

مقایسه تفسیر لاگ‌های تصویرگر با مطالعه مغزه‌ها در آشکارسازی شکستگی‌های مخازن نفتی (مطالعه موردی مخزن آسماری میدان آغاچاری)

مهوشه وطن‌ست^۱، علی‌رضی صائین^{۲*} و اسماعیل الاروند^۳

^۱ دانشجوی دکتری تکتونیک، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز

^۲ استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان

^۳ کارشناس ارشد تکتونیک، شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب

*asaein@gmail.com

دریافت دی ۱۳۹۴، پذیرش اسفند ۱۳۹۴

چکیده

سازند آسماری (الیگومیوسن) یکی از سنگ مخزن‌های اصلی جنوب غرب ایران با چندین دهه تاریخ تولید از میادین مختلف در کمربند چین و رانده زاگرس است. یکی از مهمترین دلایل کیفیت مخازن سازند آسماری وجود سیستم شکستگی‌های توسعه یافته در آن است. خصوصیات از شکستگی از قبیل نوع، باز شدگی و جهت، با تحلیل مغزه و تحلیل لاگ‌های تصویری قابل تعیین است. هدف این مطالعه بررسی توانایی لاگ‌های تصویرگر الکترونیکی در آشکارسازی شکستگی و دیگر خصوصیات زمین‌شناسی در لایه‌های مخزنی مختلف سازند آسماری است. در این راستا، شکستگی‌ها و دیگر خصوصیات زمین‌شناختی در مغزه و لاگ تصویری چاه شماره ۸۹ میدان آغاچاری تشخیص داده شده و سپس اقدام به مقایسه آن‌ها به منظور تعیین توانایی لاگ تصویری در مطالعه شکستگی شد. مقایسه مغزه‌های بدست آمده از چاه ۸۹ میدان آغاچاری با لاگ تصویری این چاه نشان داد که آشکارسازی سطوح لایه بندی در مغزه نسبت به لاگ تصویری آسانتر و واقعی‌تر است. همچنین این مطالعه نشان داد که لاگ تصویری نسبت به مغزه در شناسایی شکستگی‌های باز توان‌تر بوده در حالیکه برای شناسایی شکستگی‌های بسته (پر شده) مناسب نیست. لاگ تصویری ندرتا قادر به آشکارسازی شکستگی‌های برشی بوده ولی در صورتیکه با مغزه تطابق داده شود قادر به شناسایی شکستگی برشی با دقت مناسب خواهد بود.

کلمات کلیدی: زاگرس، مخزن آسماری، میدان آغاچاری، لاگ تصویرگر، تحلیل مغزه.

