

بررسی عوامل موثر بر فاصله‌بندی شکستگی‌های کششی سازند مخزنی مزدوران، خاور کپه داغ

مصطفی قنادیان*^۱، بهنام رحیمی^۲، سید کیوان حسینی^۳، علی شبان^۴

^۱مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم، گروه زمین شناسی، Mostafaghadian@gmail.com

^۲مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم، گروه زمین شناسی،

b-rahimi@ferdowsi.um.ac.ir

^۳مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی مشهد، مرکز تحقیقات زمین‌لرزه شناسی،

k-hosseini@um.ac.ir

^۴تهران، ابتدای خیابان سنول، ، مدیریت اکتشاف، شرکت ملی نفت ایران

Alishaban2001@yahoo.com

چکیده

فاصله‌بندیشکستگی‌های کششی، تأثیر زیادی بر روی مقدار تراوایی این نوع از شکستگی‌ها در سنگ مخزن دارد، از این رو تعیین عوامل موثر بر مقدار فاصله‌بندیشکستگی‌های کششی موجود در سنگ مخزن کمک شایانی در تعیین محل‌های مناسب جهت حفاری چاه‌های اکتشافی می‌نماید، بر اساس بررسی‌های انجام گرفته، عواملی همچون گسلش نرمال، ضخامت لایه بندی و دگرریختی و خمش سنگ مخزن از جمله مهم‌ترین عوامل موثر بر فاصله‌بندیشکستگی‌های کششی موجود در سازند مخزنی مزدوران هستند.

کلید واژه: سنگ مخزن، فاصله‌بندی، گسلش نرمال، دگرریختی و خمش.

۱. مقدمه

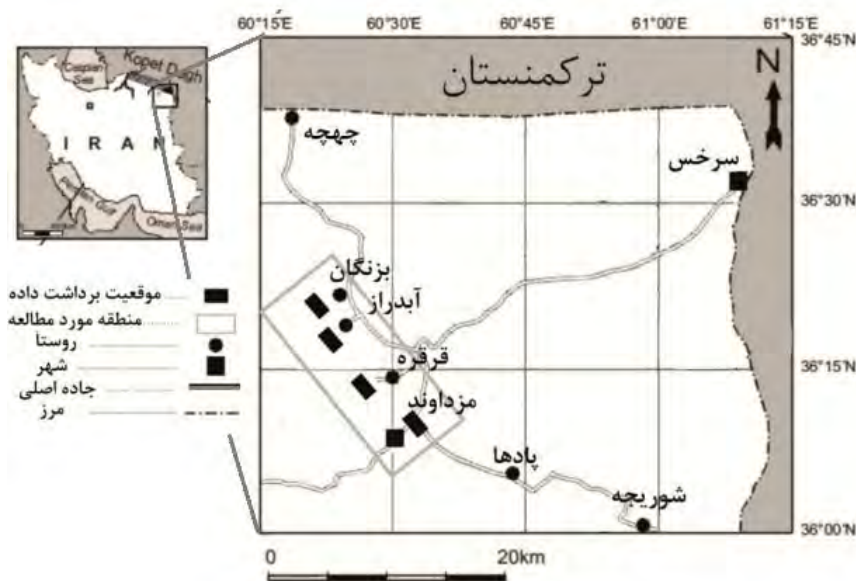
دانش هندسه شکستگی و شبکه‌های ارتباطی درزه (vein networks) در تحقیقات زیر سطحی (پژوهش در مخازن نفتی و یا معدن کاری) بسیار ضروری است [۲۵]. ناپیوستگی‌هایی مانند شکستگی‌ها، درزه‌ها و درزه‌ها مکان‌های مناسبی برای ذخیره سیالات انتقالی هستند و بر روی خواص هیدرولیکی سنگ بسیار موثر می‌باشند [۵۳].

عبارت فاصله‌بندی برای فاصله بین دو درزه موازی و کنار هم استفاده می‌شود، که عمود بر دیواره آنها اندازه گرفته می‌شود [۲۵]. فاصله‌بندی شکستگی از پارامترهای کمی حائز اهمیت سیستم شکستگی است که برای پیش بینی تخلخل و تراوایی شکستگی در سنگ مخزن ضروری می‌باشد همچنین تغییر فاصله‌بندی شکستگی می‌تواند تأثیر چشمگیری بر تخلخل و تراوایی شکستگی بگذارد [۱۹]. در این مطالعه سعی بر آن است که به بررسی عوامل موثر بر فاصله‌بندی شکستگی‌های کششی در سازند مخزنی مزدوران بپردازیم.

۲. زمین شناسی

حوضه کپه داغ از خاور دریای خزر تا شمال خاوری ایران، ترکمنستان و شمال افغانستان توسعه یافته‌است [۴۱]. رشته کوه کپه داغ جداکننده‌ی سپر توران از ایران مرکزی است [۱۲] که در ادامه‌ی بسته شدن پالئوتتیس در تریاس میانی [۲] و بازشدن نفوتتیس در اوایل تا اواسط ژوراسیک به وجود آمده است [۴].

