۳۹۸۶۲

بسم الله الرحمن الرحیم

۱۳۸۰ /۱۲/ ۲۹

دانشگاه تهران

دانشکده فنی

گروه مهندسی شیمی

پایان نامه کارشناسی ارشد - مخازن هیدروکربوری

016153

عنوان :

«بررسی پدیده مخروطی شدن آب در مخازن ترکدار»

توسط :

غلامرضا بشیری

۳۹۸۶۲

استاد راهنما:

دکتر منوچهر حقیقی

استاد مشاور:

دکتر ولی احمد سجادیان

زمستان ۱۳۸۰

۳۹۸۶۲

دانشگاه تهران

دانشکده فنی

پایان نامه

پایان نامه کارشناسی ارشد - مخازن هیدروکربوری

عنوان : «**بررسی پدیده مخروطی شدن آب در مخازن ترکدار**»

توسط :غلامرضا بشیری

از این پایان نامه در تاریخ ۱۳۸۰/۱۱/۱۵ در مقابل هیئت داوران دفاع به عمل آمد و مورد تصویب قرار گرفت.

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده فنی : **دکتر محمد علی بنی هاشمی**

مدیر گروه آموزشی : **دکتر عباسعلی خدادادی**

سرپرست تحصیلات تکمیلی گروه : **دکتر رحمت ستوده**

استاد راهنما : **دکتر منوچهر حقیقی**

استاد مشاور : **دکتر ولی احمد سجادیان**

عضو هیآت داوران : **دکتر محمد رضا رضائی**

عضو هیآت داوران : **دکتر مهدی منتظر رحمتی**

فرم ارزشیابی پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده فنی

گروه مهندسی: شیمی

در چارچوب ارزیابی مرحله تحقیقاتی مقطع کارشناسی ارشد دانشجویان دانشکده فنی دانشگاه تهران

آقای / خانم: غلامرضا بشیری بشماره دانشجویی: ۸۱۰۴۷۷۸۰۴۴ در رشته مهندسی: شیمی

گرایش : مخازن هیدروکربوری پایان نامه خود به ارزش:۹ واحد را که در نیمسال اول / دوم سال تحصیلی: اول ۷۹-۷۸

اخذ و ثبت نام نموده بود، تحت عنوان : بررسی پدیده مخروطی شدن آب در مخازن ترکدار

به سرپرستی (استادراهنما): دکتر حقیقی استاد مشاور: دکتر سجادیان استاد ناظر: -----

در تاریخ: ۸۰/۱۰/۲۹ در مقابل هیات داوران به شرح ذیل با (موفقیت / عدم موفقیت / اصلاحاتی) دفاع نمود.

امضاء

اسامی هیات داوران (حداقل ۳ نفر)

۱- دکتر محمد رضارضایی

۲- دکتررحمتی

۳- دکتر حقیقی

۴- دکترسجادیان

ارزیابی هیئت داوران

۱- عالی	(۲۰-۱۹)	☑	۴- قابل قبول	(۱۵-۱۲)	☐
۲- بسیار خوب	(۱۹-۱۷)	☐	۵- غیر قابل قبول	(کمتر از ۱۲)	☐
۳- خوب	(۱۷-۱۵)	☐			

ملاحظات:

تذکر: نیازی به درج نمره جداگانه هریک از داوران نبوده و فقط نمره مورد توافق هیات داروان (متوسط) اعلام می‌شود.

سرپرست محترم تحصیلات تکمیلی دانشکده

با سلام، نظر به اعلام نمره نهایی فوق الذکر ازجانب هیات داوران خواهشمند است نسبت به انجام امور فراغت از تحصیل دانشجوی یاد شده برابر ضوابط و مقررات اقدام مقتضی مبذول فرمائید.

نام ونام خانوادگی مدیر گروه: دکتر عباسعلی خدادادی امضاء و تاریخ: ۸۰/۱۱/۱۸

توجه مهم: کلیه نوشته‌ها به استثناء نمره هیات داوران و مطالب بند ملاحظات قبل از دفاع باید با ماشین تایپ گردد. در صورت لزوم تایپ مطالب این برگ در دفتر تحصیلات تکمیلی امکان پذیر خواهد بود.

