١٣٧١٥٨

دانشگاه شهید باهنر کرمان

دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی شیمی

پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد مهندسی شیمی مخازن هیدروکربوری

بررسی و مقایسه بازیافت نفت با استفاده از شبیه‌سازی تزریق گاز امتزاجی و غیرامتزاجی در یک مخزن نفت شکاف‌دار

استاد راهنما:

دکتر علی مرادی

استاد مشاور:

دکتر علی محبی

مؤلف:

سیدعبدالعظیم تقوی

۱۳۸۹/۳/۱۱

مرکز اطلاعات مدارک علمی

تهیه مدارک

تیرماه ۱۳۸۸

۱۳۷۱۵۸

دانشگاه شهید باهنر کرمان

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

گروه : مهندسی شیمی

دانشکده : فنی و مهندسی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

نسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود.

دانشجو: آقای سید عبدالعظیم تقوی

استاد راهنما: دکتر علی مرادی

استاد مشاور : دکتر علی محبی

داور۱ : دکتر محمد رنجبر

داور۲: دکتر امیر صرافی

معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی یا نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده : دکتر شهرام شفیعی

حق چاپ محفوظ ومخصوص به دانشگاه شهید باهنر کرمان است .

تقدیم به پدر دلسوز و مادر مهربانم

تشکر و قدردانی

سپاس خدایی را که در گذر از تمام مراحل و مشکلات زندگی یار و یاور ماست و بهترین هدایت‌گر اوست. در اینجا قبل از هر کس از استاد دلسوز، سخت کوش و پرتلاشم جناب آقای **دکتر علی مرادی** که افتخار شاگردی ایشان را دارم و طی انجام این مجموعه همچون پدری مهربان با راهنمایی‌های روشن گرانه خود مددرسان اینجانب در حل بسیاری از مشکلات بوده‌اند، کمال قدردانی و تشکر را دارم. همچنین برخود لازم می‌دانم از کمک‌ها و زحمات جناب آقایان **دکتر علی محبی، دکتر هاشم منفرد، مهندس سید صادق طاهری، مهندس هادی پرویزی** و **مهندس مهران فضیلتی** که در انجام این تحقیق از هیچگونه کمکی به اینجانب دریغ نورزیده‌اند تشکر و قدردانی نمایم.

چکیده

بخش بزرگی از نفت جهان در سنگ‌های مخازنی وجود دارند که بطور طبیعی شکاف‌دار[1] می‌باشند. درک اثر متقابل شکاف و ماتریکس یک چالش منحصر بفرد در ازدیاد برداشت نفت است. مخازن شکاف‌دار همیشه کاندیداهای ضعیفی برای ازدیاد برداشت نفت در نظر گرفته می‌شوند. این موضوع به دلیل پیچیدگی در پیش‌بینی کردن بهره‌دهی مخازن شکاف‌دار می‌باشد. تزریق گاز روشی است که ممکن است به طور قابل توجهی ضریب بازیافت نفت را در این مخازن افزایش دهد. یکی از مکانیسم‌های مهم ازدیاد برداشت نفت از مخازن شکاف‌دار ، تزریق گاز امتزاجی[2] می‌باشد. تزریق گاز امتزاجی ممکن است مقادیر قابل توجهی از نفت خام به دام افتاده در ماتریکس‌ها را بازیافت کند. مخزن M یک مخزن شکاف‌دار با تخلخل دوگانه[3] و دارای یک سفره آب زیرزمینی فعال می‌باشد. به علت ناهمگنی سازندهای تولیدی، کل بازیافت تا سال ۲۰۰۸ تنها در حدود ۸/٤ درصد با تولیدی معادل ۲٤۰ میلیون بشکه می‌باشد. هدف تزریق گاز در این مخزن، بهبود راندمان تولید جهت افزایش بازیافت نهایی است. با استفاده از شبیه‌سازی آزمایش لوله باریک[4] توسط نرم افزار Eclipse ۳۰۰ ، حداقل فشار امتزاج‌پذیری[5] psia ۳۷۰۰ حاصل شد که این فشار زیر فشار متوسط مخزن در سال ۲۰۰۸ است. در این مطالعه آنالیز و تطابق سیال مخزن، تطابق تاریخچه عملکرد گذشته مخزن و بررسی الگوهای مختلف تزریق مورد بررسی قرار گرفت. بهترین الگوی تزریق بر اساس بیشترین ضریب بازیافت انتخاب و سناریوهای تزریق امتزاجی و غیرامتزاجی در دبی‌های متفاوت با سناریوی تخلیه طبیعی مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که راندمان تولید امتزاجی ۱۷/۸۲ درصد، تولید غیرامتزاجی ۱۷/۱۴ درصد و راندمان تولید تخلیه طبیعی مخزن ۱۴/۴۸ درصد می‌باشد. که تزریق گاز امتزاجی در این مخزن نسبت به سناریوهای تزریق گاز غیرامتزاجی و تخلیه طبیعی دارای ضریب بازیافت بیشتری است.

