

اثر تزریق گاز بر رسوب آسفالتین

محمد رضا خانی^۱

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مخازن هیدروکربوری، دانشگاه آزاد، واحد علوم و تحقیقات، تهران

علی کردونی^۲

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مخازن هیدروکربوری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد امیدیه

چکیده

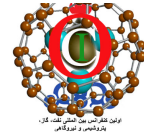
هدف از کار حاضر مدل سازی رفتار فازی و رسوب آسفالتین با استفاده یک شبیه ساز ترکیبی است. در این مطالعه از داده های تجربی به دست آمده از یکی از مخازن جنوب غربی ایران استفاده شده است. به منظور شبیه سازی فرآیند رسوب آسفالتین در طی فرآیند تزریق گاز امتزاجی، مدل های مختلفی با استفاده از مدل لوله قلمی تهیه شد و طی سناریوهای مختلفی مورد ارزیابی قرار گرفت. به کمک مدل های تهیه شده حداقل فشار امتزاجی از روش بررسی تغییرات کشش سطحی در اثر تغییر فشار تزریق، مورد ارزیابی قرار گرفت. تغییرات خصوصیات سیال در اثر تزریق امتزاجی گاز طبیعی و خصوصاً اثر رسوب آسفالتین بر تغییر خصوصیات سیال مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت اثر پدیده رسوب کردن و نشست کردن آسفالتین در نفت بر باز یافت نهایی نفت و تاثیر میزان دبی چاه تزریقی بر روی میزان رسوب آسفالتین مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل شده نشان داد که حداکثر مقدار رسوب در اطراف فشار اشباع سیال رخ می دهد. رسوب نمودن آسفالتین و نیز حل شدن گاز امتزاجی، به صورت موازی موجب کاهش چگالی و گرانیروی نفت می شوند. در اثر افزایش نرخ تزریق گاز، رسوب آسفالتین و همچنین سرعت کم شدن نفوذپذیری کاهش یافت.

واژه های کلیدی: آسفالتین، رسوب، ته نشست، تزریق گاز، شبیه سازی، فشار اشباع

1- محمد رضا خانی، گروه مهندسی نفت، دانشگاه آزاد اسلامی علوم و تحقیقات واحد تهران، تهران، ایران

(mrkhani_1003@yahoo.com)

2- علی کردونی، گروه مهندسی نفت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد امیدیه، خوزستان، ایران (Ali_kardooni20@yahoo.com)



1- مقدمه

پس از سیلابزنی اولیه، بسیاری از مخازن با نفت های سبک و متوسط به منظور افزایش ازدیاد برداشت تحت تزریق امتزاج پذیر و یا نزدیک امتزاج پذیر دی اکسید کربن یا سیال هیدروکربنی قرار می گیرند. تحت شرایط خاصی از فشار، دما و ترکیب نفت، گاز تزریقی با نفت امتزاج پیدا کرده و سبب متورم شدن نفت باقیمانده و کاهش گرانیروی می گردد. تزریق گاز امتزاجی در مخازن نفتی علاوه بر افزایش بازدهی تولید، می تواند در امر تولید از مخزن اختلاالی نیز ایجاد کند. یکی از مهم ترین این مشکلات، تشکیل مواد جامد (به خصوص آسفالتین) در اثر تغییر ترکیب سیال مخزن و در نتیجه کاهش تخلخل و تراوایی مخزن می باشد. با توجه به اهمیت این مهم، این نیاز احساس می گردد که قبل تزریق گاز امتزاجی، شرایط و میزان آسفالتین رسوب کننده مورد بررسی قرار گیرد

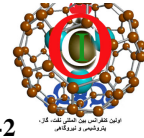
در این مقاله، اصطلاح "رسوب" به تشکیل رسوب آسفالتین ها در نتیجه تعادل ترمودینامیکی اشاره دارد. اصطلاح "ته نشست" نیز به قرار گرفتن آسفالتین های رسوب کرده بر روی سطح سنگ در یک محیط متخلخل اشاره می کند. پس از آنکه در داخل مخزن رسوب رخ می دهد، رسوب آسفالتین می تواند در حالت تعلیق باقی مانده و با فاز نفت جریان یابد، و یا می تواند بر روی سطح سنگ ته نشست شود. ممکن است که آسفالتین ته نشین شده باعث انسداد سازند و تغییر ترشوندگی سنگ (از آب دوست به نفت دوست) گردد. مدل های ترمودینامیکی بسیاری برای توصیف رفتار رسوب و ته نشست آسفالتین ها گزارش شده است. در میان آنها مدل حلالیت های مایع، مدل ترمودینامیکی کلونیدی، مدل جامد خالص، مدل ضریب فعالیت کلونیدی و مدل ترمودینامیکی مایسه شدگی را می توان نام برد [1-5].

