Archive of SID

مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی
۷ خرداد ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
مجری: اهم اندیشان انرژی کیمیا ۸۸۶۷۱۶۷۶ – ۰۲۱
www.Reservoir.ir

شبیه‌سازی و بررسی تأثیر پارامترهای مخازن شکافدار بر پدیده مخروطی شدن آب در یکی از مخازن گازی ایران

شهاب رضوی‌نیا[۱]، فرشاد جعفری[۲]، محمدرضا دهستانی اردکانی[۳]
بابک مرادپور طیبی[۴*]، فاطمه محی‌الدینی[۵]، شریفه نیک‌نژاد[۶]
*مرکز تحقیقات زمین کاو، تهران
babakmoradpourtayyebi@gmail.com

چکیده

پدیده مخروطی شدن در مخازن نفتی و گازی عموماً تحت رانش آب و کلاهک گازی رخ می‌دهد. مخروطی شدن آب در چاه‌های نفتی و گازی ایران، یکی از مسایل و مشکلات اساسی است که بر تولید نهایی، افزایش هزینه‌های عملیاتی و بروز مشکلات زیست محیطی تأثیر فراوانی دارد. پیش از تولید از مخزن، سیالات مخزنی تحت شرایط تعادل بوده و سطح تماس آن‌ها بدون تغییراست، ولی با شروع تولید از مخزن، هنگامی که نیروی ویسکوز در جهت عمودی بر نیروی ثقلی غلبه می‌کند، جابه‌جایی سطوح تماس و پدیده مخروطی شدن رخ می‌دهد، بنابراین سعی بر این است که نرخ‌های تولید در محدوده‌ای کنترل شود که مانع ورود آب و گاز به چاه تولیدی گردد. به‌همین دلیل بررسی این پدیده و مدلسازی آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این مقاله، پدیده مخروطی شدن با استفاده از داده‌های یکی از میادین گازی ایران و به کمک نرم‌افزار تجاری اکلیپس۳۰۰ (Eclipse300) مدلسازی شده و پارامترهای موثر بر پدیده مخروطی شدن مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از این کار نشان داد که رفتار تولید آب در مخازن شکافدار گازی بیش از همه تابع نرخ تولید می‌باشد. هم‌چنین در آنالیز حساسیت تراوایی، زمان میان‌گذر شدن بیش از همه تابع تغییرات تراوایی افقی شکاف‌ها است و بعد از آن تراوایی عمودی ماتریس‌ها است. در حالی که تراوایی عمودی ماتریس بر زمان میان‌گذر شدن تأثیری ندارد. در آنالیز حساسیت تخلخل نیز، حساسیت زمان میان‌شکنی نسبت به تغییرات تخلخل شکاف‌ها بیشتر از حساسیت نسبت به تخلخل ماتریس‌ها است.

واژه‌های کلیدی: مخروطی شدن، شبیه‌سازی، مخزن شکافدار، بُرش آب، تولید انباشتی.

۱- شرکت بهره‌برداری نفت و گاز گچساران (GSOGPC)
۲- کارشناسی ارشد مهندسی نفت، دانشگاه صنعت نفت، دانشکده نفت اهواز
۳- شرکت نفت و گاز پارس (POGC)
۴- مرکز تحقیقات زمین کاو (ZKRC)
۵- کارشناسی مهندسی نفت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه مهندسی نفت
۶- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گچساران

www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی
۷ خرداد ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
مجری: اهم اندیشان انرژی کیمیا ۸۸۶۷۱۶۷۶ – ۰۲۱
www.Reservoir.ir

Simulation and Investigation of Fractured Reservoir Parameters Effects on Water Coning: Case Study in an Iranian Gas Reservoir

Shahab Razavi Nia[1], Farshad Jafari[2], Mohammad Reza Dehestani Ardakani[3], Babak Moradpour Tayyebi[4*], Fatemeh Mohyaddini[5], Sharifeh Nik Nezhad[6]

[1] Gachsaran Oil and Gas Production Company (GSOGPC), GACHSARAN
[2] M.Sc. of Petroleum Engineering, Petroleum University of Technology (PUT), Ahwaz Faculty of Petroleum Engineering, AHWAZ
[3] Pars Oil and Gas Company (POGC), ASALOOYEH
[4] Zamin Kav Research Center (ZKRC), TEHRAN
[5] B.Sc. of Petroleum Engineering, Islamic Azad University (IAU), Science and Research Branch, Faculty of Petroleum Engineering, TEHRAN
[6] Islamic Azad University (IAU), Gachsaran Branch, Faculty of Petroleum Engineering, GACHSARAN

Abstract

The coning phenomenon usually occurs in water and gas cap drive reservoirs. Water coning in Iranian hydrocarbon reservoirs is one of the most important problems that affects the cumulative production, operation costs and causes environmental problems. Before producing from a reservoir, its fluids are in equilibrium and their contact surfaces remain unchanged, but after starting production from the reservoir, when the viscous force overcome gravitational force in vertical direction, contact surfaces will displace and coning will occur. So, the production rates will be controlled in a range that prevents entering water and gas to the production well. For this reason, investigation and modeling of this phenomenon is extremely necessary. In this paper, the coning phenomenon in one of Iranian gas reservoir had simulated using Eclipse 300 software and parameters affecting coning had studied. Results of this work have shown that water production behavior in fractured gas reservoirs is mostly depending on production rate. Also, sensitivity analysis revealed that the sensitivity of coning time to the changes of fracture horizontal permeability is more than changes of matrix horizontal permeability and fracture vertical permeability. In addition, sensitivity of coning time to the fracture porosity changes is more than matrix one.

Keywords: *Coning, Fractured Reservoir, Simulation, Water Cut, Cumulative Production.*

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

پدیده مخروطی شدن در مخازن نفتی و گازی تحت رانش آب و کلاهک گازی رخ می‌دهد. در این پدیده، آب و گاز از پایین و بالای محل مشبک کاری شده وارد چاه می‌شوند و مشکلاتی را در درون چاه مخزن و تأسیسات سرچاهی پدید می‌آورند. پیش از شروع از تولید سیالات مخزنی تحت شرایط تعادل قرار دارند، اما با شروع تولید در همه جهات گرادیان غیریکنواخت فشار ایجاد می‌شود. با افزایش سرعت سیال و هدر رفتن انرژی چاه تغییر توزیع WOC و GOC در مخازن نفتی و GWC در مخازن گازی روی می‌دهد و آب و گاز می‌توانند به طرف بازه مشبک کاری شده چاه جریان یابند. مدت زمانی که طول می‌کشد تا آب به بازه تولیدی چاه برسد زمان میان‌شکنی نام دارد. دوره زیر بحرانی زمانی است که این مخروط به چاه نرسیده است، هنگامی که مخروط به ته چاه رسید دوره بحرانی و زمانی که دهانه چاه را فرا گرفت دوره فوق بحرانی نامیده می‌شود. توزیع سیالات در اطراف چاه تحت تأثیر عوامل زیر است[۱]:

۱. نیروهای موییننگی؛
۲. نیروهای ثقلی؛
۳. نیروهای گراویته.

در پدیده مخروطی شدن، نیروهای دینامیکی رو به بالا که در نتیجه افت فشار در دهانه چاه به وجود می‌آیند، باعث صعود آب تا ارتفاعی که با نیروی وزن آب برابر شود می‌گردند. با دور شدن از چاه در جهت شعاعی به علت کاهش اثر نیروهای دینامیکی رو به بالا ارتفاع نقطه تعادل میان این نیرو و نیروی وزن آب کاهش می‌یابد. بنابراین مکان هندسی نقاط تعادل در سطح تماس آب-نفت شکل مخروطی به وجود می‌آورد تا زمانی که آب در زیر این سطح تماس ساکن باشد، نفت در بالای آب جریان دارد. با افزایش دبی تولید، ارتفاع مخروط بالای سطح تماس اولیه آب و نفت افزایش می‌یابد. این افزایش تا زمانی ادامه دارد که در یک دبی مشخص مخروط آب ناپایدار شده و آب تولید می‌شود[۲].