[1] Fractured Reservoir
[2] Miscible Gas Injection
[3] Dual Porosity
[4] Slime Tube
[5] Minimum Miscibility Pressure

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه ۱

۱-۱- ضرروت تزریق گاز به مخازن نفتی ۲

۱-۲- اهمیت تزریق گاز به مخازن نفتی ۲

۱-۳- عوامل تعیین کننده ۳

۱-٤- مروری بر تاریخچه‌ی تزریق گاز ٤

۱-٥- هدف از انجام پایان نامه ٤

فصل دوم: مبانی نظری ٥

۲-۱- خواص مخازن کربناته ٦

۲-۲- انواع تخلخل درمخازن کربناته شکاف‌دار ۷

۲-۳- چگونگی ارتباط میان اجزاء شکاف ۷

۲-٤- عبور پذیری در مخازن شکاف‌دار ۸

۲-٥- تفاوت بین مخازن شکاف‌دار ومخازن معمولی ۱۰

۲-٦- حالت استاتیکی مخازن شکاف‌دار ۱۲

۲-۷- حالت دینامیکی مخازن شکاف‌دار ۱۳

۲-۷-۱- نواحی مهم درحالت دینامیکی مخزن شکاف‌دار: ۱۳

۲-۷-۱-۱- ناحیه تحت نفوذ گاز ۱٤

۲-۷-۱-۲- ناحیه گاز زده ۱٥

۲-۷-۱-۳- ناحیه زیراشباع ۱٥

۲-۷-۱-٤- ناحیه تحت نفوذ آب ۱٦

۲-۸- جریان سیال در محیط شکاف‌دار ۱۷

۲-۹- بررسی رفتار جریان در محیط شکاف‌دار ۱۷

۲-۱۰- مدل کردن مخازن شکاف‌دار ۲۰

۲-۱۱- ملاحظاتی در مورد تزریق گاز ۲۱

۲-۱۲- چند نمونه از روشهای ازدیاد برداشت در مخازن شکاف‌دار ۲۱

۲-۱۲-۱- تزریق گاز امتزاجی ۲۱

۲-۱۲-۲- تزریق آب توان یافته ۲۲
۲-۱۲-۳- تزریق گاز غیرامتزاجی ۲۳
فصل سوم: مروری بر تحقیقات گذشته ۲۶
۳-۱- مطالعات موردی ۲۷
فصل چهارم: معرفی نرم‌افزار Eclipse ۳۴
٤-۱- اهمیت و نقش شبیه سازی در امر مدیریت مخازن ۳۵
٤-۲- تاریخچه شبیه سازی در مهندسی نفت ۳۶
٤-۳- نرم افزارEclipse ۳۷
٤-۳-۱- پیش و پس پردازنده‌ها ۳۸
٤-۳-۲- ماژول FloiGrid ۳۸
٤-۳-۳- ماژول PVTi ۳۹
٤-۳-٤- ماژولSchedule ۳۹
٤-۳-٥- ماژول SCAL ٤۰
٤-۳-٦- ماژول Floviz ٤۰
٤-٤- شبیه سازهای نرم افزار Eclipse ٤۱
٤-٤-۱- شبیه ساز نفت سیاه ٤۱
٤-٤-۲- شبیه ساز ترکیبی ٤۱
٤-٤-۳- شبیه‌ساز حرارتی ٤۲
٤-٥- نرم‌افزار مدیریت شبیه‌سازی ٤۲
٤-٦- انتخاب مدل ٤٤
فصل پنجم: خصوصیات مخزن مورد مطالعه ٤٥
٥-۱- معرفی میدان R ٤٦
٥-۲- زمین شناسی مخزن M ٤٦
٥-۳- مشخصات مخزنی M ٤٦
٥-٤- مطالعات مهندسی مخزن M ٤٨
فصل ششم: ارائه نتایج و تحلیل یافته‌ها ٤۹
٦-۱- آنالیز سیال مخزن ٥۰

