

استفاده از نمودار تصویرگر FMS در مطالعه شکستگی های مخزن آسماری چاه بی بی حکیمه ۹۰

فرزانه آقاجری^۱، دکتر بهرام موحد^۲

چکیده

حضور شکستگی های طبیعی در مخازن و منابع هیدروکربوردار و نقش آنها در تولید از اهمیت خاصی برخوردار است. با توجه به اینکه این پدیده در مخازن آسماری و فهلیان میدان بی بی حکیمه از میداین جنوب غربی ایران واقع در منطقه جنوبی فروفاتدگی دزفول نیز، از عوامل اصلی تامین کننده حجم کافی برای ذخیره و تولید هیدروکربن می باشد، بدین منظور مطالعه شکستگی های مخزن آسماری چاه ۹۰ این میدان، مورد نظر قرار گرفت. در این مطالعه از داده های ابزار تصویرگر FMS (Formation Micro Scanner) که امکان مشاهده واقعی تصاویر اطراف دیواره چاه را برای کاربر میسر می سازد، استفاده گردید. در ابتدا اطلاعات خام نمودار FMS توسط نرم افزار ژئوفرم پردازش و سپس تفسیر گردیده و در نهایت نتایج آن با مشاهدات مقاطع نازک، داده های هرزروی گل و سایر نمودارهای چاه پیمایی مطابقت داده می شود.

کلیدواژه ها: شکستگی، مخزن آسماری، میدان بی بی حکیمه، نمودار تصویرگر FMS

FMS image log application in Asmari reservoir fractures of Bibi Hakimeh # 90

Farzaneh Aghajari and Dr. Bahram Movahed

Abstract

Natural fractures are main factor to provide enough volume for saving and hydrocarbon production in Asmari and Fahliyan reservoirs of the Bibi Hakimeh field. This field is located in Dezful embayment (Zagros basin). Therefore the fractures of Asmari reservoir in well BH-90 were studied. In this study, FMS tool data was used. Formation Micro Scanner images of borehole are very near to reality. The raw data's of FMS images were processed and later interpreted by the help of GeoFrame software. Their results conclusion was correlated with thin sections observations, mud loss data, and other well logs.

Keywords: Fracture, Asmari reservoir, Bibi Hakimeh field, FMS image log.

^۱ - فارغ التحصیل کارشناسی ارشد زمین شناسی نفت، واحد تهران شمال، farzaneh_aghajari@yahoo.com

^۲ - شرکت نفت و گاز پارس، سرپرست پروژه ها، استاد مدعو دانشگاه تهران، bm1330@yahoo.com

مقدمه:

قرار دارد. موقعیت تکتونیکی این میدان در زون چین خورده زاگرس، در لبه شرقی فروافتادگی دزفول قرار دارد. در شکل ۱ موقعیت این میدان نسبت به میادین نفتی مجاور مشخص شده است.

این میدان دارای ساختار تاقدیسی است و از آخرین تاقدیسهای کشیده در ناحیه کمربند چین خورده زاگرس محسوب می شود. شکل هندسی آن در واقع تاقدیس کشیده و نامتقارن با ابعاد 63×5 کیلومتر برای سطح آسماری است. چاه بی بی حکیمه ۹۰ در یال جنوب شرقی میدان قرار دارد (شکل ۲). وضعیت این چاه، تولیدی و از نوع انحرافی در جهت N26 E بوده و مخزن آن آسماری گزارش گردیده است. سازند آسماری این میدان در ۴ زون تعریف گردیده که در چاه بی بی حکیمه ۹۰ به دلیل نامشخص بودن حد فوقانی زون ۴، در ۳ زون I (فوقانی)، زون II (میانی) و زون III (تحتانی) تعریف شده است (اهری پور، مرید، ۱۳۷۵).