در این مقاله، بر شبیه سازی ترکیبی آسفالتین بر اساس مدل جامد خالص ارائه شده توسط نیم [3] تمرکز شده است. اثر عامل فشار و غلظت گاز تزریقی بر لخته و رسوب آسفالتین بررسی شد. علاوه بر این، تعیین حداقل فشار امتزاج به کمک تغییرات تنش میان رویه، خصوصیات فیزیکی و بازیافت نفت و نیز اثر نرخ تزریق گاز تحت شرایط مختلف مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

2- معادلات آسفالتین

رسوب آسفالتین به عنوان یک جامد خالص مدل شده است. این مدل برای توصیف رفتار رسوب آسفالتین در طیف گسترده ای از شرایط فشار، دما و ترکیب به کار گرفته شده است [6-7]. جامد خالص در قالب مدل معادله حالت، سنگین ترین بخش نفت به را یک بخش غیر رسوب دهنده (مانند C_{31A+}) و یک بخش رسوب دهنده (مانند C_{31B+}) تقسیم می کند. این دو مولفه خواص بحرانی و فاکتورهای بی مرکزی یکسان، اما ضرایب اثر مختلف با اجزای سبک دارند. بخش رسوب دهنده ممکن است آسفالتین و مولکول های رزین در نظر گرفته شود.

بخش هایی از جزء رسوب دهنده به عنوان آسفالتین درون فاز جامد رسوب کرده و یا طریق تعادل ترمودینامیکی به جامد 1 (S_1) تبدیل می شوند (معادله 1). ایجاد جامد 1 (S_1)، مرحله نخست رسوب است. بخش هایی از جامد 1 (S_1) از طریق معادلات (2) و (3) به جامد 2 (S_2) تبدیل می شوند. این مرحله به عنوان لخته شدن آسفالتین شناخته می شود. در واقع این لخته، توده ای از مولکول های آسفالتین است که رسوب کرده اند. بخشی از آسفالتین لخته شده بر روی سطح سنگ ته نشین می شوند که به آن ته نشست آسفالتین می گویند (معادله 4) و باعث کاهش تراوایی و تخلخل می گردد.



1-2- مدل رسوب آسفالتین

فוגاسیته فاز جامد برای پیش‌بینی‌های همدمما توسط فرمول زیر داده شده است:

$$\ln f_{s_1} = \ln f_{s_1}^* + \frac{v_{s_1}(P - P^*)}{RT} \quad (1)$$

چنانچه ساختار جامد 1 (S_1) منحصرأ توسط بازگشت‌پذیری ترمودینامیکی بالا کنترل شده باشد، وقتی که سیستم به حالت خارج از پوش منحنی رسوب برگردد، تمام جامد 1 (S_1) رسوب کرده به درون محلول باز خواهد گشت [8].

2-2- مدل لخته‌شدگی آسفالتین

بازگشت ناپذیری رسوبات جامد، با مجاز دانستن آنکه جامد 1 (S_1) از طریق یک واکنش شیمیایی ساده به درون جامد دیگری (S_2) تبدیل می‌شود، مدل شده است. این موضوع را می‌توان به عنوان لخته‌شدگی ذرات کوچک‌تر آسفالتین درون توده‌های بزرگ‌تر مشاهده نمود. این واکنش به شکل زیر نوشته می‌شود:



نرخ واکنش برای تشکیل جامد 2 (S_2) به صورت زیر است:

$$r = k_{12}C_{s_1,o} - k_{21}C_{s_2,o} \quad (3)$$

توجه داشته باشید که جامد 2 (S_2) می‌تواند از طریق معکوس واکنش توسط اولین تبدیل شدن به جامد 1 (S_1) به درون محلول باز گردد، سپس از طریق تعادل ترمودینامیکی درون فاز نفت حل شود.

3-2- مدل تهنشست آسفالتین

وانگ و سیوان [9] مدل تهنشست را در یک معادله گنجانده‌اند، که این معادله نرخ تهنشست آسفالتین را به فرآیندهای فیزیکی اولیه تهنشست مانند جذب سطحی اولیه، مسدودشدگی گلوگاه منافذ و همراه‌بردگی ربط می‌دهد. در واقع، آنها تئوری مسیرهای موازی گروسبک و کولینز [10] را اصلاح نمودند. شکل گسسته معادله نرخ رسوب به صورت زیر است:

$$\frac{V_{s_2}^{n+1} - V_{s_2}^n}{\Delta t} - \alpha C_{s_2}^{n+1} \phi^{n+1} + \beta V_{s_2}^{n+1} (V_o^n - V_{cr,o}) - \mu_o^n C_{s_2}^{n+1} = 0.0 \quad (4)$$

ضریب نرخ تهنشست سطحی (α)، یک ثابت مثبت است که به نوع سنگ وابسته است. وقتی که سرعت، کم‌تر از سرعت بحرانی شود، ضریب نرخ همراه‌بردگی (β) صفر قرار داده می‌شود و ممکن است از جهت دیگر یک ثابت مثبت در نظر گرفته شود. اگر قطر میانگین گلوگاه بزرگ‌تر از برخی مقادیر بحرانی باشد، ضریب مسدودشدگی گلوگاه منفذ (γ) صفر قرار داده می‌شود.