حوضه کپه داغ با طول ۶۰۰ کیلومتر و پهنای ۲۰۰ کیلومتر در نتیجه حرکت همگراییبینصفحه‌توران از شمالو بلوکلوتايرانمرکزبازسمتجنوب دچار تغییر شکل شده است. [۲۳و۲۲]. حوضه کپه داغ شامل ۱۰ تا ۱۷ کیلومتر رسوبات متعلق به مزوزویک و ترشیری می‌باشد که در طی حرکات کوهزایی الیگو-میوسن چین خورده‌اند [۱۷و۲۴]. سازند مزدوران یک توالی کربناته ضخیم لایه (بیش از ۱۲۰۰ متر) می‌باشد که سنگ مخزن اصلی مواد هیدروکربنی در شمال خاوری ایران است و در طی ژوراسیک بالایی (کالوین-کیمریجین) نهشته شده است [۱۵]. سازند مزدوران توسط رسوبات سیلیس‌آوار سازند شور یجهیسنکر تاسهپایینیپوشیده شده‌است. چین خوردگی سنگ هایر سوبیمزوزویکتاتر شیر یبعداز دور همیوسناشار هبر بسته‌شدن حوضه کپه داغ در نتیجه حرکت تصفحه‌ریبیهسمتاواراسیابو ده‌است [۱۷و۱۶و۱]. در شرق کپه داغ در طی فاز کوهزایی آلپاین، تاق‌دیس مزدوران تشکیل شده که سازند مزدوران یکی از واحدهای چینه‌شناسی این تاق‌دیس می‌باشد. منطقه مورد مطالعه بر روی سازند مزدوران واقع در یال شمال خاوری این تاق‌دیس در فاصله ۷۵ کیلومتری جنوب باختری شهرستان سرخس می‌باشد (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در شرق کپه داغ، واقع در ۷۵ کیلومتری شهرستان سرخس

۳. شاخص‌های بررسی توزیع فاصله‌بندیدرزه‌ها

۳.۱. نسبت ابعاد

این پارامتر ضخامت لایه بندی را نسبت به میانگین فاصله‌بندیدرزه‌ها نشان می‌دهد که با Fracture Spacing (FSR) (Ratio) نشان داده می‌شود [۱۰]. FSR برای مقایسه الگوهای فاصله‌بندی در رخنمون‌های مختلف مفید است [۱۳].

۳.۲. ضریب پراکندگی

روش‌های زیادی برای تحلیل توزیع درزه‌ها وجود دارند. انحراف معیار توزیع درزه‌ها می‌تواند (σ) نشانگر خوبی بر کیفیت اندازه‌گیری‌ها باشد. کم‌ترین انحراف از معیار نشانگر این است که بیشتر داده‌ها نزدیک به میانگین می‌باشد. بهترین و مناسب‌ترین روش مقایسه اندازه‌گیری، استفاده از ضریب پراکندگی است (C_v) که از نسبت بین انحراف از معیار (σ) به میانگین فاصله‌بندی (S) بدست می‌آید. از ضریب پراکندگی برای بررسی توزیع فضایی شکستگی‌های کشتی و درزه‌ها استفاده می‌شود [۳ و ۸ و ۹]. Gillespie et al. [۱۶] مقادیر مختلف ضریب پراکندگی را برای شکستگی‌های کشتی محاسبه کرده بطوری که در $C_v > 1$ ، درزه‌ها آرایش خوشه‌ای (Clustered)، برای $C_v = 1$ ، درزه‌ها دارای توزیع هستند، برای $C_v < 1$ فاصله‌بندی غیر خوشه‌ای (Anticlustered) یا متناوب و برای $C_v = 0$ فاصله‌بندیدرزه‌ها مساوی می‌باشد. لازم به ذکر است که اشباع شدگی شکستگی در $C_v < 1$ توصیف می‌شود.