٦-٢- نحوه ساختن مدل استاتیک مخزن ٥٧
٦-٣- تطابق تاریخچه مخزن ٦٢
٦-٤- محاسبه و تعیین حداقل فشار امتزاج پذیری ٦٥
٦-٥- بهینه کردن موقعیت و تعداد چاه‌های تزریقی ٦٦
٦-٦- پیشگویی عملکرد مخزن ٦٧
٦-٧- سناریوهای تزریق گاز امتزاجی ٦٨
٦-٨- سناریوی تزریق گاز غیر امتزاجی ٦٩
فصل هفتم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات ٧١
٧-١- بحث و نتیجه‌گیری ٧٢
٧-٢- پیشنهادات ٧٣
منابع و ماخذ ٧٤
پیوست ٧٧

فهرست شکل‌ها

شکل ۲-۱- رخنمون سازند کربناته شکاف‌دار ٦
شکل ۲-۲- انواع مختلف شکاف‌های تولید شده توسط گسل ۸
شکل ۲-۳- نمودار GOR بر حسب درصد بازیافت A)مخازن شکاف‌دار B)مخازن معمولی ۱۰
شکل ۲-٤- شماتیک نواحی اصلی در مخازن شکاف‌دار الف) شرایط اولیه ب) پس از تولید ۱۳
شکل ۲-۵- محیط متخلخل شکاف‌دار الف) واقعی ب) مدل وارن و روت ۱۷
شکل ۲-٦- تاثیر پیوستگی و عدم پیوستگی موئینگی بر میزان نفت باقیمانده ۱۸
شکل ۲-۷- تشکیل پل مایع بین دو بلوک ماتریکس ۱۹
شکل ۳-۱- موقعیت و مکان چاه‌ها در مدل ۲۷
شکل ۳-۲- نمودار ضریب بازیافت بر اساس زمان برای فشار تزریقی ۳۴۰۰ psi ۲۸
شکل ۳-۳- نمودار تولید تجمعی نفت بر اساس زمان برای سناریوهای مختلف ۲۹
شکل ۳-٤- مقایسه بین ضریب بازیافت بهترین سناریوی تزریق آب و گاز ۳۱
شکل ۳-۵- مقایسه بین دانسیته CO_2 و نفت مخزن به عنوان تابعی از فشار ۳۲
شکل ۳-٦- نمودار تولید تجمعی نفت بر اساس زمان برای سیالات مختلف تزریقی ۳۳
شکل ٦-۱- نمودار تطابق حجم نسبی به عنوان تابعی از فشار ۵۲
شکل ٦-۲- نمودار تطابق دانسیته نفت به عنوان تابعی از فشار ۵۲
شکل ٦-۳- نمودار تطابق ضریب حجمی نفت به عنوان تابعی از فشار ۵۳
شکل ٦-٤- نمودار تطابق ضریب حجمی گاز به عنوان تابعی از فشار ۵۳
شکل ٦-۵- نمودار تطابق گراویته گاز به عنوان تابعی از فشار ۵٤
شکل ٦-٦- نمودار تطابق ویسکوزیته به عنوان تابعی از فشار ۵۵
شکل ٦-۷- نمودار تطابق ویسکوزیته گاز به عنوان تابعی از فشار ۵۵
شکل ٦-۸- نمودار تطابق فشار اشباع در دمای F ۲۱۰ ..... ۵٦
شکل ٦-۹- توزیع گریدبندی ماتریکس در راستای X ۵۸
شکل ٦-۱۰- توزیع گریدبندی ماتریکس در راستای Y ۵۹
شکل ٦-۱۱- توزیع گریدبندی ماتریکس در راستای Z ۵۹
شکل ٦-۱۲- توزیع تراوایی ماتریکس در راستای X ٦۰