3- داده‌های تجربی

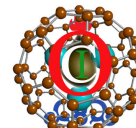
داده‌های آزمایشگاهی بر روی این نمونه سیال تک‌فازی ته‌چاهی، شامل آنالیز ترکیبی، آزمایش تبخیر تفاضلی و آزمایش انبساط ترکیب ثابت در دمای 289/4 درجه فارنهایت (دمای مخزن) و داده‌های فشار اشباع می‌باشد.

1-3- ساخت مدل فازی

اجزای سیال مخزن و گاز تزریقی در جدول 1 داده شده است. فاز نفت با معادله حالت پنگ-رابینسون، مدل‌سازی شده است. مدل اولیه سیال به وسیله شکستن و گروه کردن اجزا به وجود آمد. خواص اجزای گروه‌بندی شده با استفاده از قواعد اختلاط لی-کسلر به دست آمد.

اولین کنفرانس بین المللی نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی

مرکز همایش های بین المللی هتل المپیک تهران



شکل 1 نشان می‌دهد که انتطابق خوبی بین داده‌های تجربی و محاسبه شده برای نسبت گاز به نفت، ضریب حجمی نفت، جرم مخصوص نفت و گاز، ضریب تراکم‌پذیری و ضریب حجمی گاز، گرانیوی نفت، گرانیوی گاز، حجم نسبی نفت، تراکم‌پذیری نفت صورت گرفته است.

جدول 1: مشخصات سیال مخزن و گاز تزریقی

Comp.	Res. Fluid Mole%	Inj. Gas Mole%
N ₂	0.04	0.08
CO ₂	2.23	3.94
H ₂ S	0.25	0.51
C ₁	50.74	78.37
C ₂	8.59	9.07
C ₃	5.66	4.62
<i>i</i> -C ₄	1.06	0.67
<i>n</i> -C ₄	2.94	1.49
<i>i</i> -C ₅	1.21	0.37
<i>n</i> -C ₅	1.67	0.42
C ₆	3.20	0.29
C ₇	2.90	0.12
C ₈	2.46	0.04
C ₉	1.72	0.01
C ₁₀	2.17	0.0
C ₁₁	1.69	0.0
C ₁₂₊	11.47	0.0

جدول 2: خصوصیات فیزیکی

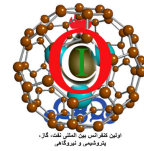
Reservoir Pressure, psia	9170
Saturation Pressure, psia @ 289.4 F	4283
Reservoir Temperature, F	289.4
Molecular Weight of C ₁₂₊	310.20
Specific Gravity of C ₁₂₊	0.877
Asphaltene Content in STO, wt%	0.22
Asphaltene Onset Pressure, psia @ 289.4 F	7300±200
GOR, scf/bbl	1610
API	35.44

2-3- مدل‌سازی آسفالتین

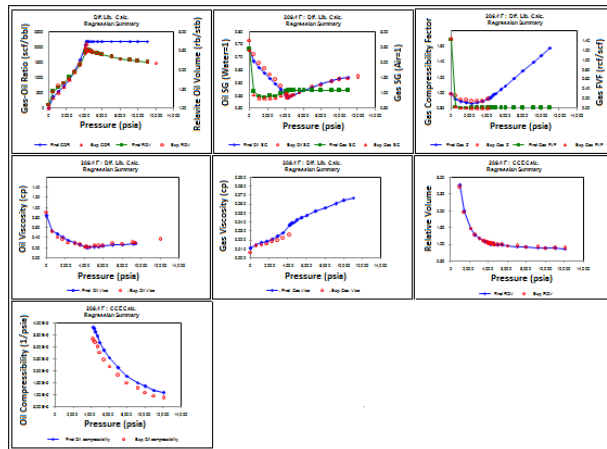
مدل‌سازی رسوب آسفالتین ترکیب نفت زنده مخازن در اثر افت فشار، با انتخاب دقیق فشار شروع و نقطه فشار بالاتر از فشار اشباع، که در آن مقدار کمی از رسوب آسفالتین مصمم است، انجام شد. نمودار رسوب آسفالتین به دست آمده در شکل 2 نشان داده شده است. همان‌گونه که در شکل مشاهده می‌شود حداکثر مقدار رسوب در ناحیه اطراف فشار نقطه حباب قرار دارد. در زیر فشار اشباع، رسوب مواد جامد درون فاز مایع دوباره حل می‌شوند. این پدیده برای تخلیه فشار در محیط آزمایشگاه مشاهده شده است. در اثر خارج شدن گاز از فاز نفت، پارامتر حلالیت فاز مایع تغییر کرده و سبب انحلال مجدد آسفالتین رسوب شده می‌گردد. این امکان وجود دارد که در فشارهای بسیار پایین تمام آسفالتین رسوب شده به درون محلول بازگردد.