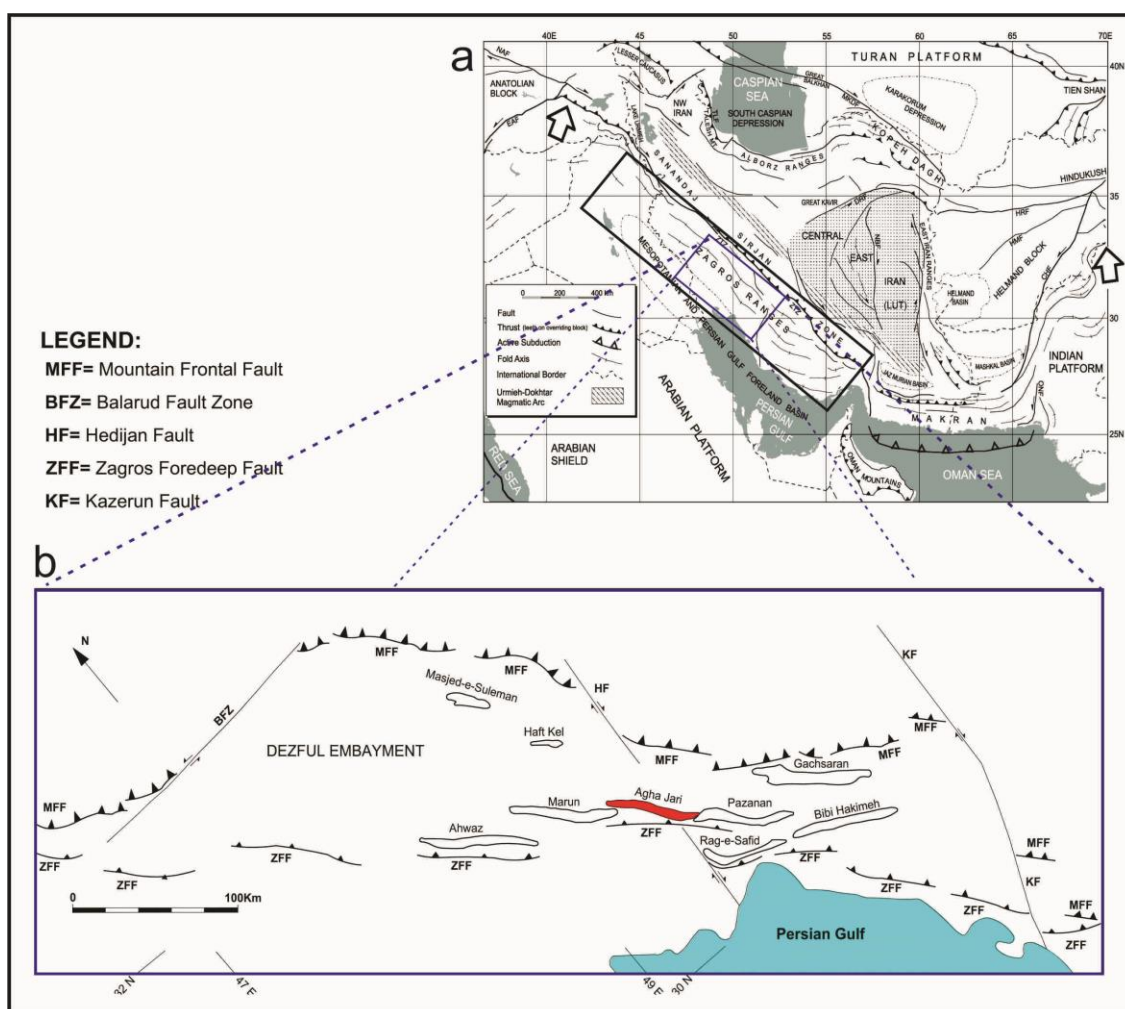
۱. مقدمه

در مخازن شکافدار طبیعی، تولید هیدروکربن تا حد زیادی وابسته به شکستگی‌ها است (Nelson, 2001). لذا تعیین خصوصیات شکستگی‌ها از جمله، نوع، امتداد، جهت شیب و میزان بازشدگی آن‌ها و یا بسته بودن و پر بودن آن‌ها توسط کانی‌های مختلف و ترسیم یک الگوی مناسب از شکستگی‌ها در جنبه‌های مختلف مدیریت و توسعه این مخازن حائز اهمیت فراوان است (Wennberg et al. 2007). تعداد زیادی مخازن شکافدار در جنوب غرب ایران وجود دارد. این منطقه در کمربند چین و رانده زاگرس، جایگاه تاقدیس‌ها تله‌های نفتی بیشماری را تشکیل داده‌اند، واقع شده است (Alavi, 2004) (شکل ۱). در این مخازن، تولید هیدروکربن وابسته به شکستگی‌ها بوده و شکستگی‌ها تراوایی مخزن را افزایش می‌دهند (McQuillan, 1985). سازند آسماری (کربناته الیگومیوسن) مخزن اصلی جنوب غرب ایران و یکی از انواع مخازن شکافدار جهان است (Nelson, 2001). روش‌ها و اطلاعات مختلفی برای شناسایی شکستگی در مخازن وجود دارد (محبی و همکاران، ۱۳۸۹). مغزه منبع اصلی کسب اطلاعات شکستگی‌های کوچک مقیاس چاه است. معمولاً مغزه در تعداد محدودی از چاه‌های میدان در دسترس می‌باشد. بعلاوه، مغزه سه محدودیت بزرگ در مطالعه شکستگی دارد: هزینه بالا، بازیافت کم در فواصل شکسته و تغییر جهت مغزه در طی برداشت مغزه که در مقابل لاگ‌های تصویری این محدودیت‌ها را ندارند (Nelson, 2001). لاگ‌های تصویری، تصویری استوانه‌ای شکل و مجازی از دیواره چاه با قدرت تفکیک بالا هستند که قادرند پدیده‌های ظریف دیواره را نشان دهند. نتایج تفسیر تصاویر چاه بدون جداره، شناسایی کیفی و توصیف کمی لایه‌بندی، شکستگی‌ها، عوارض صفحه‌ای، سنگ‌شناسی و حفرات است (Kulander et al. 1990). تحلیل لاگ تصویری و مغزه بمنظور شناسایی شکستگی‌های مخزن آسماری بطور گسترده بکار رفته است (Khoshbakht et al., 2009; Mohammadian, 2008)، (محبی و همکاران، ۱۳۸۹، شفیع و اکبری، ۱۳۹۰). اگرچه تعدادی از مطالعات به مقایسه لاگ تصویری و مغزه چاه‌های مناطق زمین‌شناسی مختلف پرداخته‌اند (e.g. Akbar et al., 2003; Azer et al., 2003; Davatzes & Hickman., 2005; Paulsen et al., 2002) تعداد محدودی مقایسه بین لاگ تصویری و مغزه در جهت تخمین و مقایسه امتیازهای این دو روش نسبت به همدیگر در سازند آسماری در دسترس است (Khoshbakht et al., 2012). میدان آجاجاری با ابعاد ۵۶ کیلومتر طول و ۶ کیلومتر عرض در فروافتادگی دزفول و در حدود ۹۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر اهواز قرار گرفته است (شکل ۱). مخزن آسماری در این میدان متشکل از سنگ آهک در بخش پایینی و دولومیت در بخش بالایی می‌باشد و برخلاف تخلخل و نفوذپذیری کم زمینه نرخ تولید در این مخزن بالاست. تولید بالای چاه‌های مخزن نشان‌دهنده حضور سیستم شکستگی‌های توسعه یافته در آن می‌باشد (Barker & Speers, 1977). آگاهی و شناخت از الگوها و نحوه توزیع شکستگی‌ها در هر میدان امکان طراحی صحیح مکان‌های حفاری چاه‌ها بمنظور حداکثر افزایش تولید و بهره‌وری از مخزن و کاهش هزینه‌ها را فراهم خواهد ساخت.

روش‌ها و اطلاعات مختلفی برای شناسایی شکستگی در مخازن وجود دارد، مغزه، لاگ تصویری، آزمایش چاه، فلومتر، برداشت‌های حرارتی یا ترمال، داده‌های فشار، داده‌های تولید، هرزروی گل حفاری، داده‌های سائیمیک از آن جمله‌اند. مغزه منبع اصلی کسب اطلاعات از شکستگی‌های کوچک مقیاس چاه است. معمولاً مغزه در تعداد محدودی از چاه‌های میدان در دسترس می‌باشد. بعلاوه، مغزه سه محدودیت بزرگ در مطالعه شکستگی دارد: هزینه بالا، بازیافت کم در فواصل شکسته و تغییر جهت مغزه در طی برداشت مغزه که در مقابل لاگ‌های تصویری این محدودیت‌ها را ندارند. زمانیکه مغزه در دسترس

باشد عوارض شناسایی شده بر روی تصاویر حاصل از نمودار می‌توانند با آن تطابق داده شوند و زمانی که مغزه موجود نباشد این تصاویر بعنوان یک جایگزین به کار می‌روند.

در این مطالعه، شکستگی‌ها و دیگر خصوصیات زمین‌شناختی در مغزه و لاگ تصویری چاه ۸۹ میدان آغاچاری تشخیص داده شده و سپس به مقایسه آنها به منظور تعیین توانایی لاگ تصویری در مطالعه شکستگی می‌پردازیم. بعبارت دیگر اطمینان داده‌های بدست آمده از لاگ‌های تصویری در مدلسازی شکستگی‌ها تعیین می‌شود.



شکل ۱ (a) نقشه زمین‌شناسی ساختاری ایران (Alavi, 1991) و موقعیت کمر بند چین خورده و رانده زاگرس (b) موقعیت میدان نفتی آغاچاری در فروافتادگی دزفول.

۲. روش تحقیق

داده‌های اولیه برای انجام این مطالعه، شامل یک لاگ تصویری و مغزه‌های چاه شماره ۸۹ میدان آغاچاری است (شکل ۲). چاه ۸۹ میدان آغاچاری تنها چاه دارای مغزه در سازند آسماری بوده که مغزه‌های بدست آمده از آن ورقه ورقه نشده و جهت‌دار نیز نمی‌باشد. با این وجود با توجه به امتداد و شیب لایه‌بندی در هر چاه و با توجه به موقعیت آن چاه بر روی نقشه‌های تراز ساختمانی که شیب و امتداد لایه‌بندی را مشخص می‌کند، این امکان وجود دارد که با تشخیص صفحه لایه‌بندی در هر مغزه آن را جهت‌دار نمود. به منظور جلوگیری از هرگونه تاثیر پارامترهای مختلف بر روی الگو و توزیع شکستگی‌ها (از جمله عمق، ضخامت و رخساره رسوبی، مکان هندسی لایه‌های رسوبی شکافدار در میدان و ...)، فواصل مشابه از مغزه و لاگ تصویری

در چاه ۸۹ میدان آجاجاری مورد مطالعه قرار گرفت (عمق ۲۶۱۲/۳ - ۲۵۴۱/۵ متر) (شکل ۲). در این فاصله عمقی به تفسیر شکستگی های باز و بسته (پرشده) و لایه بندی در لاگ تصویری و مغزه های هم عمق با آن پرداخته شد. با استفاده از سی تی اسکن مغزه (اشعه گاما)، مغزه ها با لاگ تصویری مربوطه هم عمق شدند. سپس داده های بدست آمده از تعداد شکستگی ها و لایه بندی و همچنین موقعیت آنها با استفاده از نرم افزار پردازش شده و نهایتاً بصورت نمودارهای گلسرخی و تراکم خروجی گرفته شد.

