Archive of SID

مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی
۷ خرداد ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
مجری: هم اندیشان انرژی کیمیا ۸۸۶۷۱۶۷۶ – ۰۲۱
www.Reservoir.ir

بررسی تاثیر تزریق نانو ذره با آب با شوری کم بر ازدیاد برداشت نفت

ابراهیم تنگستانی[۱]، محسن وفایی سفتی[۲]، پوریا حیدری[۱]، صائب احمدی[۳]
دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده مهندسی شیمی
Ebrahim_Tangestani@yahoo.com

چکیده

تحقیق در مورد تغییر شیمی آب تزریقی به عنوان یک روش ازدیاد برداشت و چگونگی اثر یون ها حین اجرای این فرآیند در مخازن ماسه سنگی و کربناته، از موضوعات جالب و چالشی صنعت نفت است. این روش با تغییر ترکیب یونی و /یا شوری سیال تزریقی جهت بهبود ضریب بازده از مخازن نفتی را شامل می شود. این تکنیک در قالب روش ثالثیه پیشنهاد می شود. همچنین اخیرا نیز پژوهش های در رابطه با تاثیر نانو سیالات بر بازیابی نفت انجام شده اند. نتایج انها نشان می دهد، که نانو ذرات می توانند از طریق تغییرترشوندگی بازیابی نفت را افزایش دهند. با توجه به نتایج پژوهش های پیشین در این مطالعه تاثیر همزمان نانو ذرات به همراه شوراب رقیق بررسی شده است. نتایج ازمایش های سیلابزنی مغزه نشان می دهد که یون Ca^{2+} بدون حضور نانو ذرات بازیابی نفت را افزایش می دهد و بیشترین تاثیر را بر مقدار بازیابی نفت در بین یون های محلول در آب دارد. همچنین نانو ذرات SiO_2 در حضور یون Ca^{2+} محلول در آب با غلظت کم، بازیابی نفت را بیشتر از یون Ca^{2+} تنها افزایش می دهد

کلمات کلیدی: شوراب، نانو ذرات، سیلابزنی

---

[۱] - دانشجو کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده مهندسی شیمی

[۲] - استاد دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده مهندسی شیمی

[۳] - دانشجو دکترا دانشگاه تربیت مدرس،دانشکده مهندسی شیمی

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

تولید بهینه از یک مخزن نفتی به عنوان هدف اصلی بهره برداری از یک میدان نفتی، بستگی به عوامل گوناگونی از جمله آگاهی از خصوصیات سازندی و توزیع سیالات در داخل مخزن دارد. در طول دوره فعالیت یک مخزن نفتی مراحل گوناگونی وجود دارد. بعد از آغاز مرحله بهره برداری از یک مخزن در مراحل مختلف نیروهای گوناگونی باعث سرازیر شدن نفت از درون مخزن به سمت چاه‌های تولیدی می‌شوند. تولید نفت در مرحله اول در بهترین شرایط به بیش از ۳۰ درصد از نفت موجود در مخزن نمی‌رسد و به همین دلیل بعد از این مرحله نیاز به اعمال نیروهای خارجی به داخل مخزن به منظور ادامه روند تولید می‌باشد. به مجموع روش‌هایی که در مراحل دوم و سوم برداشت از مخازن نفتی استفاده می‌شوند، اصطلاحاً روش‌های ازدیاد برداشت نفت گفته می‌شود. این روش‌ها را به اختصار EOR[4] نیز می‌گویند که شامل طیف گسترده‌ای از انواع عملیات‌های گوناگون می‌باشند. هر یک از این روش‌ها بسته به خصوصیات مخزن و مشکلات فرآیند تولید از آن مخزن مورد استفاده قرار می‌گیرند[۱].

محققان دریافتند که نانوذرات می توانند به کنترل روش های ازدیاد برداشت که با فناوری های حاضر و یا پیشین هماهنگی ندارند، کمک کنند[۲]. این نانوذرات با ارتقا مکانیک سنگ مخزن و ارتقا کشش سطحی به همراه بهبود و اصلاح برداشت نفت که البته این عوامل به طور کامل اثبات نشده اند، می توانند باعث افزایش برداشت نفت شوند. در واقع با استفاده از فناوری نانو و به کمک نانو سیالات می‌توان میزان برداشت نفت را نسبت به روش‌های فعلی افزایش داد[۳]. ویسکوزیته سیالی که به مخزن تزریق می شود تا نفت را جابجا کند مانند آب، دی اکسیدکربن یا محلول های حاوی مواد فعال سطحی، معمولاً از ویسکوزیته نفت کمتر است. در این شرایط اضافه کردن نانوذرات می تواند ویسکوزیته سیال تزریق شده را روی مقدار بهینه تنظیم کرده و حرکت را در مخزن بهبود بخشیده و در نتیجه بازده برداشت نفت افزایش می یابد[۴].