یکی از اولین مطالعات انجام شده بر روی پدیده مخروطی شدن مطالعه‌ای است که در سال ۱۹۳۵ میلادی توسط دو محقق به‌نام Muskat و Wyckoffhk انجام شد[۳]. آن‌ها برای اولین بار و به روشنی به‌صورت تحلیلی نشان دادند که پدیده حرکت مخروطی در افت فشارهای بالا رخ می‌دهد، در این مطالعه، به‌دلیل مشکل بودن محاسبه هم‌زمان توزیع فشار و شکل مخروط فرض شده که توزیع فشار برای یک سیستم مخروط واقعی متأثر از یک سیستم بدون مخروط است. هم‌چنین آن‌ها فرض کردند که نفت درون یک سیستم شنی بین دو مرز غیرقابل تراوا جریان دارد و در این بستر شنی یک چاه به‌صورت نفوذ جزیی واقع شده است[۴]. Sobocinski و Cornelius رابطه‌ای برای پیش‌بینی رفتار مخروط آب از حالت استاتیک سطح تماس آب-نفت به شرایط دینامیک و میان‌گذر شدن به‌دست آوردند[۵]. Guo و Lee نیز با در نظر گرفتن تأثیر نفوذ چاه بر ضریب بهره‌دهی آن یک آنالیز نموداری از فرآیند فیزیکی مخروطی شدن انجام دادند. هم‌چنین این دو محقق راه حلی تحلیلی برای به‌دست آوردن حداکثر دبی بحرانی با بهترین ضریب نفوذ چاه در یک لایه نفتی آیزوتروپیک ارائه کردند[۶]. Guo و سایرین راه حلی پیشنهاد نمودند که برای به‌دست آوردن مکان سطح تماس آب و نفت در یک مخزن غیرآیزوتروپیک که موقعیت تماس در آن تابعی از دبی بحرانی و موقعیت چاه است استفاده می‌شد[۷و۸].

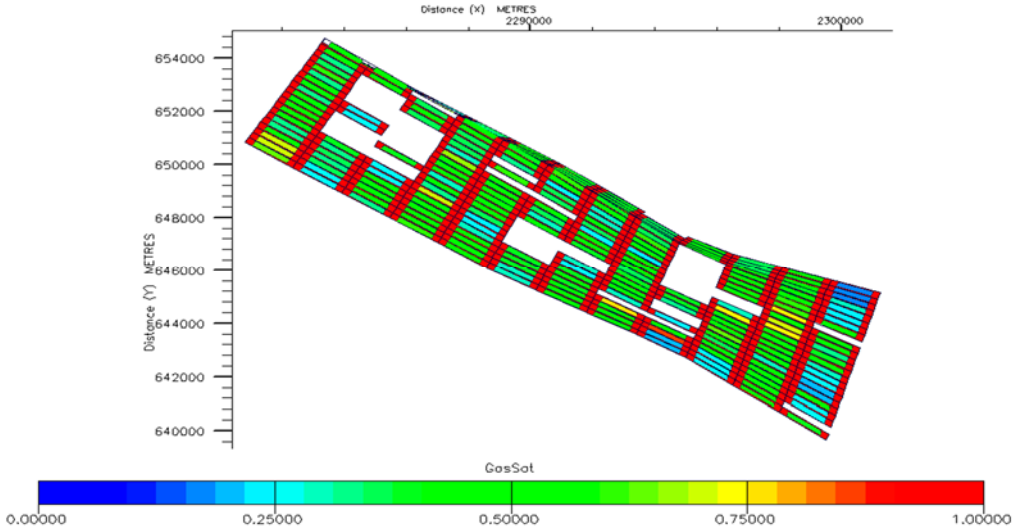
در این مقاله به بررسی تأثیر پارامترهای مخازن شکافدار بر رفتار مخروطی شدن آب در یکی از مخازن شکافدار گازی پرداخته شده است که نتیجه آن در بررسی پدیده مخروطی شدن در مخازن شکافدار می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. این نتایج تأثیر هر یک از پارامترهای سیستم شکافدار را بر رفتار تولید آب را در مخزن نشان می‌دهد که به کمک آن می‌توان مطالعات مخزنی جامعی در مخزن شکافدار همراه با شناخت رفتار تولید آب از چاه و پیش‌بینی صحیح آن در مدل مخزن انجام داد. علاوه‌بر این با توجه به شناخت تأثیر هر یک از پارامترها بر زمان رسیدن مخروط به بازه تولیدی چاه و بُرش آب، تطبیق تاریخچه تولید آب از مخازن شکافدار به‌طور مناسبی می‌تواند انجام گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

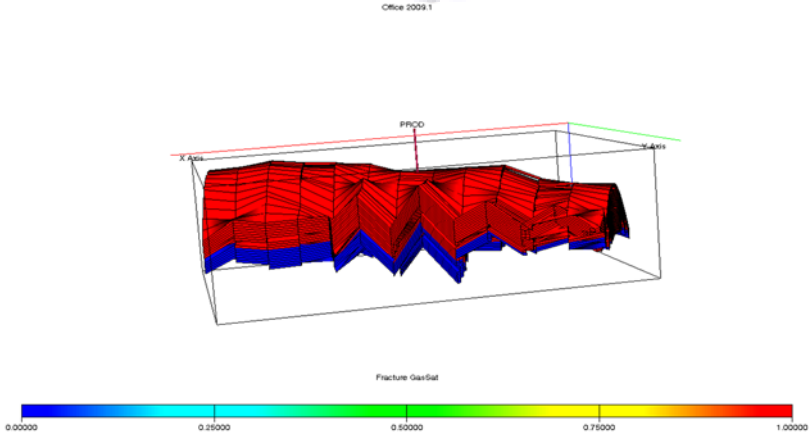
۲- ساخت مدل

یکی از اصلی‌ترین قسمت‌های شبیه‌سازی، طراحی شبکه و شکل هندسی مخزن می‌باشد. برای نمونه، نمای XY شبکه طراحی شده برای استفاده و شبیه‌سازی مخزن مورد نظر در شکل-۱ آورده شده است.



شکل-۱: نمای XY شبکه طراحی شده

این مدل Cartesian، Compositional و Single Well بوده و به ۱۲ ستون، ۲۴ سطر و ۵۰ لایه تقسیم شده است، که شامل ۱۴۴۰۰ گرید بلوک می‌باشد. چون پدیده مخروطی شدن آب فقط در قسمت مشبک کاری شده یک چاه و زیر آن رخ می‌دهد و جهت بررسی آن تنها بلوک‌های اطراف چاه مورد بررسی قرار می‌گیرد، لذا جهت شبیه‌سازی این پدیده نیازی به داشتن تمام گریدهای یک مخزن نمی‌باشد و فقط قسمت پایینی چاه شماره-۱ مخزن A که پدیده مخروطی شدن آب در منطقه رخ داده است را به‌صورت یک سکتور مورد بررسی قرار داده‌ایم.

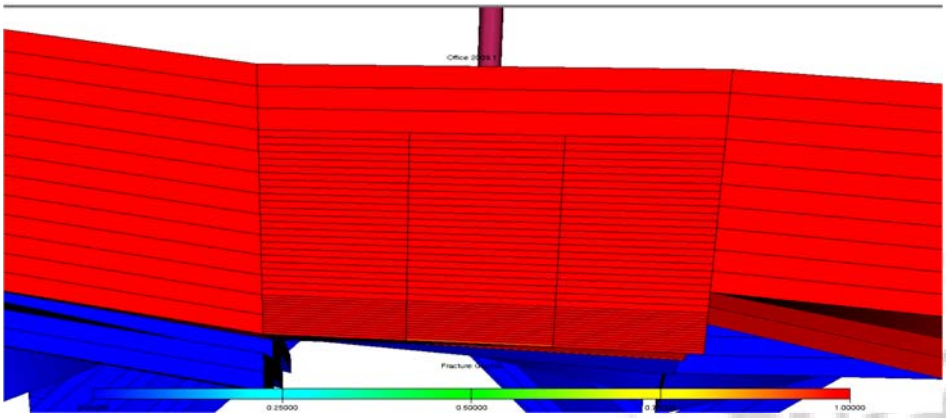


شکل-۲: نمای سه بعدی سکتور مورد مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

برای بررسی بهتر این پدیده در اطراف چاه از LGR استفاده شده است. شکل زیر شمای LGR استفاده شده در اطراف چاه تولیدی را نشان می‌دهد. چون تغییرات فشار در نزدیکی چاه بسیار زیاد است، لذا لازم است که بلوک‌هایی که چاه در آن تکمیل شده است را کوچک‌تر در نظر بگیریم.



