

تعیین بهترین نوع گاز تزریقی جهت کاهش تشکیل مایع در یکی از مخازن گاز میعانی غنی شکافدار جنوب ایران

مصطفی سعدونی¹

1- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد امیدیه

چکیده

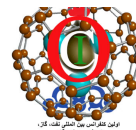
مخازن گاز میعانی یکی از انواع مخازن هیدروکربوری و به عنوان حد واسطی میان مخازن نفتی و گازی هستند. سیالات این مخازن به دلیل دارا بودن اجزای میانی بیشتر نسبت به سایر سیالات مخازن هیدروکربوری نظیر نفت سیاه و گاز خشک دارای رفتار فازی و ترمودینامیکی بسیار پیچیده ای هستند. در این مخازن به مرور زمان در طی تولید با کاهش فشار به کمتر از فشار نقطه شبنم مایعات گازی تشکیل می شود که تجمع آنها در اطراف چاه های تولیدی به دلیل افت فشار بیشتر علاوه بر هرزرفت این اجزای ارزشمند هیدروکربوری، باعث کاهش تراوایی نسبی گاز و کاهش دبی گاز تولیدی چاه ها شده و بسته به میزان کاهش فشار و غنی بودن این سیالات حتی می تواند به بسته شدن چاه های تولیدی منجر شود. بر این اساس تزریق گاز به عنوان یکی از راهکارهای جلوگیری از کاهش سریع فشار مخزن و همچنین کاهش تشکیل مایعات گازی همیشه مطرح بوده است. در مواقعی که فشار مخزن بواسطه تولید به کمتر از فشار نقطه شبنم رسیده باشد بررسی بهترین نوع گاز تزریقی و اثر حجم و فشار تزریق به عنوان سه پارامتر مهم می تواند میزان کارا بودن تزریق گاز را مشخص سازد. در این مقاله با دارا بودن نمونه سیال یکی از مخازن گاز میعانی غنی شکافدار جنوب ایران و اطلاعات آزمایشگاهی آن و استفاده از سه گاز تزریقی متعارف نیتروژن، دی اکسید کربن و گاز متان و انتخاب 4 حجم تزریقی مختلف به بررسی بهترین نوع گاز تزریقی و اثر حجم تزریق پرداخته شد. بررسی ها نشان داد گاز دی اکسید کربن به عنوان بهترین گاز تزریقی عمل نمود. ضمن اینکه در بهترین حالت حداکثر مایع تشکیل شده در مخزن را از 4.7% به 1.3% رساند.

واژه های کلیدی: دی اکسید کربن، نیتروژن، گاز متان، آزمایش افزایش حجم، فشار نقطه شبنم

1- مقدمه

مخازن گاز میعانی یکی از انواع مخازن هیدروکربوری و به عنوان حد واسطی میان مخازن نفتی و گازی هستند. دمای این مخازن میان دمای بحرانی و نقطه حداکثر دما می باشد.^[1-2] سیالات این مخازن به دلیل دارا بودن اجزای میانی بیشتر نسبت به سایر سیالات مخازن هیدروکربوری نظیر نفت سیاه و گاز خشک دارای رفتار فازی و ترمودینامیکی بسیار پیچیده ای هستند. در این مخازن به مرور زمان در طی تولید با کاهش فشار به کمتر از فشار نقطه شبنم مایعات گازی تشکیل می شود که تجمع آنها در اطراف چاه های تولیدی به دلیل افت فشار بیشتر و همچنین در مخزن علاوه بر هرزرفت این اجزای ارزشمند هیدروکربوری، باعث کاهش تراوایی نسبی گاز و کاهش دبی گاز تولیدی چاه ها شده و بسته به میزان کاهش فشار و غنی بودن این سیالات حتی می تواند به تقریباً بسته شدن چاه های تولیدی منجر شود.^[3-8] Whitson و Fevang بیان کردند که تشکیل مایعات گازی در اطراف چاه بستگی به خواص سیال مخزن، تراوایی نسبی و مطلق و دبی تولید دارد.^[9] بر این اساس تزریق گاز به عنوان یکی از راهکارهای جلوگیری از کاهش سریع فشار مخزن و همچنین کاهش تشکیل مایعات گازی