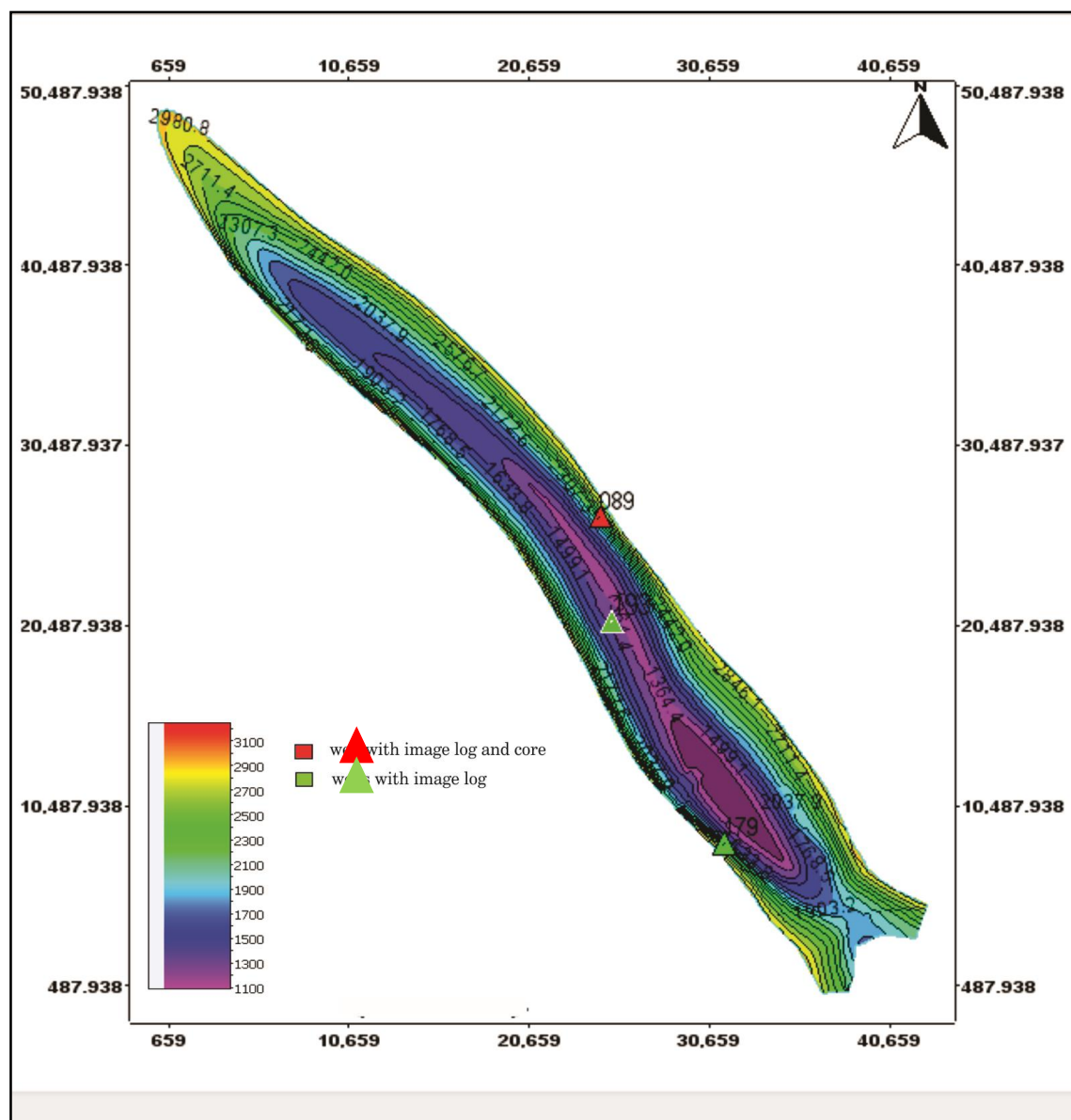
۲. ۱ چارچوب زمین شناسی

جدایش ورقه عربی از آفریقا و برخورد آن به اوراسیا آخرین مرحله از سری وقایع جدایش - برخورد بوده، که همه آن ها منجر به ایجاد سیستم کوهزایی آلپ - هیمالیا شده است (Dewey et al., 1973; Sengor, 1984). کمربند چین و رانده زاگرس بعنوان بخشی از این سیستم از شمال غرب توسط گسل امتداد لغز چب بر آناتولی و از جنوب شرق با خط عمان محصور شده است (Falcon, 1969).

کمربند چین و رانده زاگرس بر اساس تاریخچه رسوبی و سبک ساختاری به چندین زون تقسیم شده است (Berberian & King, 1981; Falcon, 1974; Stocklin, 1968). از شمال شرق تا جنوب غرب، کمربند زاگرس در شمال شرق توسط گسل معکوس اصلی زاگرس و گسل جدید اصلی زاگرس محصور شده است. به سمت جنوب غرب، زون زاگرس مرتفع، حاوی قطعات فلسی حاشیه ورقه عربی و قطعاتی از افیولیت های کرتاسه است (Alavi, 1994; Berberian, 1995). دومین زون ساختاری اصلی زون چین خورده ساده است که شامل منطقه مطالعه ما نیز می باشد و توسط گسل جبهه کوهستان در جنوب محصور می شود (Berberian, 1995). بعلاوه، کمربند چین و رانده زاگرس بر اساس رخساره های رسوبی و سبک ساختاری مختلف و در جهت عمود بر امتداد کمربند به واحد های کوچکتری تقسیم می شود، لرستان، زون ایذه، فروافتادگی دزفول، دشت آبادان، ایالت فارس، زون تراستی، هیتترلند بندرعباس (مطیعی، ۱۳۷۴) (Sotodehnia, 1978).

یکی از مهم ترین زون های کمربند چین و رانده زاگرس، فروافتادگی دزفول است. فروافتادگی دزفول یک گودی است که در میوسن پیشین در قسمت جلویی زون ایذه توسعه پیدا کرده است (Kazemi, 2009). فرونشست آن مربوط به توسعه پیش گودال زاگرس است. بخش غربی این زون خمش بالارود و بخش شرقی آن گسل کازرون است (Abdollahi et al. 2006).

میدان آجاجاری یکی از میدان های بزرگ نفتی است که در فروافتادگی دزفول قرار گرفته است (شکل ۱). تاقدیس بصورت نامتقارن با جهت گیری محور شمال غرب - جنوب شرق است. یال جنوبی با شیب ۷۰ درجه پرشیب تر از یال شمالی با شیب ۳۰ درجه است. مخزن آسماری میدان آجاجاری با حفر چاه شماره ۲ در سال ۱۹۳۶ کشف شد. سازند آسماری از سنگ مخزن های اصلی جنوب غرب ایران بوده و علیرغم تخلخل و تراوایی کم زمینه در این مخزن، میزان تولید آن بخاطر توسعه شکستگی ها بالاست (Kazemi, 2009). تولید بالای چاه های مخزن نشان دهنده حضور سیستم شکستگی های توسعه یافته در آن است (Barker & Speers, 1977).



شکل ۲) موقعیت چاه مورد مطالعه (۸۹) بر روی نقشه منحنی های تراز زیرزمینی راس سازند آسماری. مختصات نقشه در سیستم متریک میباشد.