شکل ٦-١٣- توزیع تخلخل ماتریکس..... ٦٠
شکل ٦-١٤- نسبت ضخامت مفید به کل..... ٦١
شکل ٦-١٥- توزیع عمق مخزن از سطح آزاد دریا..... ٦١
شکل ٦-١٦- نمودار تطابق تولید کل مخزن با تولید مدل..... ٦٣
شکل ٦-١٧- نمودار تطابق فشار چاه شماره ١ مخزن با فشار چاه شماره ١ مدل..... ٦٤
شکل ٦-١٨- نمودار تطابق فشار چاه شماره ٢ مخزن با فشار چاه شماره ٢ مدل..... ٦٤
شکل ٦-١٩- نمودار حداقل فشار امتزاج‌پذیری..... ٦٥
شکل ٦-٢٠- موقعیت و مکان چاه‌های تولیدی و تزریقی در مدل..... ٦٦
شکل ٦-٢١- نمودار ضریب بازیافت، فشار ، تولید نهایی و نسبت گاز به نفت تولیدی در سناریوی تخلیه طبیعی ٦٧
شکل ٦-٢٢- نمودار نتایج تولید نهایی نفت در سناریوهای مختلف تزریق گاز امتزاجی..... ٦٨
شکل ٦-٢٣- نمودار نتایج تولید نهایی نفت در سناریوهای مختلف تزریق گاز غیرامتزاجی..... ٧٠

فهرست جداول

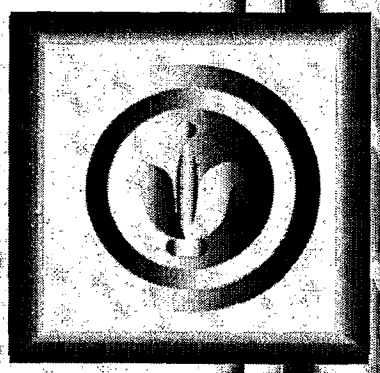
جدول ۵-۱- ضخامت، تخلخل و نفوذپذیری لایه‌ها ٤٧

جدول ۵-۲- نفوذپذیری شکاف‌ها ٤٧

جدول ٦-۱- نتایج سناریوی تخلیه طبیعی ٦٧

جدول ٦-۲- نتایج پیشگویی سناریوهای تزریق گاز امتزاجی ٦٩

جدول ٦-۳- نتایج پیشگویی سناریوهای تزریق گاز غیرامتزاجی ۷۰



فصل اول

مقدمه

۱-۱- ضرروت تزریق گاز به مخازن نفتی

در حوزه صنعت و اقتصاد کلان جامعه، صیانت از منابع و ذخایر نفت خام به عنوان یکی از ضروریات مهم و استراتژیک مطرح است. زیرا در حال حاضر وابستگی کشور به درآمدهای نفتی به گونه‌ای است که حتی نوسانات قیمت نفت خام از طریق تاثیر بر درآمدهای ناشی از صدور بر روند فعالیت‌های اقتصادی کشور تاثیر قابل ملاحظه‌ای خواهد داشت. در مجموع هدف از تزریق گاز به مخازن نفتی، افزایش ضریب بازیافت نفت از مخازن و ایجاد ظرفیت برای تبدیل نفت خام درجا به نفت قابل استحصال از مخازن است. با تزریق گاز مورد نیاز به مخازن نفتی جنوب، در مجموع بیش از ۱۴ میلیارد بشکه نفت به ذخایر کشور افزوده می‌شود.

۱-۲- اهمیت تزریق گاز به مخازن نفتی

بررسی مقایسه‌ای استفاده از گاز در بخش‌های مختلف مصرف کننده گاز نشان می‌دهد که شاخص تزریق معادل ۱۱ سنت/ متر مکعب است که از نت یک گاز در سایر بخش‌های مصرف کننده بیشتر است (شاخص نت یک، نشان دهندهٔ بازدهی اقتصادی هر واحد گاز طبیعی مصرف شده در هر بخش از بعد اقتصادی است) بر این اساس می‌توان گفت نخستین اولویت مصرف گاز تزریق است. بنابراین صیانت از منابع نفتی کشور و انجام به موقع برنامه‌های تزریق نه تنها از بعد اقتصاد بخشی بلکه از بعد استراتژیک و اقتصاد کلان جامعه از اولویت خاصی در مقایسه با سایر مصارف برخوردار است و این امر ضرورت توجه هر چه بیشتر به این بخش را آشکار می‌کند. امروزه روش‌های مختلفی

برای افزایش بازیافت نفت در دنیا اعمال می‌شود که بنابر ویژگی‌های هر مخزن نفتی با یکدیگر متفاوت هستند.