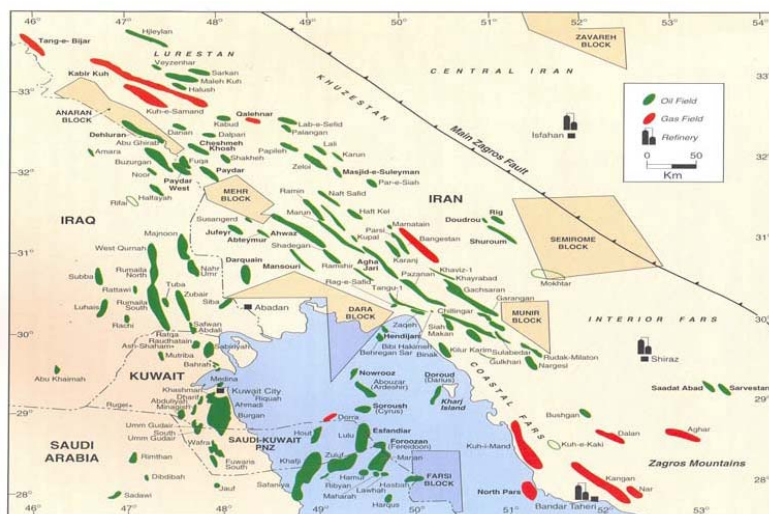
اندازه گیری با استفاده از ابزار FMS:

Formation Micro Scanner با داشتن ۴ بازوی عمود بر هم بر روی لوله ای به طول ۹/۴۵ متر و وزن ۲۴۳ کیلوگرم نصب گردیده، بطوریکه در هنگام عبور از چاه بازوها به دیواره چاه مماس می شوند.

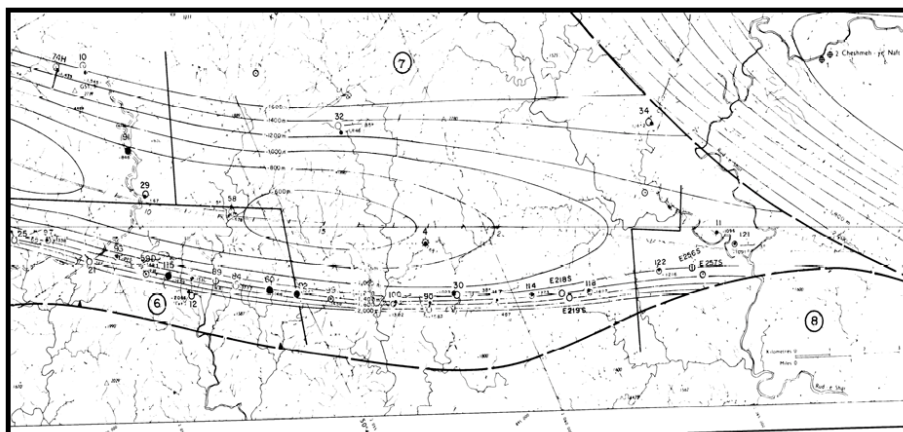
شکستگی از معمولی ترین انواع ساختارهای زمین شناسی است و امکان دارد در هر رخنمون سنگی دیده شود. شکستگی ها، ترکهایی می باشند که پیوستگی مواد در امتداد آنها کاهش می یابد و به عنوان صفحات یا سطوح ناپیوستگی در نظر گرفته می شوند (پورکرمانی، ۱۳۸۲).

در زمین شناسی نفت شکستگیها از نظر حرکت سیالات پر اهمیت می باشند و لذا توجه اصلی به این وجه از خواص شکستگیهاست. در رابطه با اهمیت خاص شکستگیها می توان به نقش آنها در تولید بالای نفت در مخازن جنوب باختری ایران اشاره نمود. استفاده از روشهای متعدد هندسی و همچنین داده های حفاری از جمله هرزروی گل و اطلاعات مغزه از دیرباز جهت برآورد و بررسی تراکم شکستگیها در بخشهای مختلف یک میدان نفتی ساختمانی (به صورت آنتی کلاین) شایع بوده است. اما امروزه روشهای تصویر برداری از دیواره چاه مطمئن تر و قابل قبول تر به نظر می رسد.

میدان نفتی بی بی حکیمه در استان کهگیلویه و بویر احمد و در ۲۳۰ کیلومتری جنوب شرق اهواز، در نزدیکی خلیج فارس و با مختصات جغرافیایی $22^{\circ} 50'$ تا $50^{\circ} 45'$ طول شرقی و $29^{\circ} 55'$ تا $30^{\circ} 40'$ عرض شمالی



شکل ۱- نمایش شماتیکی از موقعیت میدان بی بی حکیمه نسبت به میادین مجاور



شکل ۲- نقشه زیر زمینی منحنی های میزان ساختمانی افق بالایی سازند آسماری (اقتباس از شرکت ملی نفت مناطق نفت خیز جنوب، ۱۳۷۱). همچنین در این شکل موقعیت چاه ۹۰ مشخص شده است.

