

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



PROPOSAL

پروپوزال

مركز آموزش پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی



مركز آموزش روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی

کارگاه آنلاین روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی



ISI Scopus

مركز آموزش آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترکیه های جستجو

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترکیه های جستجو



مقایسه فرایندهای تزریق متناوب و همزمان آب و گاز در یکی از مخازن ایران

دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران ، دانشکده مهندسی نفت

محمد جواد امیدی: کارشناس ارشد مهندسی مخازن نفت هیدروکربوری

Javadomidi1367@yahoo.com

مجید رستمی دانشجوی: کارشناسی ارشد مهندسی نفت

javadamidi1385@gmail.com

محمد صادق ایت الهی: دکتری مهندسی زمین شناسی و نفت

veisimaryam1391@gmail.com

چکیده

روش های مختلفی به منظور افزایش ضریب بازیافت از مخزن و بهبود تولید آن به کار می رود. اولین روش هایی که برای بازیافت بیشتر نفت از مخازن به ذهن می رسد . سیلاب زنی آب یا تزریق گاز است مشکل اصلی این دو فرآیند، بروز پدیده ی میان شکن زود هنگام است. از طرفی ، بازدهی جارویی توسط گاز (مگر اینکه جابجایی به وسیله گاز با تفکیک ثقلی قابل توجهی همراه باشد) به مراتب از بازدهی جارویی توسط آب ، کمتر است . این معایب محققان را به فکر ارائه ی روش تزریق ترکیبی آب و گاز انداخته است. روش های تزریق متناوب و همزمان آب و گاز از روش های مناسب در این زمینه هستند. در این روش ها ، توده های آب و گاز به طور متوالی و همزمان به درون مخزن تزریق می شوند. در این مقاله قصد داریم با استفاده از شبیه سازی توسط نرم افزار Eclipse ، دو روش تزریق متناوب و همزمان آب و گاز را برای یکی از مخازن غرب ایران مورد مقایسه قرار دهیم و بهترین سناریوی تزریق را برای مخزن مورد نظر به دست آوریم. نتایج بدست آمده نشان دهنده ی این است که سناریوی تزریق متناوب آب و گاز دارای بازدهی بیشتری نسبت به سناریوی تزریق همزمان آب و گاز است.

واژه های کلیدی: ازدیاد برداشت نفت ، شبیه سازی ، تزریق متناوب آب و گاز (WAG)، تزریق همزمان آب و گاز (SWAG).



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

www.reservoir.ir



۱-مقدمه

اخیرا بررسیهای متعددی روی چگونگی برداشت هرچه بیشتر نفت از مخازن انجام شده است. مکانیسم های تولیدی، نظیر روش های تولید اولیه، ثانویه و ثالثیه به منظور افزایش تولید مقدار نفت قابل استحصال به کار می روند. با توجه به مراحل تولید از مخزن روش های مختلفی برای به دست آوردن نفت بیشتر انتخاب می شود که این روش ها باید از لحاظ اقتصادی نیز به صرفه باشند (۱). معمولا روش های ازدیاد برداشت با توجه به نوع فرآیند و مواد مختلفی که در این فرآیندها استفاده می شود بسیار پر هزینه هستند. به عنوان مثال فرآیندهای تزریق آب و گاز به عنوان دو روش تولید ثانویه محسوب می شود که بسته به نوع سیال مخزن و همچنین مکانیسم حاکم بر مخزن نمی توانند برای تمام مخازن موثر باشند (۲).

از روشهای برداشت ثالثیه فرآیند تزریق متناوب و همزمان آب و گاز WAG (Water-Alternating-Gas) است که از سال ۱۹۵۰ رواج پیدا کرد. این روشها در مخازنی که تولید از آن به صورت طبیعی انجام گرفته و در ادامه مکانیسم های برداشت ثانویه از قبل سیلاب زنی با آب در آن انجام گرفته است کاربرد دارند. که هدف اصلی افزایش تولید نفت می باشد. این روشها مزیت های هر دو روش تزریق آب و گاز را به تنهایی دارند. فاکتورهای متعددی از لحاظ اقتصادی و اجرایی و همچنین موارد دیگری از قبیل شکل هندسی مخزن و خواص سنگ و سیال و هزینه های عملیاتی موجب شده است که این فرآیندها به وجود آیند.

در سال ۲۰۱۲ Haifeng Jiang و همکاران به بررسی نسبت تزریق WAG پرداختند که نتایج زیر حاصل شد :

محاسبه نسبت WAG بهینه و استفاده از آن یکی از پارامترهای مهم طراحی بوده که بر روی شرایط عملیاتی و اقتصادی پروژه اثر زیاد دارد. پیش بینی و مطالعه تزریق گاز بصورت خالص، پیشنهاد می دهد که نسبت WAG بعد از افزایش مقدار تولید گاز بهینه (GOR) می تواند افزایش پیدا کند. کاهش نسبت WAG باعث افزایش کنترل نسبت تحرک و ایجاد پروفایل گاز تولیدی ثابت می گردد. نسبت WAG بهینه تحت تاثیر نوع تر شوندگی سنگ قرار دارد. نسبت WAG بالا در فرایند بازدهی نفت در مخازن آبدوست بیشترین تاثیر را داشته و باعث کاهش مقدار نفت باقی مانده می گردد [3].