تذکر: این فرم به دفتر تحصیلات تکمیلی ارسال و تصویر آن در گروه مربوطه نگهداری می‌شود.

تقدیم بـه :

همسر و فرزندانم

که تنها با فداکاریها و تشویق های آنان

انجام این پایان نامه میسر گردید.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

چکیده .....

مقدمه .....

فصل اول: پدیده مخروطی شدن آب در مخازن ترکدار

مقدمه ۲

تئوری(Buckley & Leverret) ٤

جابجائی نفت بوسیله آب در مخازن ترکدار ٦

شناخت مخازن ترکدار..... ۱۰

پارامترهای مهم ترک ۱۲

مخروطی شدن آب در مخازن ترکدار ۱٤

مدل(Baker) ۱۸

مدل (Kazemi) ۱۹

مدل(Warren & Root) ۱۹

- **فصل دوم: مروری بر مقالات و انتشارات**

خلاصه مقاله (Muskat) ۲۱

خلاصه مقاله(Sobocinski) ۲۱

خلاصه مقاله (Letkeman) ۲۱

خلاصه مقاله (MacDonald) ۲۲

خلاصه مقاله(Mungan) ۲۲
خلاصه مقاله(Hoyland) ۲۲
خلاصه مقاله (Baker) ۲۳
خلاصه مقاله(Birks) ۲۳
خلاصه مقاله (Zhang-Huan)..... ۲٤
خلاصه مقاله(Ershaghi) ۲٤
خلاصه مقاله(Van Golf Racht) ۲٤
خلاصه مقاله (Swisher) ۲۵
خلاصه مقاله (Saadel - Din)..... ۲۵
خلاصه مقاله (Verbruggen)..... ۲۸
خلاصه مقاله (Recham)..... ۲۸
خلاصه مقاله (Zaitoun)..... ۲۹
خلاصه مقاله (Lane) ۲۹

- **فصل سوم: مفاهیم شبیه سازی عددی**

مقدمه ۳۱
انواع شبیه سازهای مخازن هیدروکربوری ۳۲
مدل نفت سیاه ۳۳
مدلهای ترکیبی ۳۵
شبیه سازی عددی پدیده مخروطی شدن..... ۳۹
نگاهی بر مدلهای شبیه ساز پدیده مخروطی شدنآب ۳۹
روشهای حل عددی ٤۱
شبیه سازی عددی مخازن ترکدار ٤۳

- **فصل چهارم: بررسی عوامل مؤثر در پدیده مخروطی شدن آب**

ساخت مدل مخزن..... ٤۷
تأثیر خواص سیال مخزن..... ۵۰

تأثیر دانسیته ۵۰
تأثیر ویسکوزیته ۵۸
تأثیر خواص سنگ مخزن ٦۳
بررسی خواص ماتریس ٦۳
بررسی خواص شکاف ۸۰
تأثیر خواص مشترک سنگ و سیال ۹٤
بررسی تاثیر فشار موئینگی و تراوائی نسبی ۹۵
خواص تاثیر گذار بر پدیده مربوط به مدیریت تولید ۱۰٤
تأثیر دبی برداشت ۱۰٤
روش تکمیل چاه بصورت دوگانه ۱۰۷
• فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات
نتایج حاصل از تأثیر خواص سیال ۱۱۳
نتایج حاصل ازتأثیر خواص سنگ مخزن ۱۱۳
نتایج حاصل از تأثیر خواص مشترک سنگ و سیال ۱۱۵
نتایج حاصل از تأثیر دبی برداشت ۱۱٦
روشهای پیشگیری از پدیده مخروطی شدن ۱۱٦
پیشنهاد در مورد ادامه کار ۱۱۷
منابع و مآخذ ۱۲۰