اولین کنفرانس بین المللی نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی

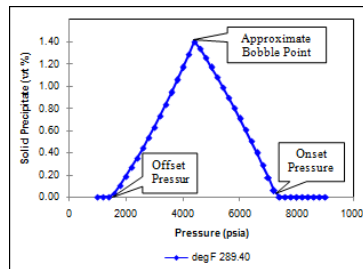
مرکز همایش های بین المللی هتل المپیک تهران



شکل 1: تطابق داده های آزمایشگاهی



شکل 2: گراف زنگوله ای تایید برگشت پذیری رسوب آسفالتین

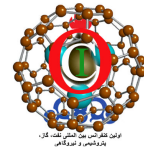


3-3- ساخت مدل دینامیک

نیم و کومب [6] مدلی را برای بررسی ته نشینی و رسوب آسفالتین در مغزه پیشنهاد دادند. این مدل به صورت یک بعدی است که اثر جاذبه در آن نادیده گرفته می شود. این مدل از 30 خانه در جهت افقی تشکیل یافته است. ابعاد سیستم طوری انتخاب شده اند که زمان با حجم گاز تزریقی برابر باشد. گاز تزریقی به طور مداوم از خانه شماره 1 تزریق شده و نفت از خانه شماره 30 تولید می شود. در ابتدا برای در نظر نگرفتن اثر گرادیان فشار بر تولید، فشار مخزن و فشار ته چاهی چاه تولیدی ثابت و مساوی نگه داشته شده است. خواص و ویژگی های مخزن نیز در جدول 3 نشان داده شده است.

جدول 3: خصوصیات فیزیکی

Property	Value
Pore Volume, ft ³	7.39740E-02
Porosity	0.376
Permeability, md	100
Reservoir Pressure, psia	4800
Reservoir Temperature, F	289.4
Production Well Pressure, psia	4800
Injection Flow Rate, BBL/Day	8.0593E-03

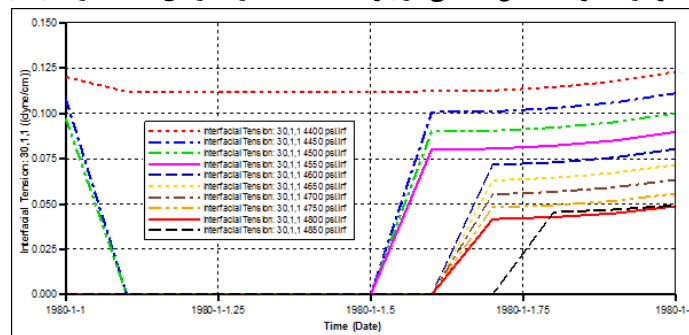


4- تجزیه و تحلیل

1-4- تعیین حداقل فشار امتزاج به کمک تغییرات تنش میان رویه

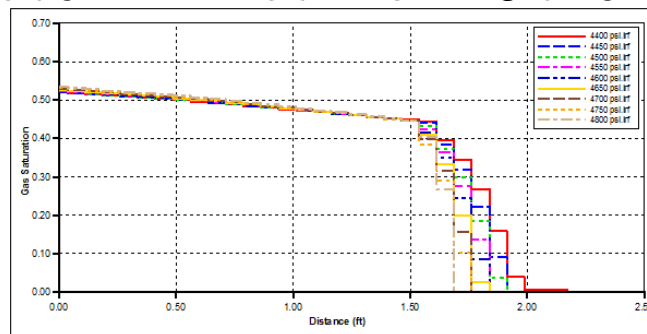
رائو [12] آزمایش از بین رفتن تنش میان رویه را به عنوان روشی برای تعیین حداقل فشار امتزاج پیشنهاد داد. این روش بر پایه اندازه گیری تنش میان رویه بین نفت و گاز تزریقی در فشارهای مختلف و در یک دمای ثابت بنا شده است. حداقل فشار امتزاج را می توان با مقایسه نمودار تنش میان رویه در برابر فشار به دست آورد. زمانی که سیستم به سمت امتزاج پیش می رود، تغییرات تنش میان رویه کاهش خواهد یافت و میزان آن به سمت صفر میل می کند (شکل 3).

