

بررسی تأثیر عوامل موثر بر پدیده مخروطی شدن آب در یک میدان نفتی

محسن پورنقیب^۱، عبدالمجید موحدی نیا^۲، خلیل شهبازی^۳

دانشگاه آزاد اسلامی واحد امیدیه

Moshen_poornaghib@yahoo.com

چکیده

پدیده مخروطی شدن آب - گاز، بیانگر مکانیسم ورود آب موجود در بخشهای زیرین سازندهای نفتی یا گاز موجود در کلاهدک گازی به چاههای تولید نفت می باشد. این پدیده تأثیر بسزایی در کاهش بهره دهی چاهها و به تبع آن کاهش میزان تخلیه و راندمان بازیافت کلی مخازن نفتی خواهد داشت. مخروطی شده آب در چاههای نفتی یکی از مسائل و مشکلات اساسی است که بر تولید نهایی، افزایش هزینه های عملیاتی و بروز مشکلات زیست محیطی تأثیر فراوانی دارد. در این مقاله برخی از پارامترهای مؤثری بر پدیده مخروطی شدن از جمله اثر اختلاف دانسیته، اثر نسبت و یسکوزیته، نسبت نفوذی و دبی تولید که بر میزان تولید آب و نفت مؤثرند مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از این بررسی ها نشان می دهد که افزایش اختلاف دانسیته، کاهش نسبت و یسکوزیته نفت به آب کاهش نسبت نفوذ پذیری و کاهش دبی تولید سبب کاهش تولید آب می شوند.

واژه‌های کلیدی: مخروطی شدن، خواص سنگ، خواص سیال

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی نفت

۲- عضو هیأت علمی دانشگاه علوم تحقیقات تهران

۳- عضو هیأت علمی دانشگاه صنعت نفت اهواز

۱- مقدمه: [1] [2]

پدیده مخروطی شدن آب - گاز که بیانگر مکانیسم ورود آب موجود در بخشهای زیرین سازماندهای نفتی یا گاز موجود در کلاهدک گازی به چاههای تولید نفت می باشد، یکی از مسائل و مشکلات مهم و مبتلا به تولید در چاههای تولید نفت می باشد که بیش از آنچه به نظر می آید در میادین نفتی و چاههای موجود شایع است.

در این پدیده، آب و گاز از پایین و بالای محل مشبک کاری وارد می شوند. این پدیده تأثیر بسزایی در کاهش بهره دهی چاهها و به تبع آن کاهش میزان تخلیه و راندمان بازیافت کلی مخازن نفتی دارد. پدیده مخروطی شدن در اثر حرکت سیالات در جهتی که حداقل مقاومت وجود دارد ایجاد می شود. معمولاً این پدیده هنگامی رخ می دهد که دبی تولید بالای به چاه تحمیل می شود و از اینرو عاملی است که سبب محدود کردن دبی تولید نفت از چاه می گردد. پیش از شروع تولید از مخزن، سیالات مخزنی تحت شرایط تعادل قرار دارند اما با شروع تولید در همه جهات گرادیان غیر یکنواخت فشار ایجاد می شود با افزایش سرعت سیال و هدر رفتن سرعت سیال و هدر رفتن انرژی چاه، تغییر توزیع woc و Goc در مخازن نفتی و Gwc در مخازن گازی روی می دهد و آب و گازی می توانند به طرف بازه ی مشبک کاری شده جریان یابند. مدت زمانی که طول می کشد تا آب به بازدهی تولیدی چاه برسد، زمان میان شکنی نام دارد دوره ای زیر بحرانی، زمانی است که این مخروط به چاه نرسیده است؛ هنگامی که مخروط به ته چاه رسد، دوره بحرانی و وقتی دهانه ی چاه را فرا گرفت دوره فوق بحرانی نامیده می شود معمولاً در توزیع جریان سیالات در اطراف چاه سه نوع نیرو دخالت دارند

- نیروهای مؤینگی
- نیروهای گرانشی (نقلی)
- نیروهای ویسکوز(نیروی دینامیک)

در پدیده مخروطی شدن، نیروهای دینامیکی روبه بالا که در نتیجه ی افت فشار در دهانه ی چاه بوجود می آیند باعث صعود آب تا ارتفاعی که با نیروی وزن آب برابر می شود، می گردند . 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 می یابد. بنابراین مکان هندسی نقاط تعادل، در سطح تماس آب - نفت شکل مخروطی بوجود می آورد.