۴. مشاهدات و بحث

۴-۱ عوامل موثر بر فاصله‌بندیدرزه‌ها در سازند مزدوران

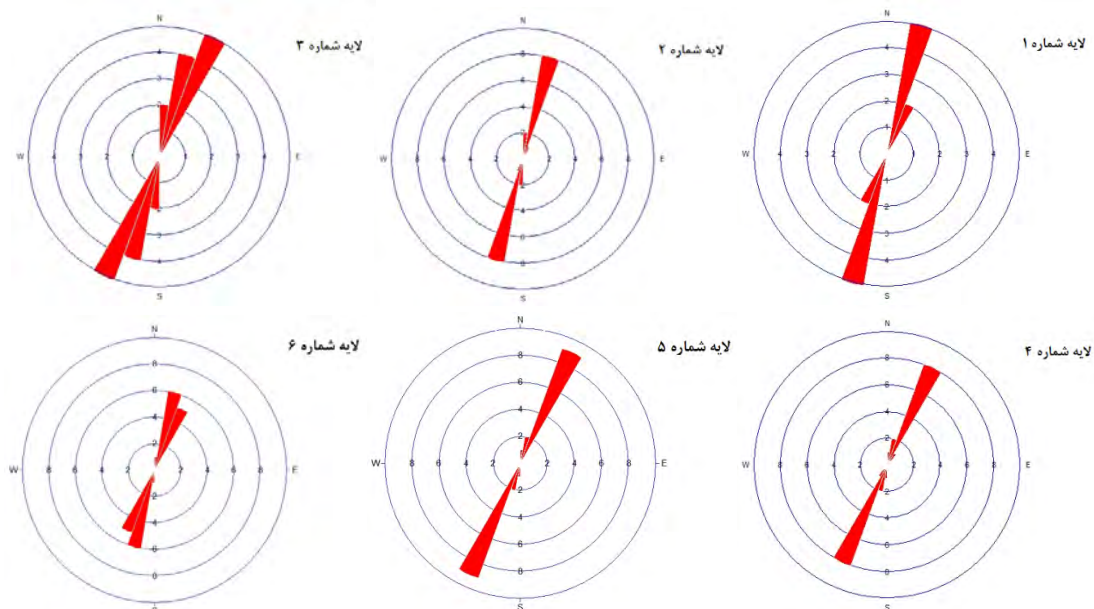
ضخامت لایه‌بندی، گسلش نرمال و خمیدگی و دگرریختی سنگ مخزن از عوامل موثر بر الگوی فاصله‌بندیشکستگی‌ها در سازند مخزنی مزدوران می‌باشند که در زیر مورد بحث و تجزیه و تحلیل قرار گرفته اند:

۴-۱-۱- ضخامت لایه بندی

یکی از مهم ترین عوامل موثر بر فاصله بندیشکستگی ها، ضخامت لایه بندی می باشد [۱۸و۱۹] برای بررسی نقش تغییرات ضخامت لایه بندی در فاصله بندیشکستگی ها در سازند مزدوران، به مطالعه دقیق ۶ لایه با ضخامت های مختلف در مقطعی واقع در ایستگاه بزنگان پرداختیم (شکل ۲). بر اساس مطالعات میدانی انجام گرفته در این ایستگاه، یک سیستم شکستگی کششی (درزه) با مشخصات N007-032/47-78SE برداشت گردید (شکل ۳)،

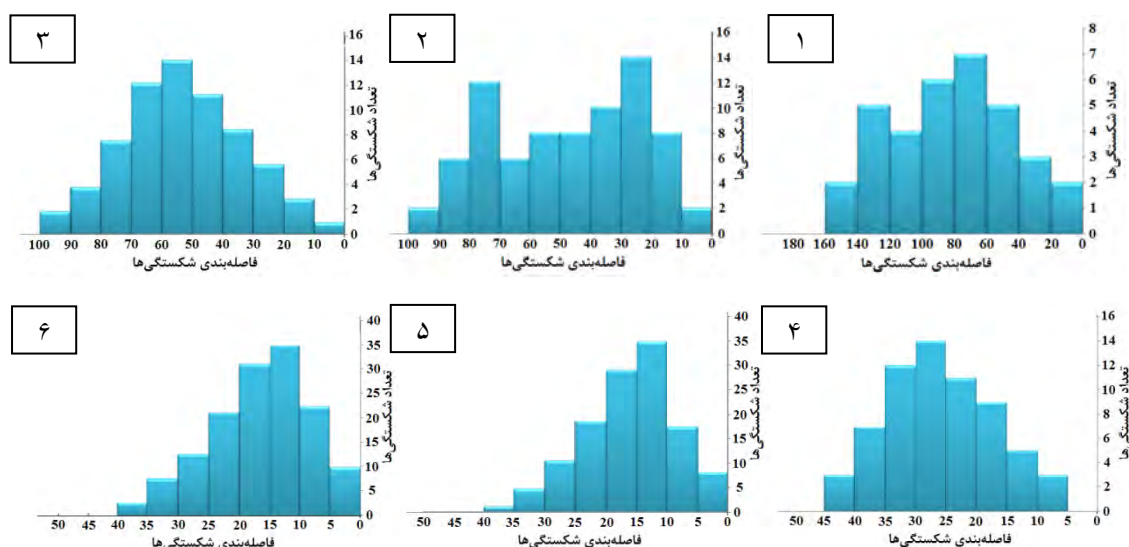


شکل ۲. نمایی از رخنمون سازند مخزنی مزدوران واقع در ایستگاه بزنگان به همراه طرح کلی از ستون چینه شناسی آن، فاصله بندیدرزه ها در ۶ لایه از سازند مزدوران در این رخنمون مورد بررسی قرار گرفتند، لایه ۱ با بیشترین ضخامت و لایه ۳ با کمترین ضخامت در این مقطع مشخص می باشد.



شکل ۳. دیاگرام های گل سرخی درزه های مربوط به ۶ لایه از سازند مزدوران در ایستگاه بزنگان، راستای N007-032 به طور غالب در تمام لایه ها قابل مشاهده می باشد.