1 - Email: Sadooni.eng@gmail.com



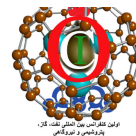
همیشه مطرح بوده است. در مواقعی که فشار مخزن بواسطه تولید به کمتر از فشار نقطه شبنم رسیده باشد بررسی بهترین نوع گاز تزریقی و اثر حجم و فشار تزریق به عنوان سه پارامتر مهم می تواند میزان کارا بودن تزریق گاز را مشخص سازد. در مخازنی که برای تزریق و یا بازگردانی گاز کاندیدای مناسبی باشند برای بررسی اثر انواع گازهای تزریقی با حجم های مختلف بر روی سیال مخزن در کاهش تشکیل مایع انجام دو آزمایش افزایش حجم (Swelling Test) و تخلیه در حجم (Constant Volume Depletion(CVD)) ثابت ضروری است شماتیک این آزمایش ها در شکل های 1 مربوط به آزمایش افزایش حجم و شکل 2 مربوط به آزمایش تخلیه در حجم ثابت در پیوست ج در انتهای مقاله آمده است. تا بدین وسیله میزان تغییرات فشار و حجم اشباع را به ازای حجم های مختلف تزریقی مربوط به انواع گازهای تزریقی بررسی کرد که این اطلاعات گرانبها از طریق آزمایش افزایش حجم بدست می آید و همچنین میزان تشکیل مایع را به ازای مراحل مختلف کاهش فشار به همراه حداکثر میزان تشکیل مایع و فشار متناظر با آن را بدست آورد. این اطلاعات نیز از طریق آزمایش تخلیه در حجم ثابت بدست می آید که باید برای هر گاز تزریقی و حجم های مختلف تزریق از آن این آزمایش صورت گیرد. متأسفانه در اکثریت مخازن گاز میعانی ایران اعم از شکافدار و غیره برای بررسی سناریوی تزریق انواع گازهای غیر هیدروکربوری و یا بازگردانی خود گاز مخزن این آزمایشات صورت نمی گیرد. فقدان این اطلاعات ارزشمند می تواند منجر به خطای بسیار زیاد در برنامه ریزی موفق برای کاهش تشکیل مایع در مخازن گاز میعانی بواسطه تزریق گاز شود. در غیاب داده های آزمایشگاهی مربوط به دو آزمایش فوق معمولاً این آزمایش ها بواسطه تطابق میان داده های اولیه سیال مخزن و معادلات حالت شبیه سازی می شوند در ایران این کار نیز تا کنون بصورت آکادمیک صورت نگرفته است. برای تزریق نیز معمولاً از سه گاز تزریقی متعارف دی اکسید کربن، نیتروژن و گاز متان استفاده می شود^[9-12] این گازها معمولاً در کاهش تشکیل مایع در مخازن گاز میعانی تا کنون موفق عمل نموده اند. در این مقاله با دارا بودن نمونه سیال یکی از مخازن گاز میعانی غنی شکافدار جنوب کشور و اطلاعات آزمایشگاهی آن و استفاده از سه گاز تزریقی متعارف نیتروژن، دی اکسید کربن و گاز متان و انتخاب 4 حجم تزریقی 250، 500، 750 و 1000 فوت مکعب استاندارد به ازای یک بشکه از سیال مخزن و با استفاده از نرم افزار PVTi نسخه 2008 به بررسی بهترین نوع گاز و اثر حجم تزریق پرداخته شده است.

2- هدف

با توجه به اهمیت میعانات گازی و به منظور جلوگیری از هرزرفت آنها در مخزن و همچنین جلوگیری از کاهش میزان بهره دهی چاه ها بواسطه تجمع میعانات گازی در اطراف چاه در این مقاله به بررسی اثر سه نوع گاز تزریقی متعارف با حجم های تزریقی مختلف به منظور کاهش تشکیل میعانات گازی پرداخته شده است و با هدف کاهش تشکیل مایع در مخزن بهترین گاز تزریقی را با مناسب ترین حجم تزریق می خواهیم تعیین کنیم.

3- مراحل انجام کار

برای بررسی اثر انواع گازهای تزریقی با حجم های مختلف بر روی سیال مخزن ابتدا تطابقی میان اطلاعات آزمایشگاهی سیال اولیه مخزن با مقادیر بدست آمده از معادله حالت پنگ-رابینسون سه پارامتری (PR-3) صورت گرفت. اطلاعات اولیه موجود شامل آزمایش تخلیه در حجم ثابت (CVD)، انبساط با ترکیب ثابت (CCE) و آزمایش تعیین فشار نقطه شبنم سیال اولیه مخزن در دمای مخزن بود. ترکیب سیال اولیه مخزن در جدول 2 در پیوست ب در انتهای مقاله آمده است. نمودارهای حاصل از تطابق میان داده های آزمایشگاهی مربوط به آزمایش تخلیه در حجم ثابت و نتایج بدست آمده از معادلات حالت در انتهای مقاله در پیوست الف در نمودارهای 9 تا 12 آمده است که به ترتیب مربوط به مولهای گاز بازیافتی، دانسیته فاز بخار، در صد اشباع مایع و ضریب تراکم پذیری بر حسب مراحل مختلف کاهش فشار است. ضمن اینکه فشار نقطه شبنم نیز در دمای 180 F برابر 4070 psia بوده، که توسط معادله حالت نیز 4070 psia بدست آمد.