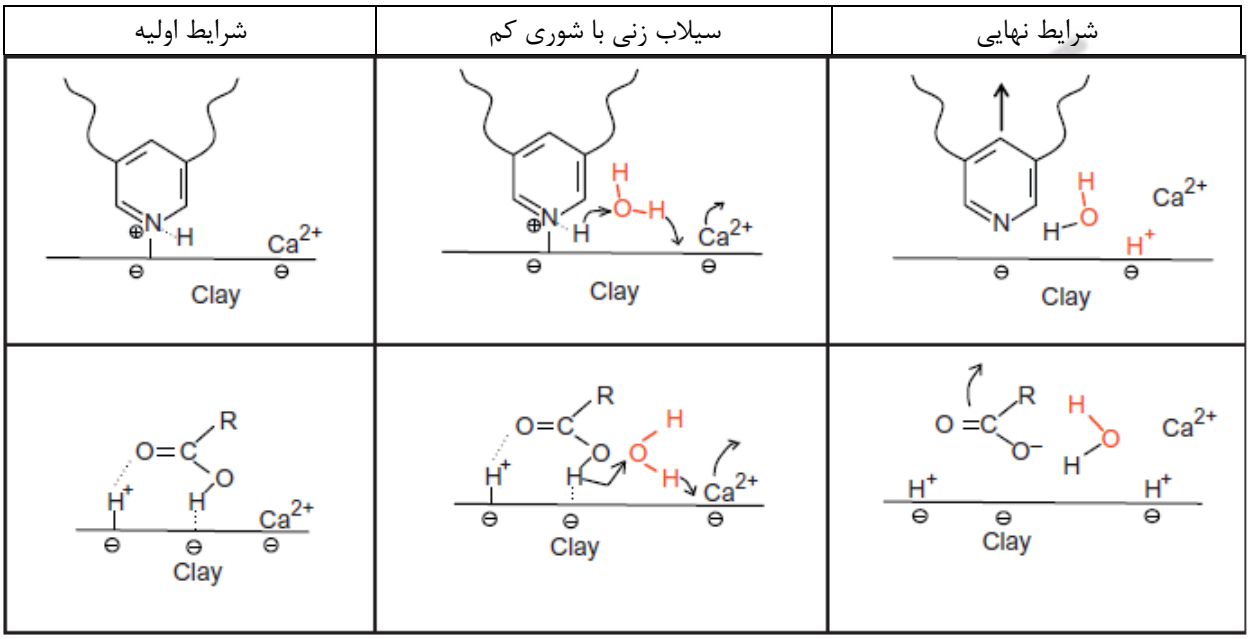
با توجه به پیشرفت های چشمگیر نانوتکنولوژی در سال های اخیر، برخی از محققین به مطالعه و بررسی این روش پرداخته اند. آنها با استفاده از مواد در مقیاس نانو و اضافه کردن آنها به سیالاتی مثل آب، الکل و ... نانو سیالات را تولید و در مقیاس آزمایشگاهی به نتایج بسیار خوبی رسیده اند. چنین سیالاتی هم از نظر تهیه و هم از نظر خواص پایداری و انتقالی در مقایسه با سوسپانسیون های معمولی جامد / مایع و ماکرو سیالات تفاوت های فراوانی دارند. تفاوت اساسی نانو سیالات با سوسپانسیون های معمولی از اندازه بسیار ریز ذرات پراکنده نشأت می گیرد. از آنجا که در نانو ساختارها نسبت سطح به حجمِ فوق العاده بالایی وجود دارد؛ خواصی مانند چگالی در اثر نانو شدن تغییر می کند و همچنین نیروهای بار الکتریکیِ سطح و دراگ که به سطح اعمال می شوند از اهمیت بیشتری برخوردار می شوند و نیروهای وزن و شناوری، به علت اندازه فوق العاده کوچک و جرم فوق العاده کم، اهمیت خود را از دست می دهند و نیروهای سطحی و بین مولکولی اهمیت پیدا می کند[۵].
در سال های اخیر محققان زیادی تاثیر شوری آب را به بر میزان برداشت نهایی نفت مورد بررسی قرار دادند. و مشاهده کردند که یون های موجود در آب تزریقی مقدار بازیابی نفت را افزیش می دهند.
اوستاد و همکاران با استفاده از نتایج آزمایشگاهی ساز و کاری مطابق آنچه در شکل ۱ نشان دهده شده است ارائه کردند .در ابتدا چون بار سطح سنگ منفی است بارهای مثبت و قسمت قطبی نفت را به خود جذب می کند و با اضافه کردن یون های

[4] Enhanced Oil Recovery

www.SID.ir

Archive of SID

محلول در آب به سیستم، پیوند هیدروژنی بین N و H شکسته شده و بین O و H تشکیل شده و محیط اسیدی تر می شود . چون تاثیر یون H^+ از Ca^{2+} بیشتر است H^+ جذب سطح سنگ می شود. در نهایت Ca^{2+} و ترکیب قطبی نفت از سطح سنگ جدا و نفت بیشتری تولید می شود[۶].