۲.۲ تحلیل شکستگی ها

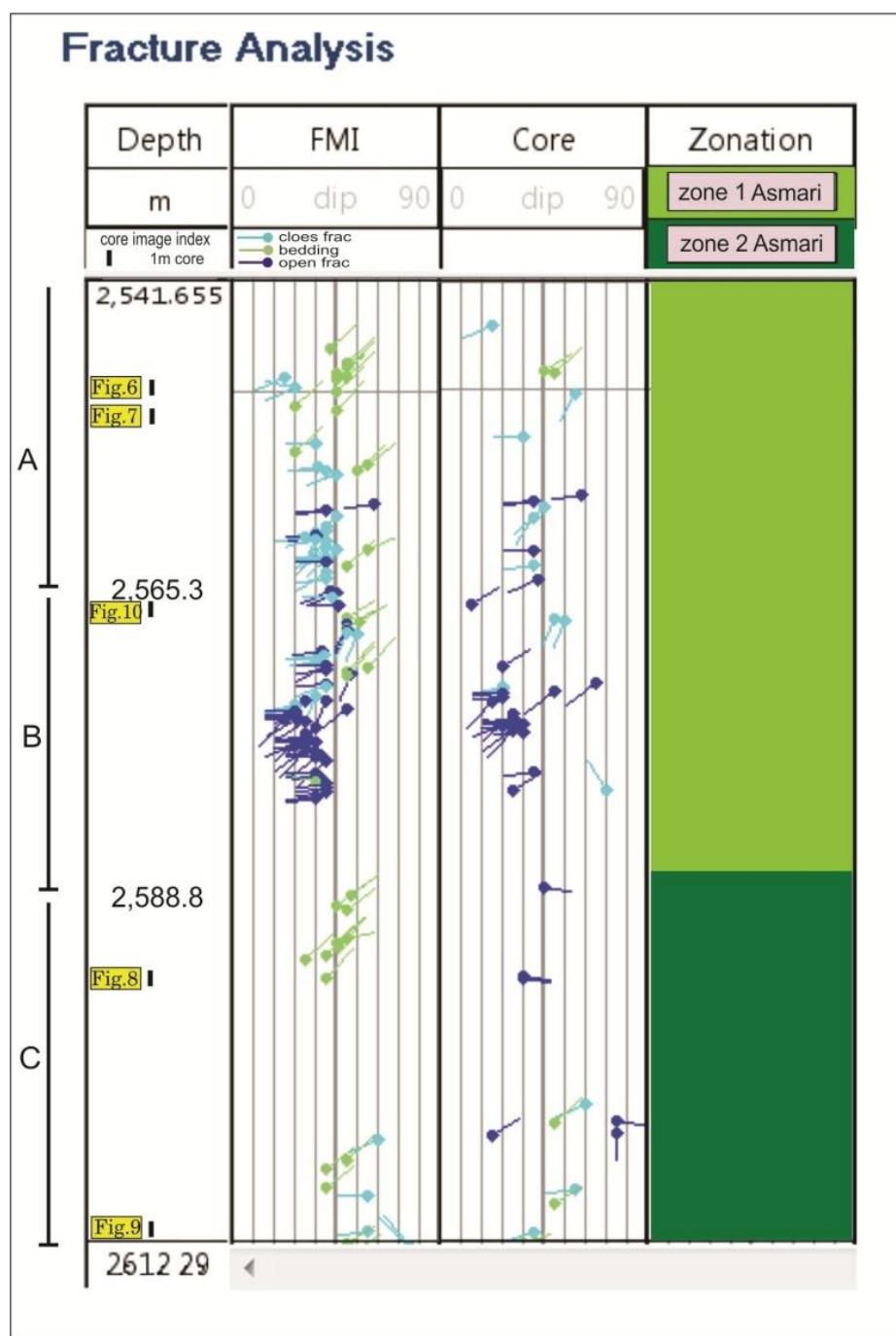
۲.۲.۱ بررسی و مطالعه مغزه

مغزه های چاه ۸۹ در آزمایشگاه مغزه شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب مورد بررسی قرار گرفت. مغزه ها جهت یافته نبوده و با استفاده از جهت یابی لایه ها در چاه و موقعیت چاه در نقشه منحنی های تراز زیرزمینی، جهت گیری مغزه تعیین شد. از عمق ۲۵۴۱/۵ تا ۲۶۱۲/۳ متر از مخزن آسماری، جهت یابی هندسی همه لایه های رسوبی و شکستگی ها از بالا تا پایین مغزه تعیین شد (شکل ۳). شکستگی های مغزه تحلیل شده و در نهایت همه خصوصیات در سه دسته تقسیم بندی شدند: سطوح لایه بندی، شکستگی های باز و شکستگی های بسته (شکستگی های پر شده با مواد حاصل از دیاژنز، (Nelson, 2001).

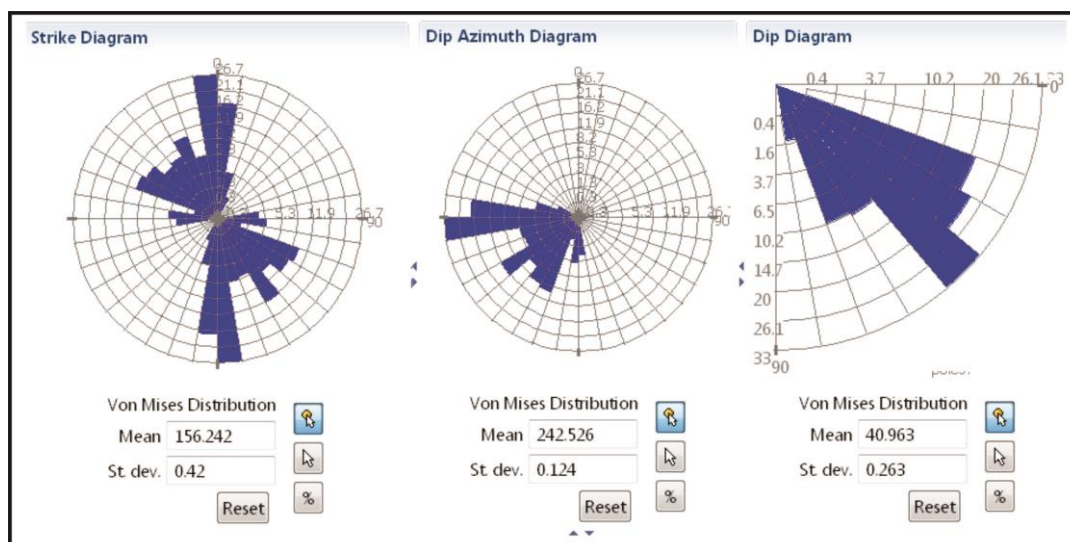
شکل ۳، نشان می دهد که در بخش بالایی فاصله عمقی ۲۵۴۱/۵ تا ۲۶۱۲/۳ متر، تراکم شکستگی های بسته از شکستگی های باز و سطوح لایه بندی بیشتر است. شکستگی های باز در بخش پایینی این محدوده تجمع یافته اند. از عمق ۲۵۶۵/۳ تا ۲۵۸۸/۸ متر

تراکم شکستگی های باز در بخش مرکزی بیشتر است. دو شکستگی بسته در بخش بالایی این فاصله وجود دارد (شکل ۳). از عمق ۲۵۸۸/۸ تا ۲۶۱۲/۳ متر، یک شکستگی باز در بخش بالایی و ۳ شکستگی باز در بخش پایینی دیده شد و همچنین شکستگی های بسته و سطوح لایه بندی در بخش پایینی این فاصله متمرکز شده اند. تراکم شکستگی ها در این فاصله از فواصل دیگر کمتر است.

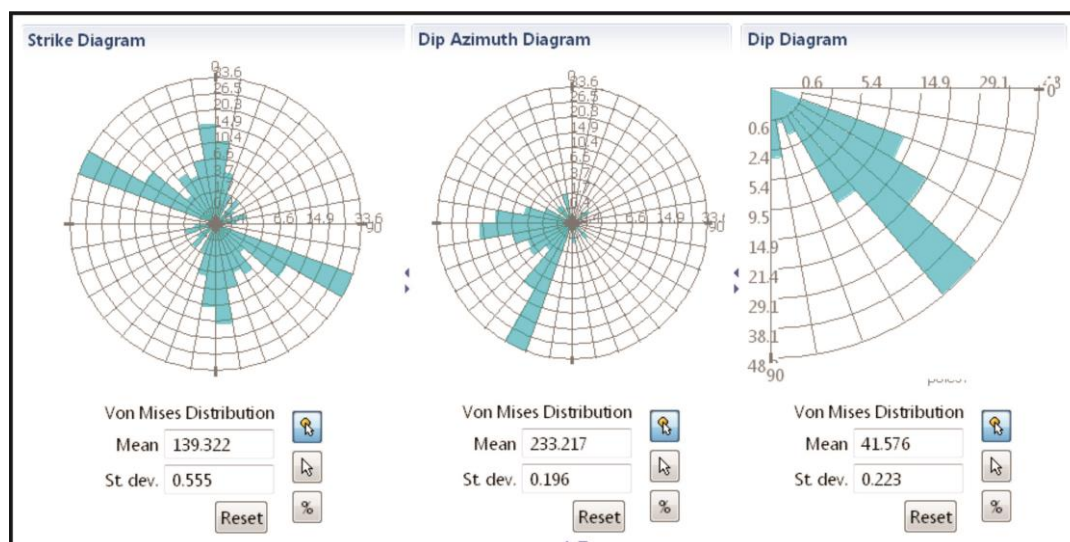
در کل تعداد ۷۲ شکستگی بسته، ۶۸ شکستگی باز و ۲۳ سطح لایه بندی در مغزه مشاهده شد (شکل ۳). جهت گیری شکستگی های باز در مغزه برابر با ۱۷۰ تا ۱۸۰ درجه و متوسط شیب این شکستگی ها ۴۱ درجه به سمت جنوب غرب است (شکل ۴). جهت یابی شکستگی های بسته در مغزه ۱۱۰ تا ۱۲۰ درجه و متوسط شیب آنها ۴۲ درجه به سمت جنوب غرب است (شکل ۵).