۲- خلاصه ای از خصوصیات مخزن:

میدان مورد نظر یکی از میداین واقع در جنوب غرب ایران می‌باشد و از میداین بزرگ نفتی ایران بشمار می‌آید و سهم زیادی را در تولید نفت ایران ایفا می‌کند. خصوصیات سنگ مخزن، سیالات مخزن چاه‌های انتخاب شده در جدول‌های زیر آمده است:

جدول شماره ۱- خصوصیات سیالات مخزن در چاه‌های انتخاب شده

Parameters	μ_o	μ_o	ρ_o	ρ_o	B_o
Well No	(CP)	(CP)	(lb/ft ³)	(lb/ft ³)	(bbl/stB)
1	1.3	0.6	54.87	68.78	1.3972
2	1.3	0.6	54.87	70.1	1.3972
3	1.3	0.6	54.87	70.14	1.3972
4	1.3	0.6	54.87	69.63	1.3972
5	1.3	0.6	54.87	70.8	1.3972
6	1.3	0.6	54.87	70.53	1.3972
7	1.3	0.6	54.87	70.19	1.41
8	1.3	0.6	54.87	70.12	1.3972
9	1.3	0.6	54.87	70.06	1.3972

جدول شماره ۲- خصوصیات سنگ مخزن در چاه‌های انتخاب شده

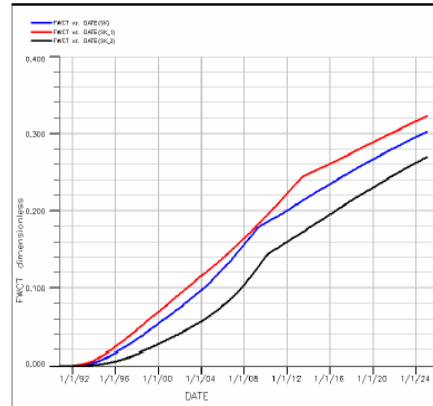
Parameters	r_e	k_h	k_v	σ
Well No	(ft)	(md)	(md)	(-)
1	3500	220	100	0.14
2	6200	1000	800	0.198
3	6500	1150	950	0.233
4	12000	1550	1300	0.238
5	8200	1300	900	0.185
6	9000	750	600	0.174
7	1423	300	90	0.126
8	1800	200	80	0.175
9	12000	1400	1200	0.24

۳- عوامل مؤثر بر پدیده مخروطی شدن: [1] [5]

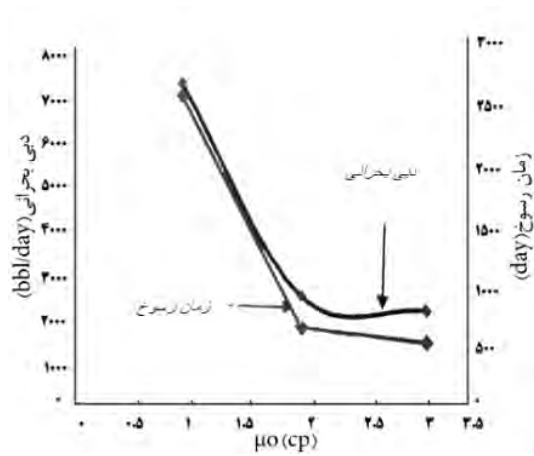
۳-۱- اثر گرانروی نفت (μ_o):

با افزایش گرانروی نفت، دبی بحرانی و زمان رسوخ کاهش پیدا می‌کند. در شکل (۱) در می‌یابیم که به ازای یک دبی ثابت با افزایش گرانروی نفت و بی بحرانی و زمان رسوخ کاهش می‌یابند. در شکل (۲) رنگ قرمز بیانگر نفت با ویسکوزیته بالا و رنگ مشکی کم و ابی نرمال است.