شکل-۳: نمای LGR استفاده شده در اطراف چاه

آزمایش‌های PVT در شرایط مخزن و سر چاه در زمان نمونه‌گیری انجام شده است. بنابراین با استفاده از شبیه ساز خواص سیالات مخزن، این خواص برای شرایط مختلف دما و فشار برای گاز و آب مخزن مورد نظر تعیین می‌شود.

نرم‌افزار استفاده شده جهت مدل‌سازی ترمودینامیکی گاز مخزن نرم‌افزار PVTi می‌باشد. معادله حالت استفاده شده معادله Peng Robinson (3-Parameter) می باشد و از معادله Lohrenz-Bray-Clark جهت پیش‌بینی گرانروی استفاده شده است.

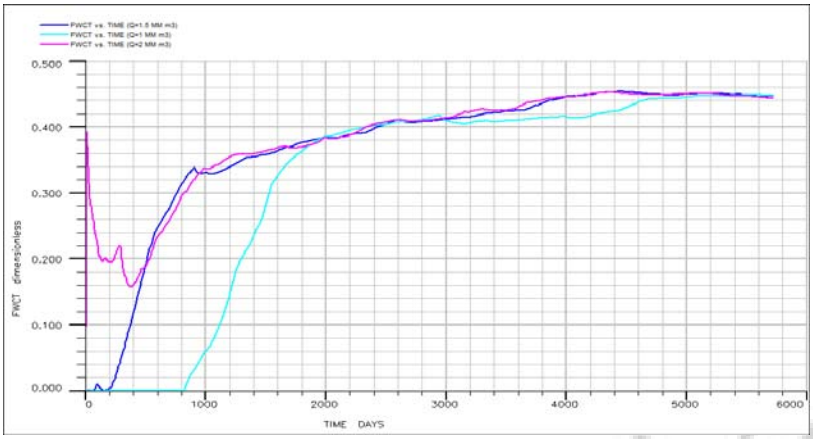
۳- بررسی تأثیر پارامترهای مخازن شکافدار بر مخروطی شدن آب

۳-۱. دبی تولید

یکی از پارامترهای قابل کنترل در پدیده مخروطی شدن آب، دبی تولید می‌باشد. در مخازن گازی Conventional برای هر چاه، دبی بحرانی تولید وجود دارد که مخروطی شدن آب را می‌توان به‌وسیله آن کنترل نمود. روابط ریاضی و تجربی بسیاری توسط پژوهشگران برای دبی بحرانی در مخازن Conventional به‌دست آمده است، اما در مخازن شکافدار چون بیشتر چاه‌ها توانایی تولید بالایی دارند، بحث دبی بحرانی از لحاظ شرایط اقتصادی کم اهمیت است. بنابراین بهینه کردن دبی تولید برای کنترل مخروطی شدن آب با در نظر گرفتن شرایط اقتصادی امکان‌پذیر خواهد بود. نتایج تحقیقات نشان داده است که کم شدن دبی تولید زمان میان‌گذر شدن آب را به تأخیر می‌اندازد و شیب نمودار تولید آب با افزایش دبی تولید، افزایش می‌یابد. نمودار مقایسه‌ای بُرش آب و تولید تجمعی گاز برای مقادیر مختلف دبی تولیدی به‌صورت شکل‌های-۴ و ۵ می‌باشند.

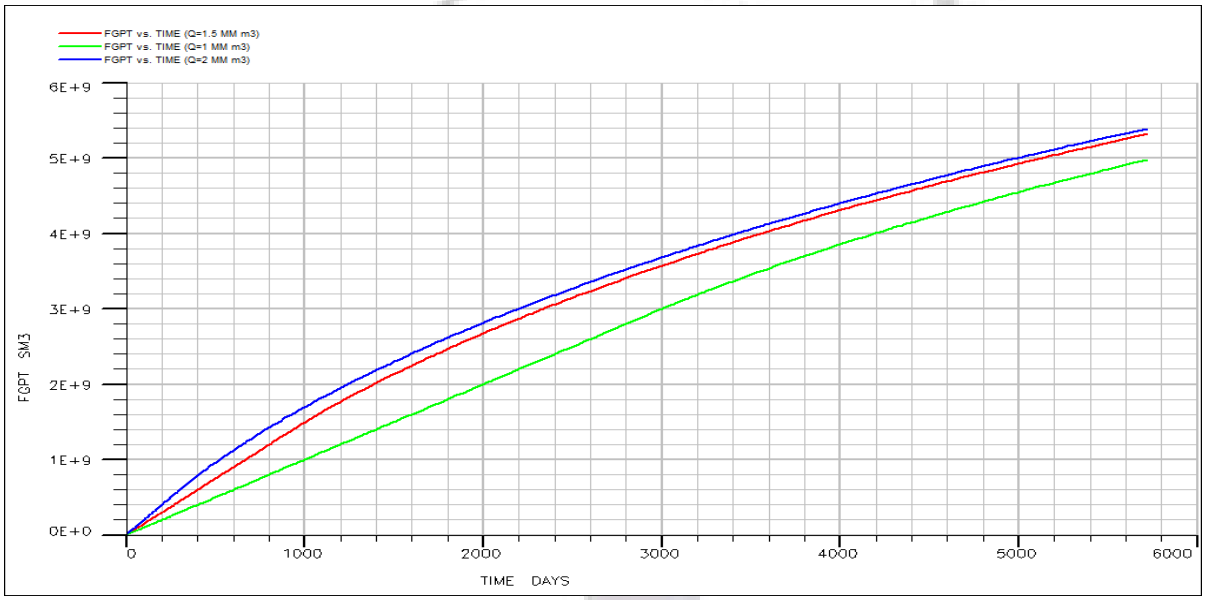
www.SID.ir

Archive of SID



شکل-۴: مقایسه بُرش آب برای مقادیر مختلف دبی تولید

هرگاه که دبی تولید افزایش یابد موجب افزایش شدید نیروی گرانروی می‌شود که این افزایش نیروی گرانروی تا زمانی که کم‌تر از نیروی ثقلی باشد، پدیده مخروطی شدن رخ نمی‌دهد ولی به محض برابر شدن این دو نیرو، پدیده مخروطی حادث می‌شود.



شکل-۵: مقایسه تولید انباشتی گاز برای مقادیر مختلف دبی تولید

همان‌طور که مشاهده می‌نمائید در این روش با توجه به مقادیر مختلف دبی تولیدی با افزایش مقدار دبی باعث افزایش میزان افت فشار در داخل مخزن شده و در نتیجه زمان میان‌گذر شدن کاهش و میزان بُرش آب تقریباً ثابت است. هم‌چنین با افزایش میزان دبی تولیدی میزان تولید انباشتی گاز نیز افزایش می‌یابد.

