

بهبودسازی در جداسازی نفت همراه آب زائد واحدهای نمک‌زدایی با تغییر در تانک ذخیره‌سازی آب زائد

سجاد خدایاری*، شرکت نفت و گاز کچساران • امین احمدی^۱، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماهشهر

چکیده

امروزه مسأله‌ی دفع پساب و آب زائد، از مهم‌ترین موضوعات صنایع مختلف از جمله صنعت نفت به‌خصوص در واحدهای نمک‌زدایی است. در واحدهای مذکور ضمن رعایت الزامات زیست‌محیطی دفع آب زائد لازم است نفت از آب همراه آن به‌خوبی تفکیک گردد که علاوه بر صرفه‌ی اقتصادی و حفاظت از محیط زیست باعث افزایش طول عمر چاه‌های دفعی می‌گردد. در واحدهای عملیاتی مذکور تدابیر متعددی از جمله جداکننده‌ی دوار، جداکننده‌ی ذرات، مخازن کف‌گیر^۱ دیده شده، که اگرچه تأثیر به‌سزایی در نیل به اهداف دفع پساب داشته اما موفقیت خوبی نداشته است. در این پژوهش راه‌حلی جهت بهبود جداسازی نفت از آب ارائه شده؛ مثلاً در واحدهایی که فاقد مخزن کف‌گیر هستند با استفاده از تعبیه‌ی لوله‌ی مشبک تغییراتی در مخازن جمع‌آوری آب زائد اعمال شده که انتظار می‌رود شرایط موجود را بهبود بخشد. برخی راه‌حل‌های تکمیلی در خصوص جداسازی کامل نفت از آب نیز وجود دارد؛ از جمله القاء میدان مغناطیسی که اگرچه در مراحل تست آزمایشگاهی موفقیت‌آمیز بوده اما با توجه به تنگناهای موجود در آزمایش میدانی بحث نشده و در ادامه‌ی مقاله به‌صورت گذرا بدان اشاره شده است.

اطلاعات مقاله

تاریخ ارسال نویسنده: ۹۵/۱۲/۱۱

تاریخ ارسال به داور: ۹۵/۱۲/۱۵

تاریخ پذیرش داور: ۹۶/۰۲/۳۰

واژگان کلیدی:

آب زائد، نمک‌زدایی از نفت خام، میدان مغناطیسی، مخزن ذخیره‌ی آب زائد

مقدمه

طریق شیرهای اختلاف فشار، آشفستگی و اختلاط جریان کاملاً انجام گردیده و سپس نفت نمکی به نمک‌گیر برقی ارسال می‌شود و در میدان الکتریکی تحت اختلاف پتانسیل ۲۳۰۰۰-۱۵۰۰۰ ولت قرار گرفته که این اختلاف پتانسیل باعث افزایش قطبیت ذرات آب و افزایش سرعت برخورد قطرات به یکدیگر می‌شود. در نتیجه ذرات کوچک‌تر به هم چسبیده و بزرگ‌تر می‌شوند و در اثر نیروی ثقلی، ته‌نشین شده و از نفت جدا می‌گردند. آب و نمک از طریق لوله‌ی خروجی، از ظرف تفکیک‌گر خارج شده و نفت عاری از امولسیون با چگالی کمتر در بالای ظرف قرار گرفته و با خط لوله‌ی مجزا به مخزن نفت هدایت و سپس به مبادی مصرف پمپاژ می‌گردد [۱ و ۲]. در این فرآیند همواره مقدار قابل توجهی آب زائد تولید می‌شود که باید تمهیدات لازم جهت تصفیه و تزریق آن به چاه‌های دفعی و به‌عبارتی دفع پساب اندیشیده شود. بنابراین آب زائد تولیدی در ابتدا وارد مخزن کف‌گیر می‌شود. در این مخزن با تزریق مواد تعلیق‌شکن معکوس، نفت همراه پساب کاهش می‌یابد. سپس آب زائد وارد مخازن دوگانه‌ی ته‌نشینی^۳ می‌شود. در این مخازن دیواره‌های حائلی وجود دارد که باعث آرام و یکنواخت شدن آب زائد شده و بر اساس مکانیسم ثقلی، ذرات باقیمانده‌ی نفت در آب زائد جدا می‌شوند. در نهایت جهت حذف ذرات جامد، آب زائد تولیدی از فیلترهای شنی عبور کرده و انتظار می‌رود در این مرحله