شکل ۳) مقایسه توزیع شکستگی ها با عمق در مخزن آسماری بر پایه لاگ تصویری و مغزه.



شکل ۴) نمودار گلبرخی شکستگی های باز در مغزه، چاه شماره ۸۹ مخزن آسماری میدان آغاچاری. به ترتیب از چپ به راست نمودار مربوط به امتداد، نمودار مربوط به آزیموت سمت شیب و نمودار مقدار شیب است.

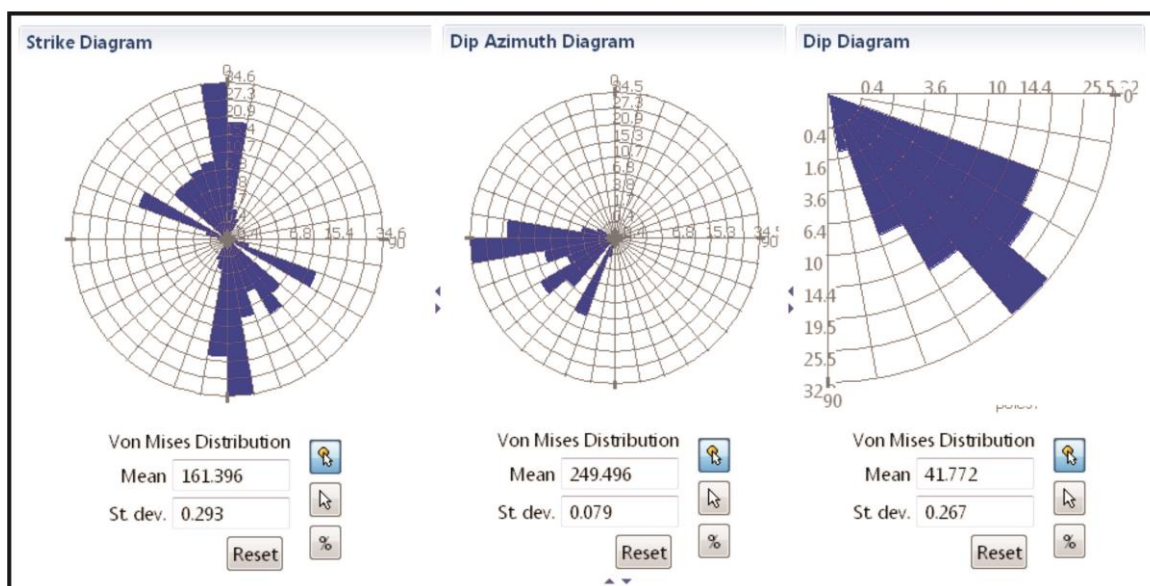


شکل ۵) نمودار گلبرخی شکستگی های بسته در مغزه، چاه شماره ۸۹ مخزن آسماری میدان آغاچاری. به ترتیب از چپ به راست نمودار مربوط به امتداد، نمودار مربوط به آزیموت سمت شیب و نمودار مقدار شیب است.

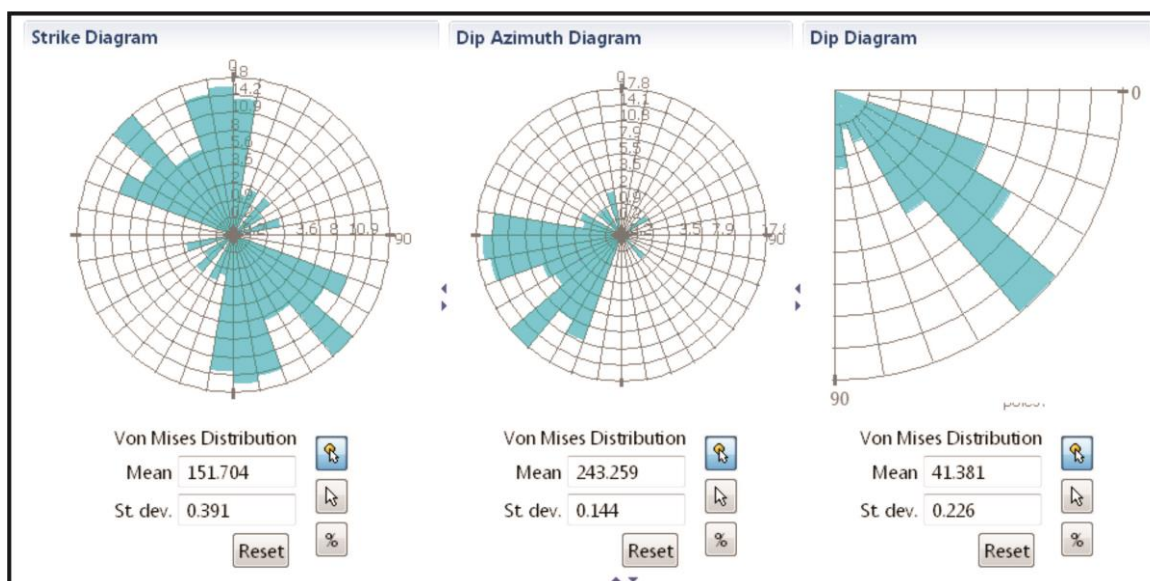
۲.۲.۲ بررسی و مطالعه لاگ تصویری:

با استفاده از لاگ تصویری در چاه ۸۹ میدان آغاچاری نیز به بررسی شکستگی ها و لایه بندی پرداخته شد. همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده است از عمق ۲۵۴۱/۸ تا ۲۵۶۵/۳ متر، ابتدا سطوح لایه بندی و سپس شکستگی های باز و بسته آشکار شده اند. در بخش پایینی این فاصله تمرکز بالایی از شکستگی های باز و بسته وجود دارد (شکل ۳). از عمق ۲۵۸۸/۸ تا ۲۵۸۸/۸ متر، تراکم شکستگی های باز در بخش مرکزی این فاصله بالاتر از فواصل دیگر است و تعدادی شکستگی بسته در بخش بالایی این فاصله تمرکز یافته است (شکل ۳). از عمق ۲۸۸/۸ تا ۲۶۱۲/۳ متر، تمرکز بالایی از سطوح لایه بندی در بخش بالایی و همچنین تمرکز پایینی از سطوح لایه بندی و شکستگی های بسته در بخش پایینی مشاهده می شود (شکل ۳). در مجموع تعداد ۹۲ شکستگی بسته، ۹۹ شکستگی باز و ۸۴ سطح لایه بندی در لاگ تصویری مشاهده شد (شکل ۳). جهت گیری شکستگی های باز در لاگ تصویری برابر با ۱۷۰ تا ۱۸۰ درجه و متوسط شیب آن ۴۱ درجه به سمت جنوب غرب است (شکل ۶). جهت

گیری شکستگی های بسته در لاگ تصویری برابر با ۱۳۰ تا ۱۴۰ درجه و متوسط شیب آن ۴۲ درجه به سمت جنوب غرب می باشد (شکل ۷).



شکل ۶) نمودار گل‌سرخ‌ی شکستگی های باز در لاگ تصویری، چاه شماره ۸۹ مخزن آسماری میدان آغاچاری. به ترتیب از چپ به راست نمودار مربوط به امتداد، نمودار مربوط به آزمون سمت شیب و نمودار مقدار شیب است.