در سال ۲۰۱۱ S.Mobeen Fatemi به بررسی اثر ترشوندگی روی فرایند WAG پرداختند که به نتایج زیر دست یافتند:

- در تزریق آب بازیافت در زمانی که سنگ تر شوندگی مختلط دارد بیشتر از زمانی است که سنگ آب دوست است .
- در تزریق گاز بازیافت در زمانی که سنگ آب دوست است بیشتر از زمانی است که سنگ ترشوندگی مختلط دارد .
- بازیافت فرایند تزریق متناوب آب و گاز نسبت به تزریق آب و تزریق آب برای هر دو سنگ آب دوست و سنگ با ترشوندگی مختلط بیشتر است .

- در فرآیند تزریق متناوب آب و گاز برای سنگ آب دوست سیکل تزریق آب پارامتر مهمی است و برای سنگ با ترشوندگی مختلط سیکل تزریق گاز پارامتر مهمی است .

- در تزریق آب، گاز و متناوب آب و گاز نوع ترشوندگی پارامتر بسیار مهمی است [4].

در سال ۲۰۱۲ S.M.Ghaderi در بررسیهای خود در مورد CO₂ به نتایج زیر دست یافتند:

برای کاهش اثر انگشتی شدن، تزریق توده های آب اغلب ضروری است. نکته ای که قابل ذکر است این است که CO₂ چون دارای ویسکوزیته بسیار پایین است. همانگونه که در بالا نیز گفته شد پدیده انگشتی شدن در زمان استفاده از این گاز خیلی سریع اتفاق می افتد. به همین خاطر باید مقدار آب تزریقی نسبت به CO₂ زیاد باشد تا این پدیده دیرتر اتفاق بیافتد. این موضوع برای مخازن شکافدار از اهمیت بیشتری برخوردار است. اما در مخازن معمولی و مخازنی که دارای تراوایی خیلی پایین هستند ویسکوزیته پایین CO₂ میتواند به فرایند کمک کند [5].

در سال ۲۰۰۰ Quale et al اولین پروژه تزریق SWAG به عنوان یک روش EOR در میدان سیری در دریای شمال را گزارش نمودند. که این مخزن دارای 25m ضخامت، ماسه سنگ (sandstone) و دارای تخلخل خوب و تراوایی نسبتا خوب می باشد. این میدان با ۵ چاه تولیدی و ۲ چاه تزریقی SWAG توسعه پیدا نمود (یک چاه افقی و یک چاه عمودی) این



پروژه در ابتدا در جهت تزریق معمولی WAG به عنوان یک روش EOR طراحی گردید. به دلیل کمبود منابع گاز (عدم تولید گاز همراه زیاد)، احتیاج به حفظ فشار مخزن، تزریق SWAG مورد بررسی و مناسب ارزیابی گردید. SWAG در ژا نویه ۱۹۹۹ عملیاتی و ابزار سر چاهی آن طوری طراحی گردید که از (back flow) برگشت سیال تزریقی جلوگیری می کند. فازهای تزریقی ترکیبی از گاز تولیدی، آب و گاهای آب دریا (در صورت نیاز) به میزان BWPD ۲۵۰۰-۲۰۰۰ و MSCF/D ۷-۱۴ به ترتیب برای آب و گاز می باشد.

در سال ۲۰۰۲، Stensen and berge به بررسی قابلیت تزریق پذیری مخزن در تزریق SWAG پرداختند. آنها مطالعات خود را در میدان سیری در دریای شمال که از سال ۱۹۹۹ تزریق SWAG آغاز و تا سال ۲۰۰۲ ادامه یافت انجام دادند. آنها دریافتند که تزریق پذیری در SWAG رابطه مستقیمی با دبی سیال تزریقی دارد. افزایش وزن ستون چاه برای این نوع تزریق نسبت به تزریق WAG باعث افزایش قدرت تزریق پذیری در فشار جریان سر چاه ثابت میگردد. آنها بیان داشتند که قدرت تزریق پذیری وابسته به نسبت آب به گاز در پایین تر از فشار شکست سازند دارد. همچنین تزریق پذیری ممکن است بدلیل تراوایی دو فازی نزدیک چاه و بسته شدن شکافها بدلیل دبی بالای گاز در فشار بالاتر از فشار شکست سازند کاهش پیدا کند.

در این مقاله قصد داریم با استفاده از شبیه سازی توسط نرم افزار Eclipse، دو روش تزریق متناوب و همزمان آب و گاز را برای یکی از مخازن ایران مورد مقایسه قرار دهیم و روش بهینه را برای مخزن مورد نظر مشخص کنیم.