با تغییر ضخامت لایه بندی، توزیع شکستگی‌ها در لایه نیز تغییر می‌یابد. در شکل ۴ نمودارهای میله‌ای فراوانی شکستگی‌ها بر فاصله‌بندی شکستگی‌ها در ۶ لایه واقع در مقطع مورد مطالعه نمایش داده شده است. بر اساس شکل ۵، که نسبت مقدار میانگین ضخامت لایه بندی را به مقدار فاصله‌بندی نشان می‌دهد، با افزایش ضخامت لایه بندی سازند مزدوران، فاصله‌بندی نیز افزایش می‌یابد، پس با کاهش ضخامت در لایه بندی، چگالیدرها در لایه افزایش می‌یابد.



شکل ۴. توزیع فاصله‌بندی در لایه‌های ۱ تا ۶ سازند مزدوران در رخنمون بزنگان، همانطور که در نمودارهای میله‌ای قابل مشاهده می‌باشد، با کاهش ضخامت لایه بندی، فاصله‌بندی کاهش می‌یابد، مقدار فاصله‌بندی بر اساس سانتیمتر می‌باشد.

همانطور که در جدول ۱ قابل مشاهده می‌باشد، با کاهش ضخامت لایه بندی، مقدار انحراف از معیار فاصله‌بندی در لایه‌ها کاهش می‌یابد در نتیجه با کاهش ضخامت لایه بندی، مقدار فاصله‌بندی در لایه به میانگین فاصله‌بندی نزدیک می‌شود و این موضوع بیانگر این مطلب است که با کاهش ضخامت لایه بندی، توزیع در لایه‌ها یکنواخت‌تر شده و مقدار فاصله‌بندی برابر می‌شود.

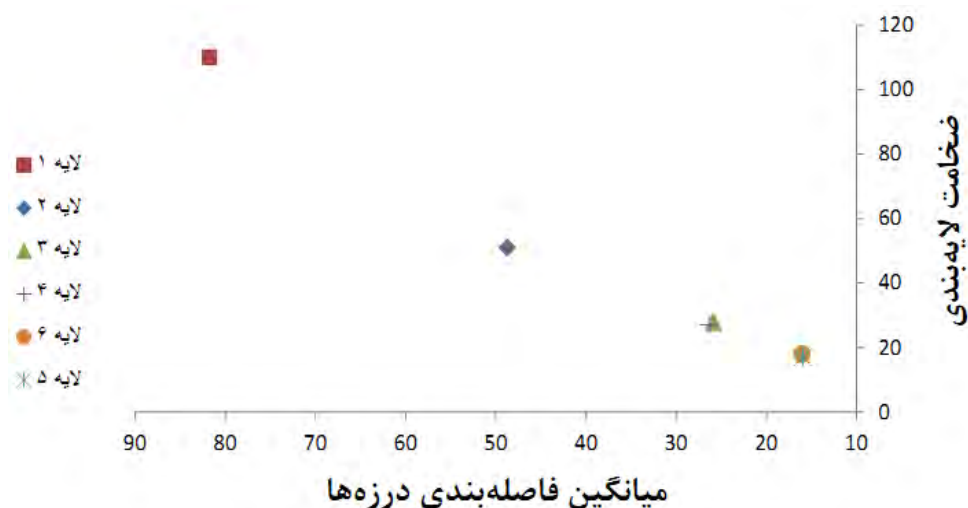
جدول ۱

انحراف از معیار و مقدار میانگین فاصله‌بندی در لایه مورد مطالعه در رخنمون بزنگان

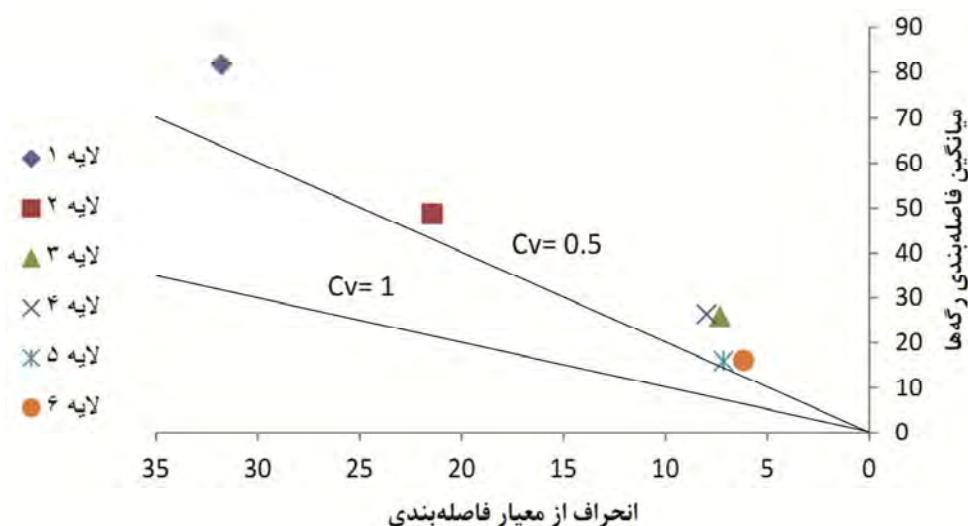
ضریب پراکندگی C_v	نسبت ابعاد FSR	انحراف از معیار فاصله‌بندی	میانگین فاصله‌بندی درزه‌ها (سانتیمتر)	میانگین ضخامت لایه بندی (سانتیمتر)	لایه
۰,۴۱	۱,۳۵	۳۳,۹۱	۸۱,۱۷	۱۱۰	لایه ۱
۰,۴۳	۱,۰۲	۲۱,۴۳	۴۸,۷۵	۵۰	لایه ۲
۰,۲۸	۱,۱۲	۷,۳۱	۲۵,۸۵	۲۸	لایه ۳
۰,۳۰	۱,۰۲	۷,۹۷	۲۶,۴۰	۲۷	لایه ۴
۰,۳۸	۱,۱۲	۶,۱۶	۱۶,۰۵	۱۸	لایه ۵
۰,۴۴	۱,۰۶	۷,۱۳	۱۵,۹۳	۱۷	لایه ۶

