١١٨٢١١

دانشگاه شهید باهنر کرمان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی عمران

پایان‌نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی‌ارشد مهندسی عمران گرایش سازه های هیدرولیکی

شبیه سازی پدیده مخروطی شدن آب در مخازن معمولی نفت

استادراهنما:

دکتر غلامعباس بارانی

مؤلف:

علی حکمت

۱۳۸۸/۴/۱۶

آخرین اطلاعات مدارک عمومی امانت
شعبه مدارک

۱۱۵۲۱۱

اردیبهشت ماه۱۳۸۸

دانشگاه شهید باهنر کرمان

این پایان نامه به‌عنوان یکی از شرایط احراز درجه کارشناسی ارشد به

گروه عمران

دانشکده فنی و مهندسی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به‌عنون فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی‌شود.

دانشجو: علی حکمت

استاد راهنما: غلامعباس بارانی

داور۱: غلامرضا پورابراهیم

داور۲:مسعود حسامی کرمانی

معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی یا نماینده دانشکده:حمید بازرگان

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه است

دانشگاه شهید باهنر
کرمان
اداره تحصیلات تکمیلی

تقدیر و تشکر:

هرچند که تلاش شده که این تحقیق با کمترین ضعف ارائه گردد و با توجه به این مطلب که هیچ ساخته دسته بشری خالی از کمبود و کاستی نیست عدم نقص و کاستی از صفات لایتناهی ذات اوست فلذا از خوانندگان محترم می خواهم که ضعف و ایرادات این پایان نامه را به بزرگی خود ببخشند. در پایان بر خود لازم می دارم از زحمات و راهنمایی های پدر بزرگوارم جناب آقای دکتر بارانی تشکر نمایم . چرا که به حق اگر راهنمایی و روحیه دادن استاد نبود هرگز موفق به پایان رساندن این پایان نامه در این شرایط سخت نبودم . از داوران محترم جناب آقایان دکتر پور ابراهیم و دکتر حسامی که در طول تحصیل نیز افتخار شاگردی آنها را داشتم کمال سپاس گذاری را دارم و همچنین از جناب آقای دکتر بازرگان که با توجه به مشغله زیاد، وقت ارزشمند خود را در اختیار بنده حقیر قرار دادند و زحمت نمایندگی تحصیلا ت تکمیلی دانشگاه را به عهده گرفتند سپاسگذارم.

علی حکمت اردیبهشت ۱۳۸۸

چکیده

هنگامی که برداشت از مخزن با دبی تولید بالایی انجام شود به دلیل افزایش گرادیـان فـشار در اطـراف چاه، آب زیرین لایه نفتی به سمت بازه تولیدی شروع به حرکت می کند. ایـن پدیـده بـه خـاطر شـکل ظاهر آن پدیده مخروطی شدن نامیده می شود. مخروطی شدن بر تولید نهایی نفت تـأثیر گذاشـته تـا جایی که حتی ممکن است موجب غیر اقتصادی شدن برداشت از مخزن گردد. با توجه به وجـود منـابع عظیم نفت در کشورمان و در نظرگرفتن این ماده به عنوان مهمترین منبع درآمـدی کـشور نگهـداری و مراقبت از این ماده حیاتی برای نسل های آینده امری ضروری می باشد.

در این پایان نامه به حل عددی معادلات دیفرانسیل حاکم بر مخزن نفتی معمولی (شنی وماسه ای) به روش تفاضل محدود از طریق Fully Implicit و شبیه سازی تک بلوکی ماتریس پرداخته شده اسـت. سپس با استفاده از اطلاعات یکی از چاه های نفتی منطقه مسجد سـلیمان ضـخامت لایـه نفتـی، دبـی تولیدی و تراوایی مخزن و ... در مورد این پدیده مورد بررسی قرار گرفته است.

در پایان برای تأیید نتایج شبیه سازی مدل آزمایشگاهی ساخته شده است. در ایـن مـدل بـه صـورت ۲ بعدی اثرات ضخامت لایه نفتی و دبی تولیدی بر پدیده مخروطی شدن بررسـی شـده اسـت کـه نهایتـاً نتایج حاصل از مدل آزمایشگاهی صحت نتایج شبیه سازی را تأیید کرده اند.

