



لیلا مهاجری*، عماد زعایلی، پژوهشکده‌ی ازمیادپرورش

محمدعلی زاهد، دانشگاه تهران

چکیده

آب همراه که همان آب موجود در سازند است هنگام تولید، به همراه نفت و گاز به سطح می آید. آسان‌ترین استراتژی مدیریت آب همراه روش تبخیر است که در آن معمولاً آب به یک حوضچه‌ی تبخیر با سطحی وسیع هدایت می‌شود. آب از سطح تبخیر شده و غلظت مواد جامد و سایر ترکیبات در آن افزایش می‌یابد. در ایران درصد قابل توجهی از آب همراه به این روش دفع می‌شود. میزان تبخیر در طول زمان کاهش می‌یابد. از دیگر معایب این روش نشت و نفوذ ترکیبات سمی باقیمانده به آبهای زیرزمینی در صورت عدم عایق‌بندی مناسب حوضچه است. توسعه‌ی پایدار و حفاظت از محیط زیست نیاز به محصولات سبز، فرآورده‌ها و استراتژی‌های مدیریت زباله دارد. انتخاب و طراحی فرآورده‌های سبز و تمیز و محصولات، شامل عهده‌داری و کنترل مجموعه‌ی عظیمی از داده‌های مربوط به محیط زیست، اقتصاد و فن آوری است. بنابراین ضروری است روشی جامع برای تصفیه و مدیریت آبهای همراه در نظر گرفته شود. در این مقاله با توجه به شرایط کشور، تزریق مجدد آب همراه به چاه‌های نفت و گاز، کاندید تزریق آب با هدف افزایش بازیافت آنها پیشنهاد شده است.

واژگان کلیدی

آب همراه، تزریق چاهی، افزایش بازیافت، مدیریت پساب

مقدمه

تولید نفت به‌عنوان منبع اصلی انرژی و درآمد، برای بسیاری از کشورها جزء مهم‌ترین فعالیت‌های صنعتی به‌شمار می‌رود. تقاضا برای نفت همچنان رو به افزایش است و برآورد شده که مصرف روزانه‌ی نفت جهان از ۸۵ میلیون بشکه در سال ۲۰۰۶ به ۱۰۶/۶ میلیون بشکه در سال ۲۰۳۰ افزایش یابد. بیش از ۸۰ درصد از پساب تولیدی در فرآیند تولید نفت، آب همراه است. این

درصد در چاه‌های قدیمی می‌تواند تا ۹۵ درصد هم برسد. بنابراین توجه به مسائل زیست‌محیطی و مدیریت آب همراه اهمیت فراوانی دارد. آب همراه که همان آب موجود در سازند است هنگام تولید، به همراه نفت و گاز به سطح می‌آید. از آب همراه همچنین به‌عنوان آب شور، آب نمک یا آب سازند نیز نام می‌برند. به‌طور کلی نسبت حجم آب همراه به نفت تولیدی ۳ به یک است. آب

همراه تشکیل شده حاوی برخی ویژگی‌های شیمیایی مرتبط با لایه‌های زمین‌شناسی منطقه و نوع هیدروکربن در تماس با آب است [۱]. در شکل ۱- درصد تولید آب همراه ناشی از استخراج نفت و گاز در جهان و ایالات مختلف کشور آمریکا نشان داده شده است. خواص آب همراه (اعم از فیزیکی و شیمیایی) و حجم آن، بستگی به موقعیت جغرافیایی میدان، زمین‌شناسی تشکیل لایه‌ها، نوع محصول هیدروکربنی در حال

*نویسنده‌ی عهده‌دار مکاتبات (mohajerileila@yahoo.com)