تغییرات ضریب پراکندگی، C_v ، از نسبت انحراف از معیار فاصله‌بندی به مقدار میانگین فاصله‌بندی به دست می‌آید. مقدار کم پارامتر C_v بیانگر توزیع غیر خوشه‌ای شکستگی‌هاست همچنین پارامتر نسبت ابعاد، FSR ، که نزدیک 1.0 است نشانگر توزیع یکنواخت فاصله‌بندی در ضخامت لایه‌های ۲، ۴ و ۶ می‌باشد.

توزیع فاصله‌بندی درزه‌های سازند مخزنی مزدوران در ایستگاه بزرگان، منظم و در حالت اشباع می‌باشد، خصوصاً در لایه ۳ که دارای ضریب پراکندگی (C_v)، ۰.۲۸، می‌باشد، (شکل ۶). اشباع بودن سیستم درزه‌ها در سازند مزدوران به دلیل اعمال تنش‌های فشارشی ناشی از فاز کوهزایی آلاین می‌باشد که مسبب چین خوردگی سازند مزدوران شده است.



شکل شماره ۵. نمودار میانگین فاصله‌بندی درزه‌ها در برابر میانگین ضخامت لایه‌ها، بر اساس این نمودار در رخنمون بزرگان با افزایش ضخامت لایه بندی، فاصله‌بندی شکستگی‌ها افزایش می‌یابد.



شکل ۶. میانگین فاصله‌بندی درزه‌ها در مقابل انحراف از معیار فاصله‌بندی در رخنمون بزرگان. C_v در تمامی لایه‌ها کمتر از 1.0 می‌باشد.

۴-۱-۲- گسلش نرمال

عامل دوم موثر بر فاصله‌بندی‌درزه‌ها، گسلش نرمال در سازند مزدوران می‌باشد. بر اساس توصیف آماری، فاصله‌بندی‌درزه‌ها در نزدیکی گسل‌ها و بلوک‌های گسلی نرمال کاهش می‌یابند [۲۱]. گسل‌ها یکی از مهم‌ترین عوامل موثر بر گسترش و توزیع شکستگی‌ها در منطقه می‌باشند، بر اساس بررسی‌های به عمل آمده، در مجاورت گسل‌ها، فاصله‌بندی کاهش می‌یابد (شکل ۷- الف) و با افزایش فاصله از گسل‌ها، فاصله‌بندی افزایش می‌یابد (شکل ۷- ب).



شکل ۷. تأثیر گسلش نرمال بر روی مقدار فاصله‌بندی در سازند مزدوران، الف) افزایش فاصله‌بندی‌درزه‌ها در مجاورت گسل (تا فاصله ۶ متر از سطح گسل)، ب) کاهش مقدار فاصله‌بندی‌درزه‌ها با افزایش فاصله از سطح گسل (تا فاصله ۱۲ متری از سطح گسل).

با افزایش فاصله از سطح گسل، میانگین فاصله‌بندی افزایش می‌یابد (جدول ۲). همچنین در مجاورت گسلش، انحراف از معیار فاصله‌بندی کاهش و با افزایش فاصله از گسل، انحراف از معیار افزایش می‌یابد که این موضوع بیانگر این است که در مجاورت گسل، مقدار فاصله‌بندی‌درزه‌ها نزدیک به میانگین فاصله‌بندی‌درزه‌ها بوده که نشان‌دهنده توزیع یکنواخت و برابر فاصله‌بندی در مجاورت گسل نسبت به مناطق دیگر است.

جدول شماره ۲

انحراف از معیار و مقدار میانگین فاصله‌بندی‌درزه‌ها در فواصل مختلف از سطح گسلش نرمال در سازند مزدوران

فاصله از سطح گسل	میانگین ضخامت لایه بندی (سانتیمتر)	میانگین فاصله‌بندی (سانتیمتر)	انحراف از معیار فاصله‌بندی	نسبت ابعاد FSR	ضریب پراکندگی C_V
۶ متر	۱۱۰	۶,۲۲	۴,۰۲	۱۷,۶۸	۰,۶۴
۱۲ متر	۱۱۰	۲۸,۲۸	۹,۳۱	۳,۸۸	۰,۳۲
۱۸ متر	۱۱۰	۴۴,۴۷	۱۰,۰۹	۲,۴۷	۰,۲۴
عدم مجاورت با گسل	۱۱۰	۸۱,۱۷	۳۳,۹۱	۱,۳۵	۰,۴۱

تغییرات زیاد پارامتر نسبت ابعاد، FSR، در بین منطقه نزدیک به گسلش تا منطقه فاقد گسلش نشانگر تغییرات شدید در توزیع شکستگی و فاصله‌بندی شکستگی‌هاست.