فهرست اشکال

شکل۲-۱ الف نمایی از حرکت مخروطی آب و گاز..... ۱۰

شکل ۲-۱ ب توسعه حرکت مخروطی آب و گاز با مشخصات مخزن..... ۱۰

شکل ۳-۱ نمایی از مخروطی شدن در یک مخزن دارای آبران..... ۱۳

شکل ۴-۱ جریان خطی در سنگ استوانه ای متخلخل به طول x ۳۷

شکل۴-۲ انواع مدل سازی در مخازن ۴۳

شکل ۴-۳ نمودار تراوایی نسبی بر حسب درجه اشباع آب..... ۵۳

شکل۴-۴ نمودار فشار مویینگی بر حسب درجه اشباع آب(مدل مبنا)..... ۵۳

شکل ۵-۱ مقایسه نتایج به دست آمده از شبیه سازها و مدل ستاری و عزیز در حالت دبی ۶۰۰۰ بشکه در روز ۵۶

شکل ۵-۲ تاثیر دبی تولیدی از چاه بر زمان میان شکنی..... ۵۸

شکل۵-۳ تاثیر ضخامت لایه نفتی بر زمان میان شکنی..... ۵۸

شکل ۵-۴ تاثیر تخلخل مخزن بر زمان میان شکنی..... ۶۰

شکل ۵-۵ تاثیر تراوایی عمودی بر زمان میان شکنی..... ۶۰

شکل ۵-۶ تاثیر تراوایی افقی بر زمان میان شکنی ۶۰

شکل ۵-۷ مقایسه نتایج شبیه سازی و آزمایشگاهی..... ۶۳

شکل ۵-۸ رابطه دبی تولیدی و زمان میان شکنی..... ۶۴

شکل ۵-۹ رابطه ضخامت لایه نفتی و زمان میان شکنی..... ۶۵

فهرست جداول

جدول ۳-۱. ضرایب مربوط به تعیین فاصله بهینه چاه از سطح تماس آب و نفت..... ۳۳

جدول۴-۱. داده های مربوط به شبکه بندی..... ۴۹

جدول۴-۲. داده های مربوط به خواص سیال..... ۴۹

جدول۴-۳.داده های مربوط به خواص سنگ..... ۴۹

جدول۴-۴. داده های مربوط به چاه و داده های کنترلی..... ۴۹

جدول۴-۵. داده های مربوط به $K_{ro,m}$ و $K_{rw,m}$ و $P_{c,m}$ ۵۰

جدول ۴-۶ داده های مربوط به $P_{c,f}$ و $k_{ro,f}$ و $k_{rw,f}$ ۵۰

جدول ۴-۷ مشخصات مخزن سیال و سنگ مورد مطالعه(مدل مبنا)..... ۵۱

جدول۴-۸ مقادیر وابسته به درجه اشباع (مدل مبنا)..... ۵۲

جدول۵-۱ مقایسه آماری شبیه سازی و مدل مبنا..... ۵۶

جدول(۵-۲) داده های مربوط به مدل شبیه سازی شده..... ۶۲

جدول(۵-۳) داده های مربوط به P_c و Kr_o و Kr_w ۶۳

فهرست علایم

A_{ave} :متوسط سطح مقطع..... ft^2

a_n :عدد ثابت در رابطه(۲-۱۰).....بدون بعد

B_O :ضریب تشکیل حجمی نفت..... $\frac{bbl}{STB}$

b :پارامتر تعریف شده در رابطه (۳-۳۹)و(۳-۵۹).....بدون بعد

b_n :عدد ثابت در رابطه(۳-۱۰)..... بدون بعد

C :ضریب تراکم پذیری..... $\frac{1}{Psia}$

D :فاصله بهینه بازه تولیدی نسبت به GOC ..... ft

E_S :بازده شستشو.....بدون بعد

f :ضریب نفوذ جزئی.....بدون بعد

f_d :پارامتر تعریف شده در رابطه(۳-۹۱)..... بدون بعد

g :شتاب ثقل زمین..... $\frac{ft}{s^2}$

GOR :نسبت تولید گاز به تولید آب..... بدون بعد

H_g :پتانسیل جریان گاز ..... ft

$H_{\min}$:حداقل فاصله بین WOC و چاه..... ft

H_o :پتانسیل جریان نفت..... ft

H_W :ضخامت اولیه لایه آبی..... ft

h :فاصله بازه تولیدی تا سطح تماس..... ft

h_a :ضخامت آبران..... ft

h_c :صعود موئینگی..... ft

h_g :حداقل فاصله عمودی بین گاز و چاه..... ft