چکیده

- در این پایان نامه عوامل موثر بر پدیده مخروطی شدن آب در مخازن ترکدار با استفاده از یک شبیه ساز عددی نفت سیاه مورد بررسی قرار گرفته شده است.بدین منظور در ابتدا این عوامل دسته بندی گردید.این دسته بندی شامل پارامترهای موثر سنگ ، سیال ، عوامل مشترک سنگ و سیال و همچنین پارامترهای موثر مربوط به مدیریت بهره برداری از مخزن می باشد.تاثیر هر یک از پارامترها بطور جداگانه و با ساخت مدلهای مختلف و اجرای آن مورد بررسی قرار گرفت.روش تخلخل دوگانه در اجرای مدلها بکار گرفته شد.نتایج شبیه سازی نشان می دهد که دانسیته و ویسکوزیته سیال بطور قابل توجهی بر روی درصد برش آب تأثیرگذار می باشد. با توجه به شبیه سازی انجام شده می توان نتیجه گرفت که افزایش حدود ۲۵٪ دانسیته نفت باعث میگردد میزان برش آب حدود ۲/۵ برابر افزایش پیدا کند. همچنین . بصورت کمی در اثر افزایش حدود ۱۰۰٪ ویسکوزیته نفت میزان تولید آب حدود ۲/۵ برابر افزایش می یابد . بنابراین می توان با بکارگیری روشهای عملیات حرارتی و تزریق گاز امتزاجی ؛ از میزان آب تولید شده کاست.
- از عوامل موثر دیگر در بروز پدیده مخروطی شدن فشار مویینگی و چگونگی ترشوندگی سنگ مخزن می باشد. در صورت آب دوست بودن سنگ در اثر افزایش فشار موئینگی میزان تولید آب کاهش می یابد. این امر بدلیل وجود پدیده آشام اتفاق می افتد. چنانچه سنگ نفت دوست باشد عمل عکس اتفاق می افتد. بدین ترتیب که با افزایش میزان فشارموئینگی مقدار تولید آب به شدت بالا می رود.
- نتایج شبیه سازی مشخص می نماید که تراوایی شکاف در دو جهت عمودی و افقی ؛ در بروز پدیده مخروطی شدن بطور معکوس عمل می نماید. بدین ترتیب که تراوائی شکاف در جهت عمودی کمک به تولید آب بیشتر می کند زیرا در اطراف چاه تولیدی حرکت سیال بصورت شعاعی می باشد و بنابر این شکافهای افقی در تولید سیال هیدروکربوری نقش اصلی را دارند. نمودار نتایج نشان می دهد که بطور کمی با ۵ برابر نمودن تراوایی شکاف در جهت افقی میزان تولید آب ۵۲٪ کاهش می یابد.افزایش تراوایی شکاف در جهت عمودی باعث تولید اب بیشتر می گردد. با توجه به نتایج بدست آمده مشخص می گرددکه با دو برابر نمودن تراوایی شکاف در جهت عمودی میزان اب تولید شده ۲۰٪ افزایش پیدا می کند.
- نتایج شبیه سازی مشخص می نمایدکه چنانچه در مخازنی شدت وجود شکاف در جهت افقی زیاد باشد با افزایش تراوائی شکاف می توان ازتولید آب جلوگیری نمود.در این حالت عملیات اسید زنی را بعنوان یک راه حل می توان در نظر داشت.

- پس از شناخت تاثیر عوامل مختلف بر روی پدیده مخروطی شدن آب ؛ راهکارهائی به منظور کاهش و یا جلوگیری از ان ارائه شده است.نتایج شبیه سازی نشان می دهد که از روشهای موثر به منظور جلوگیری از پدیده مخروطی شدن آب؛روش تکمیل دوگانه چاه می باشد.

مقدمه

بیش از ٦٠ سال است که پدیده مخروطی شدن آب در چاههای نفتی شناخته شده است[١]. به هنگام برداشت از یک میدان نفتی احتمال آنکه تعادل عمودی بین فاز آب و نفت در سطح تماس دوفاز برهم خورده و باعث شود که آب بطرف چاه تولیدی حرکت کند بسیار است. این پدیده در واقع عدم تعادل بین نیروهای ثقلی و موئینگی از یک طرف و نیروی ویسکوز از طرف دیگر می باشد که باعث می شود فاز آب بصورت مخروطی شکل بطرف چاه تولیدی حرکت کند. حداکثر دبی برداشت که کمتر از آن آب وارد چاه تولیدی نمی گردد بعنوان دبی بحرانی[1] نامیده می شود. از زیانهای پدیده مخروطی شدن آب در چاهها بالا رفتن هزینه تولید، مسائل زیست محیطی و همچنین کاهش کارائی مکانیزم تولید و در نهایت تقلیل میزان بازیافت را می توان نام برد.