در این سیستم رنگهای روشن بیانگر بخشهای نارسانا و بخشهای تیره معرف ساختارهای رسانا می باشند (شکل ۳) (Schlumberger Well Services, 1999). نرم افزار Geoframe خود شامل برنامه های جانبی دیگری همچون Caliban, Litho Toolkit, Strucview می باشد که هر کدام قابلیت های خود را داراست (Movahed, 2007). پس از تعیین شیب لایه بندی می توان یک مقطع عرضی از ساختمان مخزن با استفاده از ماژول Strucview و داده های Sterionet تهیه نمود. همچنین در برنامه Litho Toolkit با بهره گیری از نمودارهای نوترون (NPHI)، جرم مخصوص (RHOB) و پرتوی گاما (Gamma Ray) قادر به شناسایی سنگ شناسی مخزن خواهیم بود. به این ترتیب می توان سنگ شناسی مخزن را نیز به مقطع عرضی حاصل از Strucview اضافه نمود. از آنجا که دیواره چاه همواره تحت تأثیر تنشهای افقی و آسیب دیدگیهای ناشی از حفاری است، دو دسته شکستگی مصنوعی به نامهای Borehole breakout (شکستگی های ناشی از تنشهای برشی) و Induced Fracture یا شکستگی های هیدرولیکی (ناشی از آسیب دیدگی های حین حفاری) دیده می شود که می توان با استفاده از نرم افزار Caliban به امتداد آنها پی برد.

بر روی هر بازو یک بالشتک (Pad) و بر روی هر بالشتک ۱۶ الکتروود در ۲ ردیف ۸ تایی و با رعایت فاصله ۰/۱۵ اینچی قرار دارد که مجموعاً با ایجاد ۶۴ الکتروود مسئولیت ارسال و دریافت جریان الکتریکی در سازند را عهده دار است. همچنین دارای بخش کارتریج شیب سنجی تمام منظوره (General Purpose Inclinometry Cartridge) بوده که اطلاعات مربوط به شتاب سنجی (Accelerometer) و مغناطیس سنجی (Magnetometer) را فراهم می کند. شتاب سنجی عمل سنجش سرعت جابجایی ابزار و محاسبه موقعیت دقیق آن و مغناطیس سنج، جهت دستگاه را میسر می سازد. ابزار پس از رانده شدن و در حین حرکت به سمت بالا، پاسخ جریانهای الکتریکی ارسال شده را به صورت تغییرات مقاومت میکرو نسبی ثبت می کند. جریان های الکتریکی پس از باز خوانی، تصاویر یا نگاره هایی با ویژگی زیر را نمایش می دهند:

- تفکیک عمودی بسیار زیاد (حدود ۰/۲ اینچ یا ۵ میلی متر)
- دامنه تغییرات مقاومتی بسیار وسیع (از کمتر از ۰/۱ تا بیش از ۱۰۰۰۰ اهم متر)
- حساسیت بالای دستگاه، بطوریکه تشخیص ساختارهای بسیار کوچک مقیاس را میسر می سازد.



شکل ۳- نمای کلی ابزار تصویرگر FMS و نمایش الکتروود های آن به همراه تصویر دیواره چاه

منابع معمول در تطابق با نتایج نمودار FMS همواره مورد استفاده کارشناسان صنعت نفت بوده است. از نمودارهای پتروفیزیکی همچون منحنی پرتو گاما (Gamma Ray)، نمودار جرم مخصوص (RHOB) و نمودار نوترون (NPHI) می توان در تعیین سنگ شناسی مخزن استفاده نمود.

بحث

میانگین شیب ساختمانی سازند آسماری بر اساس ۸۵ عدد قرائت حاصل از نمودار FMS برابر ۷۵ درجه به سمت N28W با امتداد های N62W- S62E می باشد. Strucview با استفاده از داده های Sterionet و ستون سنگ شناسی حاصل از Litho Toolkit، یک مقطع عرضی ساختمانی از شیب ساختمانی مخزن را ارائه می دهد (شکل ۴).