۳-۲. تراوایی شکاف

www.SID.ir

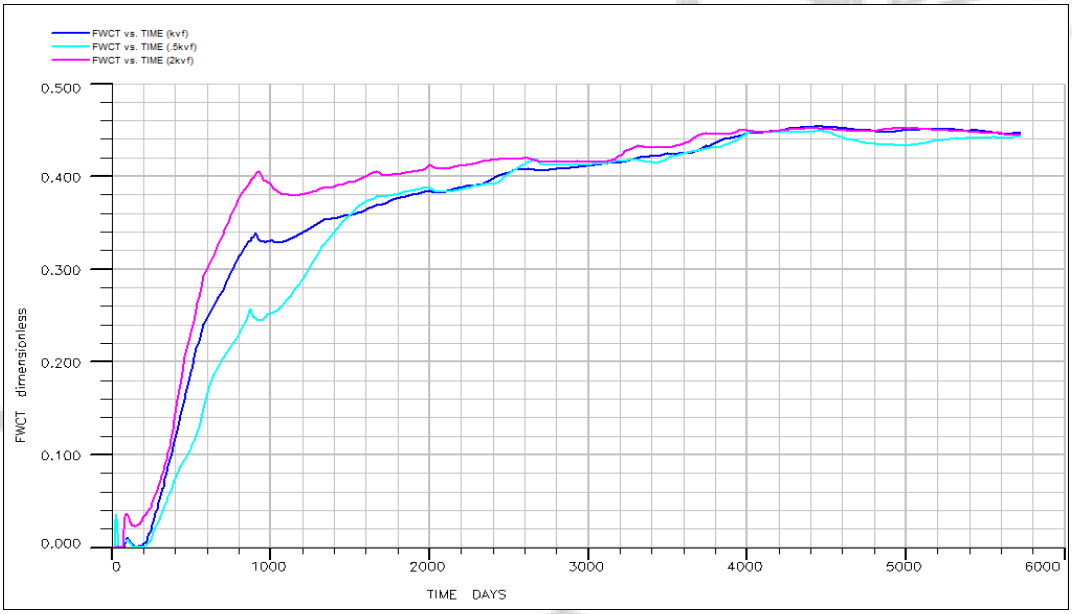
Archive of SID

تراوایی شکاف نیز یکی از پارامترهای غیرقابل کنترل بر پدیده مخروطی شدن است. زیرا در مخازن شکافدار جبهه آب درون شکاف‌ها خیلی سریع‌تر از ماتریکس حرکت می‌کند. آیزوتروپیک بودن مخزن و جهت تراوایی شکاف‌ها نیز بر روی زمان میان‌گذر شدن موثر و قابل مطالعه می‌باشد.

۳-۲-۱. تغییرات تراوایی عمودی شکاف‌ها

در این حالت وقتی که تراوایی عمودی کاهش می‌یابد، زمان میان‌گذر شدن افزایش می‌یابد، در حالی که تغییرات تراوایی افقی بر روی زمان میان‌گذر شدن نسبت به تغییرات تراوایی عمودی قابل توجه نیست. در اکثر موارد، شیب نمودار تولید آب بعد از زمان میان‌گذر شدن به سمت یک عدد میل پیدا می‌کند.

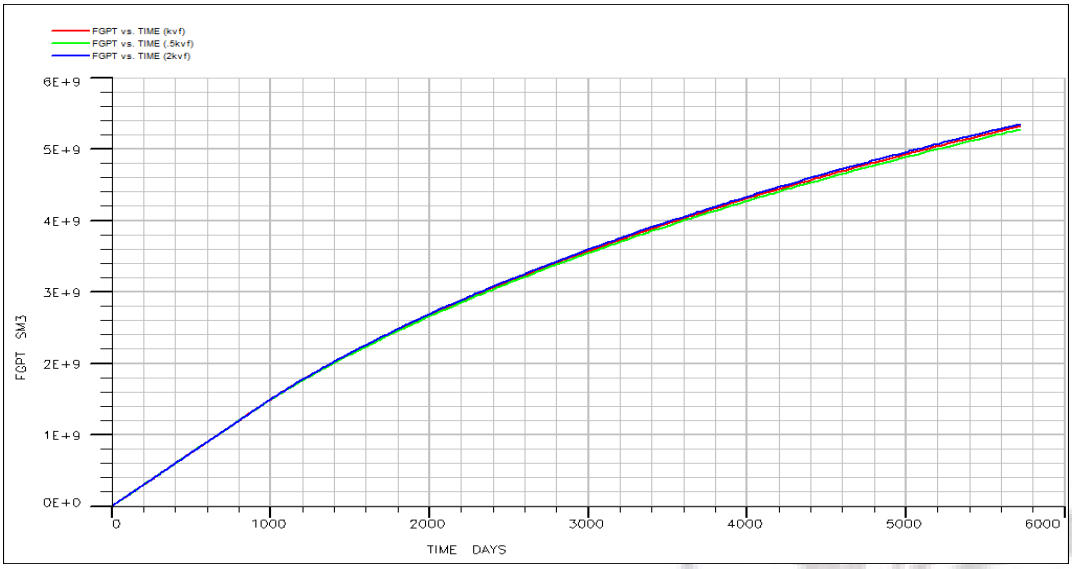
وقتی که تراوایی عمودی شکاف‌ها کم باشد، تأثیر تراوایی افقی بر روی زمان میان‌گذر شدن بیشتر از حالتی است که تراوایی افقی شکاف‌ها زیاد باشد. نمودار مقایسه‌ای بُرش آب و تولید تجمعی گاز برای مقادیر مختلف تراوایی عمودی شکاف به‌صورت شکل‌های-۶ و ۷ می‌باشند.



شکل-۶: مقایسه بُرش آب برای مقادیر مختلف تراوایی عمودی شکاف

www.SID.ir

Archive of SID

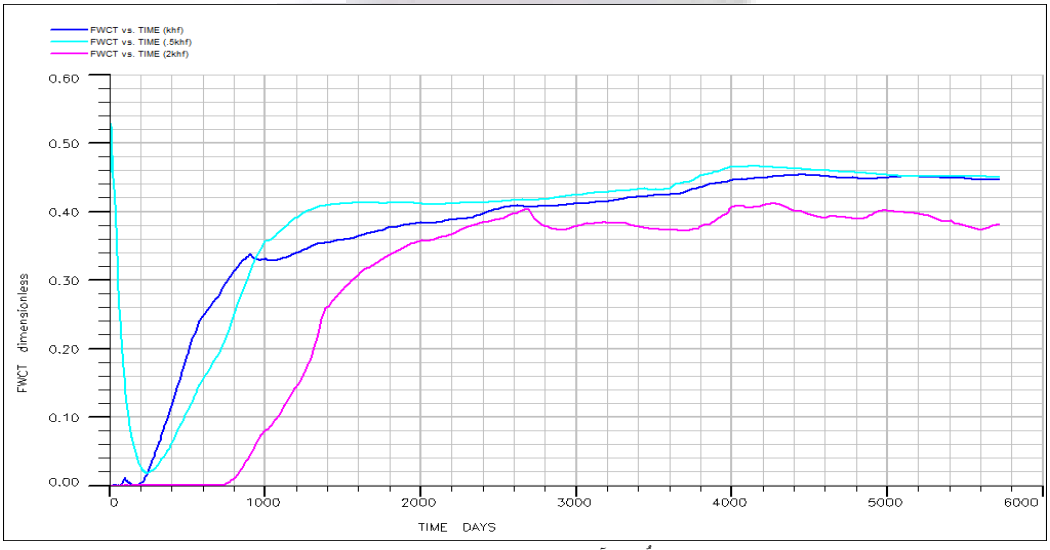


شکل-۷: مقایسه تولید انباشتی گاز برای مقادیر مختلف تراوایی عمودی شکاف

همان‌طور که مشاهده می‌نمائید در این روش با توجه به مقادیر مختلف تراوایی عمودی شکاف با افزایش مقدارتراوایی زمان میان‌گذر شدن کاهش و بر میزان بُرش آب تأثیر چندانی ندارد. هم‌چنین با افزایش میزان تراوایی عمودی شکاف بر میزان تولید انباشتی گاز نیز تأثیر چندانی ندارد.