تولید و طول عمر مخزن دارد. به عنوان مثال در اوایل عمر چاه، تولید نفت زیاد و تولید آب کم است. با افزایش سن چاه، تولید نفت کاهش و تولید آب افزایش می‌یابد [۲]. با افزایش هزینه‌های مدیریت آب همراه، سود حاصل از فروش نفت کاهش یافته، تولید از دست می‌رود و چاه بسته می‌شود که این برخلاف روال معمولی چرخه‌ی تولید است. این در حالی است که آب همراه را می‌توان مجدداً استفاده کرد. اگر شرایط خاص کیفیت آب لحاظ گردد قسمت اعظم آب همراه تولیدی دفع می‌گردد. از ۱۸ میلیارد بشکه آب همراه تولید شده در آمریکا در سال ۱۹۹۵ مقدار ۹۲ درصد آن از طریق تزریق مدیریت شده، سه درصد آن تحت قوانین زیست محیطی تخلیه شده و باقیمانده نیز از طریق سایر روش‌ها از جمله تبخیر، چاه‌های جذبی و تصفیه‌خانه‌های عمومی دفع شده است. پسماندهای حفاری نفت، حاوی مواد سمی است که به طور بالقوه برای اکوسیستم‌ها (به ویژه اکوسیستم دریایی) مضر است. با وجود فرآیندهای سازگار با محیط زیست، مواد زائد مایع که به محیط زیست دریایی تخلیه می‌شوند هنوز حاوی مقدار مشخصی از آلاینده‌های مضر برای محیط زیست هستند [۳].

۱- ترکیبات آب همراه

ترکیب آب همراه متفاوت و بسته به نوع

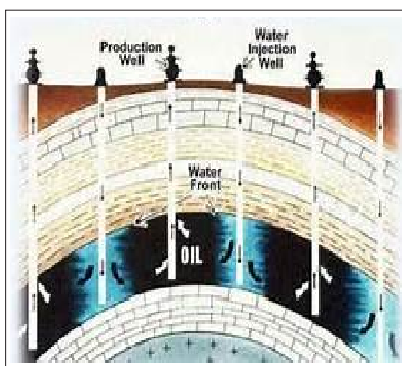
ماده‌ای است که با آن استخراج می‌شود. گفته می‌شود آب همراه تولیدی از چاه‌های گازی با آب همراه تولیدی از چاه‌های نفتی متفاوت است. بزرگ‌ترین تفاوت آنها این است که آب همراه تولیدی از چاه‌های گازی علاوه بر آب سازند حاوی آب متراکم می‌باشد. همچنین آب تولیدی از چاه‌های گازی حاوی مقدار هیدروکربن‌های معطر بیشتری است. مطالعه‌ی انجام شده در دریای شمال نشان داد که آب تولیدی از چاه‌های گازی، PH و کلرید بیشتری از آب تولیدی از چاه‌های نفتی دارد. در مجموع، آب ناشی از تولید گاز حدوداً ۱۰ برابر سمی‌تر از آب ناشی از تولید نفت است. به طور کلی ترکیبات آب همراه در هر دو عملیات تولید نفت و گاز شامل هیدروکربن‌ها، سایر مواد شیمیایی آلی و معدنی، نمک‌های حل شده، فلزات و مواد پرتوزا^۲ می‌باشند. این ترکیبات یا در زمان تشکیل آب حضور دارند یا به عنوان مواد شیمیایی در فرآیندهای اکتشاف و تولید نفت و گاز استفاده می‌شوند [۴].

اجزای اصلی آب همراه مقاداری نمک (اغلب به عنوان شوری، رسانایی یا کل جامدات محلول (TDS))، نفت و روغن (ترکیبات آلی متفاوت مرتبط با هیدروکربن در ساختار)، ترکیبات آلی و معدنی که به عنوان افزودنی‌های شیمیایی برای بهبود حفاری و عملیات تولید معرفی می‌شوند و مواد پرتوزایی هستند که به طور طبیعی