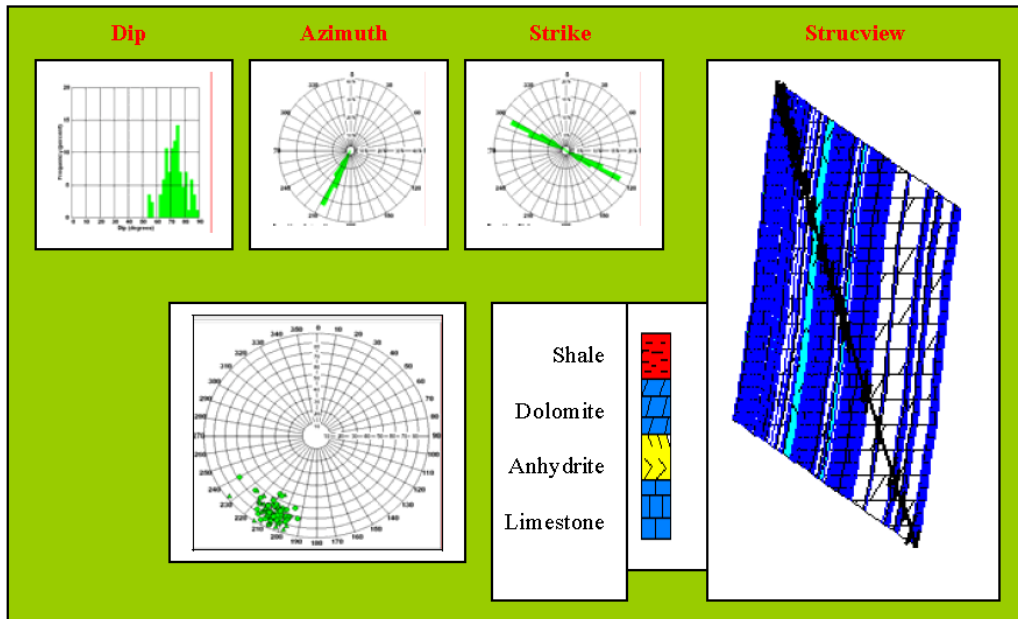
Caliban با استفاده از داده های نمودار شیب سنج (Caliper) محل وقوع آسیب دیدگیها را شناسایی می نماید (Schlumberger Well Services, 2002). همچنین منحنی منحنی FCNB (Fractures Cumulative Number Borehole) فراوانی شکستگیها را در مخزن از پایین به بالا به صورت تجمعی نشان می دهد.

ب) استفاده از داده های هرزروی گل، مقاطع نازک و نمودارهای پتروفیزیکی:

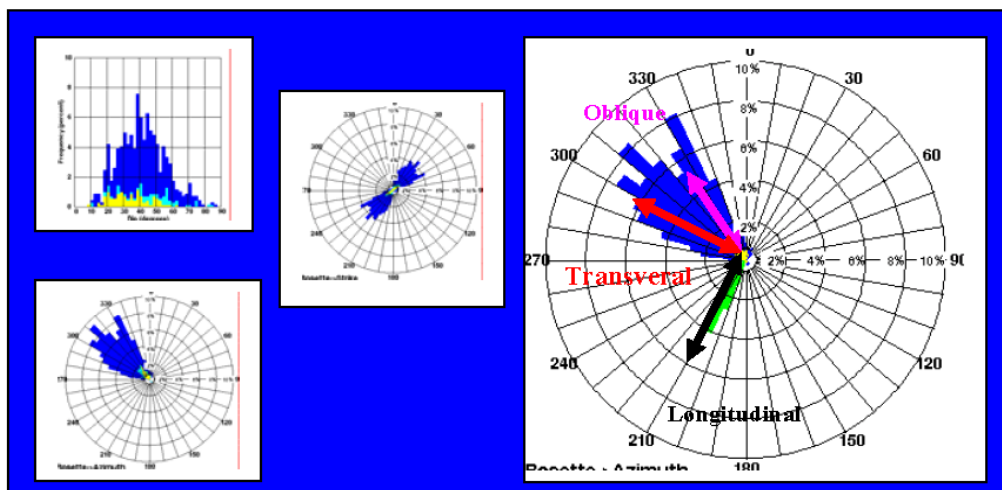
تمامی این داده ها می توانند در تأیید نتایج نمودار FMS مورد استفاده قرار گیرند. در این خصوص داده های هرزروی گل با نشان دادن از دست رفتن گل حفاری می توانند به طور تقریبی نشانه وجود شکستگیها باشند. مطالعه مقاطع نازک میکروسکوپی به عنوان یکی از

داده های Caliban حضور شکستگیهای Borehole breackouts که ناشی از آسیب دیدگیهای دیواره چاه بوده و معرف کمترین تنش افقی ($\delta 1$) هستند را در جهت NE-SW نشان می دهد. براین اساس جهت بیشترین تنش افقی وارده، NE-SW می باشد که با روند عمومی تنش های وارده بر حوضه زاگرس مطابقت می کنند (شکل ۵).