۳-۲-۲. تغییرات تراوایی افقی شکاف‌ها

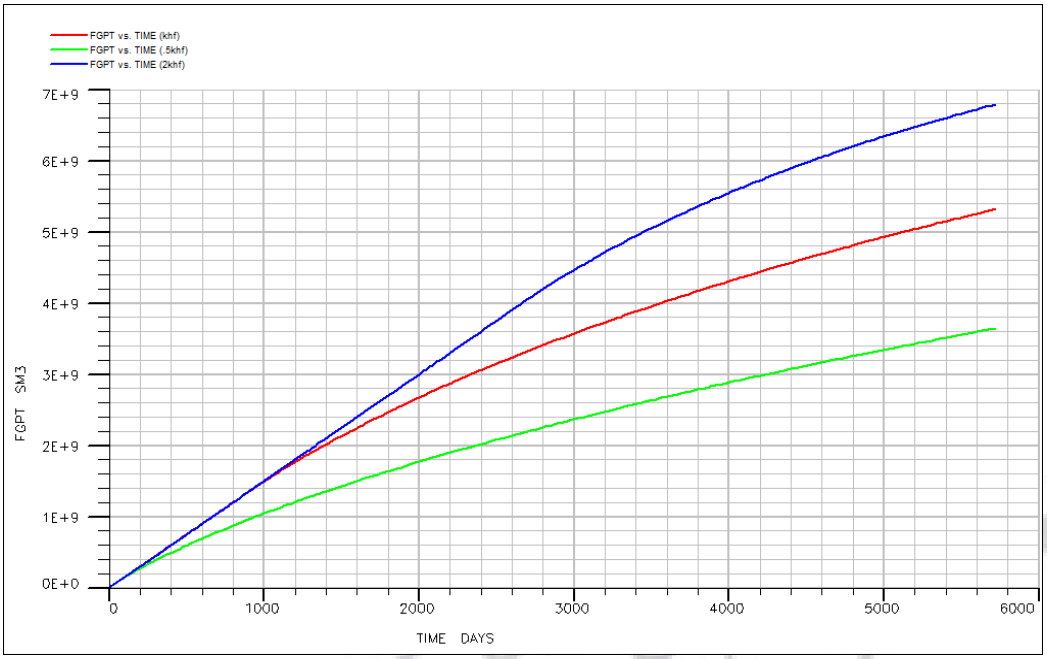
افزایش تراوایی افقی شکاف‌ها، افزایش تدریجی زمان میان‌گذر شدن را به همراه خواهد داشت. اگرچه کم بودن تراوایی افقی زمان میان‌گذر شدن را سریع‌تر می‌کند. نمودار مقایسه‌ای بُرش آب و تولید تجمعی گاز برای مقادیر مختلف تراوایی افقی شکاف به‌صورت شکل‌های-۸ و ۹ می‌باشند.



شکل-۸: مقایسه بُرش آب برای مقادیر مختلف تراوایی افقی شکاف

www.SID.ir

Archive of SID



شکل-۹: مقایسه تولید انباشتی گاز برای مقادیر مختلف تراوایی افقی شکاف

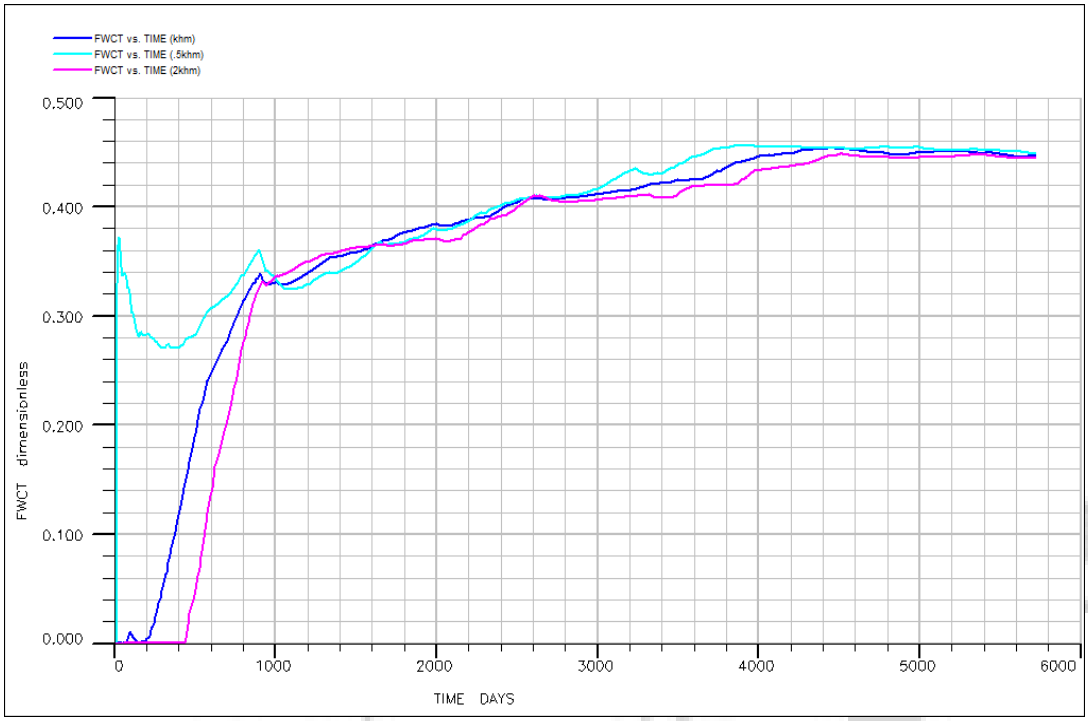
همان‌طور که مشاهده می‌نمائید در این روش با توجه به مقادیر مختلف تراوایی افقی شکاف با افزایش مقدار تراوایی زمان میان‌گذر شدن افزایش می‌یابد و میزان بُرش آب نیز به مقدار خیلی کمی کاهش می‌یابد. البته میزان کاهش بُرش آب کم‌تر از میزان بُرش آب در حالت تولید عادی است. این امر به این دلیل است که در ابتدا آب در کل مخزن پخش می‌شود (به‌صورت افقی) و سپس بعد از این‌که مقدار زیادی از مخزن از آب اشباع شد، تولید آب شروع شده و میزان بُرش آب با شیب بیشتری تولید خواهد شد. هم‌چنین با افزایش میزان تراوایی افقی شکاف میزان تولید انباشتی گاز نیز افزایش می‌یابد. هم‌چنین زمانی که تراوایی افقی کم باشد، شیب نمودار تولید آب بعد از زمان میان‌گذر شدن، افزایش می‌یابد و شیب این نمودار زمانی که تراوایی افقی افزایش می‌یابد، کم می‌شود. این پدیده بدین صورت توصیف می‌شود که افزایش تراوایی افقی شکاف‌ها به توزیع بهتر سیال در جهت افقی کمک می‌کند. بنابراین آب راحت‌تر در جهت افقی حرکت می‌کند و نیروی ثقلی می‌تواند قوی‌تر عمل کند.

۳-۳. تراوایی ماتریکس

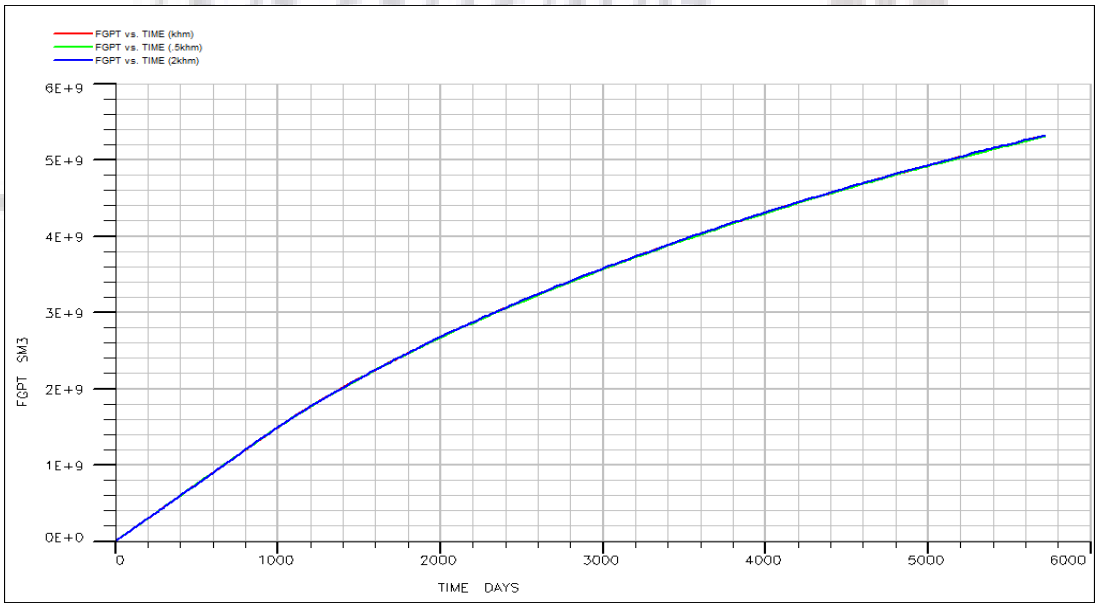
افزایش تراوایی ماتریکس باعث انتقال بیشتر گاز از ماتریکس به شکاف شده و در نتیجه آن کاهش افت فشار و مخروطی شدن آب را به همراه خواهد داشت. نتایج نشان می‌دهد که تراوایی ماتریکس در جهت عمودی تأثیر چندانی بر روی پدیده مخروطی شدن ندارد. اما افزایش تراوایی ماتریکس در جهت افقی باعث افزایش زمان میان‌گذر شدن می‌شود. در این قسمت، تراوایی ماتریس در دو حالت افقی و عمودی مورد مطالعه قرار گرفته است. نمودار مقایسه‌ای بُرش آب و تولید تجمعی گاز برای مقادیر مختلف تراوایی افقی ماتریکس به‌صورت شکل‌های-۱۰ و ۱۱ می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل-۱۰: مقایسه بُرش آب برای مقادیر مختلف تراوایی افقی ماتریکس