h_o :ضخامت لایه نفتی..... ft

h_P : طول بازه تولیدی مشبک کاری شده در چاه..... ft

h_{OP} : طول بازه تولیدی مشبک کاری شده نفت در چاه..... ft

h_{PW} : طول بازه تولیدی مشبک کاری شده آب در چاه..... ft

h_{ap}, h_{tg} :فاصله سطح تماس نفت و گاز تا بازه تولیدی چاه..... ft

h_{bw}, h_{bp} : فاصله سطح تماس نفت وآب تا بازه تولیدی چاه..... ft

h_W : حداقل فاصله عمودی بین آب و چاه..... ft

h_{bm}^{opt} :فاصله بهینه چاه افقی از WOC ..... ft

k_h :نفوذپذیری افقی..... md

k_V :نفوذپذیری عمودی..... md

k_{mh} :نفوذپذیری افقی ماتریکس..... md

k_{mv} :نفوذپذیری عمودی ماتریکس..... md

k_{fh} :نفوذپذیری افقی ترک..... md

k_{fv} :نفوذپذیری عمودی ترک..... md

k_r :نفوذپذیری نسبی..... بدون بعد

L :سایز بلوک ماتریکس و طول افقی بازه تولیدی چاه..... ft

L_D :پارامتر تعریف شده در(۳-۵۶)و (۳-۹۱)..... بدون بعد

M :تحرک پذیری..... بدون بعد

m : شیب افت فشار نسبت به زمان..... $\frac{Psia}{s}$

N : میزان نفت در جای اولیه..... STB

N_P :تولید تجمعی نفت..... STB

$N_{P,B,T}$: کل نفت تولید شده..... STB

P :فشار..... Psia

P_b :فشار ته مخزن..... Psia

P_c :فشار موئینگی..... Psia

P_{cd} :پارامتر تعریف شده در رابطه(۳-۴۵)..... بدون بعد

P_i :فشار اولیه مخزن..... Psia

P_{ref} :فشار در عمق مبنا..... Psia

P_{wf} :فشار در ته چاه..... Psia

PR : نسبت تولید..... بدون بعد

$\Delta\rho_\omega$:افت فشار تعریف شده در نمودار(۳-۲)..... Psia

ΔP_λ : افت فشار تعریف شده در نمودار(۳-۲)..... Psia

Δt_s^* :پارامتر تعریف شده در نمودار (۳-۲)..... بدون بعد

q :دبی..... STB/day

Q :دبی تولید..... STB/day

q_c :دبی تولید بحرانی..... STB/day

q_{CD} :دبی بحرانی بدون بعد..... بدون بعد

$q_{CD,h}$:پارامتر تعریف شده در رابطه(۳-۸۷).....بدون بعد

q_c^* : پارامتر تعریف شده در رابطه(۳-۳۸)و(۳-۷۵)..... بدون بعد

q_D : پارامتر تعریف شده در رابطه(۳-۵۰)،(۳-۵۶)و(۳-۹۹)..... بدون بعد

$q_{D,v}$: پارامتر تعریف شده در رابطه(۳-۴۵)..... بدون بعد

R_c :شعاع بحرانی.....ft

R_s :مقدار گاز حل شده در نفت..... ...بدون بعد

R_w :شعاع چاه.....ft

r : شعاع.....ft

r_a : شعاع آبران.....ft

r_D :پارامتر تعریف شده در رابطه(۳-۳۹)و(۳-۵۵).....بدون بعد

r_{De} :شعاع موثر تعریف شده در رابطه (۳-۳۱)..... ..... بدون بعد

r_{eD} : پارامتر تعریف شده در رابطه(۳-۴۴)،(۳-۵۰)..... بدون بعد

r_e : شعاع مخزن.....ft

r_{eh} :شعاع مخازن دارای چاه های افقی .....ft

r_w : شعاع چاه.....ft

r_{wD} : پارامتر تعریف شده در رابطه(۲-۵۸).....بدون بعد

S :درجه اشباع..... بدون بعد

S_{wc} : درجه اشباع آب همزاد.....بدون بعد

S_{or} : درجه اشباع نفت باقی مانده.....بدون بعد

t :ضخامت لایه نفتی .....ft

t_{BT} :زمان رسیدن مخروط به بازه تولیدی.....day