براساس ۶۹۸ عدد شکستگی برداشت شده از تصاویر نمودار FMS، حضور ۳ دسته شکستگی طولی (Longitudinal)، عرضی (Transversal) و مورب (Oblique) در مخزن آسماری این چاه اثبات گردید. میانگین شیب شکستگیهای موجود ۲۰ تا ۶۰ درجه به سمت N43W می باشد. با توجه به شبکه اشمیت، غالب شکستگیهای مخزن از نوع عرضی می باشد.



شکل ۴- داده های Steronet و Strucview برای لایه بندی مخزن آسماری چاه BH-90.

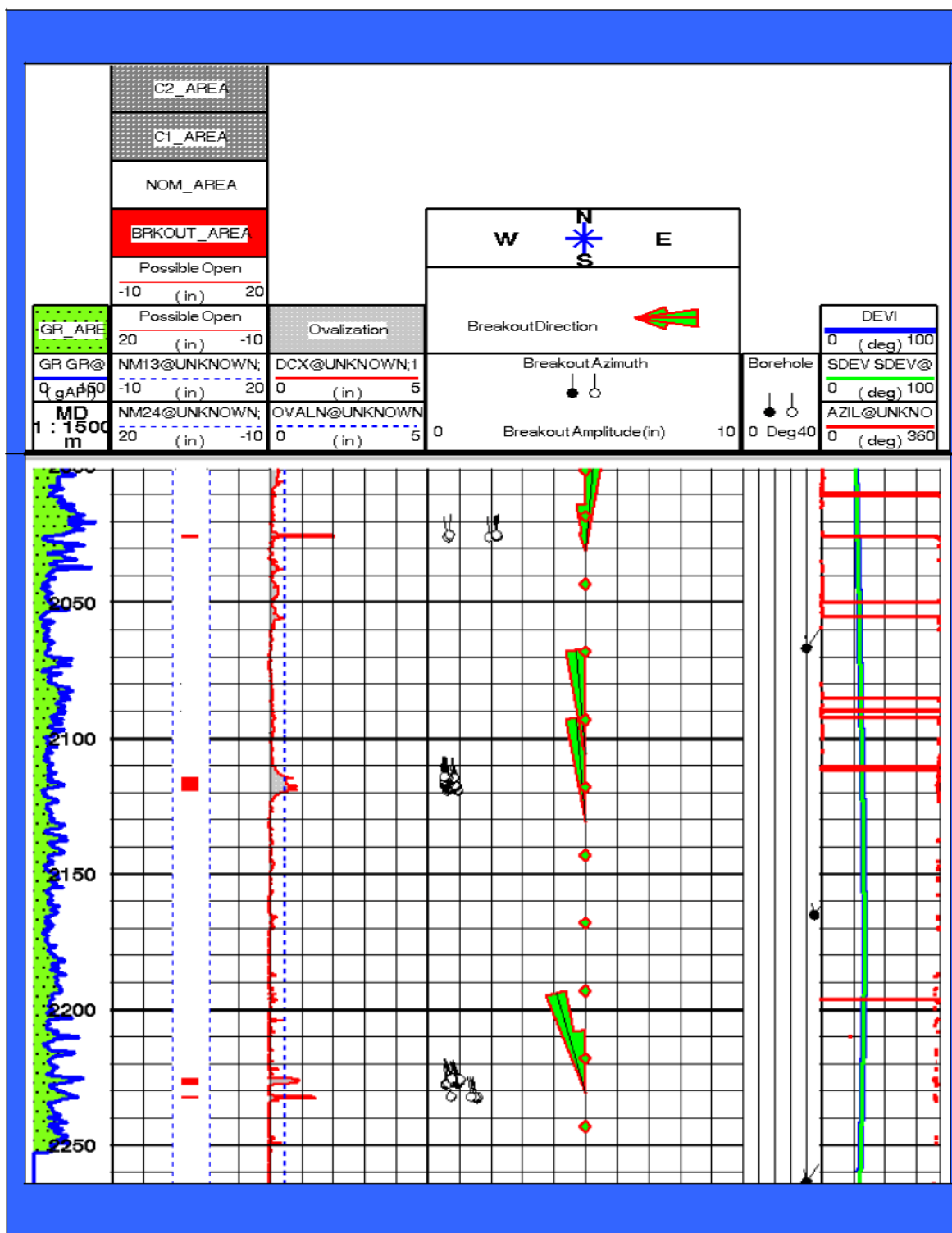


شکل ۵- داده های آماری حاصل از Steronet مربوط به شکستگی های برداشت شده از نمودار FMS.