پارامتر نسبت ابعاد که بیانگر ضخامت لایه بندی نسبت به میانگین فاصله بندیدرزه‌ها است، با نزدیک شدن به صفحه گسل افزایش می‌یابد که نشان‌دهنده‌ی افزایش تراکم شکستگی‌ها در مجاورت گسل‌ها و در نتیجه با نزدیک شدن به گسل، مقدار فاصله‌بندی کاهش می‌یابد.

۴-۱-۳- خمیدگی و دگرریختی سنگ مخزن

عامل سوم موثر بر فاصله‌بندیدرزه‌ها در سازند مخزنی مزدوران، خمیدگی (Curvature) لایه‌ها در سازند مزدوران می‌باشد. تراکم زیاد شکستگی‌های کششی در یک منطقه می‌تواند در ارتباط با دگرریختی سنگ حاوی شکستگی باشد [۲۰]. با بررسی مقدار فاصله‌بندی در چهار ایستگاه مزدوران، قرقره، آبدراز و بزنگان، متوجه کاهش مقدار فاصله‌بندی در محدوده ایستگاه قرقره نسبت به سایر ایستگاه‌های برداشت شدیم (شکل ۸)، میانگین فاصله‌بندی در ایستگاه قرقره ۳۲٫۱۲ سانتیمتر می‌باشد که از سایر ایستگاه‌های برداشت کمتر می‌باشد (جدول ۳)، بر اساس بررسی‌های میدانی هیچ عامل ساختاری مشخصی در محدوده این ایستگاه وجود ندارد که مسبب کاهش مقدار فاصله‌بندی در ایستگاه قرقره نسبت به سایر ایستگاه‌ها باشد. ولی از سوی دیگر، بررسی تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی منطقه نشان دهنده خمیدگی سازند مزدوران در محدوده روستای قرقره می‌باشد.



شکل ۸. افزایش مقدار میانگین فاصله‌بندی در محدوده ایستگاه قرقره.

پارامتر نسبت ابعاد در ۴ ایستگاه مشاهداتی در سازند مزدوران بررسی شد که در ایستگاه قرقره نسبت به دیگر ایستگاه‌ها از مقدار بیشتری برخوردار می‌باشد (جدول ۳)، که بیانگر افزایش تعداد شکستگی کششی در سازند مزدوران در این منطقه می‌باشد.

جدول ۳

انحراف از معیار و مقدار میانگین فاصله‌بندیدرزه‌ها در ایستگاه‌های مختلف برداشت در سازند مزدوران

نام ایستگاه برداشت	میانگین ضخامت لایه بندی (سانتیمتر)	میانگین فاصله‌بندی (سانتیمتر)	انحراف از معیار فاصله‌بندی	نسبت ابعاد FSR	ضریب پراکندگی C_v
مزدوران	۶۰	۵۸٫۲۳	۲۵٫۱۳	۱٫۰۳	۰٫۴۳

قرقره	۶۰	۳۲،۱۲	۱۴،۶۷	۱،۸۶	۰،۴۵
آبدراز	۶۰	۴۹،۴۵	۲۷،۲۲	۱،۲۱	۰،۵۵
بزنگان	۶۰	۴۶،۶۷	۲۰،۰۱	۱،۲۸	۰،۴۲

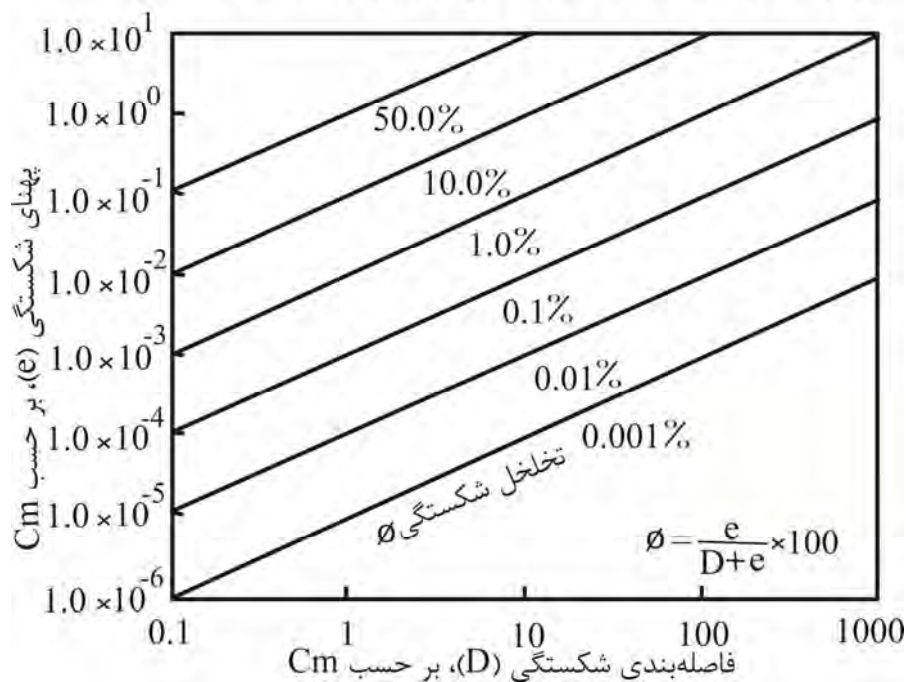
کمترین مقدار میانگین فاصله‌بندی در سازند مزدوران در ایستگاه قرقره مشاهده می‌شود که بیانگر افزایش شدت شکستگی در این منطقه است.

