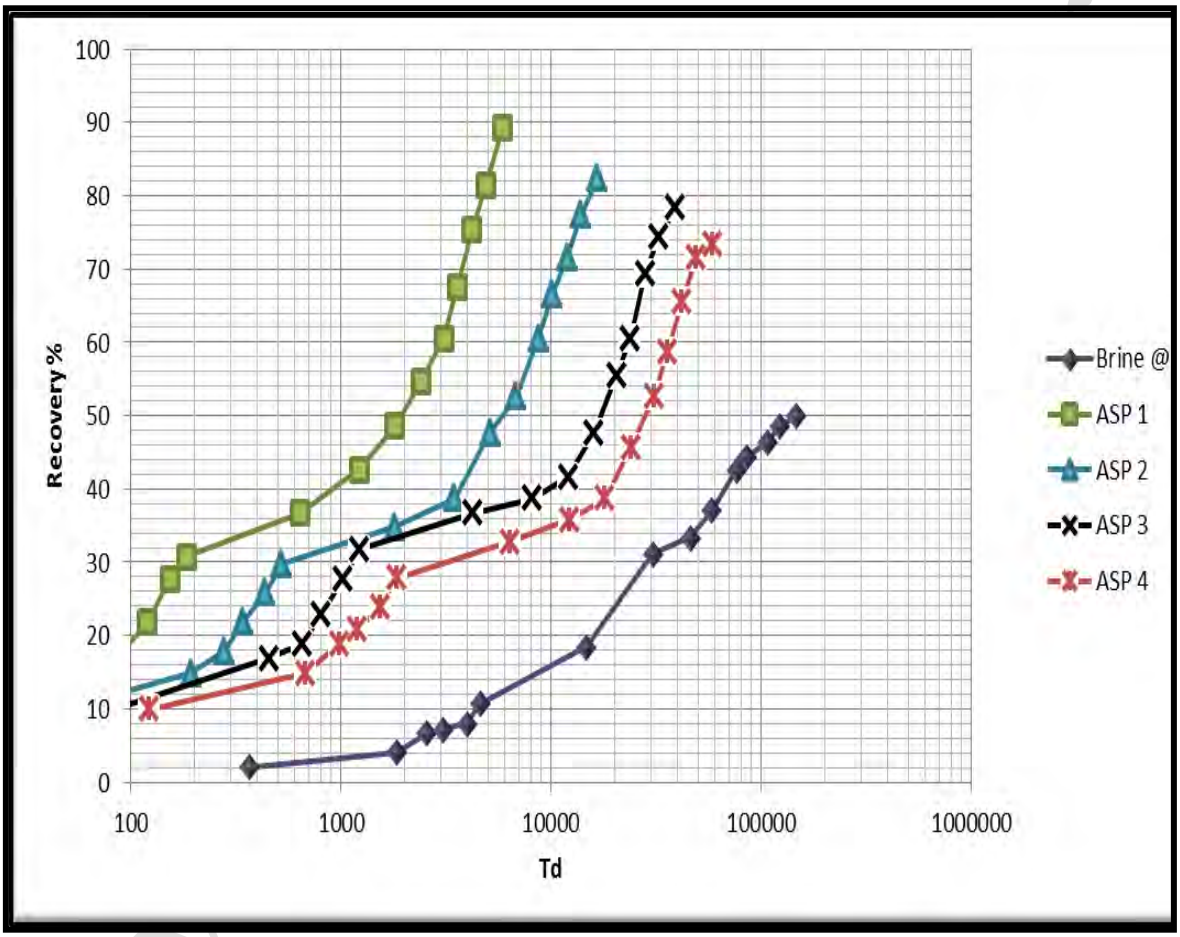
2-3 در دمای 50C° و نمونه شوری آب سازند 40450 ppm

ASP 1		ASP 2		ASP 3		ASP 4	
% Recovery	Td	% Recovery	Td	% Recovery	Td	% Recovery	Td
0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00	-
9.92	12	8.94	35	9.92	82	9.93	122
14.88	68	14.89	193	16.86	453	14.89	680
18.84	98	17.87	278	18.85	655	18.86	983
21.82	120	21.84	340	22.81	799	20.85	1,199
27.77	153	25.82	435	27.77	1,023	23.83	1,534
30.74	184	29.79	521	31.74	1,227	27.80	1,840

www.SID.ir

Archive of SID

36.69	635	34.75	1,800	36.70	4,236	32.76	6,354
42.65	1,223	38.72	3,466	38.68	8,155	35.74	12,233
48.60	1,810	47.66	5,130	41.66	12,070	38.72	18,104
54.55	2,398	52.62	6,793	47.61	15,984	45.67	23,976
60.50	3,083	60.57	8,734	55.55	20,551	52.62	30,826
67.44	3,572	66.52	10,121	60.51	23,813	58.57	35,719
75.37	4,208	71.49	11,923	69.43	28,054	65.52	42,080
81.32	4,893	77.45	13,864	74.39	32,620	71.48	48,931
89.26	5,872	82.41	16,636	78.36	39,145	73.46	58,717