t_D :پارامتر تعریف شده در رابطه (۲-۵۷).....بدون بعد

t_{DBT} :زمان میان شکنی ..... بدون بعد

v :سرعت سیال ..... ft/s

WC_c :در صد تولید آب(برش آب).....بدون بعد

WC' :شیب درصد تولید آب بر حسب زمان..... $\frac{1}{s}$

WOR : نسبت تولید آب به نفت..... بدون بعد

W :عرض شکاف.....ft

X_D : پارامتر تعریف شده در رابطه(۲-۸۶).....بدون بعد

x_a :عرض تخلیه.....ft

y_e :نصف بازه بین دو چاه افقی..... ft

Z : پارامتر تعریف شده در رابطه(۳-۶۱)و(۳-۶۶)..... بدون بعد

z :ارتفاع از مبنا..... ft

Z_D :پارامتر تعریف شده در رابطه(۳-۵۵)..... بدون بعد

Z_{WD} : پارامتر تعریف شده در رابطه(۳-۹۳)..... بدون بعد

حروف یونانی:

α :ضریب شکل..... $\frac{1}{ft^2}$

α'' :پارامتر تعریف شده در رابطه (۳-۷۴)..... بدون بعد

β_{opt} : پارامتر تعریف شده در رابطه(۳-۱۰۳)..... بدون بعد

γ :وزن مخصوص..... $\frac{Psia}{ft}$

δ : پارامتر تعریف شده در رابطه(۳-۳۴)و(۳-۵۰)..... بدون بعد

σ :تابع ضریب شکل ماتریس..... $\frac{1}{ft^2}$

τ_{maf} :تابع انتقال..... $1/day$

ρ :دانسیته..... g/cm^3

λ :قابلیت هدایت در شکاف..... بدون بعد

Ψ :تابع پتانسیل..... ft/s

Ψ_D :پارامتر تعریف شده در رابطه(۳-۵۸)..... بدون بعد

φ :تخلخل..... بدون بعد

μ : ویسکوزیته..... cp

w : قابلیت ذخیره در شکاف..... بدون بعد

ε :پارامتر تعریف شده در رابطه(۳-۳۲)و(۳-۵۰)..... بدون بعد

θ :شیب مخزن شکاف دار نسبت به خط افق..... درجه

زیر نویس ها:

eq :آبران

f :شکاف

m :ماتریس

o :نفت

w :آب

Wet(w) :فاز تر کننده

Nonwet(nw) :فاز غیر تر کننده

۱- مقدمه ۱

۲- بررسی تئوری مخروطی شدن در مخازن معمولی ۵

۲-۱- بررسی تئوری ۵

۲-۲- بررسی تحلیلی و عددی پدیده حرکت مخروطی آب و گاز ۹

۳- مروری بر تحقیقات گذشته ۱۲

۳-۱- روابط دبی بحرانی و زمان میان شکنی در چاه های عمودی ۱۲

۳-۱-۱ روش موسکات و وایکوف ۱۳

۳-۱-۲- روش مایر و گاردر ۱۶

۳-۱-۳- روش چریک و کیوسی ۱۹

۳-۱-۴- روش چپرسون ۲۰

۳-۱-۵- روش هویلند ۲۰

۳-۱-۶- روش سوناتراچ و رچام ۲۱

۳-۱-۷- روش ویپینگ و واتن برگر ۲۳

۳-۱-۸- روش اوزکان ۲۳

۳-۱-۹- روش سوبسینسکی و کرنلیوس ۲۵

۳-۱-۱۰- روش بورنازل و جیسون ۲۵

۳-۱-۱۱- روش کرفت و هوکینز ۲۶

۳-۱-۱۲- روش فروزش و آیت اللهی ۲۶

۳-۲- روابط دبی بحرانی و زمان میان شکنی در چاه های افقی ۲۷
۳-۲-۱- روش چپرسون ۲۷
۳-۲-۲- روش افورز ۲۸
۳-۲-۳- روش جوشی ۲۸
۳-۲-۴- روش کارچر ۲۹
۳-۲-۵- روش رچام و سونا تراچ ۲۹
۳-۲-۶- روش اوزکان و رقاوان ۳۰
۳-۲-۷- روش اوزکان ۳۱
۳-۲-۸- روش پاپتزاکس ۳۱
۴- شبیه سازی پدیده مخروطی شدن ۳۵
۴-۱- مقدمه ۳۵
۴-۲- معادلات جریان سیال ۳۶
۴-۲-۱- جریان تک فازی ۳۶
۴-۲-۲- جریان دو فازی ۳۸
۴-۳- مدلسازی مخازن ۴۱
۴-۴-حل معادلات دیفرانسیل ۴۳
۴-۵- ساخت شبکه (Grid) ۴۷
۴-۶- اطلاعات مورد نیاز برای شبیه سازی پدیده مخروطی شدن ۴۸