شکل ۲- تاثیر نسبت ویسکوزیته بر میزان برش آن



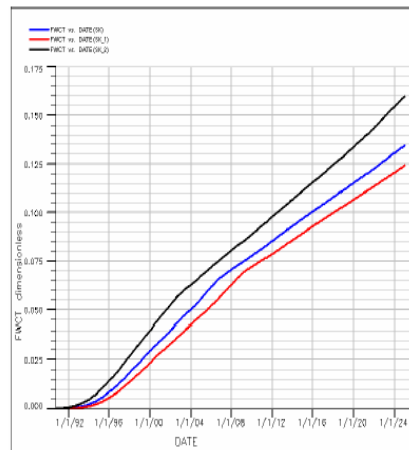
شکل ۱- رابطه بین ρ_w با دبی بحرانی و زمان رسوخ



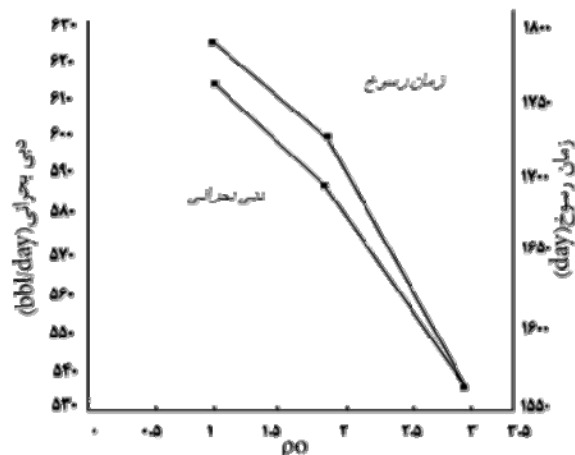
۲-۲- اثر چگالی:

رابطه بین اختلاف چگالی ($\rho_w - \rho_o$) و دبی بحرانی و زمان رسوخ از نوع مستقیم می‌باشد. بطوریکه با افزایش ρ_w اختلاف چگالی کاهش یافته و در نتیجه دبی بحرانی و زمان رسوخ نیز کاهش پیدا می‌کند. در شکل (۳) مشاهده می‌کنیم که به ازای یک دبی ثابت، با افزایش چگالی دبی بحرانی و زمان رسوخ کاهش می‌یابد. هر چه اختلاف دانسیته بیشتر باشد حرکت مخروطی با تاخیر بیشتری انجام می‌شود. در شکل (۴) رنگ قرمز بیانگر اختلاف دانسیته زیاد و رنگ مشکی کم و آبی نرمال است

شکل ۴- تاثیر اختلاف دانسیته بین آب و نفت بر میزان برش آب



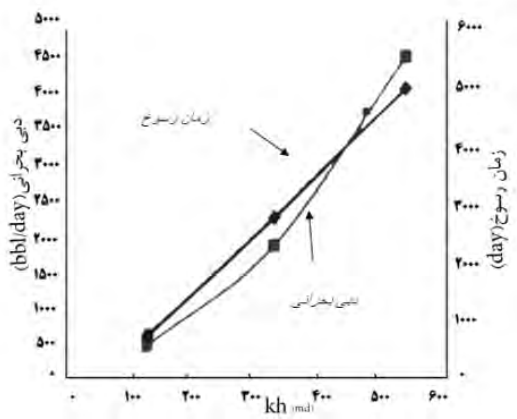
شکل ۳- رابطه بین ρ_w با دبی بحرانی و زمان رسوخ