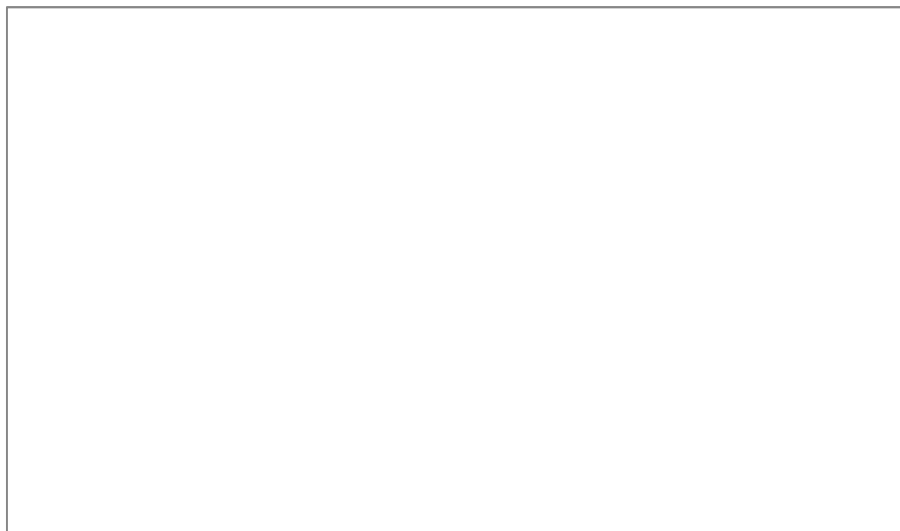


3-1) شبیه سازی آزمایش افزایش حجم

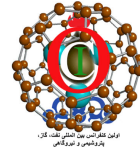
در این بخش به شبیه سازی آزمایش افزایش حجم برای بررسی اثر سه گاز تزریقی دی اکسید کربن، نیتروژن و گاز متان بر روی فشار اشباع و حجم اشباع مخلوط حاصل از سیال تزریق و سیال اولیه مخزن پرداخته شده است. برای این منظور بر اساس کارهای صورت گرفته تا کنون به ازای یک بشکه از سیال مخزن در شرایط استاندارد چهار حجم تزریقی 250، 500، 750 و 1000 فوت مکعب استاندارد (SCF) از هر سه نوع سیال تزریقی در نظر گرفته شد. [8] اطلاعات مربوط به آزمایش افزایش حجم در جدول 1 و نمودار مربوطه 1 بصورت فشار و حجم اشباع مخلوط سیال تزریقی با سیال اولیه مخزن بر حسب حجم های مختلف تزریقی در صفحه بعد آمده است. همانگونه که در این نمودار مشاهده می شود بیشترین افزایش حجم و کاهش فشار اشباع با افزایش حجم تزریق، مربوط به گاز دی اکسید کربن است به گونه ای که تزریق 1000 SCF از آن به ازای یک بشکه از سیال مخزن باعث افزایش حجم اشباع 1.93 برابر نسبت به حالت اولیه و کاهش فشار اشباع از 4070 psi به حدود 3053 psi گردیده است. گاز متان و نیتروژن نیز به ترتیب در مراتب بعدی قرار می گیرند.

Mole fraction	GOR(MSCF/STB)	Nitrogen Injection		CO2 Injection		C1 Injection	
		Psat.(psia)	S.F	Psat.(psia)	S.F	Psat.(psia)	S.F
0	0	4070	1.00	4070	1.00	4070	1.00
0.146	0.25	4974	1.09	3698	1.22	4107	1.18
0.255	0.50	5734	1.18	3429	1.45	4111	1.37
0.339	0.75	6373	1.28	3220	1.68	4092	1.57
0.406	1.00	6912	1.37	3053	1.93	4061	1.77

جدول 1: آزمایش افزایش حجم مربوط به هر سه نوع گاز تزریقی در حجم های تزریقی 250، 500، 750 و 1000 فوت مکعب استاندارد به ازای یک بشکه سیال مخزن



نمودار 1: آزمایش افزایش حجم مربوط به هر سه نوع گاز تزریقی در حجم های تزریقی 250، 500، 750 و 1000 فوت مکعب استاندارد به ازای یک بشکه سیال مخزن

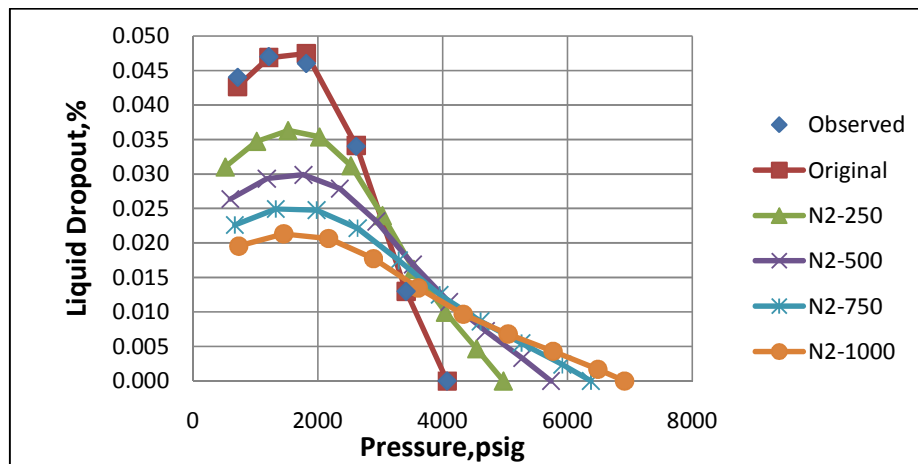


3-2) شبیه سازی آزمایش تخلیه در حجم ثابت

بعد از تزریق سیال با حجم های مختلف به سیال اولیه مخزن و تغییر فشار و حجم اشباع مخلوط در هر مرحله تزریق در آزمایش افزایش حجم، برای بررسی اثر تزریق در کاهش تشکیل مایعات گازی که هدف اصلی ما در این مقاله است آزمایش تخلیه در حجم ثابت می بایستی برای هر مخلوط به صورت جداگانه بررسی شود و میزان تشکیل مایعات گازی برای مخلوط سیال اولیه و گاز تزریقی با حالت اولیه مقایسه شود تا میزان بهبود در کاهش تشکیل مایعات گازی بررسی شود. بر این اساس در این بخش آزمایش تخلیه در حجم ثابت برای مخلوط سیال مخزن با حجم های تزریقی مختلف از هر کدام از سه نوع گاز تزریقی شبیه سازی گردیده و داده های مربوط به تشکیل مایع (Liquid dropout (LDO)) مورد تحلیل و بررسی قرار گرفتند.