۴-۶-۱- داده های مربوط به شبکه بندی ۴۸
۴-۶-۲- خواص سیال ۴۸
۴-۶-۳-خواص سنگ ۴۸
۴-۶-۴- داده های مربوط به چاه ۴۸
۴-۶-۵- داده های کنترلی ۴۹
۵- نتایج ۵۵
۵-۱ - مقدمه ۵۵
۵-۲- مخازن معمولی و مخروطی شدن ۵۵
۵-۲-۱- تاثیر مقدار دبی تولیدی از چاه بر زمان میان شکنی ۵۷
۵-۲-۲- تاثیر ضخامت لایه نفتی بر زمان میان شکنی ۵۸
۵-۲-۳- تاثیر مقدار تخلخل مخزن بر زمان میان شکنی ۵۹
۵-۲-۴- تاثیر تراوایی افقی و عمودی بر زمان میان شکنی ۵۹
۵-۳- بررسی آزمایشگاهی پدیده مخروطی شدن ۶۱
۵-۳-۱شرح مدل آزمایشگاهی ۶۱
۵-۳-۲-طریقه انجام آزمایش ۶۲
۵-۳-۳- نتایج ۶۳
مراجع: ۶۸
ضمیمه الف: آشنایی با نرم افزار Eclipse ۷۱

ضمیمه ب: فایل متنی برنامه نوشته شده جهت شبیه سازی با ECLIPSE..... ۷۲

ضمیمه ج :تصاویر مدل آزمایشگاهی ۷۷

فصل اول

مقدمه

۱– مقدمه

با توجه به وجود منابع عظیم نفت در کشورمان و در نظرگرفتن این ماده به عنوان مهمترین منبع درآمدی کشور نگهداری و مراقبت از این ماده حیاتی برای نسل های آینده امری ضروری می باشد.

هنگامی که برداشت از مخزن با دبی تولید بالایی انجام شود به دلیل افزایش گرادیان فشار در اطراف چاه، آب زیرین لایه نفتی به سمت بازه تولیدی شروع به حرکت می کند. این پدیده به خاطر شکل ظاهر آن پدیده مخروطی شدن نامیده می شود. مخروطی شدن بر تولید نهایی نفت تأثیر گذاشته تا جایی که حتی ممکن است موجب غیر اقتصادی شدن برداشت از مخزن گردد. از جمله مسائل مربوط به مخزن ورود آب به مخزن و برداشت آن از چاه می باشد. پدیده ورود آب موجود در بخش های زیرین سازندهای نفتی به چاه های تولیدی که به خاطر شکل ظاهر آن به عنوان مخروطی شدن شناخته شده است در مخازن نفتی روی می دهد. حرکت مخروطی برای توصیف حرکت آب یا گاز به طرف بازه تولیدی چاه بکار می رود .این پدیده بیان کننده مکانیزم ورود آب موجود در بخشهای زیرین سازندهای نفتی یا گاز موجود در کلاهک گازی به چاه های تولیدی نفت می باشد .حرکت مخروطی آب یا گاز به سمت بازه تولیدی چاه یک پدیده نامطلوب می باشد که هزینه بهره برداری را افزایش می دهد و سبب کاهش بازده مکانیزم تخلیه شدن مخزن و در نهایت بازده کلی می شود . حرکت مخروطی در ابتدا نتیجه جابجا شدن سیالات مخزن در جهت حداقل مقاومت در برابر حرکت می باشد که بوسیله تمایل سیالات به باقی ماندن در تعادل وزنی متعادل می شود .در شرایط اولیه، سیالات مخزن به شکل تعادل قرار دارند، تولید از چاه باعث ایجاد یک گرادیان فشار در اطراف چاه می شود که در صورت غلبه آن بر تعادل

وزنی سیالات سطح تماس آب و نفت[1] یا گاز و نفت[2] تغییر شکل مخروطی به سمت بازه تولیدی چاه می دهند[۲ و ۱] .