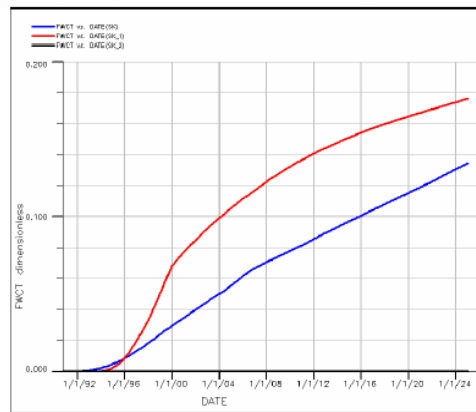
۳-۳- اثر نفوذپذیری افقی (K_h) و عمودی (K_v):

بین نفوذپذیری افقی و دبی بحرانی و زمان رسوخ رابطه مستقیم وجود دارد و بین نفوذپذیری عمودی و دبی بحرانی و زمان رسوخ نسبت عکس وجود دارد. شکل (۷) رنگ قرمز نسبت نفوذ پذیری زیاد د مشکلی کم و ابی متوسط است.

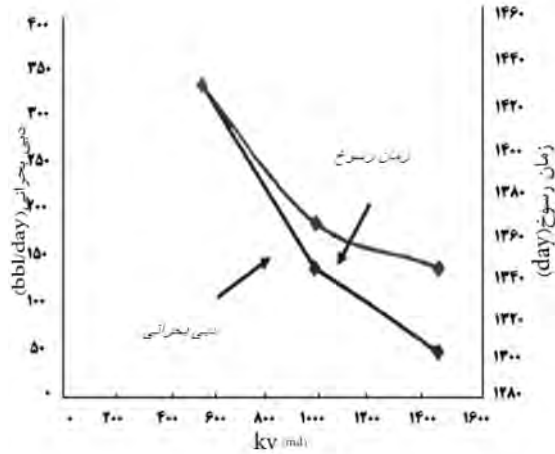
شکل ۵- رابطه بین K_h با دبی بحرانی و زمان رسوخ



شکل ۶- تاثیر نسبت نفوذ پذیری بر میزان برش آب



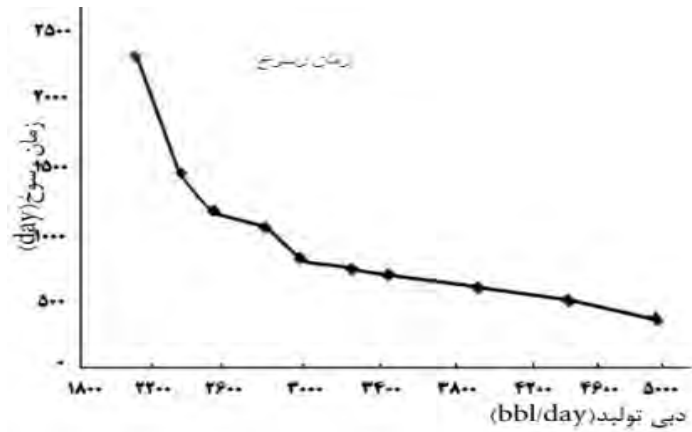
شکل ۷- رابطه بین K_v با دبی بحرانی و زمان رسوخ



۳-۴- اثر دبی تولید (Q):

تأثیر دبی تولید بیشتر در زمان وقوع رسوخ نمود پیدا می کند، بطوریکه برداشت با دبی تولیدی بیش از دبی بحرانی زمان رسوخ را بطور چشمگیری کاهش می دهد.

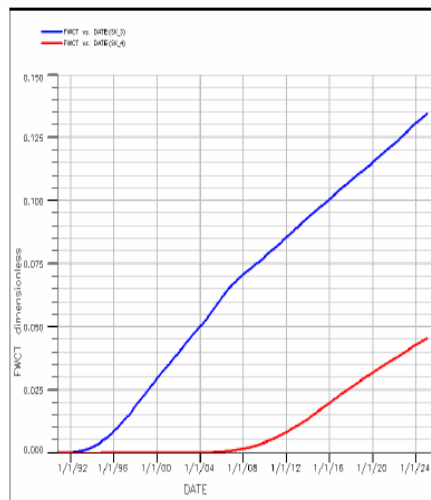
شکل ۸- رابطه بین دبی تولید و زمان رسوخ



۳-۵- تأثیر ترشوندگی:

رنگ ابی مخزن را در حالت oil wet و رنگ قرمز مخزن را در حالت water wet نشان می دهد.