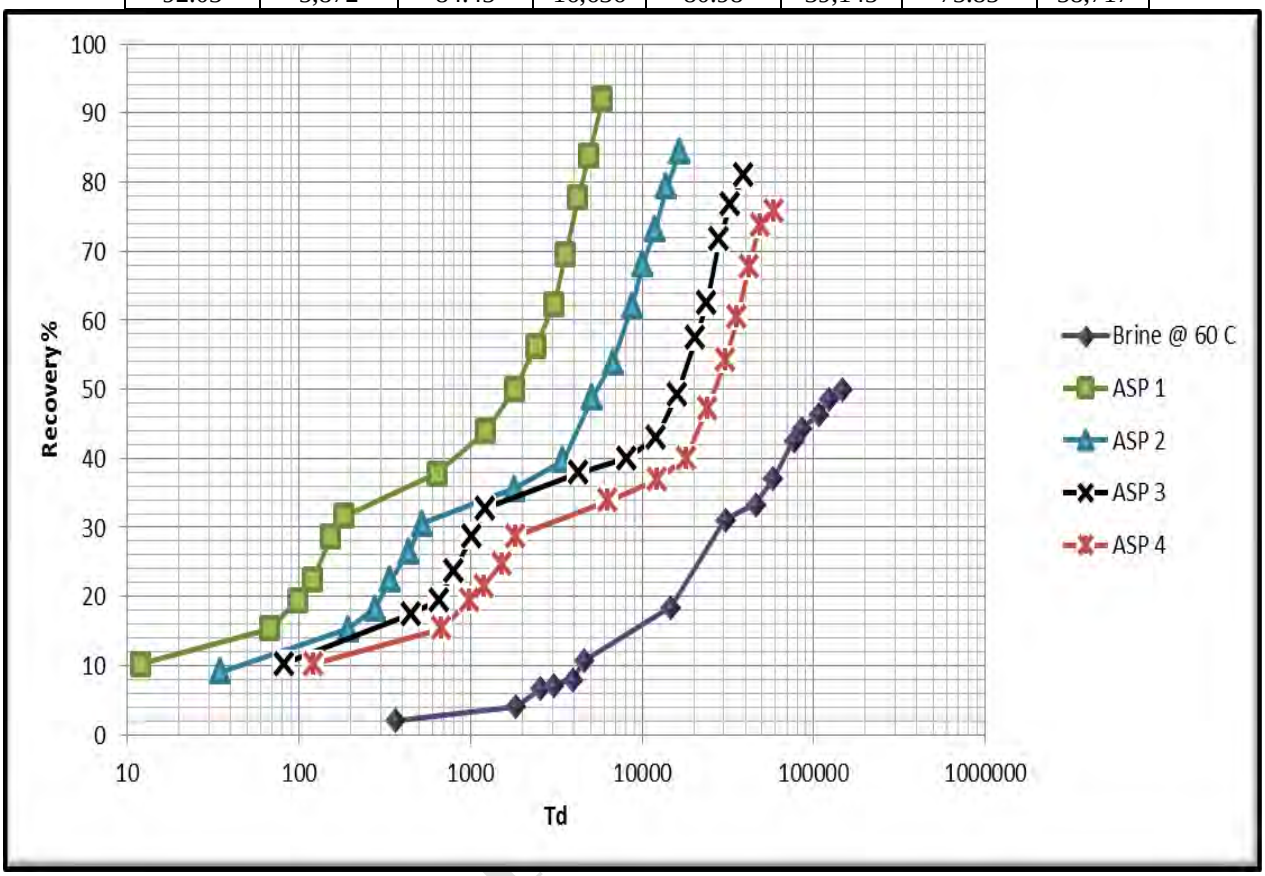
۳-3 در دمای 60C° نمونه شوری آب سازند 83250ppm

ASP 1		ASP 2		ASP 3		ASP 4	
% Recovery	Td	% Recovery	Td	% Recovery	Td	% Recovery	Td
-	-	-	-	-	-	-	-
10.23	12	9.16	35	10.25	82	10.25	122
15.34	68	15.26	193	17.43	453	15.38	680
19.43	98	18.32	278	19.48	655	19.48	983
22.50	120	22.39	340	23.58	799	21.53	1,199
28.63	153	26.46	435	28.70	1,023	24.60	1,534
31.70	184	30.53	521	32.80	1,227	28.70	1,840
37.83	635	35.61	1,800	37.93	4,236	33.83	6,354
43.97	1,223	39.68	3,466	39.98	8,155	36.90	12,233
50.10	1,810	48.84	5,130	43.05	12,070	39.98	18,104

www.SID.ir

Archive of SID

56.24	2,398	53.93	6,793	49.20	15,984	47.15	23,976
62.37	3,083	62.07	8,734	57.40	20,551	54.33	30,826
69.53	3,572	68.17	10,121	62.53	23,813	60.48	35,719
77.71	4,208	73.26	11,923	71.75	28,054	67.65	42,080
83.85	4,893	79.37	13,864	76.88	32,620	73.80	48,931
92.03	5,872	84.45	16,636	80.98	39,145	75.85	58,717