3-2-1) تزریق گاز نیتروژن

در این بخش اثر تزریق گاز نیتروژن بر روی میزان کاهش تشکیل مایع مورد بررسی قرار گرفته است. نمودار 2 در ذیل مربوط به میزان تشکیل مایع در مراحل مختلف کاهش فشار برای حجم های مختلف تزریقی گاز نیتروژن می باشد.

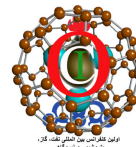


نمودار 2: کسر مایع تشکیل شده در طول افت فشار آزمایش تخلیه در حجم ثابت شبیه سازی شده در حجم های مختلف تزریقی مربوط به تزریق نیتروژن

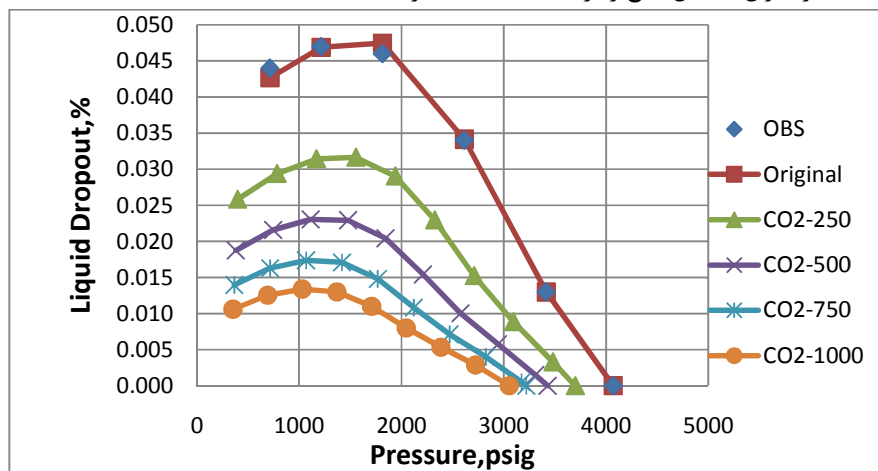
همانطور که در نمودار 2 در بالا مشاهده می شود با افزایش حجم گاز تزریقی میزان تشکیل مایع نیز به طور چشمگیری نسبت به حالت اولیه (Original Fluid) کاهش می یابد و در بهترین حالت در صورت تزریق 1000 فوت مکعب استاندارد به ازای یک بشکه سیال مخزن گاز نیتروژن حداکثر میزان تشکیل مایع را از 4.7% به 2.1% کاهش داده است.

3-2-2) تزریق گاز دی اکسید کربن

در این مرحله تزریق دی اکسید کربن در حجم های تزریقی مختلف بر روی سیال اولیه مخزن صورت گرفته است و سپس آزمایش تخلیه در حجم ثابت برای هر حجم تزریقی بصورت مجزا شبیه سازی شده است. که نتایج آن در نمودار 3 در



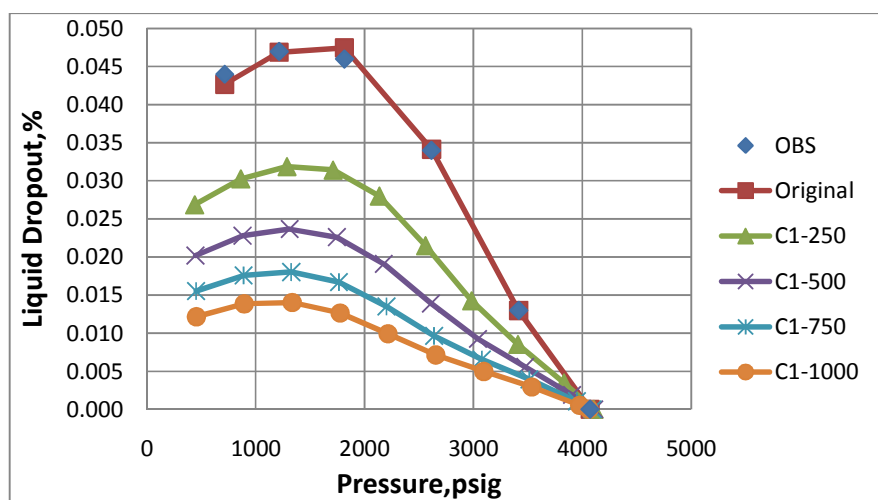
صفحه بعد ارائه گردیده است. همانطور که در نمودار مذکور مشاهده می شود افزایش حجم تزریقی گاز دی اکسید کربن در کاهش تشکیل مایع نسبت به حالت اولیه اثر چشمگیری داشته به گونه ای که در بهترین حالت در حجم تزریقی 1000 فوت مکعب استاندارد حداکثر میزان تشکیل مایع را از 4.7٪ به 1.3٪ رسانده است.