در شکل ۹، تأثیر توأمان پهنای شکستگی و فاصله‌بندی شکستگی بر این پارامترهای مخزنی نشان داده شده است. هنگام بررسی رخنمون یا مغزه می‌توان به کمک این نمودار یک ادراک کیفی خوبی در باب تأثیر فاصله‌بندی شکستگی در یک پهنای شکستگی مفروض - و یا به عکس - به دست آورد [۱۹].

$$\phi(1) = \frac{e}{D+e} \times 100$$

بر اساس رابطه ۱، تخلخل (ϕ) در سنگ مخزن با مقدار فاصله‌بندی (D) رابطه عکس دارد، یعنی با افزایش فاصله‌بندی، تخلخل کاهش می‌یابد و با کاهش فاصله‌بندی، تخلخل در سنگ مخزن افزایش می‌یابد.

نمودار تخلخل شکستگی به صورت تابعی از پهنای و فاصله‌بندی شکستگی



شکل ۹. تخلخل شکستگی به صورت تابعی از پهنای شکستگی و فاصله‌بندی شکستگی [۱۹].

۵. نتیجه گیری

مقدار فاصله‌بندی شکستگی‌های کششی، تأثیر زیادی بر روی مقدار تراوایی این شکستگی‌ها در سنگ مخزن دارد. با توجه به بررسی‌های انجام گرفته بر روی عوامل موثر بر مقدار فاصله‌بندی رزه‌ها در سازند مخزنی مزدوران در منطقه مورد مطالعه، سه عامل تأثیر گذار بر فاصله‌بندی رزه‌ها تعیین گردید، ۱- ضخامت لایه بندی، با افزایش ضخامت لایه بندی، مقدار فاصله‌بندی افزایش می‌یابد ۲- گسلش نرمال، با نزدیک شدن به گسل‌ها، فاصله‌بندی نیز افزایش می‌یابد.

۳- دگرخیختی و انحنا در سنگ مخزن، با افزایش انحنای لایه بندی در سازند مزدوران مقدار فاصله‌بندی افزایش می‌یابد.

با توجه به عوامل فوق، به منظور دست یابی به محلهایی با بیشترین مقدار تراوایی در سنگ مخزن مزدوران می‌توان بهترین موقعیت‌های احداث چاه‌های اکتشافی و استخراجی نفت و گاز را در مجاورت گسلش نرمال، لایه بندی نازک و مناطقی که دگرخیختی بالا را تحمل نموده‌اند، شناسایی نمود.