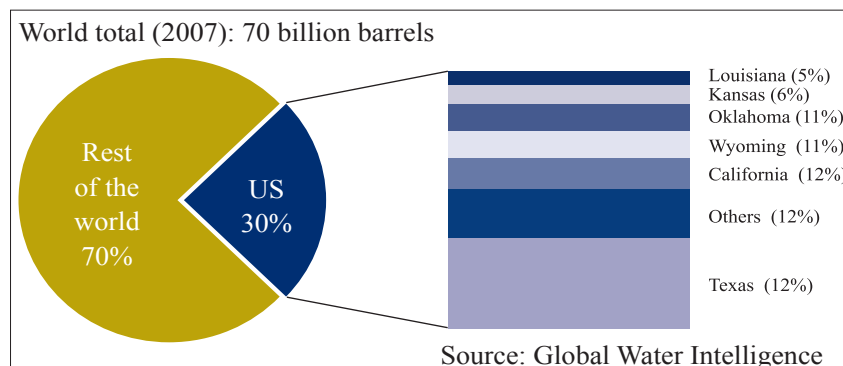
به وجود می‌آیند. ترکیب آب همراه حاصل از چند میدان نفتی ایران در جدول ۱- نشان داده شده است. دانستن اجزای خاص آب همراه به رعایت مقررات و انتخاب گزینه‌های مدیریتی مناسب آب همراه مثل بازیافت ثانویه و دفع کمک می‌کند. نفت و روغن از مهم‌ترین اجزای آب همراه به شمار می‌روند. باید توجه کرد نفت و روغن تنها به یک ماده شیمیایی اشاره نمی‌کند بلکه با توجه به آزمایش‌های آنالیزی اندازه‌گیری شده حضور بسیاری از مواد شیمیایی آلی هم‌گروه اثبات شده است. برای از بین بردن رسوب و حفظ بازده تولید، مواد افزودنی شیمیایی مثل بازدارنده‌های خوردگی و رسوب، تعلیق‌شکن‌ها، منعقدکننده‌ها و حلال‌ها ممکن است در عملیات حفاری، عملیات تولید و فرآیندهای جداسازی استفاده شوند. تولید چاه می‌تواند توسط واحدهای مناسب بازدارنده‌ی رسوب و تصفیه‌ی شیمیایی آب همراه چاه مطابق با ویژگی‌های تشکیل، بهبود یابد. این در حالی است که افزودنی‌های مذکور بخشی از آب همراه شده و بر سمی بودن کلی تأثیر می‌گذارند [۶]. بنابراین ترکیبات آب همراه می‌تواند هم بر محیط زیست و هم بر شرکت‌های بهره‌بردار مؤثر باشند.

۲- استفاده‌ی مجدد و مدیریت آب همراه

آب همراه را با لحاظ شرایط خاص کیفیت



شکل ۲ | چاه تولید و تزریق آب همراه



شکل ۱ | درصد تولید آب همراه ناشی از استخراج نفت و گاز در جهان و ایالات مختلف کشور آمریکا

آن می توان مجدداً استفاده کرد. در اغلب موارد آب همراه تولیدی دفع می شود. برای فعالیت های تولید دریایی، آب همراه معمولاً پس از تصفیه، به اقیانوس تخلیه می شود. برای فعالیت های تولید در خشکی، آب همراه از راه های مختلفی مدیریت می شود. می توان آب همراه را از طریق تخلیه، تزریق زیرزمینی جهت دفع، تزریق زیرزمینی جهت افزایش بازیافت نفت، تبخیر، دفع تجاری خارج از مکان تولید و استفاده ی مجدد مفید در مصارف آبیاری (کشاورزی و دامداری)، اطفاء حریق، استخر ذخیره، کنترل گرد و غبار و ... مدیریت و استفاده کرد [۷].

۳- حوضچه ی تبخیر

آسان ترین استراتژی مدیریت آب همراه روش تبخیر است که در آن معمولاً آب به یک حوضچه ی تبخیر با سطحی وسیع هدایت می شود. آب از سطح تبخیر شده و غلظت مواد جامد و سایر ترکیبات در آن افزایش می یابد. در ایران درصد قابل توجهی