با توجه به نمودارها میتوان دریافت که ASP ها دارای بازده قابل قبولتری نسبت به آب سازند دارند و در این میان که نقش مواد نانو نیز بسیار دارای اهمیت میباشد زیرا با استفاده از این مواد میتوان میزان سورفکتنت مصرفی را کاهش و همچنین بر میزان افزایش تولید نفت داد بطور مثال در ASP 2 هر چند میزان SDS کمتر از ASP 3 بوده اما دارای بازیافت بیشتری میباشد.استفاده از مواد نانو و یا مواد مشابه نیز خود تابعی از قیمت نفت و نیاز بازار میباشد زیرا در حال حاضر موادی گران قیمتی بوده و با پیشرفت تکنولوژی امید به تولید مقادیر مقرون به صرفه تر آن بسیار میباشد. و با تغییر دما و شوری دارای کمترین تاثیر پذیری نسبت انواع بدون مواد نانو میباشند. البته در این میان پلیمر نیز باعث کاهش جذب سورفکتنت شده و میزان عملکرد آن را در فرمولاسیون افزایش داده و آلکالاین ها نیز تاثیراتی در این زمینه دارند اما در طول آزمایش با افزایش PH آب و همچنین کاهش میزان رسوب در آب نقش قابل قبولی دارند.

۷- نتیجه گیری

در بررسی میزان بازیافت نفت موجود در مغزه، اثر مواد مختلف را مورد آزمایش قرار دادیم،که نتایج زیر حاصل شد:

۱. معمولا بیش از ۵۰٪ هزینه های ساخت ASP مربوط به مواد فعال سطحی میباشد در این تر کیب استفاده از SDS همراه با نانو ذرات دارای بهترین بازدهی بوده و همچنین نانو سیلیکای موجود باعث کاهش جذب سورفکتنت میشود.

www.SID.ir

Archive of SID

۲. اضافه کردن مواد فعال سطحی (سورفکتنت ها) باعث کاهش کشش چشمگیر کشش سطحی می شود. که این کاهش باعث پایداری امولسیون آب و نفت می شود. با افزایش غلظت سورفکتنت کشش سطحی کاهش می یابد. این روند تا غلظت بحرانی ادامه دارد و بعد از آن بعضا کشش سطحی افزایش می یابد اما در کل ثابت خواهد شد.
۳. با افزایش غلظت سورفکتنت بازیافت نفت اندکی بیشتر می شود. چرا که به نفت محبوس بیشتری می رسیم و راندمان جارویی حجمی بهتر می شود و مقدار جذب سورفکتنت کمتر می شود زیرا از یک غلظتی به بالا با افزایش غلظت سورفکتنت باعث افزایش جذب شورفکتنت شده هرچند میزان بازدهی را افزایش میدهد اما نسبت غلظت کمتر ،بازدهی کمتری دارد.
۴. در حضور سورفکتنت غیر یونی (و مواد نانو) ، نمک (میزان شوری آب) اثری بر کاهش کشش سطحی ندارد
۵. دما در مقایسه با شوری دارای اثرات بسیار ناچیزی روی بازیافت نفت دارد اما میتواند با تاثیر گذاری روی خواص ASP و ترکیبات آن تغییرات قابل توجهی در سیستم پدید آورد.زیرا بسیاری از ترکیبات ASP تحت شرایط دمایی خاصی دارای فعالیت های بهینه ای میباشند.

* در نهایت به نظر من ASP 1 دارای هرچند بیشترین بازدهی بود اما بهینه ترین ترکیب ساخته شده مربوط به ASP 2 می باشد زیرا هم دارای غلظت کمتری با بازدهی قابل توجه و جذب سطحی پایینی دارد و با توجه به هزینه های ساخت آن که اکثرا متوجه سورفکتنت است قابلیت اجرای میدانی بهتری دارد.

۸- مراجع

[1] Green,D.W. and Willhite,G.P.:Enhanced Oil Recovery,Textbook Series,SPE,Richardson, TX,1988,6.

[2] Hite,J. Roger, Avasthi, S.M. and Bondor, Paul L.,"Planning Successful EOR Projects," Journal of Petroleum Technology, March 2005.

[3] Moritis, g.:"new technology , Improved Economics Boost EOR Hopes",Oil & Gas Journal.(April 15,1996)94,39-61

[4] "Oil Research Program Implementation Plan ," U.S, DOE,Washington DC (April 1990).

[5] Moritis,G.,"CO_2 and HC Injection Lead EOR Production Increase,"Oil & Gas Journal.(April 23.1990)88,49-82.

[6] Willhite,G.P."Waterflooding",Textbook Series,SPE,Richardson, TX,1988,6.

[7] Moor,T.F.and Slobod.R.C."The Effectof Viscous and Capillary on the Displacement of Oil by Water ",Production monthly (Aug.1975)437-47

www.SID.ir