از این رو یافتن روش بهینه برای افزایش بازیافت نفت از مخازن، نیازمند انجام مطالعات جامع و سپس اعمال روش مناسب است. در کشور ما بنابر شرایط موجود، تزریق گاز به مخازن نفتی برای بازیافت نفت برای بیشتر مخازن کشور مناسب تشخیص داده شده است. تزریق گاز به میادین نفتی همواره یکی از اولویت‌های مهم شرکت ملی نفت ایران در چارچوب اهداف کیفی این شرکت به شمار رفته است. این امر به چند دلیل عمده از اهمیت خاصی برخوردار است:

۱- لزوم حفظ حق آیندگان از منابع هیدروکربوری

۲- لزوم نگهداشت ثروتی ملی که باید تامین کننده سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت بخش نفت و دیگر بخش‌های اقتصاد و استحکام بخش زیر ساخت‌های اقتصادی کشور باشد.

۳- وابستگی اقتصاد ایران به درآمدهای ناشی از صادارات نفت خام

۱-۳- عوامل تعیین کننده

باتوجه به ویژگی‌های خاص منابع نفتی کشور و نیز رفتار مخزن در قبال تزریق گاز، توجه به دو نکته اساسی در تزریق گاز به مخازن ضروری است.

۱-با توجه به ویژگی‌های خاص فیزیکی و شیمیایی هر میدان، تزریق گاز با حجم ترکیبی مناسب با میدان صورت پذیرد.

۲- تزریق گاز در زمان مقتضی و مناسب انجام شود تا از هرزروی نفت میدان جلوگیری گردد. عدم تزریق به موقع به یک میدان، آسیب‌های جبران ناپذیر و غیر قابل برگشتی را به میدان وارد خواهد ساخت؛ به گونه‌ای که افزایش تزریق گاز به یک میدان در زمانی پس از زمان مقتضی در بسیاری موارد هیچگونه تاثیری در بازیافت نفت نخواهد داشت.

بنابراین، توجه به حجم و ترکیب گاز تزریقی و نیز زمان مناسب تزریق ، سه عامل مهم و تعیین کننده برای تاثیرپذیری هر چه بیشتر میدان از برنامه‌های تزریق است.

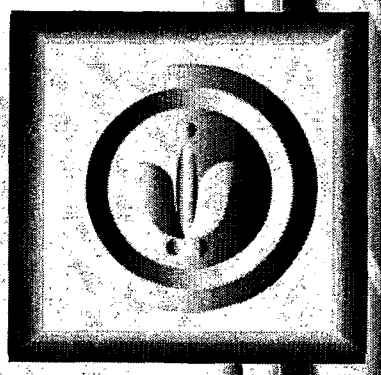
۱-۴- مروری بر تاریخچه‌ی تزریق گاز

تزریق گاز یکی از قدیمی‌ترین فرآیندهای تزریق سیال است. ایده انجام این کار در سال ۱۸۶۴ و تنها چند سال پس از حفاری چاه Drake پیشنهاد شده بود. هدف این کار حفظ فشار مخزن و برگرداندن تولید به شرایط اولیه بود. تزریق گاز امتزاجی به طور وسیع و در طی سالهای ۱۹۶۰و۱۹۵۰ در آمریکا و کانادا به انجام رسیدند. بیش از ۱۵۰ پروژه در این پریود زمانی آغاز شدند. اکثریت این پروژه‌ها به صورت تست‌های آزمایشگاهی و در مقیاس کوچک انجام پذیرفتند. مکانیسم بازیافت امتزاجی در سیستم‌های ماتریکس و شکاف در مقیاس آزمایشگاهی از سال ۱۹۷۰ شروع شد.

اولین پروژه تزریق گاز غیرامتزاجی در ایران از سال ۱۳۵۵ در مخزن هفتکل شروع شد. تزریق گاز در این مخزن تا به امروز نیز ادامه دارد. تزریق گاز غیرامتزاجی در میدان های نفتی گچساران، بی‌بی حکیمه، کرنج، پارسی، مارون، کوپال، لب سفید، آغاجاری، نرگسی و قلعه نار از جمله میدان های نفتی هستند که عملیات تزریق گاز در آنها انجام می‌شود. لازم به ذکر است که اولین و تنها پروژه‌ی تزریق گاز امتزاجی در ایران از سال ۱۳۸۴ در مخزن رامشیر شروع شده است.