Reference

1. Afshar-harb.A., 1979, The stratigraphy, tectonics and petroleum geology of the KopetDagh region, northern Iran. Unpublished Ph.D thesis, Imperial College of Science and Technology, London, pp: 316.
2. Alavi, M., Vaziri, H., Seyed-emami, K. and Lasemi, Y., 1997. The Triassic and associated rocks of the Aghdarband areas in central and northeastern Iran as remnant of the southern Turanian active continental margin. GSA Bull.,vol: 109,pp: 1563-1575.
3. Andre -Mayer, A.-S., Sausse, J., 2007. Thickness and spatial distribution of veins in a porphyry copper deposit, RosiaPoieni, Romania. Journal of Structural Geology 29, 1695-1708.
4. Buryakovsky.L.A.,Chilinger.G.V., and Aminzadeh.F., 2001, Petroleum geology of the South Caspian Basin. Gulf Professional Publishing USA, pp: 442.
5. Clark, M.B., Brantley, S.L., Fisher, D.M., 1995. Power-law vein-thickness distribution and positive feedback in vein growth. Geology 23 (11), 975-978.
6. Engelder, T., Gross, M.R., Pinkerton, P., 1997. An analysis of joint development in thick sandstone beds of the Elk basin anticline, Montana-Wyoming. In: Hoak, T.,
7. Foxford, K.A., Nicholson, R., Polya, D.A., Hebblethwaite, R.P.B., 2000. Extensional failure and hydraulic valving at Minas da Panasqueira, Portugal: evidence from vein spatial distributions, displacements and geometries. Journal of Structural Geology 22, 1065-1086.
8. Gillespie, P.A., Johnston, J.D., Loriga, M.A., McCaffrey, K.J.W., Walsh, J.J., Watterson, J., 1999. Influence of layering on vein systematics in line samples. In: McCaffrey, K.J.W., Lonergan, L., Wilkinson, J.J. (Eds.), Fractures, Fluid Flow and Mineralisation. Geological Society of London, Special Publications vol. 155, pp.35-56.
9. Gillespie, P.A., Walsh, J.J., Watterson, J., Bonson, C.G., Manzocchi, T., 2001. Scaling relationships of joint and vein arrays from The Burren, Co. Clare, Ireland. Journal of Structural Geology 23, 183-201.
10. Gross, M.R., 1993. The origin and spacing of cross joints: examples from the Monterey Formation, Santa Barbara Coastline, California. Journal of Structural Geology 15 (6), 737-751.
11. Huang, Q., Angelier, J., 1989. Fracture spacing and its relation to bed thickness. Geological Magazine 126 (4), 335-362.
12. Jackson.J.,Priestley.K., Allen.M. andBerberian.M., 2002, Active tectonics of the South Caspian Basin. Journal of Geophysical Journal International, Vol: 148, No:1, pp: 214-245.
13. Kenis, I., Sintubin, M., Muchez, Ph., Burke, E.A.J., Sintubin, M., 2002. The ‘‘boudinage’’ question in the High-Ardenne Slate Belt (Belgium): a combined structural and fluid-inclusion approach. Tectonophysics 348, 93-110.
14. Klawitter, A., Blomquist, P. (Eds.), Fractured Reservoirs: Characterization and Modeling. Rocky Mountain Association of Geologists 1997 Guidebook, pp. 1-18. Denver, Colorado.
15. Lasemi.Y., 1995, Platform Carbonates of the Upper Jurassic Mozduran Formation in the Kopet-Dagh Basin, NE Iran- faciespaleoenvironments and sequences. Journal of Sedimentary Geology, Vol: 99, No:1, P: 151-164.
16. Lyberis, N., and Manby, G., 1999. Oblique to orthogonal convergence across the Turan block in the Post-Miocene. AAPG Bull.,vol: 83, pp: 1135-1160.
17. Lyberis, N., Manby, G., Poli, J.T., Kalugin, V., Yousouphocaev, H., Ashirov, T., 1998. Post- Triassic evolution of the southern margin of the Turan plate. C. R. Acad. Sci.vol: 326, pp: 137-143.
18. Narr, W., Suppe, J., 1991. Joint spacing in sedimentary rocks. Journal of Structural Geology 13 (9), 1037-1048.

19. Nelson R.A., 2001, Geological analysis of naturally fractured reservoirs; 2nd edition. Gulf Professional Publishing, pp: 332.
20. Odonne, F., Le´zin, C., Massonnat, G., Escadeillas, G., 2007. The relationship between joint aperture, spacing distribution, vertical dimension and carbonate stratification: An example from the Kimmeridgianlimestones of Pointe-du-Chay (France). *Journal of Structural Geology* vol: 29 pp: 746e758.
21. Putz-Perrier, M.W., Sanderson, D.J., 2008. Spatial distribution of brittle strain in layered sequences. *Journal of Structural Geology* 30, 50–64.
22. Shabanian, E., Bellier, O., Siame, L., Arnaud, N., Abbassi, M.R., Cochemé, J. J., 2009b. New tectonic configuration in NE Iran: active strike–slip faulting between the KopehDagh and Binalud mountains. *Tectonics*, Vol: 28, P: 1029-1058.
23. Shabanian, E., Siame, L., Bellier, O., Benedetti, L., Abbassi, M.R., 2009a. Quaternary slip rates along the northeastern boundary of the Arabia–Eurasia collision zone (KopehDagh Mountains, Northeast Iran). *Geophys. J. Int*, Vol: 178, P: 1055–1077.
24. Stocklin, J., 1968. Structural history and tectonics of Iran: a review, *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 52(7), pp: 1229–1258.
25. Van Noten, KoenSintubin, Manuel., 2010, Linear to non-linear relationship between vein spacing and layer thickness in centimetre- to decimetre-scale siliciclastic multilayers from the High-Ardenne slate belt (Belgium, Germany). *Journal of Structural Geology*, vol: 32, pp: 377–391

Investigation of influence parameters on tensile fractures spacing inMozduranreservoir formation, East of the Kopeh- Dagh

Ghanadian, M^{*1}., Rahimi, B¹., Hossini, S, K²., Shaban, A³

^{*1}Faculty of Sciences, Geology Department, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

²Earthquake Research Center, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

³National Iranian Oil Company (NIOC), Exploration Directorate, Tehran, Iran

Abstract

The spacing of tensile fractures is a great influence on the value of this type of fracture permeability in the reservoir rock, as the result determine the factors affecting on the amount of tensile fractures spacing in the reservoir rock, are great assistance in determining appropriate locations for drilling exploratory wells. According our analysis, Factors such as normal faulting, layers thickness and deformed and curvatures of reservoir rock, are among the most important factors affecting on the spacing of tensile fractures in the Mozduran reservoir information.

Keywords:Reservoir rock, Spacing, Normal faulting, Deformed and curvatures.