۲- شبیه سازی مخزن

۲-۱- خصوصیات مدل

به منظور ساخت مدل سه بعدی مخزن توسط نرم افزار FLOGRID یک شبکه گریدبندی از مخزن با استفاده از داده های زمین شناسی طراحی گردید. در این شبکه مخزن در جهت طولی و عرضی به ترتیب به ۲۴ و ۲۵ گرید تقسیم شد. با توجه به نوع جنس سنگ مخزن در جهت عمودی ۱۲ گرید برای مخزن تعریف گردید. برای گرید بندی مخزن از روش corner point استفاده شد که نسبت به روش Block center دارای دقت بیشتری می باشد. اطلاعات مربوط به گرید بندی مخزن همراه با خصوصیات سنگ و سیال مخزن در جدول ۷ آورده شده است. سپس اطلاعات استاتیک مخزن شامل تخلخل، تراوایی مطلق و NTG با استفاده از مدل زمین شناسی مخزن و تکنیک های UP scaling برای کلیه گریدها محاسبه گردید. میدان مورد مطالعه به پنج سکتور تقسیم شده است که سکتور مورد مطالعه ۳/۵ کیلومتر طول و ۳/۲ کیلومتر عرض و ۱۵۰ متر ضخامت دارد. که نفت آن از نوع مرغوب با درجه سبکی (API) ۴۱ می باشد. فشار اولیه مخزن ۵۳۰۰ psi، تخلخل این میدان بین ۱۸ تا ۲۳ درصد و تراوایی آن بین ۰/۳۸ تا ۳ میلی داری می باشد این میدان در ابتدای تولید در شرایط فوق اشباع قرار داشته است و پس از گذشت زمان در اثر تولید فشارش کاهش پیدا کرد و همین موضوع باعث شده تا این میدان به شرایط اشباع رفته و گنبد گازی در میدان تشکیل گردد.

۳- نتایج

۳-۱- فرایند WAG

۳-۲- اثر نسبت WAG

برای بررسی اثر این پارامتر حجم تزریقی سیال را ۰/۳ برابر حجم فضای خالی مدل در نظر گرفتیم که نتایج حاصله در جدول ۱ و نمودارهای ۱۱ الی ۲ ذیل آمده است. نسبت WAG به نسبت آب به گاز تزریقی گفته می شود. اگر این نسبت از مقدار بهینه خود زیادتر باشد موجب افزایش برش آب شده و اگر از مقدار بهینه خود کمتر باشد مقدار گاز به نفت تولیدی (GOR) زیاد می شود. در تزریق همزمان آب و گاز فقط میزان نسبت گاز به آب اهمیت می یابد و نسبت زمانی (Cycle) مطرح نیست چرا که تزریق همزمان صورت می پذیرد. نسبت WAG به وسیله توانایی گاز در تر نمودن سنگ مخزن کنترل می گردد. تزریق

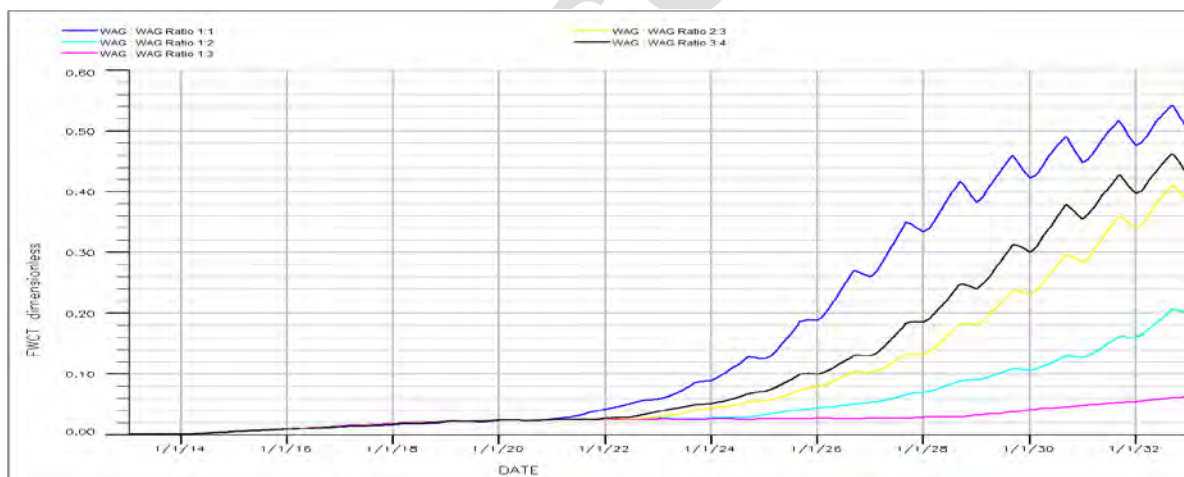


متناب آب و گاز بصورت غیر امتزاجی باعث افزایش حجم جاروب شده نفت و بهبود بازدهی جارویی میشود این عامل همچنین سبب کاهش هزینه های اقتصادی با کاهش حجم گاز تزریقی به مخزن می گردد.