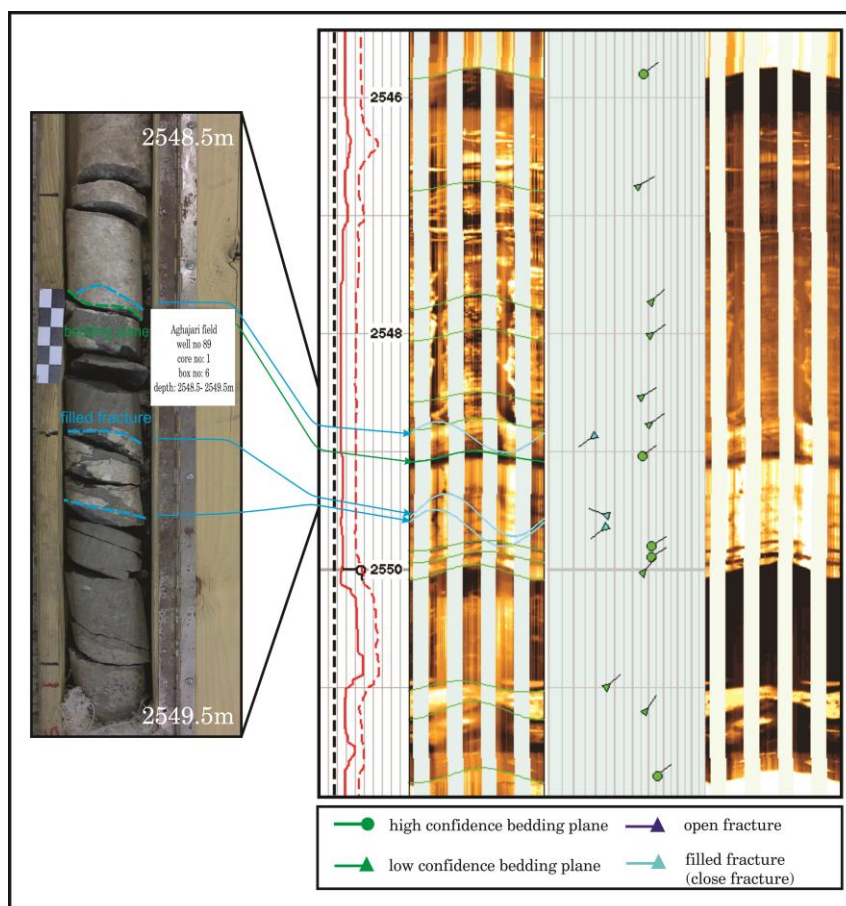
شکل ۷) نمودار گل‌سرخ‌ی شکستگی های بسته در لاگ تصویری، چاه شماره ۸۹ مخزن آسماری میدان آغاچاری. به ترتیب از چپ به راست نمودار مربوط به امتداد، نمودار مربوط به آزمون سمت شیب و نمودار مقدار شیب است.

۳. بحث

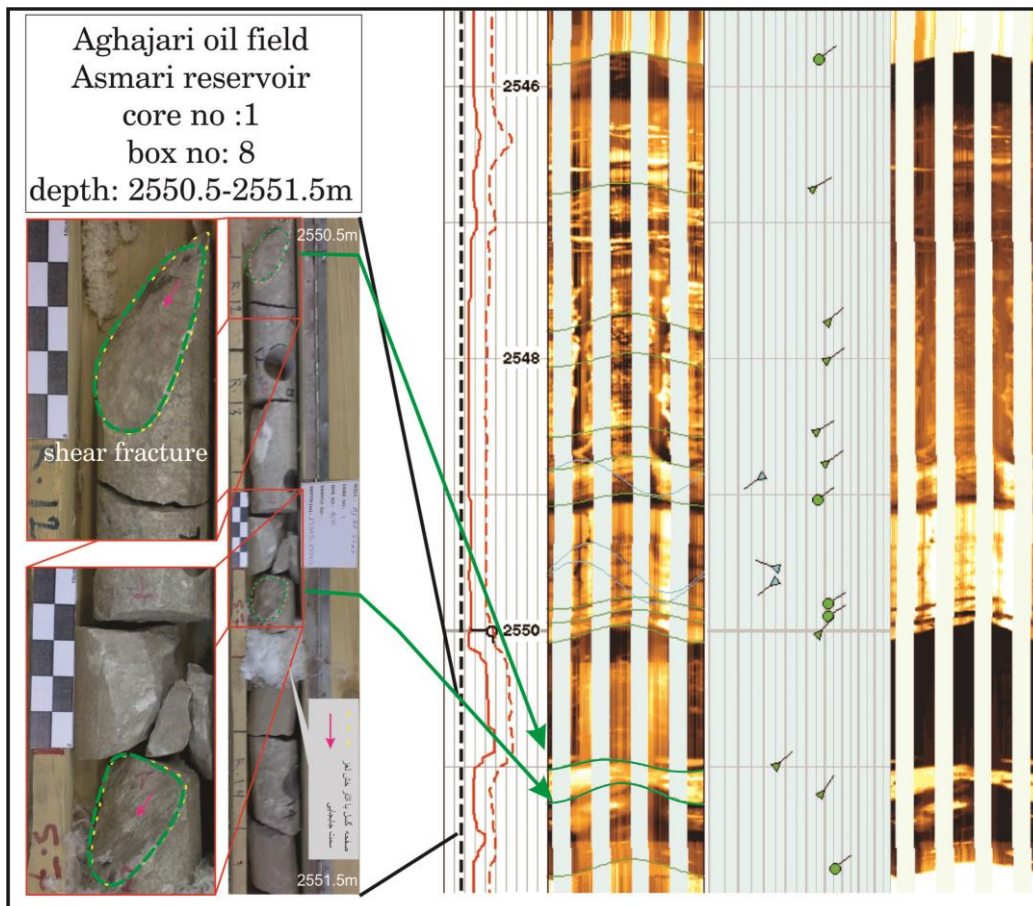
در این مطالعه، به بررسی شکستگی‌های بسته، شکستگی‌های باز و سطوح لایه بندی در مغزه و لاگ تصویری در چاه ۸۹ مخزن آسماری میدان آغاچاری و مقایسه آن‌ها با همدیگر پرداخته شد. شکل ۳ نتایج این بررسی را نشان می‌دهد. شکستگی‌های باز در لاگ تصویری به شکل منحنی‌های سینوسی با رنگ آبی تیره، شکستگی‌های بسته و سطوح لایه بندی به ترتیب با منحنی‌های

آبی روشن و سبز رنگ نشان داده شده اند (شکل ۸). در ادامه نتایج حاصل از مقایسه تحلیل شکستگی و لایه بندی در لاگ تصویری و مغزه ذکر شده است:

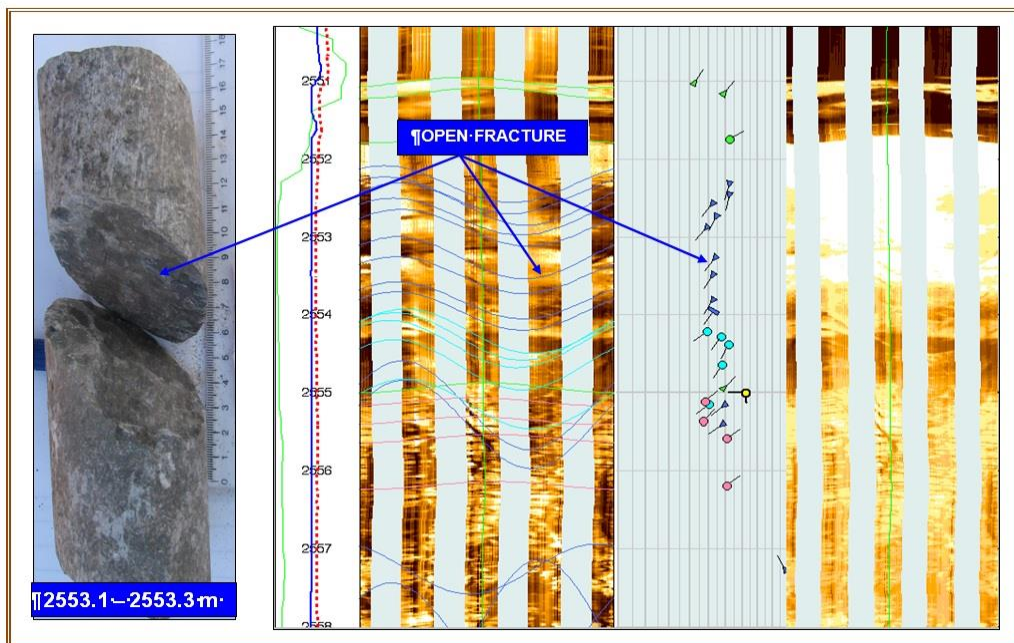
سطوح لایه‌بندی در لاگ تصویری (۸۴ لایه بندی) و مغزه (۲۳ لایه بندی) تطابق ضعیفی با هم نشان می‌دهند و تعداد سطوح لایه بندی آشکار شده در لاگ تصویری بیشتر از تعداد اندازه گیری شده در مغزه می‌باشد (شکل ۳). این عدم تطابق به این معنی است که در مغزه و لاگ تصویری دو نوع مختلف مرز لایه بندی تشخیص داده می‌شود. در مغزه هر تغییر واضحی در خصوصیات نظیر لیتولوژی، رنگ، بافت و مقدار شیل نشان‌دهنده مرز لایه‌بندی است ولی در لاگ تصویری، هر تغییر واضحی در خصوصیات الکتریکی دو لایه مجاور تشکیل یک مرز لایه‌بندی را می‌دهد (Sheridan et al., 2003). بطور مثال دولومیت و آهک مقاومت الکتریکی تقریباً مشابهی داشته و ممکن است در لاگ تصویرگر بعنوان یک لایه نمایان شوند در صورتیکه بر اساس اختلاف رنگ و واکنش با اسید و ... در نمونه طبیعی (در مغزه) میتوان این دو را از یکدیگر تفکیک کرد. شکل ۸، یک نمونه از سطح لایه بندی را نشان می‌دهد که در مغزه و لاگ تصویری آشکار شده است. قابل ذکر است که هر تغییر مشخصی که در لاگ تصویری بعنوان لایه بندی به شمار می‌رود، لزوماً نشان‌دهنده یک سطح لایه بندی واقعی نبوده و ممکن است که مربوط به شکستگی‌های برشی باشد که بر پایه لاگ تصویری نمیتوانند مشخص شود (شکل ۹). بخاطر اینکه در شکستگی‌های برشی جابجایی در مقیاس میلیمتر تا سانتیمتری بموازات سطح شکستگی اتفاق افتاده و هیچگونه بازشدگی عمود بر دیواره‌های سطح شکستگی دیده نمی‌شود. بنابراین شکستگی‌های برشی به آسانی در لاگ تصویری قابل شناسایی نبوده ولی در مغزه به راحتی شناسایی می‌شوند (شکل ۱۰) که خود این مساله نیز میتواند دلیلی بر زیادتیر بودن تعداد لایه بندی اندازه گیری شده در لاگ تصویری نسبت به مغزه باشد.



شکل ۸) مقایسه بین لاگ تصویری و مغزه در چاه ۸۹ مخزن آسماری میدان آغاچاری. سطوح لایه بندی، و گرهبک انهدیریتی در مغزه که بعنوان شکستگی پر شده با انهدیریت در لاگ تصویری نمایان شده است.



شکل ۹) مقایسه بین مغزه و لاگ تصویری در چاه ۸۹، مخزن آسماری میدان آغاچاری. شکستگی های برشی بصورت سطوح لایه بندی در لاگ تصویری آشکار شده اند. tadpole های به رنگ سبز در لاگ تصویری نشان دهنده سطوح لایه بندی و به رنگ آبی روشن نشاندهنده شکستگی های بسته می باشند.



شکل ۱۰) مقایسه لاگ تصویری و مغزه چاه ۸۹، مخزن آسماری میدان آغاچاری. شکستگی های باز که در مغزه و لاگ تصویری آشکار شده اند. tadpole های با رنگ سورمه ای نشان دهنده شکستگی های باز، tadpole های به رنگ آبی فیروزه ای نشاندهنده شکستگی های غیرقابل هدایت و رنگ صورتی نشاندهنده درزهای قابل هدایت است.

در لاگ تصویری شکستگی‌های بسته (پر شده) وقتی آشکار می‌شوند که با مواد ثانویه با مقاومت الکتریکی مختلف پر شوند (Sheridan et al., 2003). مقایسه بین لاگ تصویری و مغزه نشان داد که تعداد شکستگی‌های بسته (پر شده) که در مغزه شناسایی شدند (۹۲ شکستگی) بیشتر از آن‌هایی است که در لاگ تصویری تفسیر شدند (۷۲ شکستگی). لاگ تصویری قادر به آشکارسازی شکستگی‌های پر شده با انهدیریت است بخاطر اختلاف مقاومت الکتریکی بالای انهدیریت با سنگ میزبان (Davatzes & Hickman, 2005). بطور مثال همانطور که در شکل ۸ مشاهده می‌شود گرهک انهدیریتی در مغزه بصورت شکستگی پر شده با انهدیریت (شکستگی بسته) سازند آسماری متشکل از آهک و دولومیت بوده و شکستگی‌ها نیز معمولاً با انهدیریت پر شده‌اند. عدم تطابق بین تعداد شکستگی‌های بسته در مغزه و لاگ تصویری می‌تواند نشان‌دهنده این باشد که بعضی از شکستگی‌های پر شده در مخزن آسماری با مواد با اختلاف مقاومت الکتریکی پایین نسبت به سنگ میزبان پر شده‌اند (مانند کلسیت). با توجه به تعداد شکستگی‌های باز در مغزه (۶۸ شکستگی) و لاگ تصویری (۹۲ شکستگی)، تعداد شکستگی‌های باز در لاگ تصویری بیشتر از مغزه است که دلیل آن بازیافت کم مغزه در فواصل شکسته‌ی مخزن می‌باشد. تحلیل جهت‌یابی شکستگی‌ها در مغزه و لاگ تصویری نشان داد که جهت‌گیری شکستگی‌ها در مغزه و لاگ تصویری تطابق خوبی داشته و جهت‌گیری شکستگی‌های باز در مغزه برابر با ۱۷۰ تا ۱۸۰ درجه (شکل ۴) و در لاگ تصویری برابر با ۱۷۰ تا ۱۸۰ درجه است (شکل ۶). متوسط شیب این شکستگی‌ها ۴۲ درجه به سمت جنوب غرب در مغزه و لاگ است (اشکال ۵ و ۷). همچنین جهت‌یابی شکستگی‌های باز و بسته در مغزه پراکندگی بیشتری نسبت به لاگ تصویری نشان می‌دهد که به دلیل بازیافت مغزه بصورت قطعات شکسته است.

۴. نتیجه‌گیری

مقایسه بین نتایج حاصل از تحلیل شکستگی و لایه بندی در مغزه و لاگ تصویری نشان داد که تشخیص سطوح لایه بندی در مغزه آسانتر و واقعی‌تر از لاگ تصویری است. بدلیل بازیافت کم مغزه در فواصل شکسته، تعداد کل شکستگی‌های باز آشکار شده توسط لاگ تصویری بیشتر از مغزه می‌باشد، بنابراین لاگ تصویری برای شناسایی شکستگی‌های باز مناسب‌تر از مغزه است، البته بیشتر در مواقعی که اطلاعات مناسبی از مغزه در دسترس نباشد. تعداد شکستگی‌های بسته (پر شده) شناسایی شده با مغزه بیشتر از لاگ تصویری است، بخاطر اینکه لاگ تصویری تنها قادر به آشکارسازی شکستگی‌های پر شده با موادی با اختلاف مقاومت الکتریکی بالا با سنگ میزبان است، بنابراین مغزه در شناسایی شکستگی‌های بسته مناسب‌تر است. لاگ تصویری ندرتاً قادر به شناسایی شکستگی‌های برشی است، اما اگر با مغزه تطابق داده شود، قادر به شناسایی شکستگی‌های برشی با دقت مناسبی خواهد بود. جهت‌گیری شکستگی‌ها در مغزه در تطابق خوبی با لاگ تصویری است اگرچه در یک نگاه کلی جهت شکستگی‌ها در پراکندگی بیشتری نسبت به لاگ نشان می‌دهند که این امر می‌تواند ناشی از خطاهای احتمالی در توجیه جهت مغزه‌ها بویژه در بخش‌هایی بعلت خرد شدگی زیاد مغزه قطعه قطعه می‌باشد. بصورت کلی می‌توان نتیجه گرفت که برای یک مطالعه و تحلیل شکستگی درست و دقیق از یک مخزن بهترین کار مطالعه همزمان مغزه و لاگ تصویری چاه‌ها می‌باشد به دلیل اینکه نقاط ضعف هم را بپوشانند. اما با وجود مشکلات مغزه‌گیری و هزینه‌های آن، لاگ تصویری تا حد مورد قبولی پاسخگوی نیاز مطالعه خواهد بود.