بطور معمول این پدیده هنگامی رخ می دهد که به چاه هایی که قسمتی از آن تکمیل شده باشد و دارای آبران فعال یا کلاهک گازی باشد، دبی تولید بالایی تحمیل شود .به همین جهت این پدیده عاملی است که سبب محدود کردن دبی تولید نفت از چاه می گردد .در میادین نفتی سعی بر این است که دبی های تولید در محدوده ای کنترل شوند که مانع از ورود آب یا گاز به چاه تولیدی گردد و زمانی که بتوان از این پدیده جلوگیری نمود، می توان با دبی بیشتری نفت تولید نمود.

برای پیش بینی رفتار مخروطی شدن، مطالعات زیادی انجام شده است .تعدادی از معادلات عملکرد حرکت مخروطی بصورت ریاضی و تحلیلی (Analytical) حل شده اند که شامل فرضیات ساده کننده می باشند .یافتن توزیع فشار و شکل مخروط به طور همزمان مشکل بوده و توزیع فشار به گونه ای فرض شده است که حرکت مخروطی وجود ندارد .این در حاالی است که به دلیل ایجاد حرکت مخروطی آب یا گاز، جریان چند فازی در سه بعد وجود خواهد داشت .به همین دلیل برای مطالعه بر روی مخروطی شدن به خصوص در مخازن مدلسازی عددی ترجیح داده می شود.

حرکت مخروطی آب و گاز بطور جدی می تواند بر روی قابلیت تولید از مخزن تأثیر بگذارد . این پدیده سبب تولید شدن آب و گاز به همراه نفت شده و باعث بوجود آمدن مشکلات زیادی در تولید می شود که این امر هزینه تولید را افزایش و بازده تولید را کاهش می دهد . ادامه تولید بعد از رسیدن مخروط به بازه تولیدی نیز سبب افزایش تدریجی برش آب می شود و بتدریج چاه به وضعیت غیر اقتصادی از لحاظ تولید می رسد .علاوه بر این، این پدیده باعث تشکیل رسوب در لوله ها، ایجاد خوردگی در لوله ها، مشکلات زیست محیطی و هزینه مربوط به تاسیسات سطحی جداسازی و تصفیه آب و گاز تولیدی به همراه نفت می شود .به همین دلیل جلوگیری یا به تأخیر انداختن این پدیده، میزان بازیافت نهایی از مخزن را به حداکثرمی رساند.

از آنجا که پدیده حرکت مخروطی شدن آب و گاز بر روی عملیات بهره برداری و بازیافت اقتصادی از مخزن تأثیر می گذارد، بررسی این پدیده و راهکارهای عملی برخورد با آن از

---

[1].Water Oil Contact (WOC)
[2].Gas Oil Contact (GOC)

اهمیت خاصی برخوردار است. تعیین دبی بحرانی (Critical Rate) پیش بینی زمان روی دادن آبزدگی یا گاززدگی(Breakthrough Time) به چاه، بررسی عملکرد چاه بعد از رسیدن آب یا گاز به بازه تولیدی چاه از جمله مطالبی هستند که در مورد این پدیده حائز اهمیت می باشند .ضمن اینکه تعیین موقعیت بهینه بازه تولیدی در چاه نسبت به GOC و WOC، مطالعه بر روی تکنیکهای پیشگیری یا به تعویق انداختن حرکت مخروطی آب و گاز و نیز بررسی تأثیر پارامترهای مخزن بر حرکت مخروطی آب و گاز نیز می بایست مورد مطالعه قرار داده شود [۱و ۲]

حرکت مخروطی یکی از شایع ترین مشکلات در تولید نفت از مخازن ایران می باشد .به همین دلیل، در این پایان نامه ابتدا مروری بر مطالعات قبلی انجام شده است وسپس پدیده مخروطی شدن در مخازن معمولی مورد بررسی قرار گرفته است.

در فصل چهارم با استفاده از معادلات سیالات موجود شبیه سازی فرآیند مخروطی شدن در مخزن انجام شده است و در فصل پنجم نتایج شبیه سازی آورده شده است و تأثیر پارامترهای مختلف بر روی این پدیده ارائه شده است. نهایتاً در انتهای فصل پنجم نتایج مدل آزمایشگاهی ساخته شده را بوسیله نتایج حاصل از شبیه ساز در مورد پدیده مخروطی شدن مقایسه شده اند.