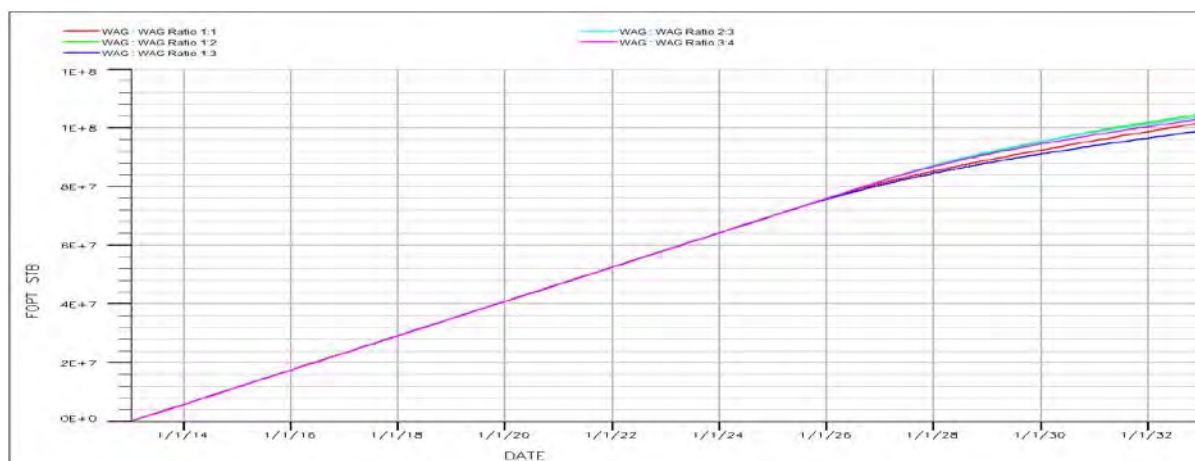
محاسبه نسبت WAG بهینه و استفاده از آن یکی از پارامترهای مهم طراحی بوده که روی شرایط عملیاتی و اقتصادی پروژه اثر زیاد دارد. همچنین پیشنهاد می شود که نسبت WAG بعد از افزایش مقدار تولید گاز بهینه (GOR) می تواند افزایش پیدا کند. همانگونه که مشخص است نسبت تزریق ۱:۱ بهینه ترین حالت در بین نسبت های مختلف تزریق برای مدل مورد نظر می باشد. همچنین هرچقدر که نسبت آب به گاز بیشتر شده است زمان میان شکن زودتر و میزان Water Cut افزایش یافته است.

جدول ۱ اثر نسبت WAG در PVI=0/3 در فرآیند تزریق متناب آب و گاز

RF%	Np(MMSTB)	Sor	Qw (bbl/day)	Qg (MSCF/day)	WAG Ratio	NO.
13/131	105/826	0 /4046	27906	156/692	1:1	1
12/538	101.0542	0/4045	18604	208/923	1:2	2
11/76	94/88	0/4041	13953	235/039	1:3	3
12/87	103/732	0/4046	22325	188/031	2:3	4
12/959	104/440	0/4046	23919	179/077	3:4	5