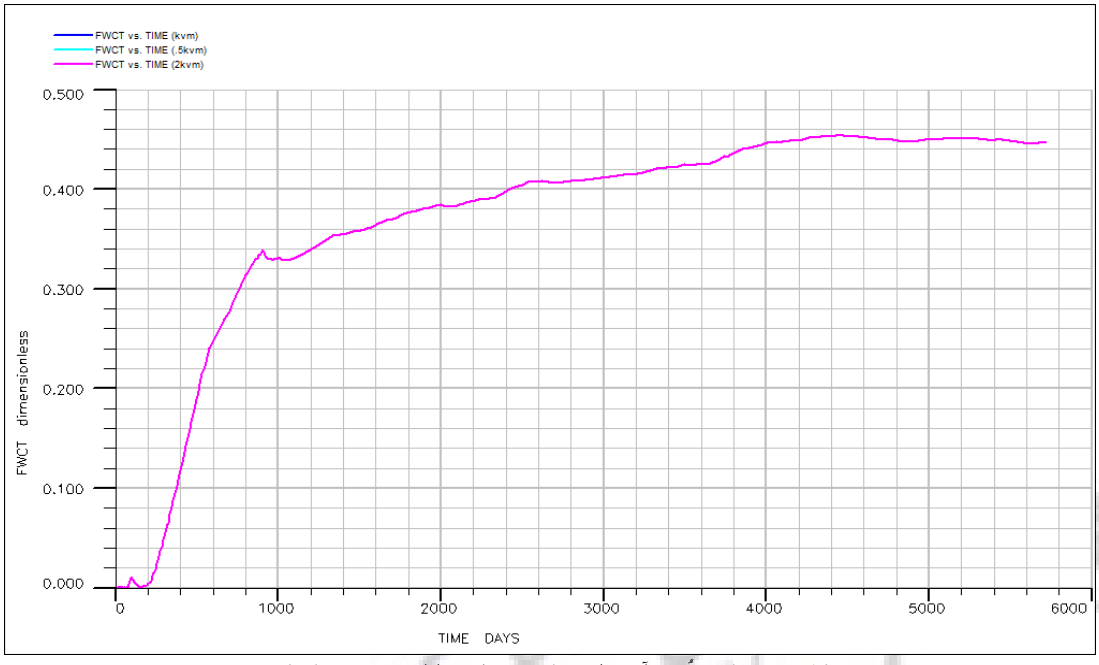


شکل-۱۱: مقایسه تولید انباشتی گاز برای مقادیر مختلف تراوایی افقی ماتریکس

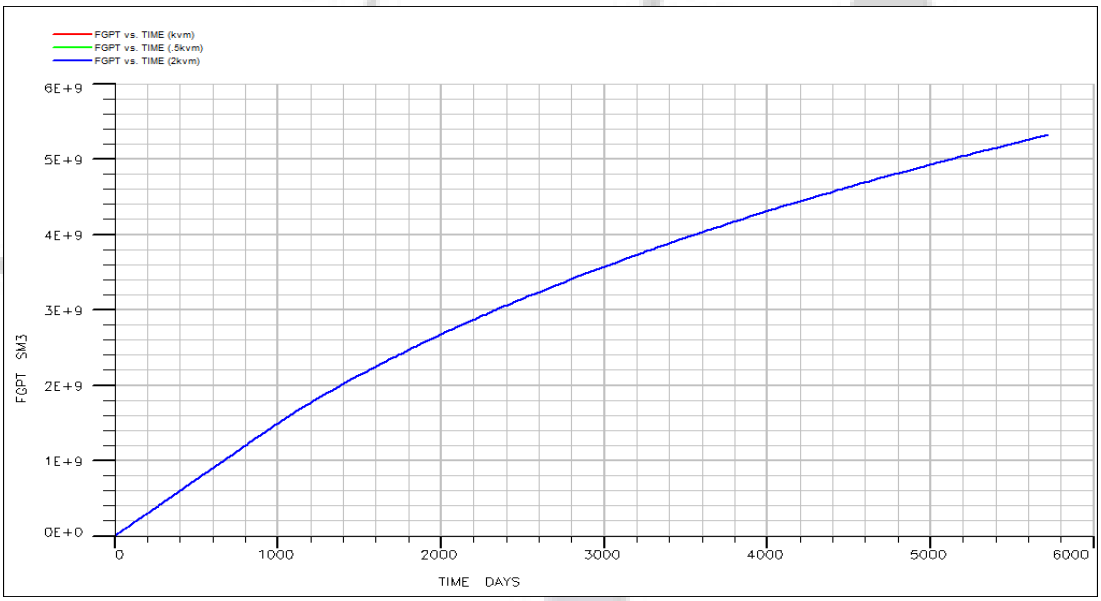
همان‌طور که مشاهده می‌نمائید در این روش با توجه به مقادیر مختلف تراوایی افقی ماتریکس با افزایش مقدار تراوایی زمان میان‌گذر شدن افزایش و بُرش آب تقریباً ثابت است. هم‌چنین با افزایش میزان تراوایی افقی ماتریکس میزان تولید انباشتی گاز نیز تقریباً ثابت می‌یابد. در این قسمت تراوایی ماتریکس در حالت عمودی مورد مطالعه قرار گرفته است. نمودار مقایسه‌ای بُرش آب و تولید تجمعی گاز برای مقادیر مختلف تراوایی عمودی ماتریکس به‌صورت شکل‌های-۱۲ و ۱۳ می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل-۱۲: مقایسه بُرش آب برای مقادیر مختلف تراوایی عمودی ماتریکس



شکل-۱۳: مقایسه تولید انباشتی گاز برای مقادیر مختلف تراوایی عمودی ماتریکس

همان‌طور که مشاهده می‌نمائید در این روش با توجه به مقادیر مختلف تراوایی عمودی ماتریکس با افزایش مقدار تراوایی زمان میان‌گذر شدن و بُرش آب و میزان تولید انباشتی گاز ثابت است. بنابراین نتایج نشان می‌دهد که تراوایی ماتریکس در جهت عمودی تأثیر چندانی بر روی پدیده مخروطی شدن و تولید آب ندارد.