نمایش می دهد (شکل ۶).

منحنی تجمعی حاصل از دهانه شکستگیها (FCNB)

تجمع عمده شکستگیها را در زونهای فوقانی بویژه زون I



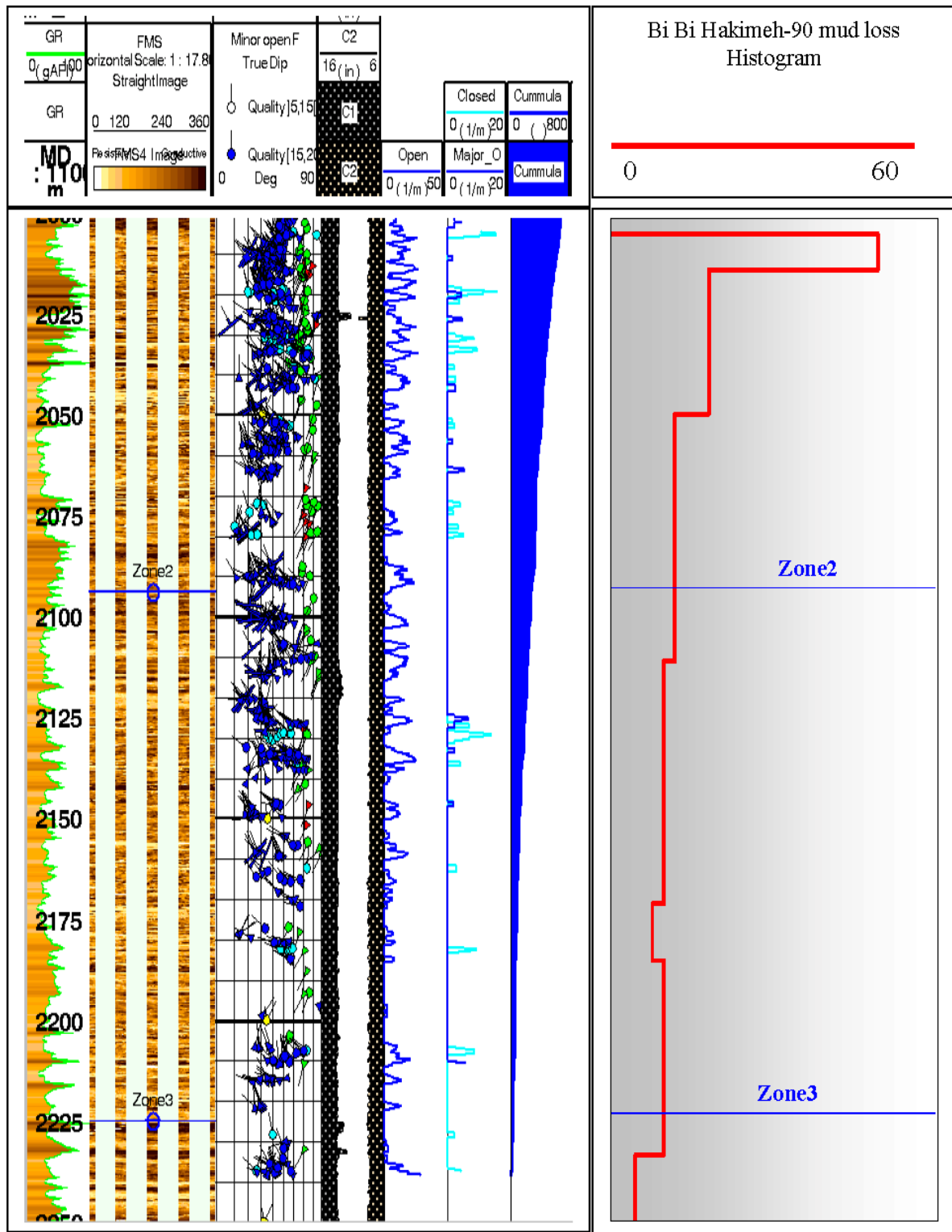
شکل ۶- نرم افزار کالیبان (Caliban) امتداد عمومی شکستگی های Borehole Breakout را در چاه ۹۰ میدان بی بی حکیمه به سمت NW-SE نشان می دهد که با جهت کمترین تنش افقی حوضه زاگرس هم خوانی دارد.