نمودار ۱: اثر نسبت WAG بر میزان Water Cut در فرآیند تزریق متناب آب و گاز





نمودار ۲: اثر نسبت WAG بر میزان تولید نفت در فرآیند تزریق متناوب آب و گاز

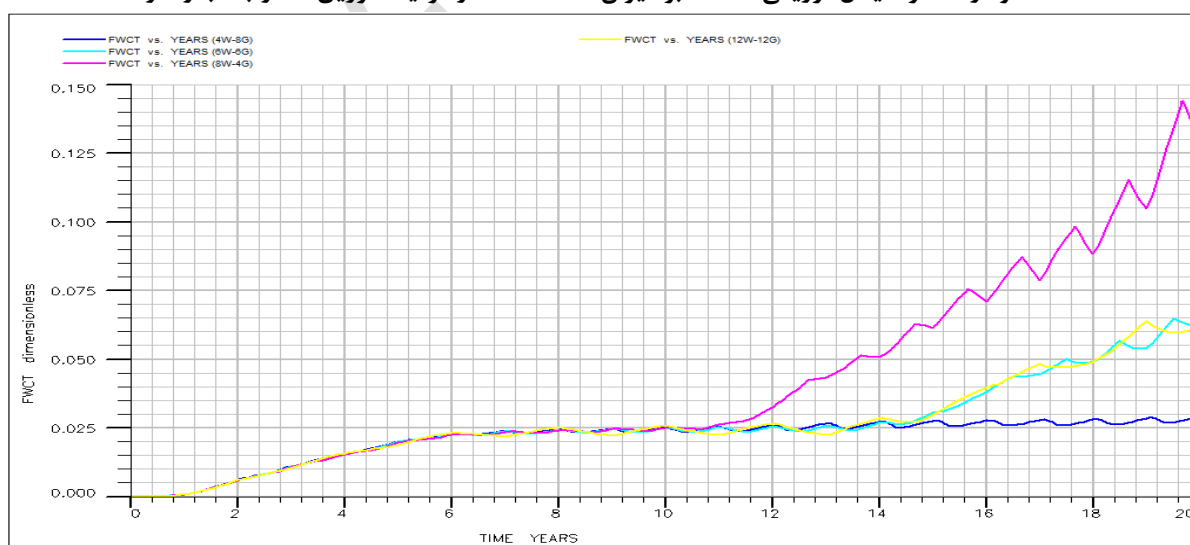
۳-۴- اثر سیکل های WAG در $pv = 0.3$

برای مقایسه اثر سیکل های تزریقی چهار حالت مختلف را مورد ارزیابی قرار دادیم . که نتایج آن در جدول ۳ و نمودارهای ۵ الی ۶ آمده است. در فرآیند تزریق متناوبی آب و گاز هر سیکل تزریقی به دو نیم سیکل تقسیم می شود. در نیم سیکل اول از چاه های تزریقی ، آب تزریق می گردد و در نیم سیکل دوم گاز از چاه های تزریقی ، تزریق می گردد. در حالت کلی بهتر است در نیم سیکل اول تزریقی ، آب به مخزن تزریق شود زیرا در صورت تزریق گاز در نیم سیکل اول ، به دلیل تحرک بالای گاز ، گاز تزریقی سریع به چاه تولیدی رسیده و پدیده میان شکن گاز اتفاق می افتد ولی در صورتی که آب در نیم سیکل اول و گاز در نیم سیکل دوم تزریق شود ، آب مانع از حرکت سریع گاز و میان شکن شدن آن می شود. این موضوع برای زمانی که تراوایی مخزن بالا است بیشتر اهمیت پیدا می کند. همانگونه که مشخص است سیکل تزریقی ۱۲ ماه آب ، ۱۲ ماه گاز بهینه ترین سیکل برای مدل مورد نظر است.

جدول ۲: اثر سیکل تزریقی WAG در فرآیند تزریق متناوب آب و گاز بصورت امتزاجی

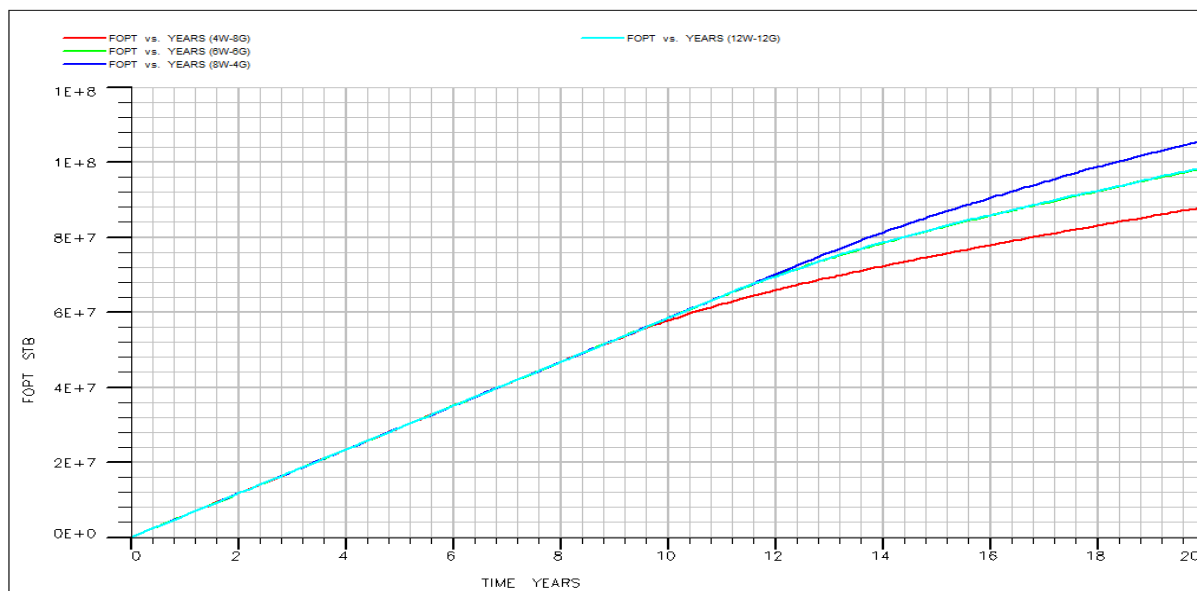
RF%	Np(MMSTB)	Sor	WAG cycle	NO.
10/877	88.0503	0/5459	4 ماه آب، 8 ماه گاز	1
12/191	98.486	0/5271	6 ماه آب، 6 ماه گاز	2
13/131	105.826	0/5145	8 ماه آب، 4 ماه گاز	3
12/202	98.610	0/5271	12 ماه آب ، 12 ماه گاز	4

نمودار ۳: اثر سیکل تزریقی WAG بر میزان water cut در فرآیند تزریق متناوب آب و گاز





نمودار ۴: اثر سیکل تزریقی WAG بر میزان نفت تولیدی در فرآیند تزریق متناوب آب و گاز