شکل 3: نمودار تغییرات کشش سطحی در بلوک (10130) در فشارهای مختلف و نسبت به زمان



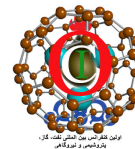
همان گونه که در شکل 4 مشخص است، با افزایش فشار، ناحیه گذرا بین نفت و گاز از بین می رود. در نتیجه در فشار امتزاجی، مرز گازی شکل عمودی به خود می گیرد. با توجه به نتایج شکل های 3 و 4 فشار امتزاجی برای این نمونه سیال در حدود 4800 پام بوده که با نتایج موجود در مقالات مربوط به آزمایش حداقل فشار امتزاجی این سیال، همخوانی دارد (حداقل فشار امتزاجی اندازه گیری شده در آزمایشگاه برابر با 4859 پام است).

شکل 4: تغییرات اشباع گاز تزریقی در فشارهای مختلف تزریق نسبت به فاصله از منبع تزریق (زمان 0/5 روز)

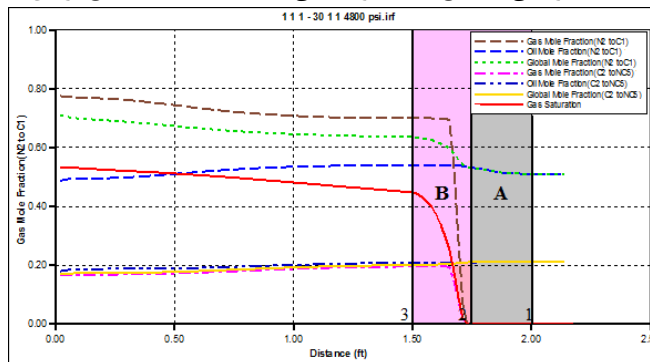


2-4- اثر گاز تزریقی بر خصوصیات نفت

در این فرآیند، فاز گازی در نزدیکی چاه تزریقی به وجود می آید (شکل 5). هنگامی که مرز گازی به جلو حرکت می کند، گاز تزریقی به درون نفت نفوذ کرده و خواص آن را تغییر داده و موجب ته نشینی آسفالتین می گردد.

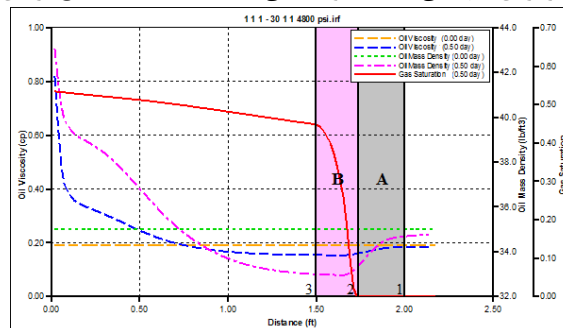


شکل 5: اشباع سیالات تزریقی و اشباع گاز در لوله قلمی نسبت به فاصله از منبع تزریق (زمان 0/5 روز)



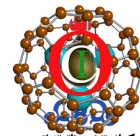
در صورتی که در مدل از سمت چاه تولیدی به سمت چاه تزریقی (از سمت راست به چپ) حرکت کنیم، تغییرات خصوصیات سیال را به خوبی می توان مشاهده کرد. در بازه زمانی 0/5 روز، گاز تزریقی تا نقطه 1 نفوذ کرده، مابین نقاط شماره 1 تا 2 (منطقه A)، سیستم تکفازی باقی مانده است. علت این امر این است که هنوز نفت این بخش از مدل، از گاز تزریقی اشباع نشده است. این منطقه همان منطقه امتزاجی تکفازی است که در شکل 5 نشان داده شده است. با حرکت به سمت چپ و خروج از این منطقه، وارد منطقه امتزاجی دو فازی (منطقه B) می شویم. در منطقه A، هر چه به چاه تزریقی نزدیک تر می شویم، بر اشباع فاز گازی افزوده می شود. در این بازه، هر چه که به نقطه 2 نزدیک می شویم به علت افزایش درصد مولی گاز تزریقی در نفت، چگالی و گرانیوی نفت کاهش می یابد (شکل 6). با اشباع شدن نفت از گاز تزریقی، روند کاهش چگالی معکوس شده و چگالی افزایش می یابد.