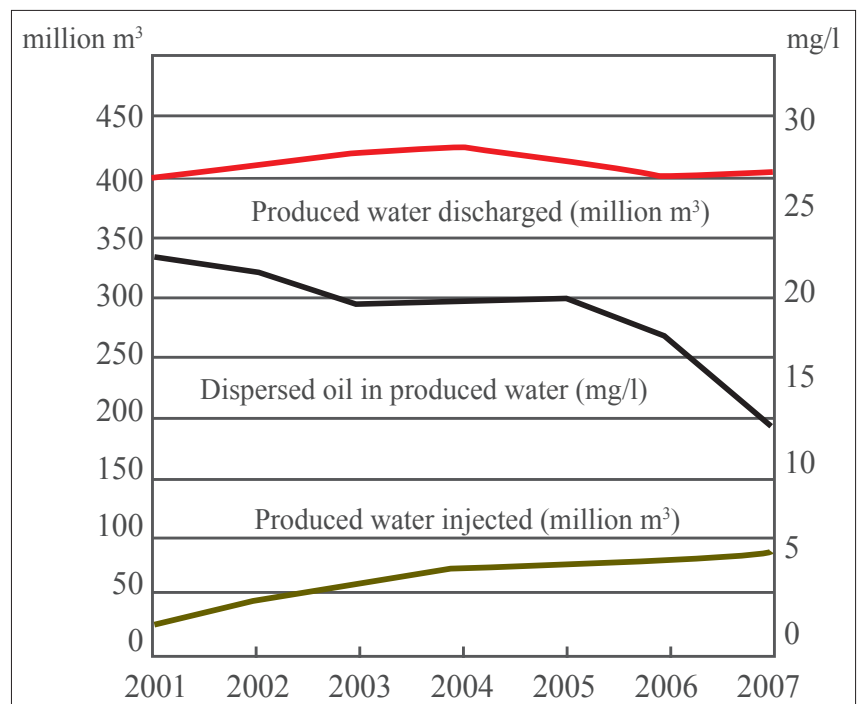
از آب همراه به این روش دفع می شود. میزان تبخیر در طول زمان کاهش می یابد. حوضچه ی تبخیر گزینه های برای آب و هوای خشک و نسبتاً گرم با میزان تبخیر زیاد، سطح زمین وسیع و هزینه های کم زمین است. حوضچه ی تبخیر معمولاً مقرون به صرفه بوده و تنها برای جریان های کوچک مواد تغلیظ شده به کار می روند.

از معایب این روش نشست و نفوذ ترکیبات سمی باقیمانده به آب های زیرزمینی در صورت عدم عایق بندی مناسب حوضچه است. بنابراین دستورالعمل هایی برای طراحی، ساخت و ساز، تعمیر و نگهداری و بهره برداری از استخرهای تبخیر با شیوه های مقرون به صرفه و سازگار با محیط زیست مورد نیاز است. خروجی های اصلی عبارتند از تبخیر، نشست، سرریز پس از طوفان و تخلیه ی عمدی. اقداماتی مثل حفاظت از آب، حفظ ظرفیت ذخیره سازی نرمال استخر، حداکثر بارش روزانه، کاهش نفوذ آب به زیر حوضچه، عایق بندی کف حوضچه و استفاده ی مجدد از آب [۸].

۴- تصفیه ی آب همراه

با توجه به افزایش حجم پسماند در سراسر جهان طی دهه ی اخیر و اینکه آب همراه بزرگ ترین جریان پساب تولید شده در صنایع نفت و گاز می باشد تخلیه ی آب در محیط زیست نگرانی های قابل توجه زیست محیطی ایجاد کرده است. فن آوری تصفیه ی آب همراه، تبدیل آب همراه با کیفیت کم به آب با کیفیت مناسب از طریق حذف آلاینده ها و ناخالصی هاست. روش های نوین پاک سازی آب همراه اخیراً بسیار توسعه یافته است [۱۱ و ۱۰ و ۹]. به طور کلی تصفیه ی آب همراه با توجه به اهداف کاربردی آن شامل موارد زیر است:

- زدایش نفت (حذف نفت و روغن آزاد و محلول موجود در آب همراه)
 - حذف مواد آلی محلول
 - ضد عفونی کردن (حذف باکتری ها، میکروارگانسیم ها، جلبک ها و ...)
 - حذف مواد جامد معلق (ماسه، کدورت و ...)
 - حذف گازهای محلول (هیدروکربن های گازی سبک، دی اکسید کربن، سولفید هیدروژن و ...)
 - نمک زدایی یا غیرمعدنی کردن (حذف نمک های محلول، سولفیت، نیتريت، آلاینده ها، عوامل رسوب گذار و ...)
 - نرم کردن (حذف سختی بیش از حد آب)
 - تنظیم نسبت جذب سدیم (SAR) (افزودن یون های کلسیم یا منیزیم به آب همراه جهت تنظیم سطح نمک قبل از آبیاری)
 - سایر موارد دیگر مثل حذف مواد پرتوزایی که به صورت طبیعی به وجود می آیند [۱۲].
- آب همراه از طریق روش های مختلف فیزیکی، شیمیایی، و بیولوژیکی تصفیه می شود. معمولاً انتخاب یک روش تصفیه ی آب همراه مشکل است اما طرح کلی



همواره انتخاب ارزان‌ترین روش با اطمینان از دست‌یابی به معیارهای زیست‌محیطی و اهداف تصفیه است.