شکل ۱ مکانیزم پیشنهادی برای واکنش شور آب رقیق در سطح سنگ مخزن [۶].

در این تحقیق سعی شده است تا تاثیر نمک های محلول در آب به همراه نانو ذره بر فرآیند ازدیاد برداشت بررسی شود.

۲- روش و مراحل آزمایش

مواد: نمک ها شامل $CaCl_2, NaCl, MgCl_2, KCl$ ، نفت با دانسیته ۰/۹۰۹۹ (API=۲۴) و همچنین نانو ذره با مشخصات جدول ۱ مورد استفاده قرار گرفته است. و در نهایت آزمایشات بر روی ماسه متراکم شده شامل ذرات شیشه و رس انجام شده است.

جدول ۱ مشخصات نانو ذره (sio_2)

فرمول شیمیایی	SiO_2
رنگ	سفید

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین اندازه ذرات	۱۰-۱۵ nm
سطح ویژه	۱۸۰-۲۷۰m^2/gr
دانسیته	۲/۲gr/cc
متوسط اندازه منافذ	۱۱۰/۱۳A
حجم منافذ	۰/۵۴۹cm^3/g
شکل	کره ای

۲-۱ روش انجام آزمایش سیلاب زنی:

در ابتدا ماسه متراکم شده را با آب شور اشباع کرده و در ادامه نفت به سیستم تزریق کرده تا ماسه متراکم شده در شرایط اشباع آب باقی مانده قرار بگیرد و به مدت چند روز به همان صورت باقی می ماند و مرحله اصلی با تزریق آب با شوری کم و نانو ذره تحت دما و فشار مورد نظر به انجام می رسد و تا جایی ادامه پیدا می کند که دیگر نفتی از ماسه متراکم شده تولید نشود. تولید تجمعی نفت در مراحل مختلف گزارش می شود .علاوه بر این، پارامتر فشار نیز جهت کنترل بهتر فرآیند به صورت پیوسته اندازه گیری می شود.

۳- ارائه و تحلیل نتایج

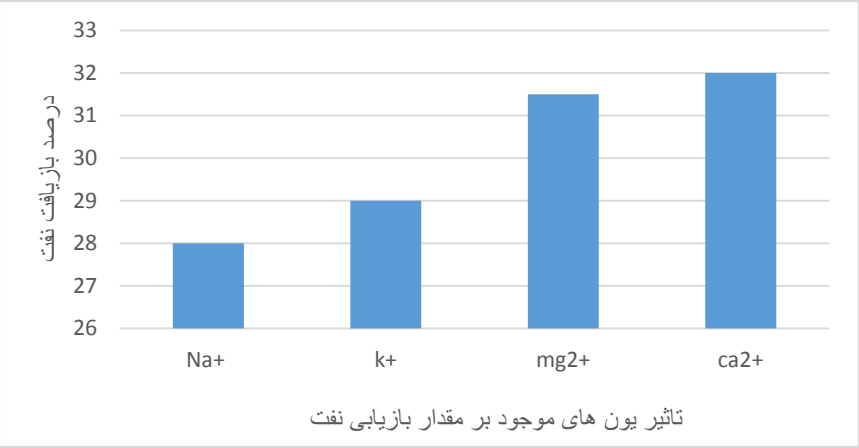
در این آزمایش ابتدا تاثیر یون ها محلول در آب بر مقدار برداشت نفت بررسی شده است. بدین منظور ۴ آزمایش انجام شده ، که شرایط آنها در جدول ۲ نشان داده شده است. در هریک از آزمایش ها یکی از یون های مورد نظر را در مقدار شوری ثابت مورد آزمایش قرار داده و همانطور که در شکل ۲ مشاهده می شود تاثیر یون Ca^{2+} از بقیه یون ها بیشتر بوده زیرا. پس از تعیین یون بهینه ، نانو ذره با غلظت ۰/۱درصد وزنی در این غلظت به شور آب اضافه شد و پس از انجام آزمایش با نانو ذره نتایج حاصل از آن با آب با شوری کم مقایسه شد که در شکل ۳ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود، پس از افزایش حجم محلول تزریقی از ۰/۲ حجم فضای خالی میزان بازیافت نفت بیشتر از حالتی است که شوراب رقیق به تنهایی تزریق می کنیم. این روند تا ۰/۴ از حجم فضای خالی ادامه دارد و پس از آن میزان بازیافت نفت ثابت است.