۱-۵- هدف از انجام پایان نامه

این پایان نامه با هدف بررسی و مقایسه ضریب بازیافت حاصل از تزریق گاز امتزاجی و غیرامتزاجی در یک مخزن نفت شکاف دار انجام می‌شود. شبیه‌سازی‌های مخزن، نقش اساسی در پیش بینی مقدار تولید روزانه نفت، مقدارنفت قابل برداشت و همچنین نحوه بکارگیری بهینه امکانات و برآورد یک طرح خاص را بر روی مخزن بر عهده دارند. با وجودی که مخزن تنها یک دوره مفید چند ساله دارد شبیه‌سازها این امکان را بدست می دهند تا عملکردآینده یک مخزن را تحت سناریوی مختلف، قبل از اجرای واقعی برنامه، بررسی و نتایج آن را با یکدیگر مقایسه کرد.



فصل دوم

مبانی نظری

۲-۱- خواص مخازن کربناته

بررسی اینکه اساساً یک مخزن شکاف‌دار[1] از چه عناصری تشکیل شده و چه خواصی اینگونه مخازن را با مخازن دیگر متمایز می‌کند، به نظر ضروری می‌آید. یک مخزن شکاف‌دار ساختمان پیچیده‌تری نسبت به مخازن ماسه سنگی دارد. این امر ناشی از شبکه ارتباطات اضافی شکاف‌ها در فضای خالی است که حاصل از نیروهای تکتونیکی است که سنگ را طی دوران زمین شناسی شکسته است [۱] شکل ۲-۱، رخنمون یک سازند کربناته شکاف‌دار بر روی سطح زمین را نشان می‌دهد.

این خواص باعث بوجود آمدن سه واحد جداگانه در بلوک‌های سنگی می‌شود که نسبت به مخازن معمولی متمایز می‌گردند این سه واحد شامل :

۱) شبکه ارتباطی شکاف(The Fracture network)

۲) کانال‌های موجود در شکاف‌ها و حفره‌ها (Channels in these fractures and cavities)

۳) شبکه استیلولایت (The Network of stylolites)

به طور کلی آمار و ارقام نشان می‌دهد که بیش از ۶۷ درصد ذخایر اصلی در منطقه خاور میانه و تقریباً ۳۵ درصد ذخایر اصلی نفتی آمریکای شمالی کربناته هستند[۲].

شکل ۲-۱- رخنمون سازند کربناته شکاف‌دار [۳]

[1] Fractured Reservoir

۲-۲- انواع تخلخل درمخازن کربناته شکاف‌دار

دسته‌بندی‌های متفاوتی در مورد اینکه محیط متخلخل و تخلخل[1] در محیط شکاف‌دار چیست، وجود دارد. می‌توان از اولین تقسیم‌ها به این نکته اشاره کرد، اولین تخلخل در مخازن شکاف‌دار، حاصل از بلور داخلی یا تخلخل اولیه، حاصل از پیامدهای ابتدائی زمین‌شناسی است. از نظر زمین‌شناسی نفت، درلایه‌های آهکی ترکدار، تخلخل اولیه از ارزش اقتصادی کمی در مخازن نفتی برخوردار است .

از دیگر موارد تخلخل، تخلخل دانه‌های ریز داخلی است، که به طور نامحسوسی افزایش فضا را باعث می‌گردد. نوع دیگر تخلخل موجود در سیستم، تخلخل‌های تخم‌مرغی است که حاصل از فسیل‌های کروی شکل است و اغلب در اندازه‌های یکسانی دسته‌بندی شده‌اند. از نوع‌های دیگر تخلخل می‌توان به تخلخل وگی[2] که حاصل از شسته شدن سنگ‌های کربناته، بوسیله محلول‌ها یا چرخش آب و پدید آمدن کانال‌ها در سنگ است اشاره کرد. مورد دیگر، تخلخل شکافی است که حاصل از حرکات زمینی است که اتصالات[3]، بوجود آورنده آنها هستند. [۲].

