



دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران جنوب

دانشکده تحصیلات تکمیلی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد "M.Sc"

مهندسی شیمی - طراحی فرآیند

عنوان:

شبیه‌سازی شبکه‌ای به منظور تعیین مقدار نفت باقیمانده در مقیاس خلل و فرج
سنگ مخزن نفتی

استاد راهنما:

استاد مشاور:

نگارش:

فهرست مطالب

عنوان مطالب	شماره صفحه
فهرست اشکال	9
فهرست جداول	11
مقدمه:	13
فصل اول: کلیات	14
(2-1) مکانیسم‌های بازیافت اولیه	15
(3-1) مکانیسم ریزش نقلی	16
(4-1) اهداف پایان نامه	16
(5-1) ساختار پایان نامه	17
فصل دوم: مکانیسم‌های جابجایی دوفازی و سه فازی در مقیاس حفره	18
(1-2) مکانیسم‌های جابجایی در مقیاس حفره	19
(1-1-2) مکانیسم‌های دوفازی	19
(2-1-2) مکانیسم‌های سه فازی در مقیاس حفره	21
(2-2) آرایش‌های سیال و جریان فیلم	23
(1-2-2) ضریب پخش	23
(2-2-2) فیلم‌های پخش و ترشونده	24
(3-2-2) آرایش سیالات درون حفره به صورت دو فازی و سه فازی	25
فصل سوم: توزیع اندازه حفره و دهانه	29
(1-3) ویژگی‌های محیط متخلخل واقعی	30
(2-3) روش‌های آزمایشگاهی (ساخت میکرو مدل شیشه‌ای)	31
(3-3) روش‌های عددی:	31
(4-3) تعیین توزیع اندازه حفره‌ها و دهانه‌ها	34
(1-4-3) مدل Weibull	34
(2-4-3) استفاده از یک مورد الگوی رایج برای توصیف محیط متخلخل	35
(1-2-4-3) تعیین توزیع اندازه انباشتی (<i>Cumulative (Pore+throat) size distribution</i>)	35
(2-2-4-3) تعیین عدد هماهنگی (Z)	39

39	(3-2-4-3) استخراج اندازه حفره و دهانه از اندازه انباشتی (حفره + دهانه)
43	فصل چهارم: طراحی مدل شبکه‌ای
44	(1-4) مدل شبکه‌ای
44	(2-4) مروری بر مدل سازی شبکه‌ای
47	(3-4) مدل سازی شبکه‌ای
47	(1-3-4) چگونه مدل شبکه‌ای، تهاجم سیال را شبیه‌سازی می‌کند؟
47	(1-1-3-4) فرض‌های مدل:
48	(2-3-4) مشخصات مدل شبکه‌ای
49	(3-3-4) حل جریان سیال در شبکه
51	(4-3-4) چگونه معادله پیوستگی را می‌توان برای فازهای مختلف در وضعیت توزیع تعیین کرد؟
51	(1-4-3-4) هدایت‌های محلی فاز
54	(2-4-3-4) فشار موئینگی
55	(3-4-3-4) نفوذپذیری مطلق و نسبی
56	(4-4-3-4) محاسبات اشباع:
57	(5-3-4) روندnamای برنامه‌نویسی مدل شبکه‌ای:
57	(1-5-3-4) گام اول - ایجاد شبکه‌ای از حفره‌ها و دهانه‌ها
58	(2-5-3-4) گام دوم - تولید و از نو شروع کردن یک گروه از معادلات خطی
61	(3-5-3-4) گام سوم: حل کردن یک سری از معادلات خطی برای بدست آوردن فشارهای نفت در گره‌های مختلف:
62	(4-5-3-4) گام چهارم: جریان یافتن حفره و دهانه‌های به دام نیفتاده:
63	(5-5-3-4) گام ۱۵: پایان برنامه
64	فصل پنجم: تجزیه و تحلیل نتایج
65	(1-5) نتایج شبیه‌ساز
67	(2-5) نمودارهای فشار موئینگی و نفوذپذیری نسبی:
68	(3-5) تحلیل حساسیت شبیه‌سازی
69	(1-3-5) تاثیر تغییر توزیع اندازه‌های حفره و دهانه ($ThSD$ و PSD) بر روی نتایج مدل شبکه‌ای

71	(2) تاثیر تغییرات دانسیته و گرانروی نفت بر روی نتایج مدل شبکه‌ای	2-3-5
74	(3) تاثیر کشش بین سطحی گاز-نفت (S_{go}) بر روی نتایج شبیه‌ساز	3-3-5
77	(4) تاثیر تغییر عدد هماهنگی بر روی نتایج شبیه‌ساز	4-3-5
81	فصل ششم: نتیجه و پیشنهادات	
82	(1) بحث و نتیجه‌گیری کلی	6-1
83	(2) ارایه پیشنهاد برای ادامه کار در آینده	6-2
84	پیوست ها	
98	منابع و مأخذ	
98	فهرست منابع لاتین	