بر ساعت (bbl/hr) و در فاصله عمقی ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۳ متری نشان می دهد. همچنین این داده ها کاهش میزان

داده های هرزروی گل (Mud Loss Data) بیشترین میزان از دست رفتن گل حفاری را در زون I (۴۸ بشکه

(شکل ۷).

هرز روی گل را با افزایش عمق حفاری نمایش می دهند



شکل ۷- تصویر فوق کاهش فراوانی شکستگی ها را در کل فاصله ی عمقی سازند آسماری و با استفاده از منحنی تجمعی شکستگی ها (FCNB) حاصل از نمودار FMS و مقایسه آن با نمودار میله ای هرزروی گل نشان می دهد.

نتایج حاصل از تفسیر نمودار FMS نشان می دهد که در صورتیکه شرایط حاکم بر حفره چاه مناسب باشد، نمودارهای تصویرگر ابزار توانمندی برای شناسایی شکستگیها و ساختمانهای زمین شناسی در ابعاد کوچک می باشند. بخصوص در شرایطی نظیر این چاه که با توجه به محرومیت آن از داده های مغزه و با در نظر گرفتن لیتولوژی کربناته و تراکم آن، نمودارگیری تصویری، مطمئن ترین روش مطالعه شکستگیها به حساب می آید.

به منظور شناخت وضعیت هیدرولیکی مخازن و ارزیابی جابجایی سیالات موجود در آنها و در جهت ارائه مدل سازی مخازن میدان، نیاز به شناخت دقیق ساختمان و روند شکستگیهای حاکم بر مخزن می باشد، بنابراین رانده شدن نمودارهای تصویرگر در دیگر نقاط میدان ضروری است.

منابع

- اهری پور، ح.، مرید، ع.، ۱۳۷۵، گزارش ارزیابی پتروفیزیکی چاههای انحرافی شماره ۹۰ بی بی حکیمه، شرکت ملی نفت مناطق نفت خیز جنوب، گزارش شماره ۴۶۴۶، ۱۱-۱۲.
- پورکرمانی، م.، ۱۳۸۲، زمین شناسی ساختمانی، انتشارات دانشگاه پیام نور، ۹۵.
- Movahed, Z., 2007, Fractures study in Asmari Formation, Schlumberger Well Services, 5.
- Schlumberger Well Services, 1999, Oil Field Services, Schlumberger Well Services Well Services, 21.
- Schlumberger Well Services, 2002, Schlumberger Method, Schlumberger Well Services, 14.

مطالعه مقاطع نازک میکروسکوپی نیز وفور شکستگیها را در زون I تأیید می کند که با داده های نمودار FMS بخوبی همخوانی دارد

نتیجه گیری

۱- میانگین شیب ساختمانی سازند آسماری براساس ۸۵ عدد قرائت حاصل از نمودار FMS، برابر با ۷۵ درجه به سمت S28W می باشد. این موضوع به وضعیت خطوط میزان بر روی نقشه UGC منطقه در محل قرار گیری چاه بی بی حکیمه ۹۰ بخوبی مطابقت دارد.

۲- براساس ۶۹۸ عدد شکستگی برداشت شده از تصاویر نمودار FMS، حضور ۳ دسته شکستگی طولی اثبات گردید. میانگین شیب شکستگیهای موجود ۲۰ تا ۶۰ درجه به سمت N43W می باشد.

۳- شکستگی های عرضی و طولی هر دو به یک نسبت در افزایش تراوایی و تولید نفت از چاه موثرند. در ضمن بیشترین تعداد شکستگی ها در مخزن این چاه مربوط به شکستگی های عرضی است.

۴- کمترین تنش افقی وارده بر حفره چاه دارای امتداد NW-SE و بیشترین تنش افقی راستای NE-SW داشته که در کل با روند تنش های وارده بر حوضه زاگرس همخوانی دارند.

۵- بیشتریت تجمع غالب شکستگیها براساس نمودار FCNB از نمودار تصویرگر FMS در زون I تشخیص داده شده است که با داده های هرزروی گل و مقاطع نازک بخوبی همخوانی دارند.