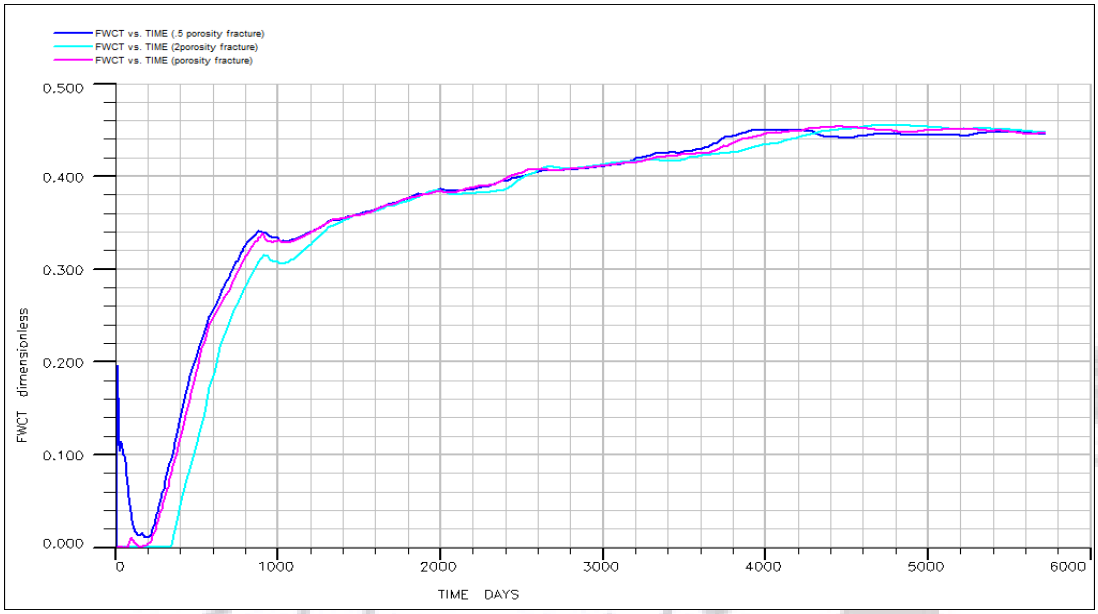
۳-۴. تأثیر تخلخل شکاف

براساس نتایج مشخص شد که افزایش تخلخل شکاف زمان میان‌شکنی را افزایش داده و بر میزان بُرش آب تأثیری ندارد. در حقیقت این امر به‌دلیل افزایش یافتن سطح مقطع شکاف‌ها است و سیال در داخل مخزن پخش شده و دیرتر به بازه تولیدی چاه می‌رسد و باعث کاهش سرعت حرکت سیال نیز می‌شود. هم‌چنین با افزایش میزان تخلخل شکاف بر میزان تولید

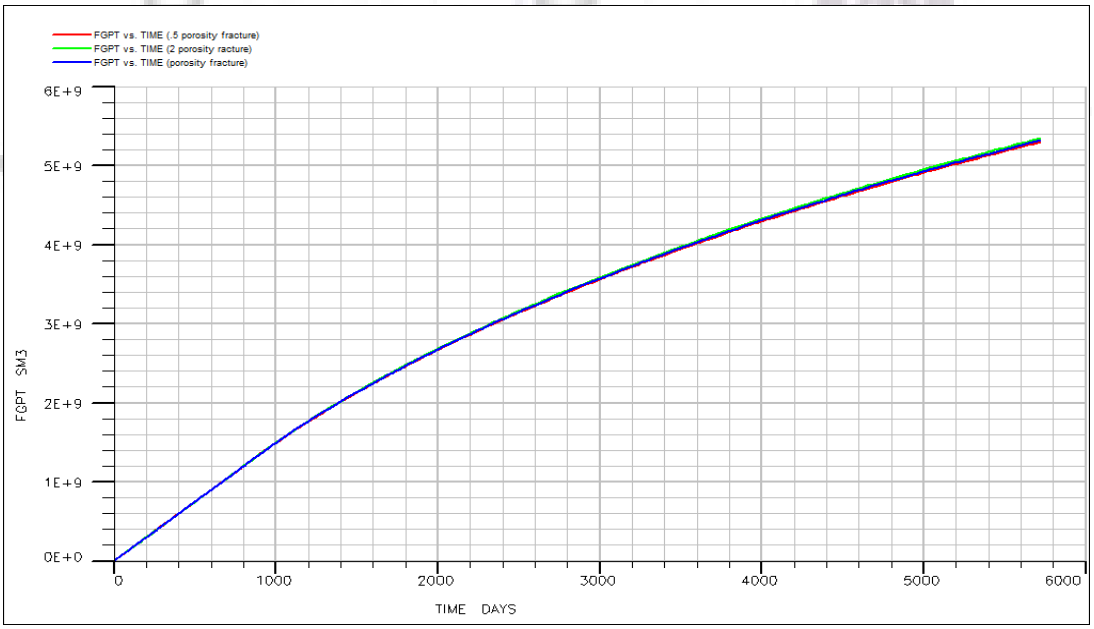
www.SID.ir

Archive of SID

انباشتی گاز نیز بی‌تأثیر می‌باشد. نمودار مقایسه‌ای بُرش آب و تولید تجمعی گاز برای مقادیر مختلف تخلخل شکاف به‌صورت شکل‌های-۱۴ و ۱۵ می‌باشند.



شکل-۱۴: مقایسه بُرش آب مقادیر مختلف تخلخل شکاف



شکل-۱۵: مقایسه تولید انباشتی گاز برای مقادیر مختلف تخلخل شکاف

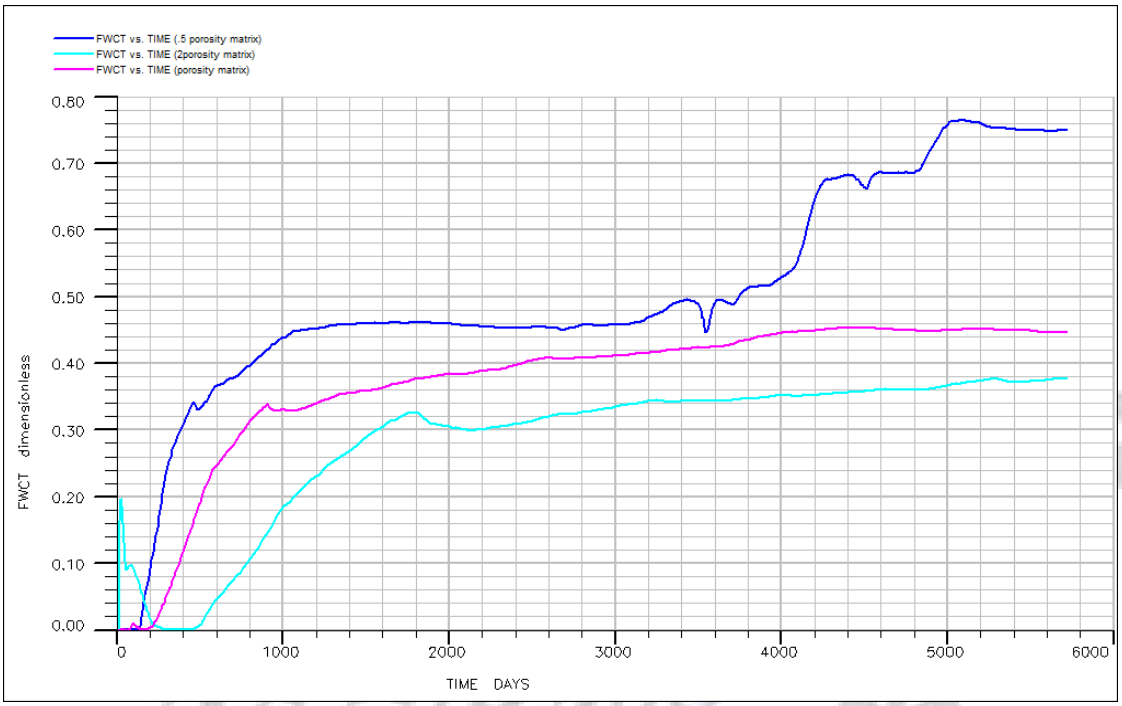
۳-۵. تأثیر تخلخل ماتریکس

براساس نتایج مشخص شد که افزایش تخلخل ماتریکس زمان میان‌شکنی را افزایش داده و بُرش آب را نیز کاهش می‌دهد. در حقیقت این امر به دلیل شرکت بیشتر ماتریکس‌ها در تولید سیال و کاهش تأثیر شکاف‌ها می‌باشد. با افزایش