مطالعات بسیاری بر روی پدیده مخروطی شدن آب در چاهها در مخازن معمولی صورت گرفته است. این مطالعات هم بصورت بکارگیری مدلهای آزمایشگاهی و هم بصورت بکارگیری مدلهای ریاضی و شبیه سازی عددی انجام شده است و در اغلب موارد روابطی به منظور پیش بینی زمان ورود آب به چاه تولیدی و یا میزان دبی بحرانی ارائه شده است.

بطورکلی در بروز پدیده مخروطی شدن آب در مخازن ترکدار عوامل متعددی دخالت دارند که تاکنون همه این عوامل مورد بررسی قرار نگرفته اند.

در این پایان نامه ما یک تحقیق همه جانبه راجع به همه عواملی که بتواند نقشی در بروز این پدیده بازی کند را انجام دادیم و برای یک مخزن فرضی با استفاده از مدل تخلخل دوگانه توانستیم مهمترین عوامل موثر و میزان تاثیر هریک را شناسائی کنیم.تنها با کار همه جانبه است که می توان برنامه ریزی دقیق مدیریت مخزن را انجام دادتا این پدیده نامطلوب در مخازن ترکدار کنترل گردد.با توجه به اینکه در حال حاضر اغلب مطالعات و پیش بینی های مربوط به چگونگی عملکرد مخازن ترکدار با استفاده مدلهای تخلخل دو گانه صورت می گیرد؛بررسی پدیده مخروطی شدن آب نیز بوسیله اینگونه شبیه سازی انجام شده است.

1- Critical rate

در این پایان نامه طی پنج فصل چگونگی بروز پدیده و عوامل مؤثر در مخازن ترکدار مورد بررسی قرارگرفته شده است.

در فصل اول پدیده مخروطی شدن آب در مخازن ترکدار شرح داده شده است. در این فصل تئوری مسئله مخروطی شدن، شناخت مخازن ترکدار و سپس چگونگی مخروطی شدن آب در مخازن ترکدار مورد بررسی قرار گرفته است.

در فصل دوم مروری بر مقالات و انتشارات در رابطه با پدیده مخروطی شدن درج شده است.

در فصل سوم مفاهیم شبیه سازی عددی بیان می گردد. در این فصل روابط بکار گرفته شده در مدلهای مختلف شرح داده شده است.

در فصل چهارم بررسی پارامترهای مؤثر بر پدیده مخروطی شدن با استفاده از یک نرم افزار شبیه ساز نفت سیاه[1] تحت عنوان (IMEX) که متعلق به شرکت کانادائی(Computer Modelling Group) می باشد انجام شده است.

فصل پنجم شامل بحث و نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات می باشد.