جدول ۲ غلظت یون های مورد استفاده شده در آزمایش

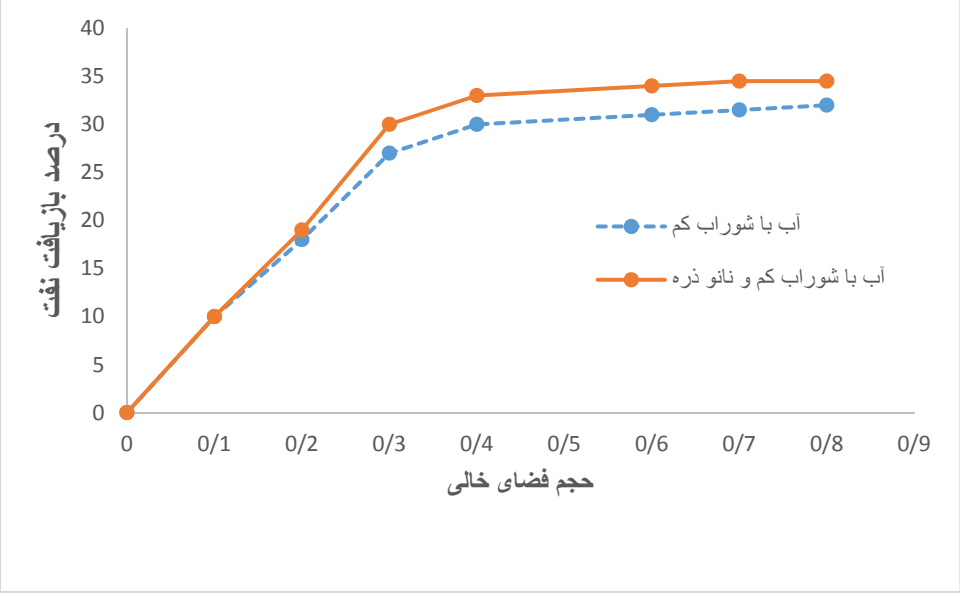
آزمایش	۱	۲	۳	۴
NaCl(ppm)	۲۰۰۰	۰	۰	۰
KCl(ppm)	۰	۲۰۰۰	۰	۰
$MgCl_2$(ppm)	۰	۰	۲۰۰۰۰	۰
$CaCl_2$(ppm)	۰	۰	۰	۲۰۰۰
شوری کل(ppm)	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲ مقایسه یون های و تاثیر آن ها بر بازیافت نفت



شکل۳ درصد بازیابی نفت با استفاده از شوراب کم و شوراب به همراه نانوذره بر مقدار بازیابی نفت

۴- نتیجه گیری

در این پژوهش با استفاده از نتایج آزمایش سیلابزنی مغزه مشاهده شد که در مقدار شوری کم تاثیر یون کلسیم از منیزیم، پتاسیم و سدیم بیشتر می باشد. بنابراین جهت افزایش بازیابی نفت از یون کلسیم به همراه نانو ذرات SiO_2 استفاده شده است. با توجه به این موضوع افزودن نانو ذره در محلول حاوی کلسیم می تواند منجر به افزایش بازیافت نسبت به شوری کم شده و تولید نفت افزایش می یابد.

www.SID.ir

Archive of SID

۵- مراجع

[1] G.P.Willhite, and D.W. Green, *Enhanced oil recovery,vol. 1998*

[2] X. Kong, M. M. Ohadi, T. petroleum, and k. Xiangling,'' Application of Micro and Nano Technologies in the Oil and Gas Industry-Overview of the Recent Progress," in *Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference*, 2010

[3] B. a. Suleimanov, F. S. Ismailov, and E. F. Veliyev, "Nanofluid for Enhanced Oil Recovery," *Journal of Petroleum Science and Engineering*, vol. 78, no. 2, pp. 431–437, Aug. 2011.

[4] N. A. Ogolo, O. A. Olafuyi, and M. O. Onyekonwu, "Enhanced Oil Recovery Using Nanoparticles," in *SPE Saudi Arabia Section Technical Symposium and Exhibition*, 2012.

[5] L. Hendraningrat, B. B. Engeset, S. Suwarno, and O. Torsæter, "Improved Oil Recovery by Nanofluids Flooding: An Experimental Study," in *2012 SPE Kuwait International Petroleum Conference and Exhibition*, 2012.

[6] Austad, T., RezaeiDoust, A., Puntervold, T., 2010. Chemical mechanism of low salinity water flooding in sandstone reservoirs. Paper SPE 129767 Prepared for Presentation at the 2010 SPE Improved Oil Recovery Symposium, 24_28 April.

www.SID.ir