شکل 6: تغییرات گرانیوی و چگالی نفت در لوله قلمی نسبت به فاصله از منبع تزریق (زمان 0/5 روز)



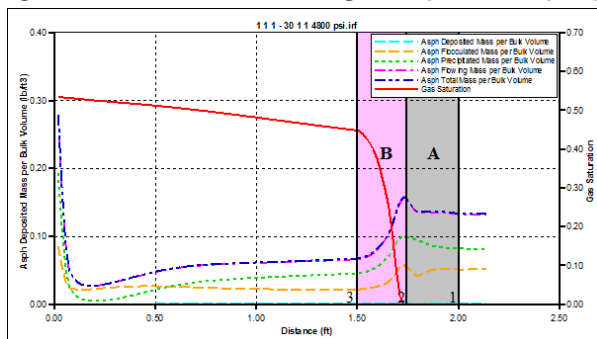
رسوب کردن آسفالتین نیز خود عامل مهم و مفیدی در جهت افزایش نرخ کاهش گرانیوی و چگالی است. همان طور که در شکل 7 مشاهده می شود، حداقل مقدار چگالی و گرانیوی در مکانی مشاهده می شود که مقدار رسوب آسفالتین حداکثر است. از آنجایی که رسوب آسفالتین به شدت وابسته به شرایط ترمودینامیکی است، بلافاصله پس از اولین تماس نفت و گاز، میزان درصد آسفالتین موجود در نفت افت کرده و به یک حد نسبتاً ثابت می رسد. در شکل 7 به وضوح مشخص است که قبل از تزریق گاز و در اثر افت فشار، آسفالتین در نفت تشکیل شده است.

با تزریق گاز در نفت، بعد از مدتی اجزا سبک از نفت خارج شده و یک فاز گازی را تشکیل می دهند. در واقع مکانیسم امتزاجی گاز تزریقی در نفت، مکانیسم تبخیری است. شکل 8 تغییرات ترکیب نفت را در طول لوله قلمی، نشان می دهند. این

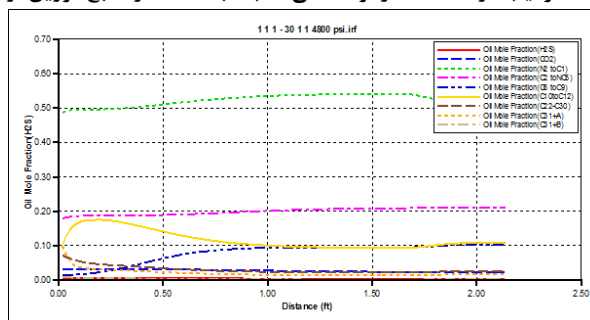


شکل 6: نتایج حاصل از شبیه سازی در مورد تغییرات در خواص فیزیکی و شیمیایی در طول زمان. به نظر می رسد که در طول زمان، غلظت گاز در سبک نفت در تماس با گاز، به فاز گازی تبخیر شده اند.

شکل 7: آسفالتین رسوب کرده، نشست کرده و تجمع یافته در مدل نسبت به فاصله از منبع تزریق (زمان 0/5 روز)



شکل 8: تغییرات ترکیب درصد نفت در لوله قلمی نسبت به فاصله از منبع تزریق (زمان 0/5 روز)



3-4- تاثیر آسفالتین بر روی بازیافت نفت

به منظور بررسی اثر آسفالتین بر بازیافت نهایی در فرآیندهای تزریق گاز امتزاجی، سه مدل شبیه سازی به کمک مدل لوله قلمی تهیه شد. در این مقایسه ها تغییرات کشش سطحی در اثر نشست آسفالتین در مدل ها در نظر گرفته نشده است. تفاوت سه مدل تهیه شده در زیر آورده شده است:

مدل 1- آسفالتین هم تشکیل می شود و هم می تواند در مخزن نشست کند.

مدل 2- آسفالتین تنها می تواند تشکیل شود، اما نمی تواند در مخزن نشست کند.

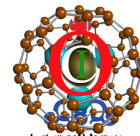
مدل 3- در مدل سیال، آسفالتین وجود ندارد.

در این مرحله، بازیافت مدل های تهیه شده محاسبه شد. زمانی که در مدل آسفالتین رسوب می کند، تشکیل شدن آسفالتین موجب کاهش گرانیوی نفت می شود. این امر حرکت نفت به سمت چاه تولیدی را تسهیل می کند. اما از طرفی نشست آسفالتین رسوب کرده در خلل و فرج سنگ مخزن، تخلخل و تراوایی مخزن را کاهش می دهد که این اثر، تولید را با مشکل روبرو می کند. در نتیجه رسوب کردن آسفالتین خواص سیال را بهبود می بخشد، اما نشست آن در مخزن موجب ایجاد مقاومت در برابر تولید می شود. شکل 9 به خوبی نشان می دهد که در نمونه نفت مورد مطالعه، تشکیل شدن آسفالتین، تولید را بهبود بخشیده است و میزان بازیافت، از حالت بدون رسوب بیشتر است. اما زمانی که آسفالتین بتواند در مدل نشست کند، بازیافت کاهش می یابد.