فهرست اشکال

16.....	شكل 1-1) توزیع ابتدایی سیالات در یک مخزن نفت
19.....	شمای 1-2) شمای مکانیسم تخلیه
20.....	شمکل 2-2) شمای مکانیسم آشام از نوع Snap-off
21.....	شمکل 2-3) شمای مکانیسم جابجایی پیستونی شکل آشام و تخلیه
21.....	شمکل 2-4) شمای مکانیسم تخلیه مضاعف
22.....	شمکل 2-5) شمای مکانیسم آشام مضاعف
23.....	شمکل 2-6) شمای مکانیسم تخلیه غیر همسو
26.....	شمکل 2-7) آرایش‌های عمومی برای جریان‌های تک فازی و دو فازی ³³
27.....	شمکل 2-8) آرایش‌های عمومی برای جریان‌های سه فازی ³³
28.....	شمکل 2-9) آرایش‌های سیالات دو فازی و سه فازی برای یک دهانه با سطح مقطع مثلث متساوی الاصلاء
30.....	شمکل 3-1) شمای یک حفره و دهانه‌های مجاور و متصل به آن
31.....	شمکل 3-2) الگوهای رایج برای توصیف یک محیط متخلخل
32.....	شمکل 3-3) شکل تولید شده بوسیله مکانیسم‌های شبیه‌سازی برای سنگ مخزن Berea
33.....	شمکل 3-4) مدل‌سازی شبکه‌ای مربوط به شکل (3-3)
33.....	شمکل 3-5) المان‌هایی با سطح مقطع‌های به شکل‌های مختلف
36.....	شمکل 3-6) توزیع اندازه حفره‌ها و دهانه‌ها برای مدل شبکه‌ای بدست آمده از تابع توزیع weibull انباشتی
37.....	شمکل 3-7) توزیع اندازه حفره‌ها و دهانه‌ها برای مدل شبکه‌ای بدست آمده از تابع توزیع weibull انباشتی
38.....	شمکل 3-8) محیط متخلخل تولید شده از الگوی شکل (d-2-3)
40.....	شمکل 3-9) شمای یک سلول از شبکه‌ای شامل یک حفره استوانه‌ای با 4 نیم دهانه با سطح مقطع مثلثی
41.....	شمکل 3-10) توابع توزیع اندازه حفره‌ها و دهانه‌ها
50.....	شمکل 4-1) شمای یک سلول از مدل شبکه‌ای: بدنه دور حفره به همراه 4 نیم دهانه متصل به آن با سطح مقطع مثلثی
50.....	شمکل 4-2) شبکه متخلخل از حفره‌ها و دهانه‌ها (12*51 بدنه حفره)
58.....	شمکل 4-3) تابع توزیع اندازه حفره (دهانه)
59.....	شمکل 4-4) آرایش مختلف سیال در دهانه‌های مجاور یک حفره آغشته به نفت ³⁴

شکل 4-5) مثالهایی از شمای مختلف سیالات در اطراف یک گره آغشته به نفت	59
شکل 4-6) مکانیسم جابجایی های تخلیه و آسام به صورت پیستونی	62
شکل 5-1) نتایج شبیه‌سازی شبکه‌ای برای مکانیسم ریزش ثقلی	67
شکل 5-2) نمودار نفوذ پذیری نسبی نفت و گاز	68
شکل 5-3) نمودار فشار مؤینگی	68
شکل 5-4) نمودار میزان بازیافت نفت بر حسب اندازه حفره	70
شکل 5-5) نمودار ارتفاع آستانه مؤینگی نرمال بر حسب اندازه حفره	71
شکل 5-6) نمودار میزان بازیافت نفت بر حسب دانسیته نفت	73
شکل 5-7) نمودار ارتفاع آستانه مؤینگی نرمال بر حسب دانسیته نفت	73
شکل 5-8) نتایج مکانیسم تخلیه ثقلی برای دانسیته نفت ($d=950 \frac{kg}{m^3}$)	74
شکل 5-9) نمودار بازیافت نفت بر حسب کشش سطحی نفت - گاز	75
شکل 5-10) نمودار ارتفاع آستانه مؤینگی نرمال بر حسب کشش سطحی نفت - گاز	76
شکل 5-11) نتیجه مکانیسم تخلیه ثقلی برای	76
شکل 5-12) نتایج مدل شبیه ساز برای	77
شکل 5-13) نمودار میزان بازیافت نفت بر حسب عدد هماهنگی	78
شکل 5-14) نمودار ارتفاع آستانه مؤینگی نرمال بر حسب عدد هماهنگی	78
شکل 5-15) نتایج مکانیسم ریزش ثقلی برای اعداد هماهنگی مختلف	79
شکل 5-16) مراحل متوالی مکانیزم ریزش ثقلی	80