پس از تصفیه، انتخاب عمل دفع باقیمانده‌ی تغلیظ شده بستگی به عوامل متعددی از جمله وجود مکان‌های دفع منطقه‌ای (زمین‌شناسی، جغرافیای آب و هوایی و ...)، دسترسی محلی (وجود مکان دفع مناسب، مسافت و ...)، حجم جریان تغلیظ شده، مقررات زیست‌محیطی قابل اجرا (مقررات کنترل تزریق زیرزمینی و مقررات منابع آب زیرزمینی و ...)، اثرات زیست‌محیطی، پذیرش عمومی، هزینه و ... دارد. علاوه بر آن هزینه‌ی عوامل مؤثر مانند حمل و نقل، تصفیه، توسعه‌ی مکان دفع، قوانین و مقررات زیست‌محیطی نیز تأثیر عمده‌ای بر انجام هر روش خاص دفع مواد تغلیظ شده دارد [۱۲].

۵- بازیافت آب همراه

تولید کنندگان در حال سرمایه‌گذاری روی گزینه‌ی بازیافت آب همراه هستند تا بتوانند از آب بازیافت شده نه تنها برای پروژه‌های جریان آب، حفاری و اهداف ساخت‌وساز، بلکه برای سایر مصارف نیز استفاده کنند [۱۳]. همچنین تزریق دوباره‌ی آب همراه به میادین دریایی به دلیل امکان بروز اثرات زیست‌محیطی آن در دست بررسی است تا جایگزین دفع در دریا گردد [۱۴]. شکل ۲- یک چاه تولید و تزریق آب همراه را نشان می‌دهد. تزریق آب همراه حاوی قطرات نفت و ذرات جامد، در میادین نفتی واقع در خشکی اغلب با کاهش فعالیت تزریق معمول همراه است. از جمله مزایای تزریق آب همراه، کمتر بودن هزینه‌ی تصفیه‌ی آن نسبت به هزینه‌ی تأمین آب خام از سایر منابع است. همچنین آب همراه معمولاً با جریان‌ات مخزن سازگار بوده و سبب تشکیل رسوب نمی‌شود.

در آمریکا بیش از ۹۸ درصد آب همراه تولیدی از چاه‌های خشکی از طریق تزریق

زیرزمینی کنترل می‌شود. بدین صورت که تقریباً ۵۹ درصد به تشکل‌های تولیدی جهت حفظ فشار سازند و افزایش خروجی به چاه‌های تولید تزریق می‌گردد و ۴۰ درصد دیگر آن از چاه‌های خشکی برای دفع به سازند غیرتولیدی تزریق می‌شود. چهار درصد از حجم کل آب همراه گزارش شده در خشکی و دریا در سال ۲۰۰۷ نیز از طریق تخلیه‌ی سطحی مدیریت می‌شد [۶].

تزریق آب در عملیات نفتی مدرن عنصری کلیدی است. بسیاری از طرح‌های نفتی دریایی توسعه یافته جهت تزریق آب به مخازن نفتی، جهت سیلاب (راندن نفت به سمت تولید کنندگان) و جهت حمایت از فشار (پُر کردن voidage باقیمانده توسط جریان‌های تولیدی) انجام شده‌اند و در نتیجه مخزن و سوراخ‌های انتهایی چاه، جریان فشارهای زیاد و فشار نقطه‌ی حباب جریان را حفظ می‌کنند. در شرایط خاص اهداف دیگری مثل کنترل فشردگی سنگ و ... نیز مهم تلقی می‌شوند. بنابراین طرح موفق تزریق آب می‌تواند منجر به توسعه‌ی مطلوب میدان از طریق موارد زیر گردد:

■ حداکثرسازی بازیافت کلی به طوری که یک جلوبرنده‌ی آب که به شکل برابر توزیع شده هیدروکربن‌های باقیمانده را به سمت تولید کنندگان براند.