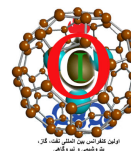
نمودار 3: کسر مایع تشکیل شده در طول افت فشار آزمایش تخلیه در حجم ثابت شبیه سازی شده در حجم های مختلف تزریقی مربوط به تزریق گاز دی اکسید کربن

3-2-3) تزریق گاز متان

در این بخش نیز تزریق گاز متان در حجم های تزریقی 250، 500، 750 و 1000 فوت مکعب استاندارد به ازای یک بشکه سیال مخزن مورد بررسی قرار گرفت که نمودار مربوط به آن نیز در شکل 4 آمده است. در این نمودار هم همانطور که مشاهده می شود افزایش حجم تزریق منجر به کاهش تشکیل مایع شده که در بهترین حالت حداکثر میزان تشکیل مایع را از 4.7٪ به 1.4٪ رسانیده است. بنابراین همانطور که در هر سه نوع گاز تزریقی نشان داده شد افزایش حجم تزریق منجر به کاهش تشکیل مایع بصورت چشمگیری می شود.

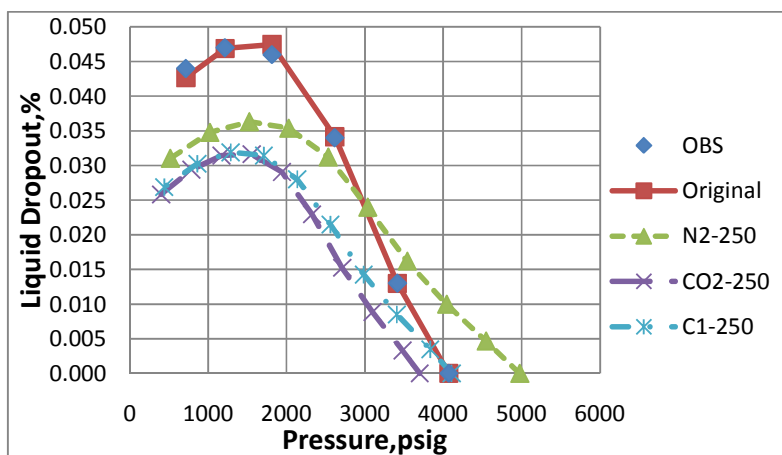


نمودار 4: کسر مایع تشکیل شده در طول افت فشار آزمایش تخلیه در حجم ثابت شبیه سازی شده در حجم های مختلف تزریقی مربوط به تزریق گاز متان

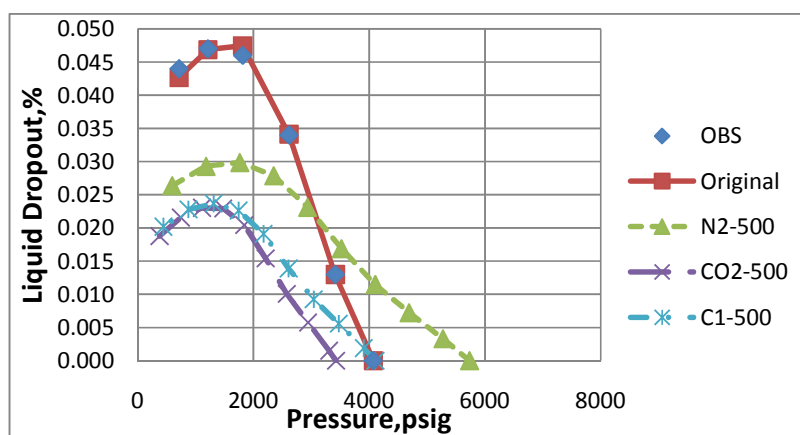


3-3) بررسی بهترین نوع گاز تزریقی

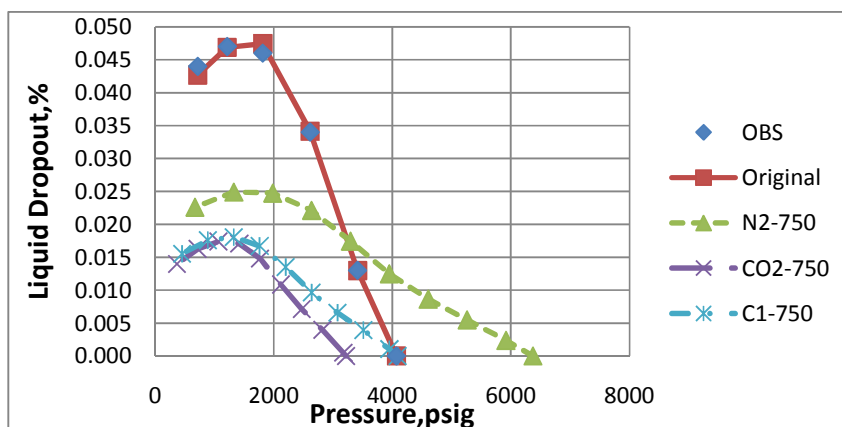
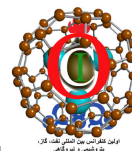
در این بخش برای هر حجم تزریقی مقایسه ای میان سه نوع گاز تزریقی صورت گرفته تا بهترین نوع گاز تزریقی مشخص گردد. نمودارهای 5 تا 8 در ذیل به ترتیب مربوط به حجم های تزریقی 250 ، 500 ، 750 و 1000 فوت مکعب استاندارد به ازای یک بشکه سیال مخزن مربوط به هر سه نوع گاز تزریقی است و عملکرد هر سه نوع گاز تزریقی را در کاهش تشکیل مایع در حجم های مذکور بصورت مجزا نشان می دهد.