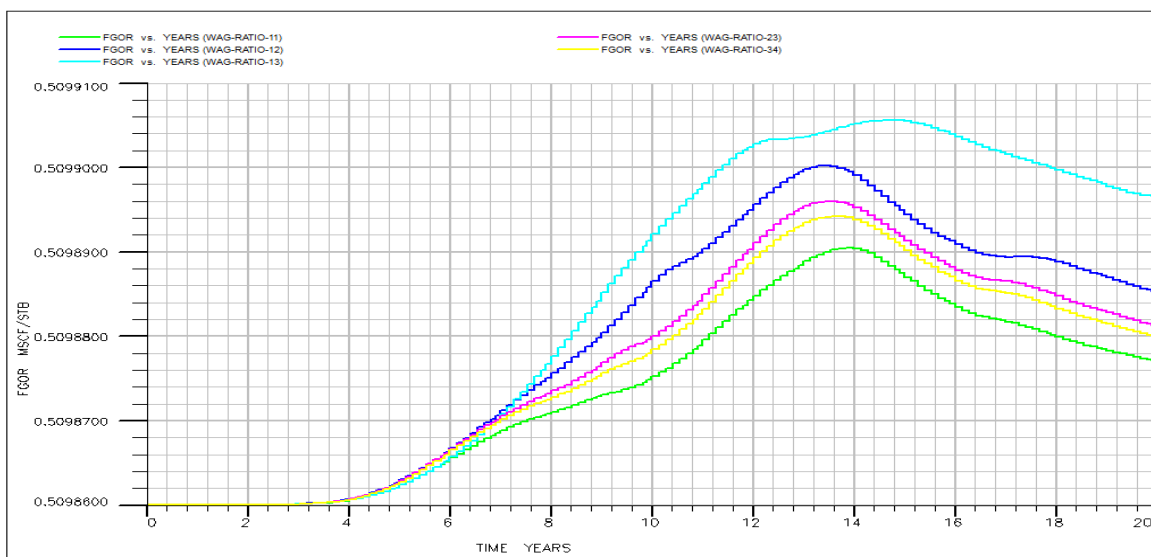
۴ - فرایند SWAG

۴-۱ - اثر نسبت WAG

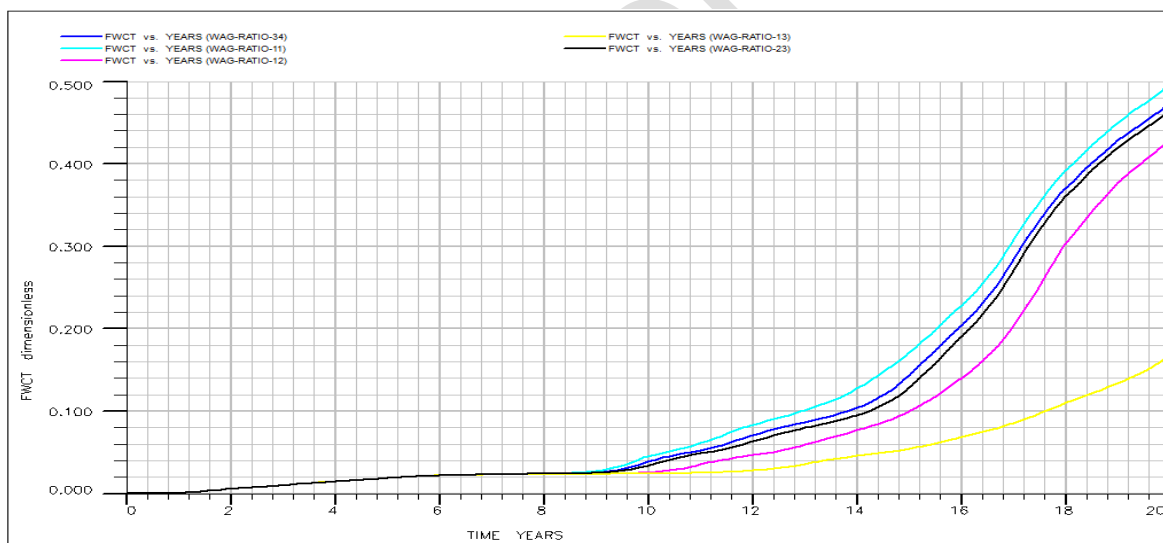
برای بررسی اثر این پارامتر حجم تزریقی سیال را 0.3 برابر حجم فضای خالی مدل در نظر گرفتیم که نتایج حاصله در جدول ۴ و نمودارهای ۷الی ۹ آمده است. همانگونه که مشخص است نسبت تزریق ۱:۳ بهینه ترین حالت در بین نسبت های مختلف تزریق برای مدل مورد نظر می باشد