امروزه توسعه‌ی روزافزون اقتصاد جهانی یک خواسته‌ی ملی و در گرو رشد و تولید و صادرات نفت است. در این زمان با توجه به ازدیاد برداشت از مخازن هیدروکربوری در کشورهای در حال توسعه مثل ایران، باعث شده بهره‌برداری از چاه‌های نفت فراتر از توان تولید باشد و آب شور فراوانی همراه نفت برداشت گردد که این امر آسیب جدی به تولید و تجهیزات فرآیندی وارد کرده و گاهی افت شدید قیمت نفت در پایانه‌ها را به دنبال دارد. بنابراین جهت جلوگیری از این اشکالات اقداماتی جهت جداسازی آب شور از نفت خام انجام شده است؛ بدین صورت که نفت پس از خروج از چاه مستقیماً به جداکننده‌ی سه‌فازی ارسال شده و بخش عظیمی از گاز همراه و مقدار اندکی آب شور همراه آن جدا می‌شود. نفت تولیدی در واحدهای بهره‌برداری پس از طی مراحل اولیه‌ی فرآورش و سپس مراحل نهایی جداسازی گاز و سولفید هیدروژن تثبیت می‌شود و نفت به اصطلاح مرده جهت جداسازی آب شور و تثبیت درجه‌ی شوری مطابق شرایط استاندارد به واحدهای نمک‌زدایی ارسال می‌گردد. در این فرآیند ابتدا به نفت ورودی، مواد تعلیق‌شکن تزریق شده و سپس دمای نفت در کوره‌های حرارت غیرمستقیم به دمای استاندارد ۶۵ درجه‌ی سانتی‌گراد می‌رسد و سپس به نمک‌گیر برقی ارسال می‌شوند. در بین مسیر و قبل از ورود نفت به نمک‌گیر، آب شستشو به خط لوله‌ی ورودی نفت تزریق شده و از

* نویسنده‌ی عهده‌دار مکاتبات (sajad_khodayari@yahoo.com)

آمار ردیف دوم جدول مربوط به یکی دیگر از واحدهای نمک‌زدایی فاقد مخزن کف‌گیر در میدان نفتی جنوب کشور است. لازم به ذکر است که مقدار استاندارد نفت در آب حداکثر ۱۰۰ ppm است. به‌طور کلی به دلیل تفاوت فرآیندهای جداسازی، مقدار نفت مجاز در آبهای دفعی تزریقی متفاوت خواهد بود. مثلاً در واحد نمک‌زدایی (الف) مقدار مجاز نمک ۳۰ ppm و در واحد نمک‌زدایی (ب) مقدار تعریف شده ۹۰ ppm است. این مغایرت‌ها بر اساس طراحی واحدهای عملیاتی متفاوت است؛ مثلاً احداث مراحل سایکلون و فیلتر و اسکیم.