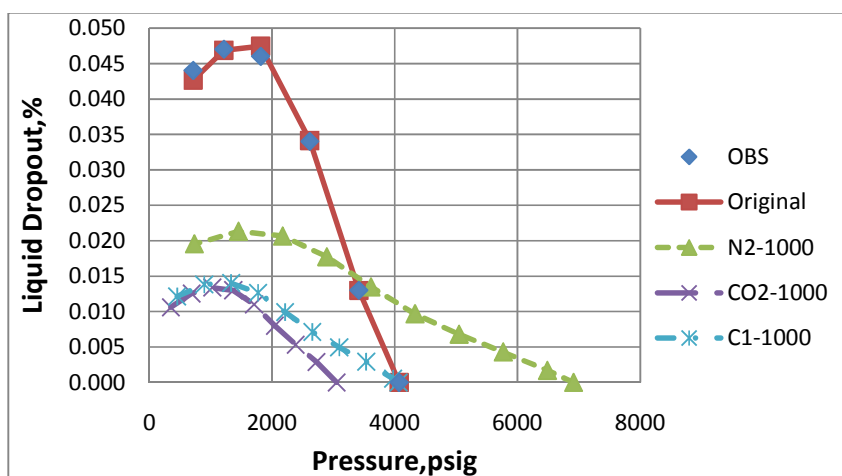
نمودار 5: اثر تزریق نیتروژن، دی اکسید کربن و گاز متان بر روی کاهش تشکیل مایع در حجم تزریقی 250 فوت مکعب استاندارد به ازای یک بشکه سیال مخزن



نمودار 6: اثر تزریق نیتروژن، دی اکسید کربن و گاز متان بر روی کاهش تشکیل مایع در حجم تزریقی 500 فوت مکعب استاندارد به ازای یک بشکه سیال مخزن



نمودار 7: اثر تزریق نیتروژن، دی اکسید کربن و گاز متان بر روی کاهش تشکیل مایع در حجم تزریقی 750 فوت مکعب استاندارد به ازای یک بشکه سیال مخزن

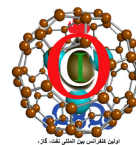


نمودار 8: اثر تزریق نیتروژن، دی اکسید کربن و گاز متان بر روی کاهش تشکیل مایع در حجم تزریقی 1000 فوت مکعب استاندارد به ازای یک بشکه سیال مخزن

همانگونه که در تمامی نمودارهای فوق الذکر مشاهده می شود بهترین نوع گاز تزریقی در همه حجم های تزریقی جهت کاهش تشکیل مایع، گاز دی اکسید کربن بوده و گاز متان و نیتروژن به ترتیب در مراحل بعدی قرار دارند.

4- نتیجه گیری و پیشنهادات

در این مقاله به بررسی اثر تزریق گاز بر کاهش تشکیل مایع در مخازن گازمیعانی پرداخته شد. بدین منظور سه نوع گاز دی اکسید کربن، نیتروژن و گاز متان و چهار حجم تزریقی 250، 500، 750 و 1000 فوت مکعب استاندارد به ازای یک بشکه سیال مخزن مورد بررسی قرار گرفتند. بررسی ها بر روی نمونه سیال گاز میعانی غنی یکی از مخازن گازمیعانی جنوب ایران صورت گرفت. نتایج نشان داد در عین موثر بودن هر سه نوع گاز تزریقی در کاهش تشکیل مایع بواسطه افت فشار در مخزن، به ترتیب گاز دی اکسید کربن، گاز متان و گاز نیتروژن بیشترین اثر را در کاهش تشکیل مایع دارند. ضمن اینکه افزایش حجم تزریق اثر قابل ملاحظه ای بر کاهش تشکیل مایع دارد به گونه ای که در بهترین حالت مربوط به تزریق دی اکسید کربن در

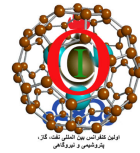


حجم 1000 فوت مکعب استاندارد به ازای یک بشکه سیال مخزن، میزان تشکیل مایع از 4.7٪ مربوط به سیال اولیه مخزن به 1.3٪ رسید. به عنوان پیشنهاد موارد زیر نیز توصیه می شود:

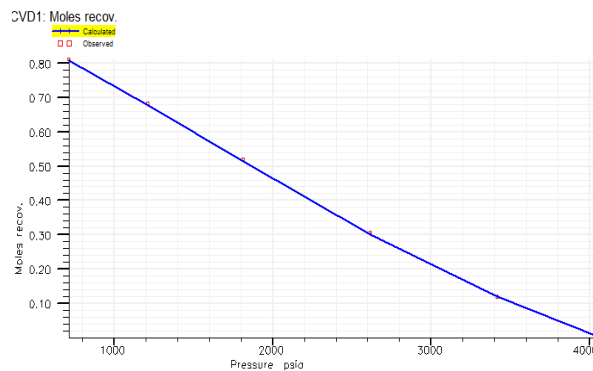
- 1- بمنظور بررسی میزان موفق بودن تزریق انواع گازها در کاهش تشکیل مایع در مخازن گازمیعانی، آزمایش افزایش حجم و تخلیه در حجم ثابت مربوط به حجم های مختلف گاز تزریقی بر روی سیال اولیه مخزن حتماً صورت گیرد.
- 2- فرآیند تزریق یا بازگردانی گاز از همان ابتدای تولید از مخازن گاز میعانی که فشار هنوز بالای نقطه شبنم است صورت گیرد تا کمترین میزان تشکیل میعانات گازی را در مخزن شاهد باشیم.
- 3- در غیاب داده های آزمایشگاهی مربوط به آزمایش افزایش حجم و تخلیه در حجم ثابت مربوط به حجم های مختلف گاز تزریقی بر روی سیال اولیه مخزن، حتماً شبیه سازی این آزمایش ها با دقت کافی صورت گیرد تا از نتایج آنها در ارزیابی اولیه از موفقیت یا عدم موفقیت در کاهش تشکیل میعانات گازی بواسطه تزریق استفاده شود.
- 4- در حین تولید از مخازن گاز میعانی بخصوص مخازن شکافدار باید به دبی تولیدی بهینه توجه نمود تا شاهد افت فشار سریع در مخزن و در نتیجه افزایش تشکیل میعانات گازی در سیستم نباشیم چون این امر به هرزرفت این اجزای گرانبها در مخزن و مشکلات تولید در آینده منجر می شود.

مراجع

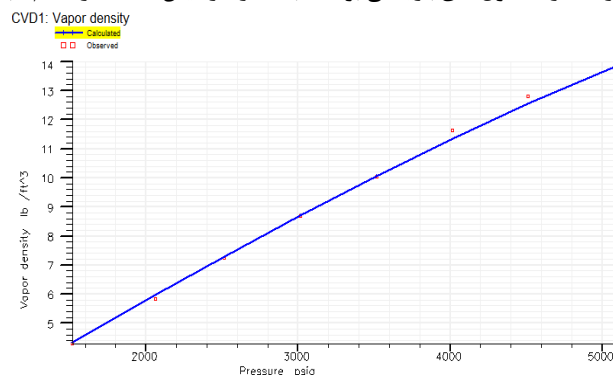
- 1-Fasesan, S. O., Olukini, O. O. & Adewumi, O. O. (2003). "Characteristics of Gas Condensate". Petroleum Science and Technology, vol. 21, pp 81-90
- 2-Dawe R. A., Grattoni C. A. (2007). "Fluid flow behavior of gas condensate and near miscible fluids at the pore scale". Journal of Petroleum Science and Engineering, vol. 55, pp 228-236
- 3-Al-Wadhahi M., Boukadi F. H., Al-Bemani A., Al-Maamari R., Al-Hadrami H. (2007). "Huff 'n puff to revaporize liquid dropout in an Omani gas field". Journal of Petroleum Science and Engineering, vol. 55, pp 67-73
- 4-Boukadi F. H., Al-Wadhahi M., Al-Bemani A., Al-Maamari R. & Al-Hadrami H. (2007). "Mobilizing Condensate in Gas Reservoirs—A Numerical Simulation Study". Petroleum Science and Technology, vol. 25, pp 517-533
- 5- Hinchman, S. B. and Barree, R. D. (1985). "Productivity Loss in Gas condensate Reservoirs", SPE 14203, 60TH Annual Technical conference and Exhibition of the SPE, Las Vegas
- 6- Aziz, R. M.(1985). "Deliverability Projection Model for Overpressured Gas Condensate Reservoirs", SPE 13706, SPE 1985 Middle East Technical Conference and Exhibition
- 7- Clark, T. J. (1985). 'The Application of a 2-D Compositional, Radial Model to Predict Single-Well Performance in a Rich Gas Condensate Reservoir", SPE 14413, 60TH Annual Technical Conference and Exhibition of the SPE, Las Vegas
- 8- Barnum, R., Brinkman, F., Richardson, T., and Spillette, A. (1995). "Gas Condensate Reservoir Behavior Productivity and Recovery Reduction Due to Condensation", SPE 30767, the SPE Annual Conference and Exhibition held in Dallas
- 9-Fevang, O. and Whitson, C. (1996). "Modeling Gas- Condensate Well Deliverability". SPE Reservoir Engineering, November, Vol. 11, pp 221-230
- 10-Farías M., Ayala L. F. & Watson R. W. (2009). "Experimental and Zero-dimensional Analysis of CO₂-N₂ Gas Cyclic Injection Processes". Petroleum Science and Technology, vol.27, pp 1360-1379.
- 11- Ahmed, T., Evans, J., Kwan, R. and Vivian, T. (1998). "Wellbore Liquid Blockage in Gas-Condensate Reservoirs," paper SPE 51050 presented at the SPE Eastern Regional Meeting, Pittsburgh
- 12-Kenyon, D. and Behie, C. (1987): "Third SPE Comparative Solution Project: Gas Cycling of Retrograde condensate Reservoirs", JPT, pp 981-996