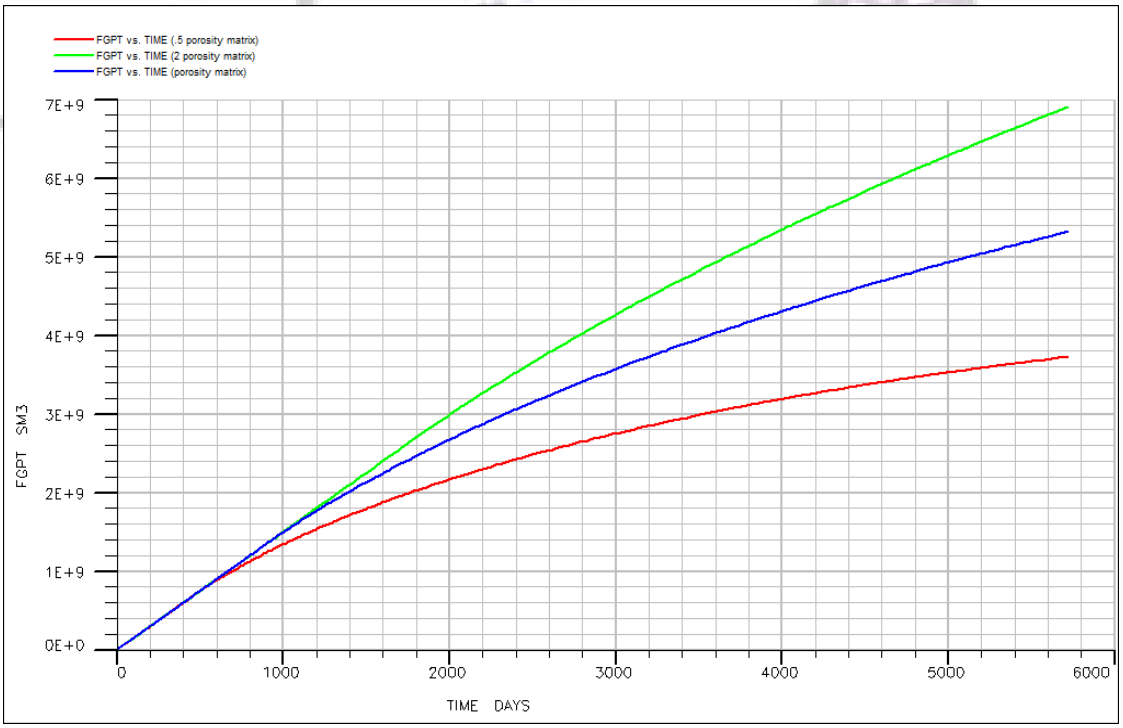
www.SID.ir

Archive of SID

تخلخل ماتریکس تولید تجمعی گاز نیز افزایش می‌یابد. نمودار مقایسه‌ای بُرش آب و تولید تجمعی گاز برای مقادیر مختلف تخلخل ماتریکس به‌صورت شکل‌های-۱۶ و ۱۷ می‌باشند.



شکل-۱۶: مقایسه بُرش آب برای مقادیر مختلف تخلخل ماتریکس



شکل-۱۷: مقایسه تولید انباشتی گاز برای مقادیر مختلف تخلخل ماتریکس

www.SID.ir

Archive of SID

۴- نتیجه‌گیری

۱. با توجه به تأثیر چشم‌گیر دبی برداشت بر روی میزان تولید آب، به نظر می‌رسد که ساده‌ترین روش به‌منظور کاهش پدیده مخروطی شدن آب، پایین آوردن دبی برداشت می‌باشد. البته باید مدنظر داشت که در بسیاری از موارد کاهش بیش از حد دبی برداشت، از نظر اقتصادی مقرون به‌صرفه نبوده، بنابراین کاهش دبی به‌عنوان یک راه‌حل قطعی نمی‌توان در نظر داشت.

۲. با استفاده از مقایسه منحنی‌های تولید آب مشخص شد که رفتار تولید آب بیش از همه، تابع تولید گاز از مخازن شکافدار می‌باشد و باعث تغییرات بیشتری در زمان میان‌شکنی نسبت به تغییرات سایر پارامترهای سیستم شکافدار می‌شود.

۳. میزان حساسیت زمان میان‌گذر شدن نسبت به تغییرات تخلخل شکاف‌ها بیشتر از حساسیت نسبت به تخلخل ماتریکس‌ها است و میزان حساسیت درصد تولید آب بعد از میان‌شکنی مخروط نسبت به تغییرات تخلخل ماتریکس‌ها بیشتر از تخلخل شکاف‌ها است.

۴. براساس نتایج به‌دست آمده در مورد زمان میان‌گذر شدن براساس تغییرات تراوایی مشخص شد که میزان حساسیت زمان میان‌شکنی بیش از همه نسبت به تغییرات تراوایی افقی شکاف‌ها و بعد از آن نسبت به تراوایی افقی ماتریکس می‌باشد. هم‌چنین کم‌ترین میزان بُرش آب مربوط به تراوایی افقی شکاف می‌باشد. در حالی که تراوایی عمودی و افقی ماتریکس بر بُرش آب تأثیر چندانی ندارد.

۵. هنگامی که تراوایی عمودی شکاف‌ها کاهش می‌یابد، زمان میان‌گذر شدن افزایش می‌یابد. در حالی که تغییرات تراوایی افقی بر روی زمان میان‌گذر شدن نسبت به تغییرات تراوایی عمودی قابل توجه نیست. در اکثر موارد شیب نمودار تولید آب بعد از زمان میان‌گذر شدن به سمت یک عدد میل پیدا می‌کند. وقتی که تراوایی عمودی شکاف‌ها کم باشد، تأثیر تراوایی افقی بر روی زمان میان‌گذر شدن بیشتر از حالتی است که تراوایی افقی شکاف‌ها زیاد باشد.

۶. افزایش تراوایی ماتریکس باعث انتقال بیشتر گاز از ماتریکس به شکاف شده و در نتیجه آن، کاهش افت فشار و مخروطی شدن آب را به همراه خواهد داشت. نتایج نشان می‌دهد که تراوایی ماتریکس در جهت عمودی تأثیر چندانی بر روی پدیده مخروطی شدن ندارد. اما افزایش تراوایی ماتریکس در جهت افقی باعث افزایش زمان میان‌گذر شدن می‌شود.

۷. افزایش تخلخل شکاف زمان میان‌شکنی را افزایش داده و بر میزان بُرش آب تأثیری ندارد. در حقیقت، این امر به‌دلیل افزایش یافتن سطح مقطع شکاف‌ها است و سیال در داخل مخزن پخش شده و دیرتر به بازه تولیدی چاه می‌رسد و باعث کاهش سرعت حرکت سیال نیز می‌شود.

۸. افزایش تخلخل ماتریکس زمان میان‌شکنی را افزایش داده و بُرش آب را نیز کاهش می‌دهد. در حقیقت، این امر به‌دلیل شرکت بیشتر ماتریکس‌ها در تولید سیال و کاهش تأثیر شکاف‌ها می‌باشد. با افزایش تخلخل ماتریکس تولید تجمعی گاز نیز افزایش می‌یابد.

۹. هرگاه که دبی تولید افزایش یابد موجب افزایش شدید نیروی گرانروی می‌شود که این افزایش نیروی گرانروی تا زمانی که کم‌تر از نیروی ثقلی باشد، پدیده مخروطی شدن رخ نمی‌دهد. ولی به محض برابر شدن این دو نیرو، پدیده مخروطی حادث می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

مراجع

1. Ahmed, Tarek.: "*Reservoir Engineering Handbook*", Gulf Publishing Company, Texas, 2001.
2. Tabatabaei, M., Ghalambor, A., Guo, B.: "*Optimization of Completion Interval to Minimize water Coning*" Paper **SPE-113106** Presented at Europec/EAGE Annual Conference and Exhibition held in Rome, Italy, 9-12 June 2008.
3. Muskat, M., and Wyckoff, R.D.: "*An Approximate theory of Water Coning in Oil Production*", Trans, AIME (1935) 114-144.
4. Sobocinski, D.P., and Cornelius, A.J.: "*A Correlation for Predicting Water Coning Time*" JPT (May 1965) 594; Trans, AIME, 234.
5. Guo, B., and Lee. R.L.h.: "*A Simple Approach to Optimization of Completion Interval in Oil/Water Coning System*", SPERE (Nov. 1993) 249-255.
6. Namani, M., Asadollahi, M., Haghighi, M.: "*Investigation of Water Coning Phenomenon in Iranian Carbonate Fractured Reservoirs*", Papper **SPE-108254** Presented at the international Oil Conference and Exhibition in Mexico held in Veracruz, Mexico, 27-30 June 2007.
7. Al-Aflagh, M., Ershaghi, I.: "*Coning Phenomena in Naturally Fractured Reservoirs*" Paper **SPE-26083** Presented at the Western Regional Meeting in Anchorage, Alaska, USA, 26-28 May 1993.
8. McMullan, J.H., Bassiouni, Z.: "*Optimization of Gas-Well Completion and Production Practices*" Paper **SPE-58983** presented at the 2000 SPE International Petroleum Conferenceand Exhibition in Mexico held in Villahermosa, Mexico, 1-3 February 2000.

www.SID.ir