فهرست جداول

جدول 2-1: جابجایی‌های مختلف مضاعف دوگانه 22	22
جدول 2-2: جابجایی‌های مختلف مضاعف دوگانه 22	22
جدول 2-3: مقادیر کشش‌های سطحی آب، نفت و گاز 24	24
جدول 2-4: محدوده زوایای تماس برای آرایش‌های مختلف سیال مربوط به شکل‌های (2-7) و (8-2) 28	28
جدول 3-1: پارامترهای موثر در تولید مدل شبکه‌ای [40-38] 33	33
جدول 3-2: پارامترهای مورد استفاده برای محاسبه اندازه حفره‌ها و دهانه‌ها با استفاده از فرمول Weibull 35	35
جدول 3-3: پارامترهای مورد استفاده برای محاسبه اندازه حفره‌ها و دهانه‌ها با استفاده از فرمول Weibull 35	35
جدول 3-4: بخشی از محاسبات مربوط به یافتن توزیع اندازه انباشتی (حفره + دهانه) 38	38
جدول 3-5: بخشی از محاسبات مربوط به عدد هماهنگی 39	39
جدول 3-6: بخشی از محاسبات مربوط به استخراج اندازه حفره و دهانه از اندازه سطح انباشتی 41	41
جدول 3-7: بخشی از محاسبات مربوط به تعیینتابع توزیع اندازه دهانه‌ها 42	42
جدول 3-8: بخشی از محاسبات مربوط به تعیینتابع توزیع اندازه حفره 42	42
جدول 5-1: مقادیر کشش‌های سطحی آب، نفت و گاز 65	65
جدول 5-2: مقادیر گرانروی و دانسیته برای آب، گاز و نفت 65	65
جدول 5-3: مشخصات مدل شبکه‌ای 66	66
جدول 5-4: نتایج مکانیسم ریزش ثقلی برای مدل شبکه‌ای 66	66
جدول 5-5: نتایج تحلیل حساسیت برای تغییر اندازه حفره و گلویی در مکانیسم ریزش ثقلی 70	70
جدول 5-6: نتایج تحلیل حساسیت برای تغییر دانسیته در مکانیسم ریزش ثقلی 72	72
جدول 5-7: تاثیر تغییرات دانسیته و گرانروی بر مکانیسم ریزش ثقلی 72	72
جدول 5-8: نتایج شبیه ساز برای کشش‌های مختلف سطحی گاز - نفت 75	75
جدول 5-9: نتایج مکانیسم ریزش ثقلی برای اعداد هماهنگی مختلف 78	78

چکیده:

مکانیسم ریزش ثقلی به عنوان یکی از مکانیسم‌های مهم بازیافت نفت بوسیله مدل‌سازی شبکه‌ای که شامل شبکه‌ای از حفره‌ها و دهانه‌های متصل به هم می‌باشد، مورد بررسی قرار گرفت. چون انجام مطالعات لازم و کافی برای الگوهای مختلف محیط‌های مختلف به منظور تعیین خواص ماکروسکوپیک امکان پذیر نمی‌باشد، پس نیاز به مطالعه و طراحی یک پیشگوی قوی امری بدیهی است. مدل‌سازی شبکه‌ای یک ابزاری قدرتمند برای تخمین و پیش‌بینی خواص میانگین جریان چند فازی مثل نفوذپذیری نسبی، فشار موئینگی و مقدار بازیافت نفت است و فضای محیط متخلخل بوسیله یک شبکه معادل از حفره‌ها و دهانه‌های متصل به هم نمایش داده می‌شود.

در تحقیق حاضر انواع جابجایی‌های مختلف در مقیاس حفره (تخلیه، آشام و جریان در لایه فیلم) در یک مکانیسم ریزش ثقلی مورد بررسی قرار گرفته و نتایج آنها ارایه شده است. به منظور تولید توابع توزیع اندازه حفره‌ها و دهانه‌ها از روش تحلیل تصویر برای یک الگوی رایج محیط متخلخل استفاده شد و سپس یک مدل شبیه‌ساز شبکه‌ای طراحی شده و برای بررسی مکانیسم ریزش ثقلی به کار برده شد. برای اثبات صحت عملکرد شبیه ساز مدل شبکه‌ای از روش تحلیل حساسیت استفاده شد. به همین منظور تأثیر تغییر پارامترهای مختلف (اندازه حفره و دهانه، دانسیته نفت، گرانزوی نفت، کشش بین سطحی نفت - گاز و عدد هماهنگی) بر روی نتایج مکانیسم ریزش ثقلی بررسی و نمودارهای نفوذپذیری نسبی و فشار موئینگی توسط شبیه‌ساز مدل شبکه‌ای بدست آمده و تشریح شدند.