■ تسریع تولید هیدروکربن با حفظ فشار زیاد مخزن و راندن نفت به جای آب به سمت تولید کنندگان

■ حداقل‌سازی تولید آب و هزینه‌ی حمل و نقل آن

■ بهبود مشخصات زیست‌محیطی و فنی شرکت بهره‌بردار؛ مثلاً توسط تزریق آب همراه به مخزن (بازگردانی) [۱۵].

نتیجه‌گیری

با توجه به رشد جمعیت و شرایط آب و هوایی کشور احیای آب از منابع مختلف از جمله آب همراه بسیار مهم خواهد بود. شاید این فرصتی است که بتوان از آب همراه تولیدی (با این مقادیر زیاد) در میادین نفت و گاز استفاده‌ی مفید کرد. دست کم ۹ بشکه از هر ۱۰ بشکه آب همراه تولیدی در میادین نفت و گاز از طریق چاه تزریق کلاس-II دور ریخته می‌شود. این بدان معنی است که تعادل

۱ | ترکیب آب همراه تولیدی در چند میدان نفتی ایران، کالیفرنیا و کانادا [۵]

یون (mg/L)	آب دریا	سازند هابیرنیا (کانادا)	سازند سانست (کالیفرنیا)	پستاب بنگستان	پستاب آسامری	سازند آسامری
Na ⁺	۱۰۷۶۰	۸۷۷۳۲	۱۱۶۵۰	-	-	۱۵۲۰۰
K ⁺	۳۸۷	۱۰۱۶	-	-	-	۹۸۵
Ca ²⁺ (CaCO ₃)	۴۱۳	۷۰۸۵	۱۲۸۰	۱۴۶۰	۱۴۴۰۰	۲۹۳۰۰
Mg ²⁺ (CaCO ₃)	۱۲۹۴	۶۶۹	۵۷۰	۱۰۹	۲۱۸۷	۶۳۰۰
H ₂ S	-	ND	-	۳۰۰-۲۰۰	ND	ND
Cl ⁻	۱۹۳۵۳	۱۱۸۹۹۷	۲۱۴۲۰	۱۳۳۵۰	۱۲۰۱۵۴	۱۲۰۵۰۰
SO ₄ ²⁻	۲۷۱۲	۷۱	۴۰	۲۲۵	۸۰۰	۶۹۴
HCO ₃ ⁻	۱۴۲	۱۷۶	۴۲۷۰	۲۴۴	۱۸۷	۹۰
TDS	-	۱۹۵۷۴۶	۳۹۳۲۰	۲۶۰۰۰	۱۹۸۰۰۰	۱۷۱۰۰۰
PH	-	۵/۶	-	۷/۴	۵/۷	۵/۳

این جریان آب همراه نیازمند گزینه‌هایی برای استفاده مفید و/یا دفع خواهد بود. آب همراه تولیدی در دنیا در حال نزدیک شدن به حداکثر ظرفیت برای گزینه‌های موجود دفع می‌باشد. گزینه‌های حاضر برای مقابله با این مشکل شامل حداقل سازی آب است که روش‌های مسدود کردن آب ورودی به چاه (مثل وسایل مکانیکی مسدود کردن و مواد شیمیایی قطع کننده آب) و روش‌های جلوگیری از هدفمند است. توسعه پایدار و حفاظت از محیط زیست نیازمند محصولات سبز، فرآیندها و استراتژی‌های مدیریت پسماند است. انتخاب و طراحی فرآیندهای سبز و تمیز و محصولات، شامل عهده‌داری و کنترل مجموعه‌ی عظیمی از داده‌های مربوط به محیط زیست، اقتصاد و فن آوری است. بنابراین ضرورت به کارگیری روشی جامع که قادر به ترکیب این عوامل باشد به شدت احساس می‌شود. ■

بالا آمدن آب به سطح (منافذ جداسازهای نفت / آب) را شامل می‌شود. با انتخاب گزینه‌های مناسب دفع آب یا پیدا کردن راه‌های مناسب جهت استفاده مفید از آب می‌توان آب را مدیریت کرده و هزینه‌ها را کنترل کرد. انتخاب ساختار تصفیه‌ی آب همراه مشکلی است که اغلب به‌طور کلی از هدف تصفیه فاصله می‌گیرد. طرح کلی، انتخاب ارزان‌ترین روش و اطمینان از دست‌یابی به معیارهای خروجی

پانویس‌ها

¹.zahedmoe@gmail.com

² Norm (Natural Occurring Radionuclide Materials)