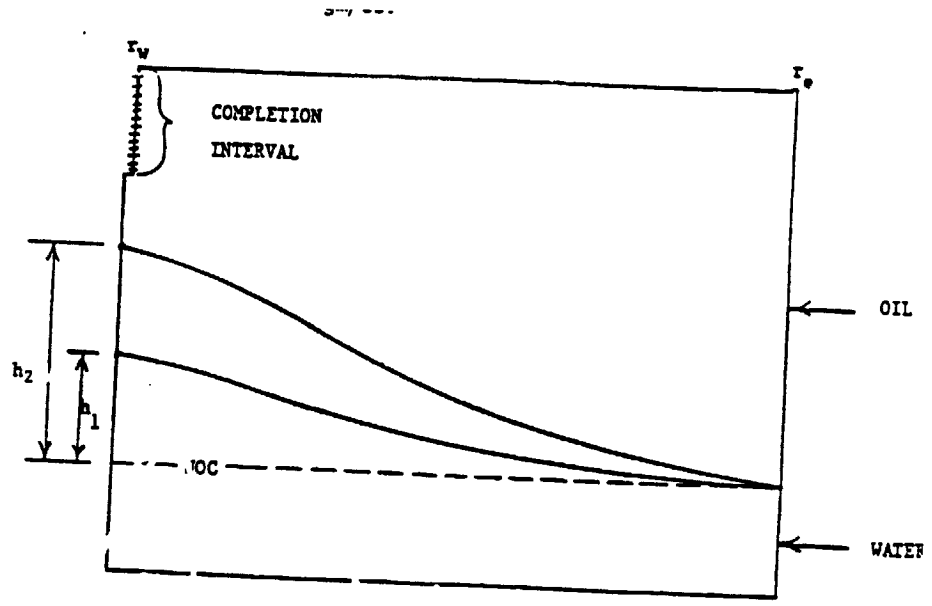
1- Black Oil Model

فصل اول

پدیده مخروطی شدن آب در مخازن ترکدار

مقدمه

محققین بسیاری بر روی تئوری پدیده مخروطی شدن آب در چاههای مخازن هیدروکربوری تحقیق نموده اند. بطور خلاصه می توان این پدیده را ناشی از گرادیان فشاری که بر اثر تولید از مخزن بوجود می آید دانست. تمایل فاز آب به حالت مخروطی شدن بوسیله نیروی ثقل کاهش می یابد. در مخازنی که دارای مکانیزم رانش آب قوی باشند امکان بوجود آمدن این پدیده بسیار می باشد. در این حالت حرکت سیال در محیط متخلخل بطور پایدار[1] می باشد. در صورت وجود دبی ثابت تولید، تغییرات فشار در مخزن تابعی از تراوائی و ویسکوزیته سیال مخزن خواهد بود [۱]. شکل شماره (۱-۱) سطح مقطع یک چاه تولیدی در مخزن فرضی هموژن را نشان می دهد.



شکل (۱-۱) : سطح مقطع یک چاه تولیدی در مخزن هموژن

1- Steady State

اگر از مخزن با دبی کم و ثابت تولید شود مخروط آب بصورت پایدار تا ارتفاع h_1 بالا خواهد آمد. در این حالت که مخروط آب پایدار بوجود می آید نیروهای ویسکوز و گراویته درحالت تعادل می باشند. این تعادل را می توان با استفاده از رابطه زیر نشان داد:

$$P_e - P_1 = 0.433 h_1 (\gamma_w - \gamma_o) \qquad (۱-۱)$$

در شکل شماره (۱-۱) ارتفاع h_2 نمایانگر ارتفاع بحرانی مخروط آب می باشد. در صورتیکه گرادیان فشار نفت درجهت عمودی دارای واحد ($\frac{Psi}{ft}$) باشد در این حالت می توان نوشت:

$$\frac{dP}{dX} = 0.433(\gamma_w - \gamma_o) \qquad (۱-۲)$$

رابطه شماره (۱-۲) نشان دهنده ماکزیمم گرادیان فشار درحالت مخروط پایدار می باشد و در صورتیکه دبی افزایش یابد ارتفاع مخروط بیش از h_2 شده و در این حالت نیروهای ویسکوز بر نیروی گراویته غلبه می کند و درنهایت جبهه آب به چاه تولیدی می رسد.

عوامل مؤثر در بوجود آمدن پدیده را در مخازن شکافدار می توان به چندین دسته تقسیم بندی نمود.

۱- مشخصات مخزن شامل:

۱-۱ مشخصات مربوط به سنگ مخزن مانند : خواص ماتریس شامل تراوائی، ابعاد ماتریس خواص شکاف شامل تراوائی، دانسیته ، جهت و اندازه شکافها

۱-۲ مشخصات مربوط به سیال مخزن مانند : تأثیر ویسکوزیته و دانسیته سیال

۱-۳ مشخصات مشترک مربوط به سنگ و سیال شامل

- بررسی تأثیر فشار موئینگی[1] بر پدیده
- بررسی تأثیر تراوائی نسبی[2] بر پدیده
- بررسی تأثیر نوع ترشوندگی[3] بر پدیده

۲- مشخصات مربوط به مدیریت تولید از مخزن :

- چگونگی مشبک سازی و تکمیل چاه
- بررسی تأثیر نسبت طول مشبک سازی به ضخامت لایه نفتی

1- Capillary Pressure
2- Relative Permeability
3- Wettability