جدول ۳: اثر نسبت WAG در فرآیند تزریق همزمان آب و گاز

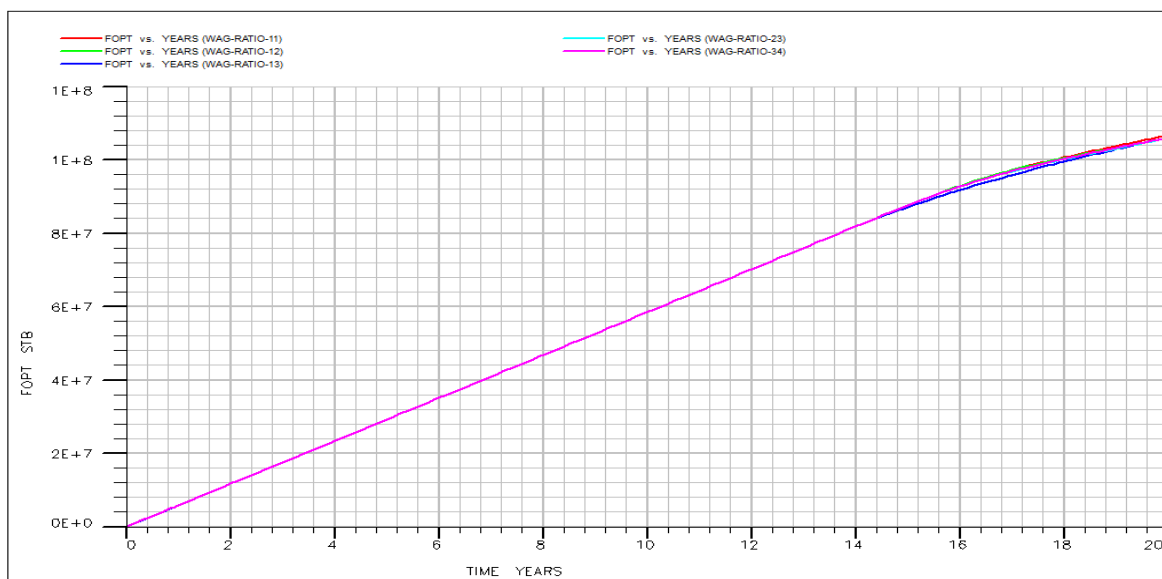
RF%	Np(MMSTB)	Sor	Qw (bbl/day)	Qg (ft ³ /day)	WAG Ratio	NO
13/297	106.654	0/5921	27906	156/692	1:1	1
13/1954	105.855	0/5921	18604	208/923	1:2	2
13/1959	105.970	0/5929	13953	235/039	1:3	3
13/198	105.864	0/5920	22325	188/031	2:3	4
13/221	106.049	0/5920	23919	179/077	3:4	5



نمودار ۵: اثر نسبت WAG بر میزان GOR در فرآیند تزریق همزمان آب و گاز



نمودار ۶: اثر نسبت WAG بر میزان Water Cut در فرآیند تزریق همزمان آب و گاز



نمودار ۷: اثر نسبت WAG بر میزان تولید نفت در فرآیند تزریق همزمان آب و گاز

۵- مقایسه فرایندهای WAG و SWAG

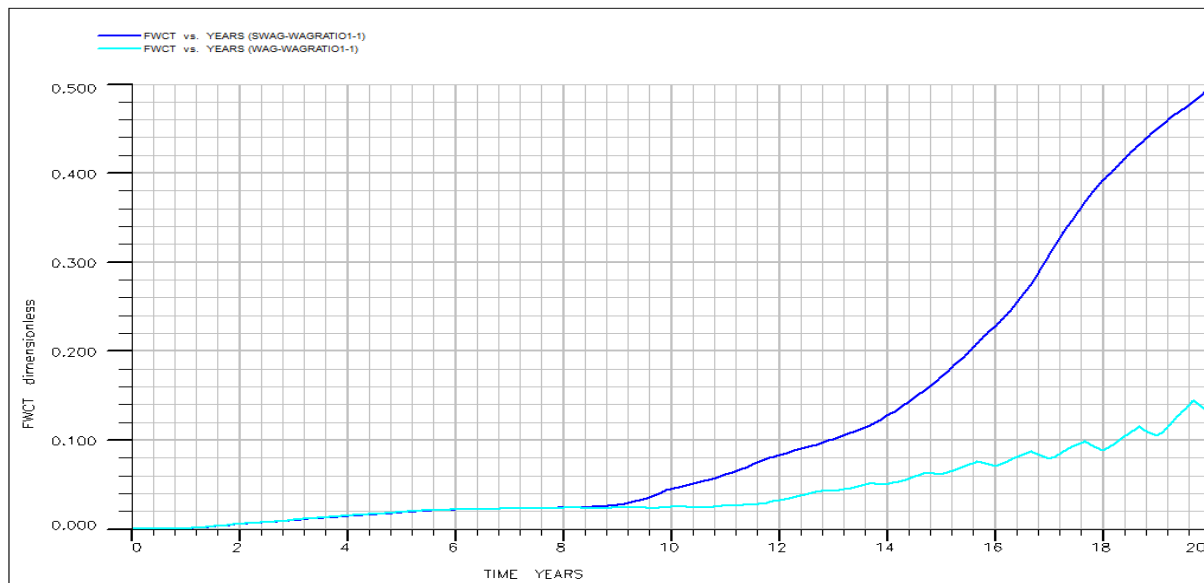
در این قسمت قصد داریم نتایج دو سناریو تزریق متناوب و همزمان آب و گاز را جهت دسترسی به سناریو بهینه مورد مقایسه قرار دهیم. قابل ذکر است که مقایسه را برای نسبت تزریق ۱:۱ و Por Volume تزریقی ۰/۳ انجام دادیم. همانگونه که مشخص است سناریو تزریق همزمان آب و گاز نسبت به سناریو تزریق متناوب آب و گاز عملکرد بهتری دارد. که نتایج در جدول ۵ و نمودارهای ۱۲ الی ۱۴ آمده است.