باید توجه کرد که این امر می تواند در صورت وجود نفت های مختلف با میزان آسفالتین های مختلف متفاوت باشد. در

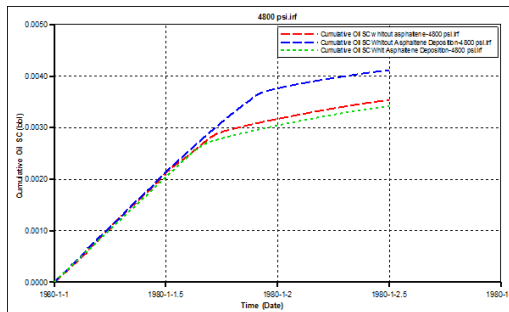
اولین کنفرانس بین المللی نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی

مرکز همایش های بین المللی هتل المپیک تهران



این مطالعه ما نمی خواهیم قضاوت کنیم که کدام فرآیند قوی تر است، بلکه ما بررسی رفتار نفت را در مورد این نفت خاص انجام داده ایم و نتایج برای نفت های دیگر با خصوصیات دیگر ممکن است متفاوت باشد. بنا بر این، برای هر سیستم کلیه مقایسات می بایست تکرار شود.

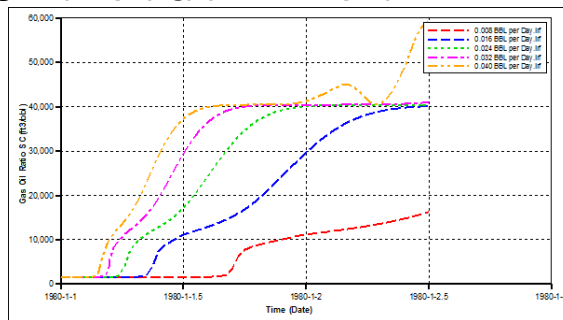
شکل 9: بازیافت نفت در دو حالت با رسوب و بدون رسوب آسفالتین در لوله قلمی (زمان 0/5 روز)



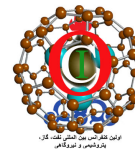
4-4- حساسیت سنجی بر روی نرخ تزریق گاز

جهت حساسیت سنجی بر روی نرخ تزریق گاز، مدل های متعددی با سرعت های مختلف تزریق تهیه و اجرا شدند. اساس مقایسه این فرآیندها نقطه ای است که نسبت گاز به نفت تولیدی به حد نهایی غیر اقتصادی بودنش می رسد. (با توجه به فقدان اطلاعات، حد اقتصادی نسبت گاز به نفت مطابق با شکل 10 برابر با 40000 فوت مکعب گاز به ازای هر بشکه نفت تولیدی در نظر گرفته شده است). وقتی نرخ تزریق گاز امتزاجی بیشتر می شود، زمان شکافت کاهش می یابد (شکل 10).

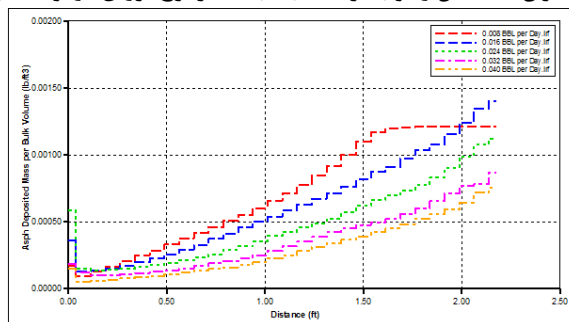
شکل 10: تغییرات نسبت گاز به نفت تولیدی نسبت به تغییر نرخ تزریق در لوله قلمی (زمان 0/5 روز)



همان گونه که در شکل 11 ملاحظه می شود، به نظر می آید در سرعت های بالاتر تزریق، آسفالتین ته نشین شده، زمانی برای نشستن بر روی سازند ندارد.

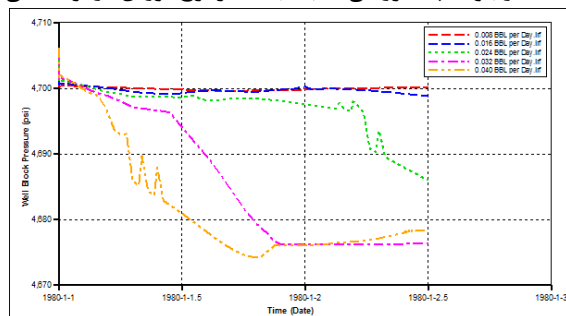


شکل 11: تغییرات میزان آسفالتین رسوب کرده نسبت به تغییر نرخ تزریق در لوله قلمی (زمان 0/5 روز)



در اثر رسوب آسفالتین و کاهش تراوایی و تخلخل در اطراف دهانه چاه، فشار تزریق افزایش می‌یابد. با افزایش نرخ تزریق گاز، میزان آسفالتین رسوب کرده کاهش می‌یابد (شکل 11). در نتیجه در اثر کم‌تر شدن نرخ کاهش تخلخل، فشار تزریق نیز کم‌تر افزایش می‌یابد. در نهایت نتایج نشان می‌دهند که با افزایش نرخ تزریق گاز، اثر رسوب آسفالتین در افزایش فشار تزریق کاهش می‌یابد (شکل 12).