۲- ارائه‌ی راه‌حل

۲-۱- راه‌حل اصلی

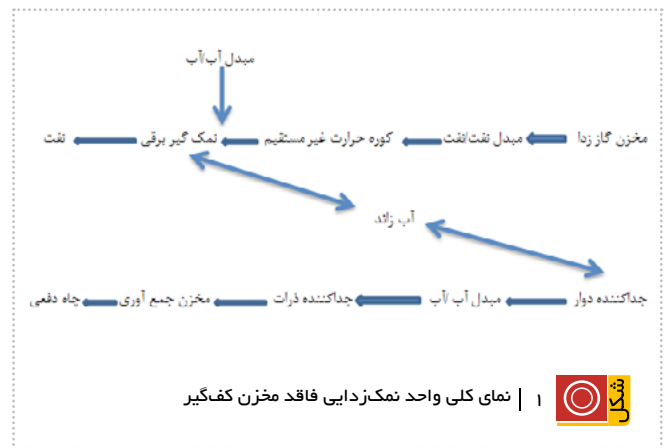
تانک ذخیره‌ی آب زائد به دلیل آلاینده‌گی شدید برخی عناصر همراه آب از جمله اورانیوم کاملاً ایزوله بوده و مسیر خروجی آن فقط به سمت چاه جریان دارد. به‌طوری که هیچ خط‌لوله‌ی خروجی به سایر نقاط تخلیه مثلاً گودال وجود ندارد؛ مگر در شرایط عملیاتی خاص که تدابیر لازم پیش‌بینی شده باشد. این امر باعث شده نفتی که در اثر تزریق مواد تعلیق‌شکن معکوس به سطح آمده، قابل جمع‌آوری نباشد. در نهایت نفت قابل ملاحظه‌ای همراه آب زائد وارد چاه می‌شود که این امر علاوه بر هرزروی نفت، باعث کاهش عمر چاه‌های دفعی و به‌دنبال آن افزایش نیاز تعمیراتی چاه می‌گردد.

از طرفی تجمع لایه‌های نفتی در مخزن مذکور، علاوه بر افزایش دفعات تمیزسازی مخزن، الزامات نگهداری و تعمیرات صحیح آنرا با مخاطره روبرو می‌کند؛ زیرا عملیات مذکور نیازمند زمان و هزینه‌ی فراوانی خواهد بود. بنابراین ارائه‌ی راه‌حل فنی جهت خارج کردن نفت همراه آب و جلوگیری از تشکیل لایه‌ی نفتی در تانک ذخیره و ارسال آب می‌تواند علاوه بر جلوگیری از هرزرفت نفت، از چاه دفعی هم محافظت به‌عمل آورد. به‌طوری که می‌توان با نصب لوله‌ی ۴ یا ۶ اینچ مشبک در ارتفاع ۸۰ درصدی مخزن (نسبت به کف مخزن) مسیر خروجی جداگانه‌ای برای نفت ایجاد کرد تا بدینوسیله تمامی نفت‌های جمع‌شده روی سطح آب زائد، خارج شده و جهت جداسازی نهایی به گودال جداکننده‌ی آب و نفت ارسال گردد. بدین ترتیب نفت جدا شده پمپاژ و به ورودی کارخانه ارسال می‌شود و آب زائد به چاه‌های دفعی تزریق می‌گردد.

علاوه بر حذف ذرات جامد، مقدار نفت همراه آب زائد نیز تا حد استاندارد کاهش یابد. آب زائد تصفیه شده در مخزن مخصوص جمع‌آوری شده و به چاه‌های آب زائد تزریق می‌گردند. اما در برخی واحدهای عملیاتی، مخزن کف‌گیر وجود ندارد و آب زائد بدون جداسازی و همراه تعلیق‌شکن معکوس وارد تانک جمع‌آوری شده و سپس به چاه‌های دفعی تزریق می‌گردد. این امر باعث تزریق نفت همراه آب در مقادیری بیشتر از حد استاندارد به چاه‌های دفعی می‌شود [۳].