تشکر و قدردانی

از آقایان دکتر ندیمی، دکتر معلمی، دکتر پسندی و مهندس موحد بخاطر داوری مقاله سپاسگزاری می‌گردد. این مطالعه برگرفته از بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم معصومه وطن دوست در دانشگاه اصفهان می‌باشد که انجام آن مورد حمایت شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب نیز واقع شد. لذا نگارندگان لازم می‌دانند از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه اصفهان و نیز شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب قدردانی نمایند.

۵. منابع فارسی

- شفیعی، ق.، اکبری، ک.، ۱۳۹۱، مطالعه و مدل‌سازی شکستگی های مخزن آسماری میدان بی بی حکیمه، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب.
- محبی، ا.، شفیعی، م.، شکیب، م. س.، قزوینی، ا.، ۱۳۸۹، مطالعه و مدل‌سازی شکستگی ها در مخازن نفت و گاز. مجله اکتشاف و تولید، شماره ۸۳، صفحات ۲۰ تا ۲۶.
- مطیعی، ه.، ۱۳۷۴، زمین شناسی نفت زاگرس، انتشارات سازمان زمین شناسی کشور، ۵۸۹ صفحه.

-ABDOLLAHIE FARD, I., BRAATHEN, A., MOKHTARI, M., and ALAVI, S.A., 2006, Interaction of the Zagros Fold Thrust Belt and the Arabian-type, deep-seated folds in the Abadan Plain and the Dezful Embayment, SW Iran: *Pet. Geo sci.*, **12**, 347-362.

-AKBAR, M., SAFARKHANLOU, Z., and TAMIMI, M., 2003, Evaluation of Arab formation using FMI data, Balal field. *NIOC unpublished report. 1 & 2.*

-ALAVI, M., 1991, Sedimentary and structural characteristics of the paleo- Tethys remanent in NE Iran: *Geol. Soc. Am. Bull.*, **103**, 983- 992.

-ALAVI, M., 1994, Tectonics of the Zagros orogenic belt of Iran; new data and interperitions: *tectonophysics*, **229**, 211- 238.

-ALAVI, M., 2004, Regional stratigraphy of the Zagros fold-thrust belt of Iran and its proforeland evolution: *Am. J. Sci.*, **304**, 1-20.

-AZER, S., MACKENZIE, A., and THIEBOT, B., 2003, Observed fracturing in a Middle East oil well- a combined subsurface study. Paper SPE 81525. *Presented at the 13th Middle East Oil Show & Conference, Bahrain.*

-BARKER, S. N., and Speers, R.G., 1977, The geology of Asmari reservoir, Aghajari Field. v. 1, 2. *NIOC internal Report, No. P- 3319, Ahwaz.*

-BERBERIAN, M., 1995, Master blind thrust faults hidden under the Zagros folds: active basement tectonics and surface morphotectonics: *Tectonophysics*, **241**, 193-224.

-BERBERIAN, M., and KING, G.C.P., 1981, Paleogeography and tectonic evolution of Iran: *Can. J. Earth Sci.*, **18**, 210-265.

-DAVATZES, N.C., and HICKMAN, S., 2005, Comparison of acoustic and electrical image logs from the COSO Geothermal Field, CA. *Thirtieth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, SGP-TR-176.*

-DEWEY, J.F., PITMAN, W.C., RYAN, W.B.F., and BONNIN, J., 1973, Plate tectonics and the evolution of the Alpine System: *Geol. Soc. Am. Bull.*, **84**, 3137-3180.

- FALCON, N., 1969, Problems of relationship between surface structure and deep displacement illustrated by Zagros. In: Kent, P.E., Satterthawate, G.E., Spencer, A.M. (Eds.). Time and place in orogeny: *Geol. Soc. London Spec. Publ.*, **2**, 9-22.
- FALCON, N., 1974, Southern Iran: Zagros Mountains, In: A. M. Spencer (Editor), Mesozoic-Cenozoic Organic belts, data for orogenic studies: *Geol. Soc. London, Spec. Pub.*, **4**, 199-211.
- KAZEMI, K., 2009, Seismic imaging of thrust fault structures in Zagros Iranian oil fields, from subsurface and well data. *71st EAGE Conference & Exhibition- Amsterdam, The Netherlands*.43.
- KHOSHBAKHT, F., MEMARIAN, H., and MOHAMMADNIA, M., 2009, Comparison of Asmari, Pabdeh and Gurpi formation's fractures, derived from Image log: *J. Pet. Sci. Eng.*, **67**.
- KHOSHBAKHT, F., AZIZZADEH, M., MEMARIAN, H., NOUROZI, G.H., and MOALLEMI, S.A., 2012. Comparison of electrical Image log with core in a fractured carbonate reservoir: *J. Pet. Sci. Eng.*, **86-87**, 289-296.
- KULANDER, B.R., DEAN, S.L., and WARD, B.J.Jr., 1990, Fractured Core Analysis: Interpretation, logging, and Use of Natural and Induced Fractures in Core. Am. Assoc. Pet. Geol. Bull. Tulsa, OK: *AAPG Methods in Exploration Series*, **8**, 88.
- MCQUILLAN, H., 1985, Fractured- controlled production from the Oligo - Miocene Asmari formation in Gachsaran and Bibi Hakimeh fields. Southwest Iran, Carbonate Petroleum Reservoirs. *Springer-Verlag, New York, United States*, 511-523.
- MOHAMMADIAN, R., 2008, Geometrical analysis of Asmari reservoir Marun anticline. *National Iranian South Oil Company, report. P- 6281*.
- NELSON, R.A., 2001, Geologic analysis of naturally fractured reservoirs. *Gulf publishing, Houston, Tx. Contr, In petrol. geology & Eng., 2nd ed.*, 332.
- PAULSEN, T.S., JARRAD, R.D., and WILSON, T.J., 2002, A simple method for orienting drill core by correlating features in whole-core scans and oriented borehole-wall imagery: *J. Struct. Geol.*, **24**, 1233-1238.
- SETUDEHNIA, A., 1978, The Mesozoic sequence in south- west Iran and adjacent areas: *J. Petrol. Geol.*, **1**, 3-42.
- SENGOR, A.M.C., 1984, The Cimmeride orogenic system and the tectonic of Eurasia: *Geol. Soc. Spec. Pap.*, **195**, 88.
- SHERIDAN, J., KOVAC, K., ROSE, P.E., BARTON, C., MCCULLOCH, J., BERARD, B., MOORE, J., PETTY, S., and SPIELMAN, P., 2003, In situ stress, fracture and fluid flow analysis-East Flank of the Coso Geothermal Field: *Proceedings 28th Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford Univ.*, 34-49.
- STÖCKLIN, J., 1968, Structural history and tectonics of Iran: *AAPG bull.*, **52**, 1229- 1258.
- WENNBERG, O.P., AZIZZADEH, M., AQRAWI, A.A.M., BLANCE, E.P., BROCKBANK, K.B., LYSLO, Y.S., PICKARD, N., SALEML, L.D., and SVANA, T., 2007, The khaviz Anticline: an outcrop analogue to giant fractured Asmari Formation reservoirs in SW Iran: *Geol. Soc. London Spec. Publ.*, **270**, 23-42.