شکل 12: تغییرات فشار بلوک چاه تزریقی نسبت به تغییر نرخ تزریق در لوله قلمی (زمان 0/5 روز)



5- نتیجه‌گیری

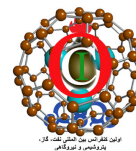
رسوب آسفالتین برای تزریق گاز طبیعی با استفاده از یک شبیه‌ساز ترکیبی مدل شد. بر اساس نتایج ارائه شده نتایج

زیر بدست آمده:

- معمولاً حداکثر مقدار رسوب در اطراف ترکیب اشباع سیال رخ می‌دهد. بالای این ترکیب، آزاد شدن گاز از نفت باعث تغییر پارامتر حلالیت فاز مایع شده و موجب انحلال دوباره رسوب آسفالتین می‌گردد. این پدیده را می‌توان رقابت بین آسفالتین و گاز برای حل شدن درون نفت در نظر گرفت.
- زمانی که سیستم به سمت امتزاج پیش می‌رود، تغییرات تنش میان‌رویه کاهش خواهد یافت و میزان آن به سمت صفر میل می‌کند.
- رسوب آسفالتین و گاز تزریقی سبب کاهش گرانروی و چگالی نفت می‌گردد.
- اگر چه رسوب آسفالتین باعث ارتقاء خصوصیات فیزیکی نفت می‌شود، اما ته‌نشست آسفالتین ممکن است باعث کاهش تراوایی شود. در این مطالعه، کاهش تراوایی اثر غالب بود و میزان بازیافت کاهش یافت.
- افزایش نرخ تزریق گاز در چاه تزریقی، زمان تاخیر را کاهش می‌دهد، مقدار رسوب آسفالتین و مقدار کل آسفالتین را کم می‌کند و سرعت کم شدن تراوایی را کاهش می‌دهد.

اولین کنفرانس بین المللی نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی

مرکز همایش های بین المللی هتل المپیک تهران



منابع

- [1] Hirschberg, A., deJong, L.N.J., Schipper, B.A., and Meijer, J.G. "Influence of temperature and pressure on asphaltene flocculation". Paper SPE 11202, June 1984.
 - [2] Leontarities, K.J., and Mansoori G.A. "Asphaltene flocculation during oil production and processing: A thermodynamic colloidal model". Paper SPE 16258, Presented at SPE Symp. on oil field Chem., San Antonio. 1987.
 - [3] Nghiem, L.X., Hassam, M.S., Nutakki, R., George, A.E.D., "Efficient Modeling of asphaltene precipitation". Paper SPE 26642 presented at the SPE Conference and Exhibition, Houston, TX, 3-6 October. 1993.
 - [4] Zhou, X., Thomas, F.B., and Moore, R.G. "Modeling of solid precipitation from reservoir fluids". J. Can. Petrol. Technol. 35,37-45. 1996.
 - [5] Pan, H., and Firoozabadi, A., "Thermodynamic micellization model for asphaltene aggregation and precipitation in petroleum fluids". SPE Production & Facilities, May: 118-127. 1998.
 - [6] Nghiem, L.X., and Coombe, D.A. "Modeling asphaltene precipitation during primary depletion". SPE Journal. 2(6), 170-6. 1997.
 - [7] Kohse, B.F., Nghiem, L.X., Maeda, H., and Ohno, K. "Modeling phase behavior including the effect of pressure and temperature on asphaltene precipitation". Paper SPE 64465, Presented at SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition, Brisbane, Australia, 16-18 October. 2000.
 - [8] Kohse, B.F., and Nghiem, L.X. "Modeling asphaltene precipitation and deposition in a compositional reservoir". Paper SPE 89437 presented at SPE/DOE Fourteenth Symposium on Improved Oil Recovery, Tulsa, Oklahoma, U.S.A., 17-21 April. 2004.
 - [9] Wang, S. and Civan, F. "Productivity decline of vertical and horizontal wells by asphaltene deposition in petroleum reservoirs". Paper SPE 64991, Presented at SPE International Symposium on Oilfield Chemistry, Houston, TX, 13-16 February. 2001.
 - [10] Gruesbeck, C. & Collin's, R. E.: "Entrainment & Deposition of Fine Particles in Porous Media", Soc. Petrol. Eng. J. (Dec. 1982) 847-856.
 - [11] Agarwal, R., Li, Y.K. and Nghiem, L. "A regression technique with dynamic-parameter selection for phase behavior matching" SPE, No. 16343, California regional meeting, Ventura, California. 1987.
 - [12] Rao, D.N. "A new technique of vanishing interfacial tension for miscibility determination" Fluid Phase Equilibria, pp. 311-324. 1997.
-