۱- روش و مراحل تحقیق

در این بخش واحدهایی که فاقد مخزن کف‌گیرند یا واحدهایی که مخزن کف‌گیر آنها از سرویس خارج است بررسی می‌شود. همان‌طور که در شماتیک شکل ۱- ملاحظه می‌شود اگرچه جهت تصفیه‌ی پساب، تعلیق‌شکن معکوس به آب همراه نفت تزریق می‌شود اما جداسازی آب از نفت نیازمند زمان ماند مناسبی است که این شرایط در صورت عدم کارایی مخزن کف‌گیر، فراهم نمی‌گردد و در نتیجه آب و نفت همراه آن در مخزن جمع‌آوری آب زائد، ذخیره و به چاه دفعی تزریق می‌شود. طبق جدول ۱- برخی آمارها وجود نفت همراه آب زائد (در مقیاس ppm) را تأیید می‌کند. آمار ارائه شده‌ی ردیف اول جدول مربوط به یکی از واحدهای نمک‌زدایی میدان جنوب کشور است که مخزن کف‌گیر واحد مذکور از سرویس خارج است.



۱ | نمای کلی واحد نمک‌زدایی فاقد مخزن کف‌گیر



۱ | نتایج چهار ماهه‌ی آزمایش آب زائد خروجی از واحدها بر حسب ppm در سال ۱۳۹۵



نام واحد	نیمه‌ی اول تیر	نیمه‌ی دوم تیر	نیمه‌ی اول مرداد	نیمه‌ی دوم مرداد	نیمه‌ی اول شهریور	نیمه‌ی دوم شهریور	نیمه‌ی اول مهر
واحد نمک‌زدایی (الف)	۱۲۰۰	۱۹۲۰	۱۲۰۰	۶۳۰	۲۷۰	۵۴۰	۴۸۸
واحد نمک‌زدایی (ب)	۱۸۰۰	۱۸۶۰	۱۱۵۰	۲۰۵۰	۳۵۰۰	بسته	۷۹۹ (مداوم در سرویس نبوده)

۲-۲- راه حل تکمیلی

تونلی ۰/۵ تسلا بیشتر از میدان عمودی ۱/۲ تسلا است [۴]. با استفاده از میله‌ای مغناطیسی کل محلول درون مخزن مغناطیسی شده و سپس با نصب آهنربا در بالای مخزن شرایط برای جداسازی و جمع‌آوری فراهم می‌گردد. همچنین می‌توان اطراف لوله‌ی ورودی به مخزن را با آهنربا احاطه کرد تا سیال ورودی به مخزن در حین عبور خاصیت مغناطیسی پیدا کند.

اگرچه ایجاد یک میدان مغناطیسی می‌تواند کمک‌کننده باشد اما بر اساس نسبت حجمی نفت به آب و امکان‌سنجی تغییر کاربری مخزن مذکور، استفاده از این روش، عدم قطعیت‌هایی دربر دارد که نیازمند بررسی بیشتری است.

نتیجه‌گیری

استفاده از نتایج این پژوهش در رعایت الزامات زیست‌محیطی ارزشمندی در اکوسیستم‌های سطح‌الارضی و تحت‌الارضی اثربخش خواهد بود.

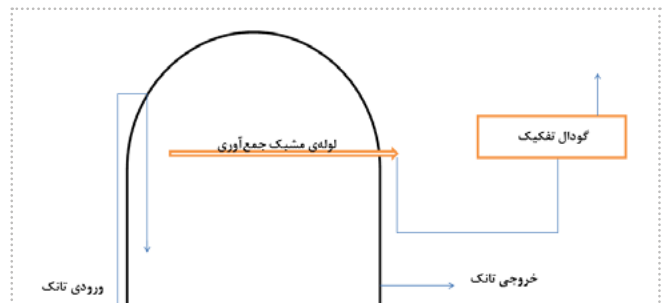
کاملاً مشهود است که هزینه‌ی نصب لوله‌ی مشبک نسبت به هزینه‌های تعمیراتی چاه‌های دفعی و مخزن بسیار ناچیز است.

نتایج نشان می‌دهد که استفاده از میدان مغناطیسی بر افزایش بازده مؤثر است. لازم به ذکر است که استفاده از آهنربای مغناطیسی نسبت به الکتریکی ارجحیت داشته و حفظ جوانب ایمنی را در بردارد.