منابع

- [1] Igunnu E.T., Chen G. Z. Produced Water Treatment Technologies. International Journal Of Low - Carbon Technologies Advance Access. (2012) Available In [Http://Ijlt.Oxfordjournals.Org](http://Ijlt.Oxfordjournals.Org)
- [2] Veil J.A., Puderm.G., Elcock D., Redweik R.J. A White Paper Describing Produced Water From Production Of Crude Oil, Natural Gas, And Coal Bed Methane. U.S. Department Of Energy, National Energy Technology Laboratory. (2004) Under Contract W-31109--Eng-38.
- [3] Sadiq R., Khan F.I., Veitch F. Evaluating Offshore Technologies For Produced Water Management Using Greenpro-I—A Risk-Based Life Cycle Analysis For Green And Clean Process Selection And Design. Computers & Chemical Engineering. (2004) Vol. 29, No. 5, Pages 1023–1039.
- [4] Brown E., Travers J., Resnikoff M. White Paper Proposed NPDES Permit For Oil And Gas Exploration, Development, & Production Facilities Located Within Territorial Seas Of Louisiana (LAG260000) Prepared For The Louisiana Environmental Action Network (2009) (LEAN) [Http://Toxics.Usgs.Gov/Highlights/Ph20.Html](http://Toxics.Usgs.Gov/Highlights/Ph20.Html)
- [5] عباسی مزار، ز، بررسی کمی و کیفی آب‌های تولیدشده‌ی همراه نفت و آزمایش‌های مربوط به تصفیه پذیر آن برای کاربری‌های مختلف (۱۳۸۳)، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی شریف
- [6] Clark C.H., Veil J.A. Produced Water Volumes And Management Practices In The United States. U.S. Department Of Energy, ANL/EVS/R-092009) 1/). [Http://Www.Osti.Gov/Bridg](http://Www.Osti.Gov/Bridg)
- [7] Boysen D.B., Boysen J.E., Boysen J.A. Creative Strategies For Produced Water Disposal In The Rocky Mountain Region. (2002) [Http://Www.Ipec.Utulsa.Edu/Conf2002/Boysen89.Pdf](http://Www.Ipec.Utulsa.Edu/Conf2002/Boysen89.Pdf).
- [8] Sethi S., Walker S., Drewes J., Xu P. Existing & Emerging Concentrate Minimization & Disposal Practices For Membrane Systems. Florida Water Resources Journal. (2006) Vol. 58, No. 6, Pages 3949-.
- [9] Coday, B.D., Cath, T.Y. Forward Osmosis: Novel Desalination Of Produced Water And Fracturing Flowback. Journal- American Water Works Association, (2014). 106, 2 (In Press).
- [10] Dos Santos, E.V., Bezerra Rocha, J.H., De Araújo, D.M., De Moura, D.C., Martínez-Huitle, C.A. Decontamination Of Produced Water Containing Petroleum Hydrocarbons By Electrochemical Methods: A Minireview. Environ Sci Pollut Res Int. (2014). Mar 28. (In Press).
- [11] Dahm, K.G., Guerra, K.L., Munakata-Marr, J., Drewes, J.E. Trends In Water Quality Variability For Coalbed Methane Produced Water. Journal Of Cleaner Production. (2014) In Press
- [12] Arthur J.D., Langhus B.G., Patel Ch. The Technical Summary Of Oil And Gas Produced Water Treatment Technologies. (2005) ALL CONSULTING, LLC.
- [13] Hayes T, Arthur.D. Overview Of Emerging Poroduced Water Treatment Technologies. The 11th Annual International Petroleum Environmental Conference. Albuquerque Hilton Hotel Albuquerque, NM October 12-2004, 15.
- [14] Bedrikovetsky P., Marchesin D. , Shecaira F., Marchesin A., Rezende E., Hime G. Well Impairment During Sea/ Produced Water Flooding: Treatment Of Laboratory Data. SPE Latin American And Caribbean Petroleum Engineering Conference, 2528- March 2001, Buenos Aires, Argentina
- [15] Palsson B., Davies D.R., Todd A.C., Somerville J.M. A Holistic Review Of The Water Injection Process. SPE European Formation Damage Conference, 1314- May 2003, The Hague, Netherlands.