شکل ۹- تأثیر ترشوندگی سنگ مخزن بر میزان برش آب



۴- راهکارها: [1] [3] [4]

- فواصل مناسب چاه‌ها (Well Spacing)
- فاصله تکمیل (Completion Interval)
- حفر چاه‌های افقی
- محدود کردن جریان حرکت کننده (آب) به سمت چاه به کمک یک ماده خارجی در مخزن
- ایجاد یک ناحیه غیر قابل نفوذ در انتهای منطقه تولیدی از چاه
- کاهش نفوذپذیری مطلق در منطقه (stand-off) بوسیله تزریق تار و آسفالتین
- تزریق نفت در زیر منطقه‌ی تولیدی
- تصحیح توزیع فشار حول چاه به روش‌های زیر :
- ایجاد مشبک‌های اضافی در منطقه آبی یا گازی
- مخروطی شدن معکوس (Reverse Conning)
- جداسازی ته چاهی آب و نفت و تزریق دوباره آب
- تکمیل دوگانه و تولید آب از لایه‌های آبی
- تزریق همزمان سیال جلوگیری کننده در مخروطی شدن آب درزون آبی و سیال محافظ درزون نفتی
- کاهش دبی تولیدی
- افزایش نسبت رخنه چاه
- افزایش غلظت یون سولفات در فاز آبی در دمای بالا سبب افزایش آب - تری سیستم می شود میل زیاد این یون به جذب شدن بر روی سطح باعث جدایی مواد آلی و سطح کربناته و بهبود ترشوندگی به سمت آب- تری می شود. پس استفاده از این مواد نیز به تولید نفت کمک می کند
- مواد کاتیونی قادر به تغییر دادن ترشوندگی سنگ مخزن به آب - تری بوده اند پس استفاده از این مواد نیز می تواند به تولید نفت کمک کند.
- محلول ماده فعال در سطح کاتیونی در غلظت های بالای CMC توانایی مکش به درون مغزه و تولید نفت قابل ملاحظه از آن را داشته، پس استفاده از این مواد که باعث تغییر در ترشوندگی سنگ مخزن می شوند به تولید نفت کمک می کند.

۵- نتایج

- ۱-۵- در مخازن نفت سنگین به علت کاهش اختلاف دانسیته و افزایش نسبت ویسکوزیته تمال به مخروطی شدن بیشتر است.
- ۲-۵- افزایش اختلاف دانسیته بین اب و نفت سبب افزایش تولید نفت می شود.
- ۳-۵- سنگ مخزن ا بدوست سبب افزایش تولید نفت میشود.
- ۴-۵- هر چقدر تراوایی افقی بیشتر و تراوایی عمودی کمتر باشد تولید اب کمتر خواهد بود.
- ۵-۵- با افزایش دبی تولید بیشتر از دبی بحرانی تولید اب بیشتر می شود.

مراجع

[1] Tarek Ahmad, 1989, "Reservoir Engineering Hand Book" .Second Edition.

[2] J. Bear, 1972 " Dynamic of fluids in porous media" , McGraw- Hill, New York

[3] Okanda, e. ,1984, Heavy crude oil recovery

[4] وطن پرست، حمید، علیزاده، امیر حسین، بهرامیان، علی رضا، " مطالعه آزمایشگاهی بررسی عوامل تأثیر گذار بر ترشوندگی اولیه سنگهای کربنات و تأثیر مواد فعال در سطح مختلف بر تغییر ترشوندگی مغزه های کم تراوا"، ۲۰۰۹، روشهای ازدیاد برداشت، ژورنال مهندسی شیمی ایران

[5] مهرکی، م، " بررسی و شبیه سازی تأثیر پارامترهای مختلف سنگ و سیال مخزن بر پدیده آبدهی چاههای نفت" همایش ملی مهندسی شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلام شهر