۲-۳- چگونگی ارتباط میان اجزاء شکاف

درحقیقت طبیعت یک شکاف را می‌توان به صورت حالت شکاف، بازشدگی[4]، پرشدگی[5] و مشخصات جداره بیان کرد. شکافی که ناشی از جابجائی باشد را یک گسل گویند. در حالی که شکافی را که حاصل از جابجایی بوجود نیامده باشد را اتصال گویند[۲].

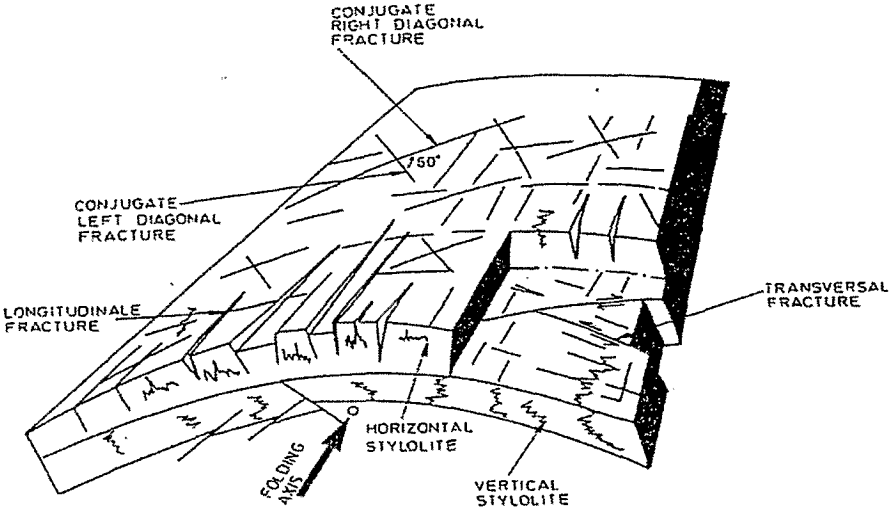
بازشدگی یک شکاف ممکن است بین ۱۰ تا۲۰۰ میکرون باشد اما در عمل اغلب تغییرات بین ۱۰ تا ۴۰ میکرون را تشکیل می‌دهند. درحقیقت یک شکاف با پارامترهایی منحصر مشخص می‌گردد. شکل شکاف، بازشدگی شکاف و اندازه شکاف از جمله این موارد هستند. (بازشدگی شکاف منسوب به فاصله میان جداره‌های شکاف است)، شاید شیب شکاف را هم نیز، بتوان از جمله پارامترهای مشخصه شکاف‌ها بیان کرد. در حقیقت شیب شکاف، زاویه بین سطح شکاف و سطح افقی می‌باشد[۲].

---

[1] Porosity
[2] Vuggy
[3] Joints
[4] Opening
[5] Filling

همچنین در جهت محور چین خوردگی زمین شناسی، سه نوع شکاف وجود دارد. شکل(۲-۲):

۱) Longitudinal Fractures
۲) Transversal Fractures
۳) Diagonal Fractures



شکل ۲-۲- انواع مختلف شکاف‌های تولید شده توسط گسل [۲]

البته شکاف‌ها به گونه‌ایی هستند که یا از میان چندین لایه سنگ عبور می‌کنند و یا به یک لایه از سنگ محدود می‌گردند. در مخازن با تخلخل پائین ماتریکس، تخلخل شکاف، نقش بسیار مهمی در اجراء بازیافت از مخزن بازی می‌کند، هر چه تخلخل شکاف بالاتر باشد، تغییرات سطح تماس نفت و گاز میان ماتریکس و شکاف کمتر می‌گردد، در نتیجه، مقدار جابجائی کم گاز و آب را در بلوک‌های ماتریکس شاهد هستیم [۱،۲].

۲-۴- عبور پذیری در مخازن شکاف‌دار

انتقال‌پذیری سیال در شکاف‌ها تابعی از روزنه شکاف و عبورپذیری‌های نسبی است که در فازها جریان دارند. زیرا از نسبت بین نرخ جریان و سوراخ مکعبی در یک شبکه شکاف، بزرگترین سوراخ بر جریان مسلط می‌گردد، همچنین اساس بررسی جریان تک فازی شکاف‌ها بستگی به مشخصات زبری و غیرزبربودن سطح شکاف‌ها دارد [۲].