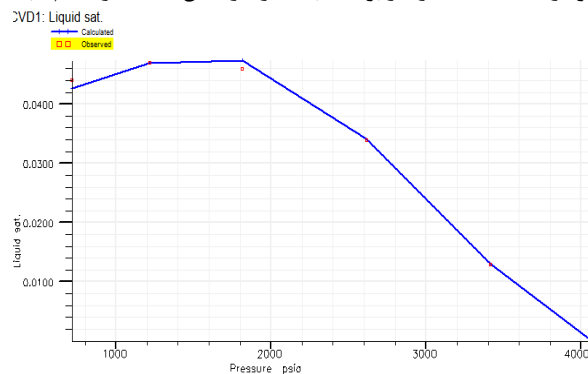
پیوست الف: نمودارهای مربوط به تطابق میان داده های آزمایشگاهی و معادله حالت پنگ رابینسون سه پارامتری مربوط به سیال اولیه مخزن



نمودار 9: درصد مول های بازیافتی بر حسب فشار (آزمایش تخلیه در حجم ثابت)

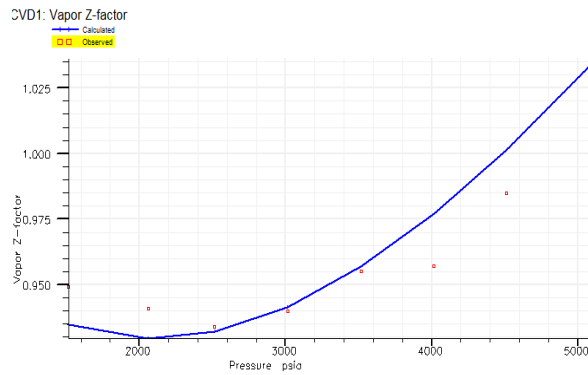
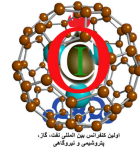


نمودار 10: دانسیته فاز گاز بر حسب فشار (آزمایش تخلیه در حجم ثابت)



نمودار 11: درصد اشباع فاز مایع بر حسب فشار (آزمایش تخلیه در حجم ثابت)

اولین کنفرانس بین المللی نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی
مرکز همایش های بین المللی هتل المپیک تهران



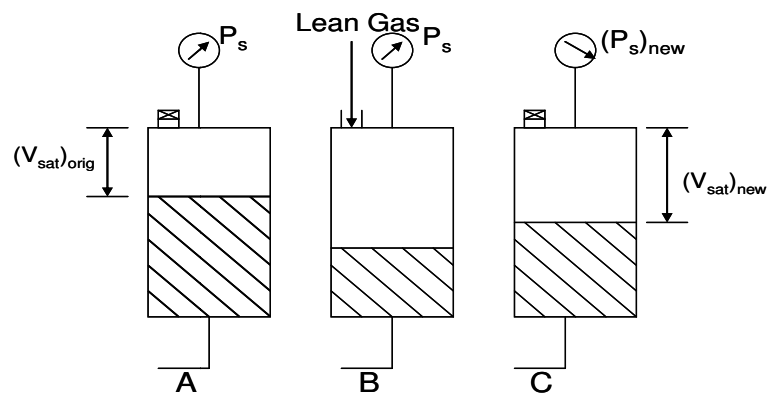
نمودار 12: ضریب تراکم پذیری گاز بر حسب فشار (آزمایش تخلیه در حجم ثابت)

پیوست ب: جدول مربوط به ترکیب سیال اولیه مخزن

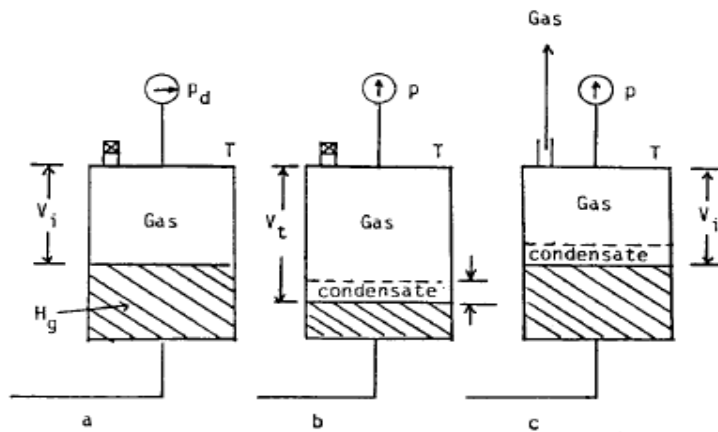
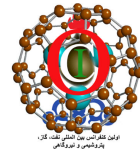
جدول 2: ترکیب سیال اولیه مخزن

Component	Mole Percent
N2	1.00
CO2	0.50
C1	80.18
C2	8.72
C3	2.87
C4	1.79
C5	1.12
C6	3.60
C7+	0.22
Molecular Weight Of C7+	265
Specific Gravity of C7+	0.868

پیوست ج: شکل شماتیک مربوط به آزمایش های افزایش حجم و تخلیه در حجم ثابت



شکل 1: شماتیک آزمایش افزایش حجم (Swelling Test)



شکل 2: شماتیک آزمایش تخلیه در حجم ثابت (CVD)