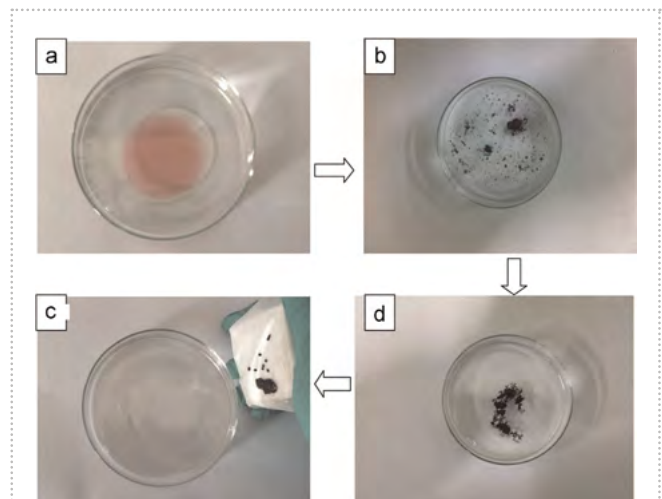
با بهینه‌سازی تجهیزات و اعمال علوم کاربردی در مراحل میانی فرآورش می‌توان به کارایی بیشتر سیستم‌های موجود نائل گشت و روش مذکور در خصوص بهینه‌سازی عملکرد فرآیند بسیار مؤثر خواهد بود.

در این پژوهش جزئیات تغییر ساختار مخزن بررسی نشده اما بر اساس بررسی‌ها این تغییر کاربری نیازمند تجهیزاتی مانند شیر خودکار، شیر دروازه‌ای، نمونه‌گیر و تعبیه بخش U شکل است که این امر مورد تأیید بازرسی فنی و مهندسی فرآیند کارخانه بوده است.

جهت جمع‌آوری کامل قطرات نفت جدا شده، می‌توان از میدان مغناطیسی استفاده کرد تا سبب کاهش کشش سطحی و افزایش گرانروی و چگالی شود که این مقادیر اکسترمم، در میدان مغناطیسی



۲ | شماتیک تانک جمع‌آوری آب زائد تا گودال



۳ | نتیجه‌ی عملی آزمایش میدان مغناطیسی بر نفت محلول در آب



پانویس‌ها

1. Ahmadi.amin68@yahoo.com

2. Skimmer

3. API separator

منابع

- از استخر خورشیدی، ماهنامه‌ی اکتشاف و تولید، شماره‌ی ۹۲-، مرداد ماه ۱۳۹۱
 [6] Burnett, D.B.; Harold Vance department of petroleum engineering Texas experimental engineering station (TEES), Texas A&M University, 2006.
 [7] Cakmakci, M.; Kayaalp, N.; & Koyuncu, I.; Desalination, 222, 176-186, 2008.
 [8] Razavi, S.M.R. & Miri, T.; J. Water Process Eng., 8, 136-141, 2015.
 [9] Dadari, S.; Rahimi, M.; & Zinadini, S; Desalination, 377, 34-46, 2016.

- [۱] عملیات نمک‌زدایی، جلد اول، عبدالرحیم مشایخی مهر، ۱۳۸۹
 [۲] عملیات بهره‌برداری، جلد اول، گروه بهره‌برداری، آذر ۱۳۹۲
 [۳] عادل‌زاده، محمدرضا، اصول مهندسی بهره‌برداری، انتشارات ستایش، فصل چهارم، ۱۳۸۹
 [۴] مریم چنگیزی؛ علی محبی؛ شهرام دانش‌پژوه و میثم آخوندی علی‌آباد، مطالعه‌ی آزمایشگاهی تأثیر میدان مغناطیسی بر کشش سطحی، ویسکوزیته و دانسیته‌ی نفت‌خام، دومین همایش ملی نفت و گاز ایران، کرمان، دانشگاه شهید باهنر کرمان
 [۵] محمد افتخاری، تأمین انرژی فرآیند نمک‌زدایی از نفت‌خام با بهره‌گیری