۶- بحث و نتیجه گیری

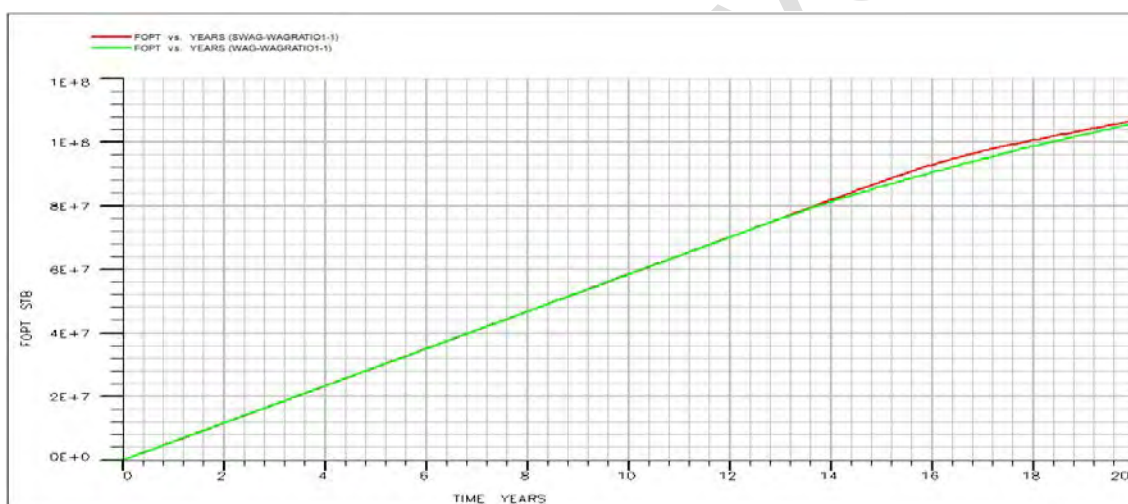
- (۱) همانگونه که از نتایج مشخص می باشد سناریو تزریق همزمان آب و گاز دارای میزان WATER CUT بیشتری نسبت به سناریوی تزریق متناوب آب و گاز است.
- (۲) همانگونه که از نتایج مشخص می باشد سناریو تزریق همزمان آب و گاز دارای بازدهی تقریباً یکسانی نسبت به سناریو تزریق متناوب آب و گاز می باشد.

جدول ۴: مقایسه دو سناریوی تزریق متناوب و همزمان آب و گاز برای مدل مورد نظر

RF%	Np (MMSTB)	Sor	Qw (bbl/day)	Qg (MSCF/day)	Scenario
13/131	105.826	0/5145	27906	156/692	تزریق WAG
13/298	106.665	0/4966	27906	156/692	تزریق SWAG



نمودار ۸: مقایسه water cut برای دو سناریو تزریق متناوب و همزمان آب و گاز



نمودار ۹: مقایسه میزان نفت تولیدی برای دو سناریو تزریق متناوب و همزمان آب و گاز

جدول ۵: خصوصیات کلی سنگ و سیال مخزن تحت مطالعه

Total thickness, ft	492	Water FVF, Rbbl/stb	1/009
Rock compressibility, 1/psi	2/8E-6	Gas viscosity, cp	0/019
Water compressibility, 1/psi	3/2083E-6	Water viscosity, cp	0/47
Oil density, lb _m /ft ³	49	°API	41
Gas density, lb _m /ft ³	0/06		
Datum depth, ftss	7000		
@ datum Average reservoir pressure depth, psi	1750		



GOC, ftss	2198		
WOC, ftss	8200		
Reservoir temperature, °F	140		

منابع

1. H. Shahverdi, M. Sohrabi : "Three-Phase Relative Permeability and Hysteresis Model for Simulation Of Water Alternating Gas (WAG) Injection" SPE 152218, Eighteenth SPE Improved Oil Recovery Symposium held in Tulsa, Oklahoma, USA, 14–18 April 2012
2. Dengen Zhou, Meisong Yan, and Wm. Marc Calvin, Chevron : "Optimization of a Mature CO2 Flood From Continuous Injection to WAG" SPE 154181, Improved Oil Recovery Symposium held in Tulsa, Oklahoma, USA, 14–18 April 2012
3. Haifeng Jiang, Lily Nuryaningsih, and Hertanto Adidharma : " The Study of Timing of Cyclic injections in Miscible CO2 WAG" SPE 153792 , Western Regional Meeting held in Bakersfield, California, USA, 19–23 March 2012
4. S. Mobeen Fatemi, Mehran Sohrabi, Mahmoud Jamiolahmady, and Graeme Robertson : "Experimental Investigation of Near-Miscible Water-Alternating-Gas (WAG) Injection Performance in Water-wet and Mixed-wet Systems" SPE 145191, Offshore Europe Oil and Gas Conference and Exhibition held in Aberdeen, UK, 6–8 September 2011.
5. S.M. Ghaderi, C.R. Clarkson, S. Chen, D. Kaviani : "Evaluation of Recovery Performance of Miscible Displacement and WAG Process in Tight Oil Formations" SPE 152084 , 2012

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



PROPOSAL
پروپوزال

پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

دکتره تهرانی

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی



روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی

دکتره تهرانی

کارگاه آنلاین
روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی



ISI
Scopus

آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

دکتره تهرانی

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو