

رخساره های الکتریکی و انطباق آنها با تراکم شکستگی ها در مخزن آسماری میدان نفتی لالی

بهمن سلیمانی

گروه زمین شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران، اهواز

علی غبیشاوی

شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب، اهواز

امیدرضا توسلی کجانی

دانشجوی کارشناسی ارشد زمین شناسی نفت، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران، اهواز

تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۲/۱۰

تاریخ دریافت: ۹۲/۲/۲۹

soleimani_b@scu.ac.ir

چکیده

رخساره های الکتریکی مخزن آسماری در میدان نفتی لالی واقع در ۴۰ کیلومتری شمال غربی مسجد سلیمان، با توجه به شرایط زمین شناسی و نمودارهای پتروفیزیکی مرتبط با خصوصیات مخزنی، تعیین و با استفاده از روش شبکه عصبی به صورت اولیه خوشه بندی شدند. با مقایسه بین پلات تخلخل-اشباع آب و منحنی های فشار موئینه حاصل از نتایج آزمایشات ویژه مغزه، محدوده خوشه ها (رخساره های الکتریکی) بر روی پلات مشخص شد. هر کدام از رخساره ها یا گونه های سنگی به لحاظ کیفیت مخزنی رتبه بندی و در نهایت مدل نهایی به تمام چاه های مورد مطالعه بسط داده شد. بدلیل تاثیر شکستگی در کیفیت مخزن، تراکم آنها با استفاده از نمودارهای تصویرگر FMI و انحراف سرعت تعیین گردید. نتایج نشان داد که رخساره های الکتریکی مشابه، بخاطر ترکیب سنگ شناسی متفاوت، تاثیر زیادی بر تعداد شکستگی ها در محدوده خود دارند.

کلمات کلیدی: گونه ی سنگی، مخزن آسماری، میدان لالی، نمودار تصویرگر FMI و انحراف سرعت

مقدمه

محوری قوسی شکل بوسیله گسل های معکوس در امتداد یال های شمالی و جنوبی آن، به شکل بلوک فرا افتاده بین میداین زلیلی و کارون قرار گرفته است (پورقاسم، ۱۳۸۷): (شکل ۱). ضخامت سازند آسماری در این میدان، حدود ۴۰۰ متر می باشد و به خاطر نبود آسماری زیرین این قسمت با انیدریت قاعده آسماری با سن اکی تائین مشخص می گردد (مطیعی، ۱۳۸۷) (شکل ۲). مهمترین ویژگی مخزن آسماری وجود سیستم شکستگی های طبیعی توسعه یافته در آن است که باعث بهره وری فوق العاده چاه ها علیرغم تخلخل ماتریسی کم (میانگین ۸ درصد) در این میدان است (مطیعی، ۱۳۷۴).

روش کار

داده های پتروفیزیکی نمودارهای چاه پیمایی

در ابتدا پس از کنترل کیفی داده های نمودارهای چاه پیمایی، از ۸ حلقه چاه ۲۰-۲۲-۲۳-۲۴-۲۵-۲۶-۲۷-۲۸ میدان، تمام داده های نمودارهای اشعه گاما (GR)، تخلخل نوترونی (NPHI)، دانسیته (RHOB)، صوتی (DT)، اشباع آب (SW) و تخلخل ارزیابی شده (PHIE) به طور همزمان در محیط نرم افزار ژئولاگ بارگزاری و در کنار یکدیگر مورد بررسی و تفسیر قرار گرفت. در مراحل بعد اعماق زون بندی مخزن آسماری در میدان لالی و موقعیت (طول و عرض جغرافیایی) چاه ها جهت ترسیم چارت تطابق بین چاهی به داده های بالا اضافه گردید.

استفاده از نتایج داده های آزمایشگاهی مغزه

پس از حفاری مغزه چاه، نمونه هایی از آن جهت آزمایشات مرسوم و ویژه توسط شخص زمین شناس انتخاب و به آزمایشگاه آنالیز مغزه فرستاده می شود. یکی از آزمایشاتی که نتایج آن در این خوشه بندی استفاده گردید، داده های

یک رخساره الکتریکی بصورت مجموعه ای مشابه از پاسخ لاگ های پتروفیزیکی برای تشخیص گونه ی سنگی خاص تعریف می شود تا از دیگر گونه ها متمایز گردد. رخساره های الکتریکی تحت تاثیر شرایط زمین شناسی قرار گرفته و یک یا چند رخساره سنگی را شامل می شوند. برای اثبات آن می بایست مقاطع نازک و مغزه حفاری مربوط به هر رخساره الکتریکی مطالعه شود (Hector et al., 2003). بنابراین هر رخساره الکتریکی از لحاظ ویژگی های مخزنی با رخساره های دیگر متمایز بوده و این تمایز وابسته به هدف محقق از نوع خوشه بندی و همچنین مقدار و تنوع داده های ورودی به اجتماع خوشه بندی است (Kadkhodaie, 2006). شناسایی رخساره های الکتریکی با استفاده از نمودارهای چاه پیمایی (Lim et al., 1999, Al-Ameri and Shebl, 2011) و برای تفسیر محیط رسوبی در میدان Hassi R'Mel الجزایر (Baouche et al., 2008)، در حوضه پاریس، (Bourquin et al., 1993) و یا جهت تخمین تراوانی (Lee, and Dutta-Gupta, 1999) در حوضه بمئی هندوستان (Sharma et al., 2011) بکار رفت. در ایران نیز مطالعاتی انجام شده است که از آن جمله می توان به (Bagheripour Haghghi et al., 2011) و (سروش نیا و همکاران، ۱۳۹۱) نام برد. مطالعه کنونی سعی دارد که ارتباط میان ترکیب سنگ شناسی متفاوت در رخساره الکتریکی و تاثیر آن بر تراکم شکستگی را در مخزن آسماری میدان نفتی لالی بررسی نماید.

موقعیت زمین شناسی میدان نفتی لالی

جایگاه میدان نفتی لالی در جنوب غربی ایران، ۴۰ کیلومتری شمال غربی مسجد سلیمان، در شمال فرو افتادگی دزفول و در دامنه خمش جبهه کوهستانی واقع شده است. میدان لالی به صورت تاقدیس نامتقارن و کشیده با

آزمایش فشار مؤثر موزه چاه شماره ۲۰ میدان لالی بود که در محیط نرم افزار بارگزاری و منحنی های آن رسم شد.

بررسی مقاطع نازک و تعیین رخساره سنگی

برای تایید صحت خوشه بندی و درک ویژگی های طبیعی هر رخساره و نیز بررسی رخساره های سنگی و شرایط دیاژنزی آن ها، مقاطع نازک میکروسکوپی مربوط به هر رخساره الکتریکی بر اساس تطابق عمقی مورد مطالعه و توصیف قرار گرفت (Stinco, 2006). تعداد ۹۹ مقطع نازک مربوط به موزه حفاری چاه های ۲۰-۲۲-۲۴ وجود داشت که توسط میکروسکوپ دو چشمی در نور معمولی و پلاریزان مشاهده و برای هر رخساره الکتریکی به خاطر تنوع سنگ شناسی، تعداد یک تا نهایتاً دو رخساره سنگی با بیشترین فراوانی در نظر گرفته شد.

مطالعه نمودارهای تصویرگر و نمودار انحراف سرعت (VDL)

از ویژگی مطرح نمودار تصویرگر، مشاهده مداوم و جزء به جزء تغییرات عمودی و جانبی مقاومت الکتریکی از سازند است. اندازه گیری مقاومت تابعی از تخلخل، سیال موجود در حفرات، هندسه فضایی حفرات، سیمان شدگی، میزان کانی های رسی و حتی به نوعی تحت تاثیر کانی شناسی می باشد (Serra, 1989). در ابتدای هر نمونه گیری ابزار جریان متمرکز شده ای را توسط هر چهار بالشتک به سازند منتقل می کند و سپس تغییرات شدت جریان الکتریکی درون سازند را توسط بازویی که زیر هر بالشتک قرار دارد، اندازه گیری می کند. ابزار طی فرایند پردازشی خود، اختلاف جریان الکتریکی اندازه گیری شده (تحت تاثیر اختلاف ریز مقاومت سازند ایجاد گشته است) را به تصاویر با کیفیت بالای رنگی تبدیل می کند (شکل ۳).

پردازش نمودارهای تصویرگر FMI از چاه های ۲۲-۲۴-۲۶ میدان لالی، برای رسم نمودار تراکم شکستگی در زون های مختلف مخزن آسماری و در نهایت مقایسه آن با رخساره های الکتریکی، در محیط نرم افزار ژئولاگ صورت گرفت. نمودار دیگری که در ارزیابی سازند، مطالعه انواع تخلخل در سنگ مخزن و نمایش تراکم شکستگی در زون های مخزنی کاربرد دارد، نمودار انحراف سرعت است که از تلفیق محاسباتی نمودارهای تخلخل و نمودار صوتی با یکدیگر ایجاد شد (روستایی و همکاران، ۱۳۸۸)، (Wyllie et al., 1956).

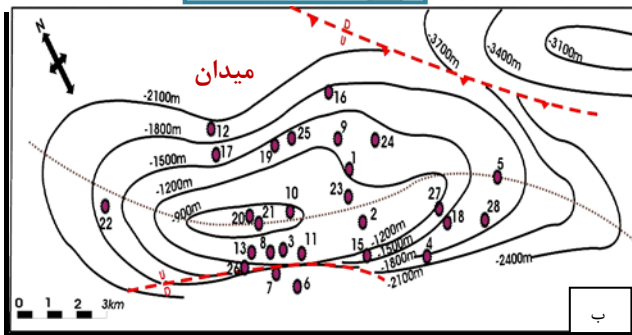
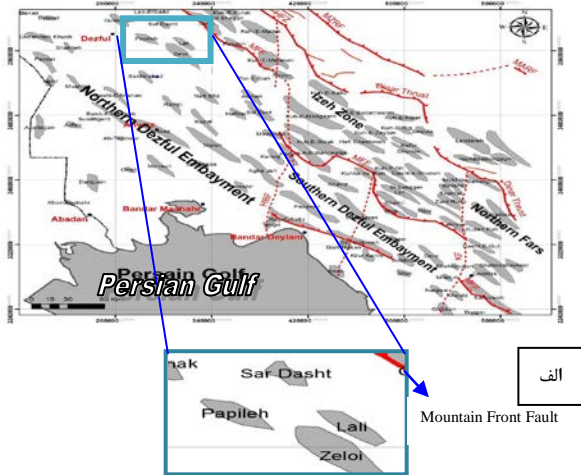
بحث

تعیین رخساره های الکتریکی مخزن آسماری

در نرم افزار ژئولاگ، با روش خوشه بندی زیر که بر اساس تنوع سنگ شناسی و خصوصیات پتروفیزیکی میدان انتخاب گردید، تمام نمودارهای چاه-پیمایی مورد مطالعه با حجم ۱۸۰۱۸ داده خوانده شده از آنها، در کنار یکدیگر تفسیر و خوشه بندی شدند.

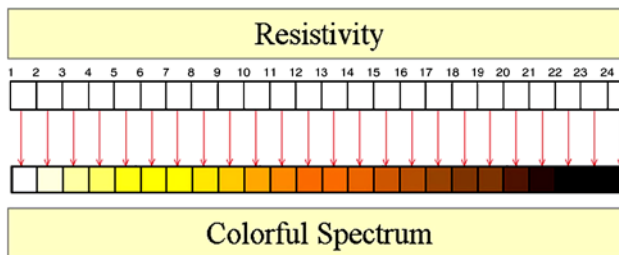
روش خوشه بندی

مدل نقشه های خود سازمان (SOM) نقشه های خود را از بین داده-هایی با ابعاد فضایی پراکنده و چند بعدی که ارتباط غیر خطی با یکدیگر دارند، در دو بعد ایجاد می کند. سپس بر اساس تعداد واحد نقشه های دو بعدی ایجاد شده، تعداد خوشه بندی نهایی تعیین می شود. در این میدان به لحاظ تنوع سنگ شناسی محدود و عدم وجود ماسه سنگ ها (ماسه سنگ حتی، انتخاب روش خوشه بندی را تحت تاثیر قرار می دهد)، انتظار می رود که تعداد خوشه ها بین ۴ تا ۶ خوشه باشد. لذا ابعاد نقشه ی مدل، ۳×۳ در نظر گرفته شد. در نهایت تعداد ۹ خوشه ایجاد شده که به عنوان خوشه بندی اولیه در مراحل بعدی مورد استفاده قرار می گیرند (جدول ۱).



شکل ۱. الف) موقعیت ساختمانی میدان نفتی لالی (Sherkati and Letouzey, 2004) و ب) نقشه خطوط تراز زیرسطحی (سازند آسماری) و موقعیت چاههای مورد مطالعه (شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب، ۱۳۸۸)

شکل ۲. ارتباط جانبی واحدهای مختلف سازند آسماری (Van Buchem et al., 2010).



شکل ۳. پردازش مقاومت الکتریکی به نمودار تصویرگر رنگی (Khoshbakht et al., 2009).

جدول ۱. میانگن داده نمودارهای ورودی به مدل (SOM) برای ۹ رخساره الکتريکی

رخساره الکتريکی	API اشعه گاما	Us/f زمان سیر صوت	v/v تخلخل نوترونی	G/c3 دانسیته	v/v تخلخل ارزیابی	v/v اشباع آب
۱	۱۶.۱۹	۶۱.۱۰	۰.۱۱	۲۶۵	۰.۰۸	۰.۴۴
۲	۱۵.۰۶	۵۸.۹۷	۰.۰۸	۲۶۷	۰.۰۶	۰.۵۷
۳	۱۲.۴۰	۵۵.۹۳	۰.۰۵	۲۷۰	۰.۰۴	۰.۷۶
۴	۲۳.۵۰	۶۱.۳۳	۰.۱۰	۲۶۵	۰.۰۵	۰.۷۱
۵	۱۹.۱۶	۵۷.۶۸	۰.۰۷	۲۶۸	۰.۰۳	۰.۸۳
۶	۱۴.۲۶	۵۴.۷۶	۰.۰۳	۲۷۱	۰.۰۲	۰.۹۳
۷	۲۹.۵۹	۶۱.۳۷	۰.۱۰	۲۶۷	۰.۰۲	۰.۹۴
۸	۲۱.۲۴	۵۶.۸۴	۰.۰۵	۲۶۹	۰.۰۲	۰.۹۷
۹	۱۵.۲۳	۵۴.۱۷	۰.۰۳	۲۷۰	۰.۰۱	۰.۹۹

در (شکل ۹) می‌توان درصد پراکندگی رخساره‌ها را در ۸ حلقه چاه مورد مطالعه بر اساس وزن داده‌های ورودی از نمودارهای چاه پیمایی مشاهده نمود.

تعیین رخساره‌های سنگی

با بررسی مقاطع نازک مربوط به هر رخساره الکتريکی، تعداد یک تا نهایتاً دو رخساره سنگی با بیشترین فراوانی برای هر رخساره در نظر گرفته شد.

رخساره الکتريکی شماره ۱

بخاطر شرایط ناپایدار و خرد شده مغزه حفاری، نمونه مغزه این رخساره به کارگاه مقطع گیری فرستاده نمی‌شود. بنابراین مقطع نازکی وجود نداشت.

رخساره الکتريکی شماره ۲

رخساره سنگی ۱: با ویژگی بافتی تقریباً مادستون، که به صورت گل میکرایتی کربناته، دارای کمی کوارتز در حد سیلت و بیوکلاست‌های خیلی ریز (کمتر از ۱ درصد در هر مقطع) می‌باشد. رخساره سنگی ۲: وکستون با ۱۰ تا ۱۵٪ دانه‌های پلوئید و بلورهای از انیدریت که بصورت سیمان ثانویه فضاهای خالی سنگ را پر نموده و عملاً تخلخل سنگ را به شدت کاهش داده‌اند (شکل ۱۰).

رخساره الکتريکی شماره ۳

رخساره سنگی با ویژگی بافتی تقریباً وکستون، بخاطر وجود دانه‌های بیشتر کوارتز و آشفتنگی زیستی و حفر شدگی حاصل از بیوکلاست‌های درشت‌تر (Ostracods, Miliolids) در نظر گرفته شد. دیاژنز بیشتر به صورت تشکیل میکرو استیلولایت و سیمان‌های تیغه‌ای عمل کرده است (شکل ۱۱).

رخساره الکتريکی شماره ۴

رخساره سنگی ۱: با بافت پکستون، حاوی خرده‌های اکینوئید و بریوزوئر فراوان. رخساره سنگی ۲: فاورینا گرین استون با زمینه سیمانی روشن مشاهده شد (شکل ۱۲).

تعیین تراکم شکستگی‌ها

ابتدا داده‌های خام نمودار تصویرگر FMI پردازش و بصورت تصاویر ایستا و پویا آماده شدند. سپس عمده تمرکز در بکارگیری الگوریتم‌هایی جهت تفکیک شکستگی‌ها از بافت زمینه تصاویر مذکور قرار گرفت. شکستگی‌های باز به خاطر پرشدگی با گل حفاری رسانا، آثار جزئی تیره و شکستگی‌های بسته (پرسیده بوسیله سیمان و یا کانی‌های ثانویه) اثر روشنی در نمودار تصویرگر دارند (غفوری، ۱۳۸۴). این تباین رنگی مبنای شناسایی شکستگی‌ها قرار گرفت. نرم افزار ژئولاگ به طور خودکار جهت شناسایی شکستگی‌ها در نمودار تصویرگر FMI از فیلترهای تصویری گرادیان یا لاپلاسیان استفاده می‌کند (خوشبخت و همکاران، ۱۳۸۶).

با مطالعه پیرامون ویژگی‌های مخزنی و پلات‌های موجود در محیط نرم افزاری، این نتیجه حاصل شد که پلات اشباع آب در مقابل تخلخل، بهتر می‌تواند گونه‌های سنگی را از یکدیگر تفکیک کند (Francesconi et al., 2009). لذا این پلات را با ۹ خوشه اولیه رنگ آمیزی نموده و توزیع و پراکندگی خوشه‌های اولیه بر روی پلات اشباع آب-تخلخل مشخص شد (شکل ۴). سپس نتایج آزمایشات ویژه مغزه اعم از تخلخل، فشار موئینه، اشباع آب، حجم حفرات، شماره و عمق نمونه مورد آزمایش را در محیط نرم افزار ژئولاگ بارگزاری کرده و در ادامه با مطالعه و رسم منحنی‌های فشار موئینه در مقابل اشباع آب و نیز رنگ آمیزی آن‌ها بوسیله ۹ خوشه اولیه، مشاهده شد که هر کدام از خوشه‌ها به صورت جداگانه و یا بعضی به طور مشترک در یک منحنی فشار موئینه قرار می‌گیرند (شکل ۵). فشار موئینه (P_c) در واقع به فشاری اطلاق می‌شود که باعث حرکت سیال در داخل گلوگاه‌های تخلخل و نیز جابجایی سیال ترکنده درون خلل می‌شود (Jennings, 1987). اگر ترشوندگی مخزن ثابت و اندازه گلوگاه‌ها یکسان فرض شود، فشار موئینه لازم برای جابجایی سیال نیز تغییری نمی‌کند (عوض‌علیپور و مجیدی، ۱۳۸۸). با این اوصاف اگر خوشه‌هایی که در پلات تخلخل-اشباع آب به صورت عمودی، در یک گستره از تخلخل وجود داشته باشند در پلات فشار موئینه-اشباع آب نیز مشاهده شوند، به نظر می‌رسد که در یک منحنی فشار موئینه به صورت مشترک قرار می‌گیرند. بنابراین می‌توان این خوشه‌ها را یکی دانست و با یکدیگر ادغام نمود (شکل ۶).

ادغام خوشه‌ها بر طبق تغییرات فراوانی لاگ‌های چاه پیمایی و وزن داده‌های ورودی صورت گرفت (شکل ۷). تعداد خوشه‌ها از ۹ به ۶ کاهش یافت. در (جدول ۲) ویژگی هر کدام از رخساره‌ها پس از ادغام مورد بررسی قرار گرفت. برای این کار از میانگن داده‌های ورودی به مدل استفاده شد (جدول ۲). خوشه‌های دیگری هستند که به لحاظ مقدار گاما بالا (بیشتر از API_{25}) و درصد اشباع آب حدود ۱۰٪ و تخلخل نوترونی آن‌ها نیز بیشتر از خوشه‌های دیگر است. لذا این خوشه‌های شیل‌گونه نیز، بایستی با یکدیگر ادغام شوند. در نهایت خوشه بندی نهایی شکل گرفت، به طوری که حاصل آن ۴ رخساره الکتريکی از مخزن آسماری می‌باشد، که هر کدام جداگانه رنگ آمیزی شده‌اند (شکل ۸).

ویژگی رخساره‌های الکتريکی مخزن آسماری

مدل (SOM) ادغام شده برای تمام چاه‌های مورد مطالعه به اصطلاح نرم افزاری تکثیر یا پراکنده شد. منظور از رخساره الکتريکی، سنگ شناسی خاصی همانند آهک یا انیدریت نیست. بلکه ممکن است دو نوع متفاوت سنگ شناسی (آهک و انیدریت) به لحاظ کیفیت مخزنی، همانند یکدیگر بوده و در یک رخساره قرار گیرند (Al- Ameri and Shebl, 2011). در (جدول ۳) هر کدام از رخساره‌ها بر اساس کیفیت مخزنی رتبه بندی شدند.

تصویر حذف می‌شود؛ ۲) بر اثر فرایند نرمال سازی، شکستگی‌ها برجسته می‌شوند؛ ۳) تفکیک و شناسایی شکستگی‌ها از بافت زمینه تصویر.

مخزنی و کمترین تراکم در انیدریت و آهک‌های شیلی رخساره سنگی ۲ در زون ۵ مخزن آسماری (بواسطه بخش تبخیری کلهر) دیده شد. با این وجود این دو رخساره سنگی از نظر کیفیت مخزنی یکسان بوده و این نشان می‌دهد که رخساره‌های الکتریکی بر اساس ماتریکس سنگ خوشه بندی می‌شوند. رخساره الکتریکی ۳: بواسطه دامنه وسیع اشباع آب آن در اکثر زون‌ها به صورت پراکنده وجود داشت.

رخساره الکتریکی ۴: زون مخزنی ۴ به عنوان بهترین زون انتخاب شد. زیرا حدود ۵ متر از رخساره سنگی ۲ در آن به صورت آهک دولومیتی پیوسته وجود داشت. رخساره سنگی ۱ بیشتر در زون ۶ مخزن پراکنده شده و تراکم شکستگی بالاتری را نسبت به رخساره سنگی ۲ نشان می‌دهد.

جهت شناسایی تراکم شکستگی‌ها، علاوه بر نمودار تصویرگر که جزئیات شکستگی را بخوبی نشان می‌دهد، می‌توان از نمودار انحراف سرعت برای تخمین و تفکیک محدوده شکستگی‌ها نیز استفاده نمود. بنابراین در صورت مطلوب بودن سایر پارامترهای کیفیت مخزن در آن بخش، در صورت داشتن ضخامت کافی، می‌تواند به عنوان بهترین زون انتخاب گردد.

تشکر و قدر دانی

مؤلفین بر خود لازم می‌دانند که صمیمانه از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه شهید چمران اهواز، شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب و از داوران محترم مقاله که نکات ارزشمند ذکر شده آنها در بهبود کیفیت آن نقش مهمی داشته، تشکر نمایند.

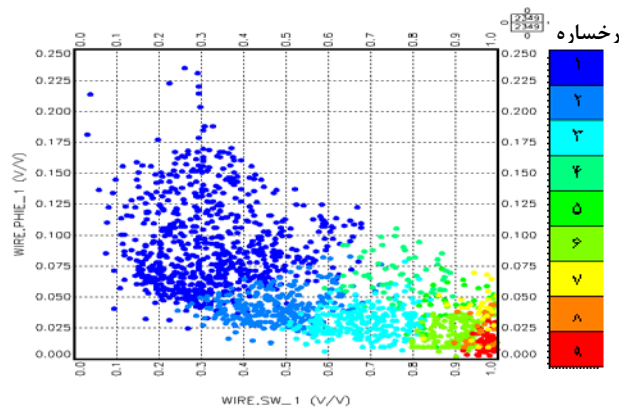
الگوریتم شناسایی شکستگی‌ها در محیط نرم افزار به صورت خودکار، در سه مرحله انجام می‌شود (شکل ۱۳): ۱) اثرات افقی (لایه بندی) از بافت در ادامه برای تخمین تراکم شکستگی‌ها از نمودار انحراف سرعت نیز استفاده شد (شکل ۱۴). بر اساس پاسخ‌های حاصل از نمودار انحراف سرعت، زون‌های با شکستگی بالا قابل تشخیص خواهد بود (Anselmetti and Elber, 1999). به طوری که سرعت‌های منفی و کمتر از ۵۰۰ نمایانگر این هستند که شکستگی‌ها به صورت معابر با تراوا، سرعت کمتری را نسبت به سنگ‌های دست نخورده ی (بدون شکستگی) اطراف خود نشان می‌دهند (Guadungo and Nunziata, 1993).

نتایج

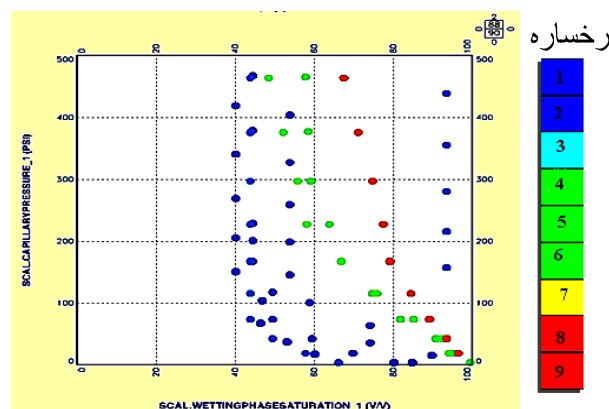
پس از رسم چارت تطابق بر اساس رخساره‌های الکتریکی و نمودارهای تراکم شکستگی و دیگر نمودارهای تفسیر چاه پیمایی، اعماق زون بندی مخزن وارد شد و هر کدام از رخساره‌ها در طول مخزن (۸ حلقه چاه) مورد مطالعه قرار داده شد.

رخساره الکتریکی ۱: پراکندگی این رخساره شیل گونه در زون ۷ مخزن، که زون تدریجی سازندهای آسماری- پایده می‌باشد، به مقدار زیاد وجود دارد. همچنین مقادیر سرعت منفی بالای ۲۰۰۰ در نمودار انحراف سرعت، مشاهده ریزش دیواره چاه در نمودار کلیپر و از بین رفتن وضوح تصاویر در نمودار تصویرگر FMI مشاهده شده است.

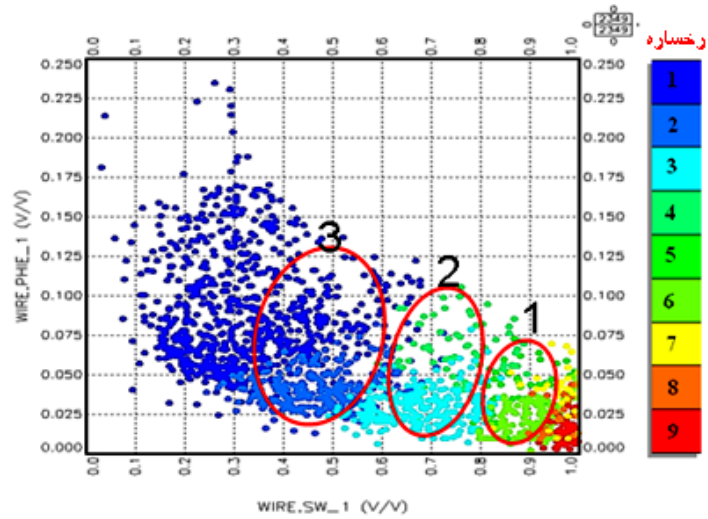
رخساره الکتریکی ۲: بین تاثیر ترکیب کانی شناسی این رخساره، بر شدت شکستگی سنگ‌ها رابطه واضحی وجود داشت. بطوری که بیشترین تراکم شکستگی‌ها در کربنات‌های متراکم رخساره سنگی ۱ در زون‌های ۱، ۲ و ۳



شکل ۴. توزیع ۹ خوشه اولیه بر روی پلات اشباع آب-تخلخل که با رنگ‌های مختلف متمایز شده‌اند.



شکل ۵. پلات فشار موئینه در مقابل اشباع آب و رنگ آمیزی آن بوسیله ۹ خوشه اولیه



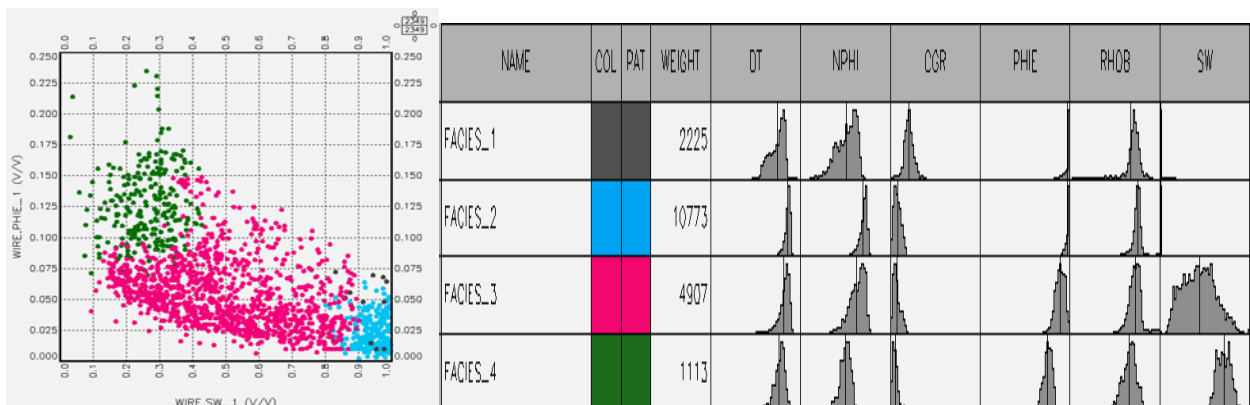
شکل ۶. پلات اشباع آب و تخلخل با رنگ آمیزی خوشه‌های اولیه- نواحی قابل ادغام با بیضی قرمز ۱-۲-۳ نشان داده شده است.

	NAME	COL	PAT	WEIGHT	DT	NPHI	CGR	PHE	RHOB	SW
1	FACIES_1	Blue		5199						
2	FACIES_2	Cyan		510						
3	FACIES_3	Green		305						
4	FACIES_4	Light Green		1330						
5	FACIES_5	Yellow-Green		2881						
6	FACIES_6	Yellow		8793						

شکل ۷. نمودار فراوانی داده لاگ‌های پتروفیزیکی و ویژگی‌هایی از قبیل اسم و رنگ هر رخساره و وزن عددی داده‌های ورودی برای هر رخساره

جدول ۲. میانگن داده‌های ورودی به مدل، برای ۶ رخساره الکتریکی حاصل از فرایند ادغام.

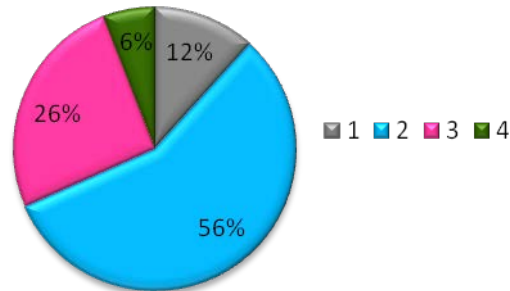
رخساره الکتریکی	API اشعه گاما	US/f زمان سیر صوت	۷/۷ تخلخل نوترونی	G/c ³ دانسیته	۷/۷ تخلخل ارزیابی	۷/۷ اشباع آب
۱	۱۵.۷۳	۵۴	۰.۰۳	۲.۷	۰.۰۱	۰.۹۹
۲	۱۴.۵۳	۵۸	۰.۰۷	۲.۶۷	۰.۰۵	۰.۵۵
۳	۱۰.۴۸	۶۴	۰.۱۵	۲.۶	۰.۱۲	۰.۲۸
۴	۲۷.۱۹	۶۸	۰.۱۸	۲.۲۸	۰.۰۳	۰.۹۷
۵	۳۹.۲۹	۶۹.۳	۰.۱۷	۲.۵۵	۰.۰۱	۱.۰۰
۶	۴۶.۲۸	۷۰.۸۳	۰.۱۹	۲.۵۹	۰.۰۱	۱.۰۰



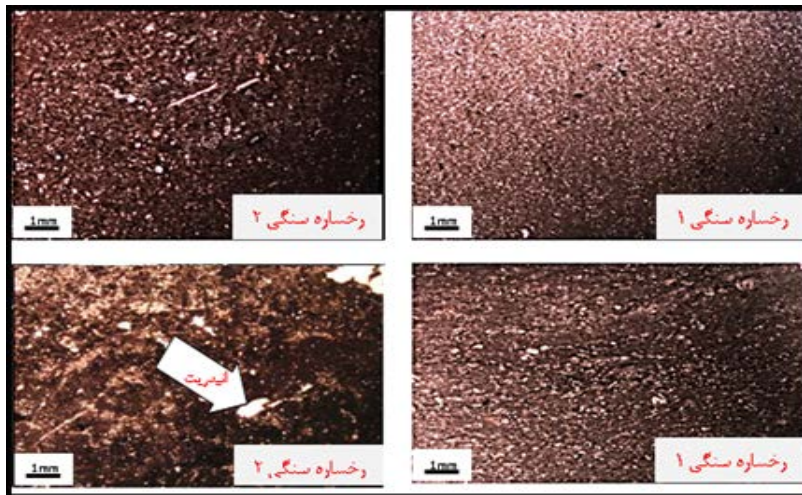
شکل ۸. تعیین ۴ رخساره الکتریکی از مخزن آسماری- هر کدام از رخساره‌ها با رنگی خاص متمایز شدند.

جدول ۳. میانگین داده نمودارهای پتروفیزیکی هر ۴ رخساره الکتریکی مخزن آسماری

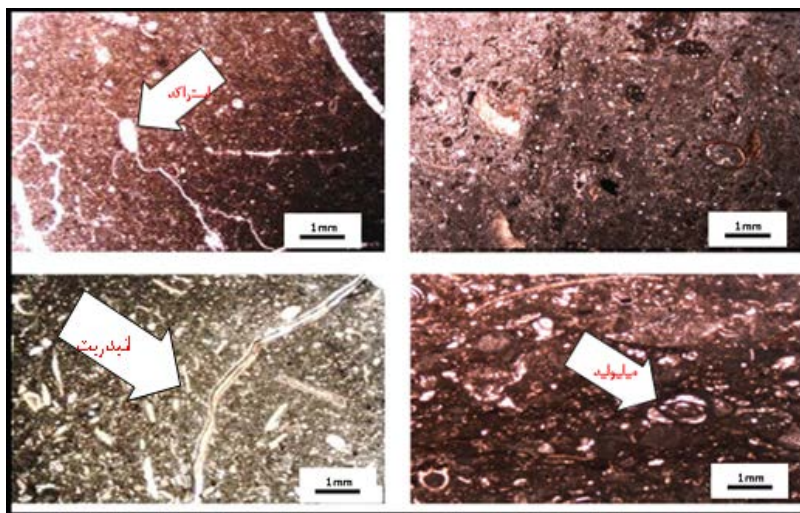
رتبه کیفی مخزنی	اشباع آب v/v	تخلخل ارزیابی v/v	دانسیته G/c ³	تخلخل نوترونی v/v	زمان سیر صوت Us/f	اشعه گاما API	رخساره الکتریکی
۴	۰.۹۹	۰.۰۱	۲.۶۲	۰.۱۴	۶۶	۴۰	۱
۳	۰.۹۹	۰.۰۱	۲.۷	۰.۰۳	۵۴	۱۵.۷۳	۲
۲	۰.۵۵	۰.۰۵	۲.۶۷	۰.۰۷	۵۸	۱۴.۵۳	۳
۱	۰.۲۸	۰.۱۲	۲.۶	۰.۱۵	۶۴	۱۰.۴۸	۴



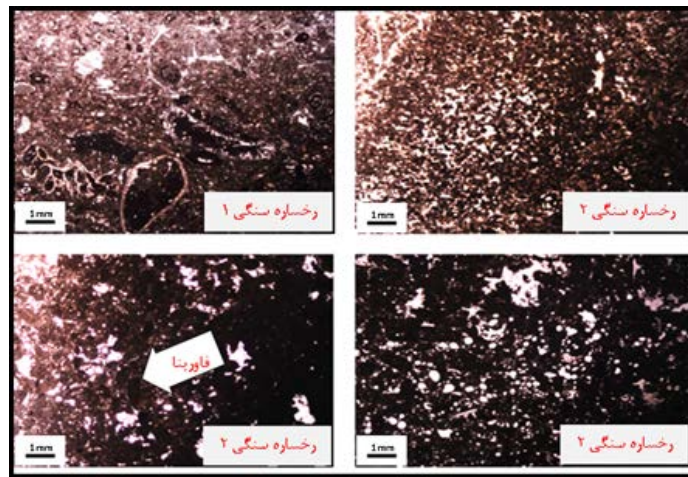
شکل ۹. درصد پراکندگی رخساره‌های الکتریکی در ۸ حلقه چاه از میدان نفتی لالی



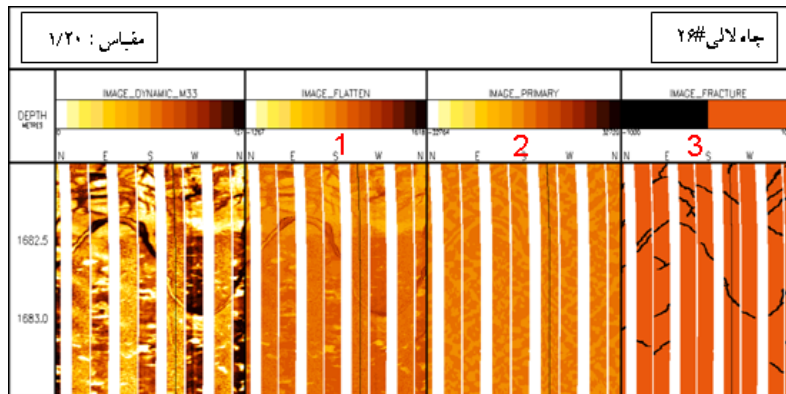
شکل ۱۰. مقاطع میکروسکوپی مربوط به رخساره الکتریکی شماره (۲) در نور XPL.



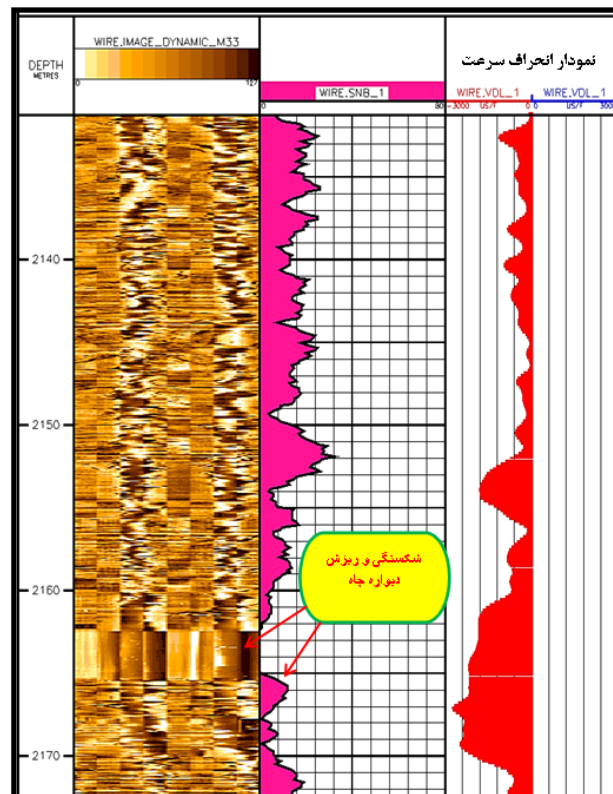
شکل ۱۱. مقاطع میکروسکوپی مربوط به رخساره الکتریکی شماره (۳) در نور XPL.



شکل ۱۲. گزیده‌ای از مقاطع میکروسکوپی مربوط به رخساره الکتریکی شماره (۴) در نور XPL.



شکل ۱۳. شناسایی شکستگی‌ها در نمودار تصویرگر FMI.



شکل ۱۴. نمودار انحراف سرعت و تراکم شکستگیها، که با سرعت منفی شناخته می شوند(چاه #۲۴).

منابع

- پورقاسم، ب.، ۱۳۸۷، مطالعه مخزن آسماری میدان لالی، گزارش شماره ۶۲۰۶- پ، شرکت ملی مناطق نفتخیز جنوب.
- خوشبخت، ف.، باقری، ع.م.، محمدنیا، م.، ۱۳۸۶، تحلیل شکستگی ها و شناسایی تنش ها در مخازن هیدروکربوری با استفاده از لاگ های تصویری، سومین کنفرانس مکانیک سنگ ایران - دانشگاه صنعتی امیرکبیر - تهران - ایران، صفحه ۸۳۳ تا ۸۴۰.
- روستایی، س.، شکرانه، ف.، رحیم پور بناب، ح.، کدخدایی ایلخچی، ع.، ۱۳۸۸، کاربرد نمودار انحراف سرعت در تعیین نوع تخلخل و روند تراوایی در میدان گازی پارس جنوبی، از مجموعه مقالات مجله اکتشاف و تولید، شماره ۵۶، صفحات ۵۷ تا ۶۰.
- سروش نیا، م.، کدخدایی ایلخچی، ع.، نوری، ب.، ۱۳۹۱، بررسی روش های خوشه سازی در تعیین الکتروفاسیس ها و نیز میکروفاسیس های مخزنی و با استفاده از اطلاعات پتروفیزیکی و پتروگرافی در سازند آسماری در یکی از میداین نفتی خلیج فارس، سی و یکمین همایش علوم زمین، آذرماه
- شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب، ۱۳۸۸، نقشه UGC میدان لالی (چاه های حفاری شده) به شماره ۱۶۰۹۷
- عوض علیپور، س.، مجیدی، ر.، ۱۳۸۸، مبانی مهندسی نفت، انتشارات نورپردازان، ۴۳۷ ص.
- غفوری، م.، ۱۳۸۴، آنالیز شکستگی ها و ژئومکانیک چاه با استفاده از نمودارهای تصویرگر، مجله اکتشاف و تولید، شماره ۲۷، صفحه ۱۱ تا ۲۱.
- مطیعی، ه.، ۱۳۷۴، زمین شناسی نفت زاگرس، سازمان زمین شناسی کشور، ۵۸۹ ص.
- مطیعی، ه.، ۱۳۸۷، زمین شناسی نفت سنگ های کربناتی ۱ و ۲، انتشارات آراین زمین، ۸۹۱ ص.
- Al-Ameri, M. B., Shebl, H., 2011, Reservoir Rock Typing of a Giant Carbonate Field, SPE Reservoir Characterisation and Simulation Conference and Exhibition, Abu Dhabi, UAE, Society of Petroleum Engineers.
- Anselmetti, F.S., Elberi, G.P., 1999, The velocity – deviation log: A tool to predict pore type permeability trends in carbonates drill holes from sonic & porosity or density logs, AAPG Bulletin, v. 83, no. 3, p.450-466.
- Bagheripour Haghghi, M., Shabaninejad, M., Afsari, K., 2011, A Permeability Predictive Model Based On Hydraulic Flow Unit for One of Iranian Carbonate Tight Gas Reservoir, SPE Middle East Unconventional Gas Conference and Exhibition, Muscat, Oman, Society of Petroleum Engineers.
- Baouche, R., Nedjari, A. Chaouchi, R., 2008, Analysis and interpretation of environment sequence models in Hassi R'Mel Field in Algeria, AAPG International Conference and Exhibition, Cape Town, South Africa, October 26-29.
- Bourquin, S., Boehm, C., Clermonte, J., Durand, M. Serra, O., 1993, Faciologic and sequential analysis of Sorted mid-west of the Basin of Paris starting from the well log data: Bulletin of the Geological Company of France, 2. Bull. Soc. Geol. Fr., t. 164, 2, p. 177-188.
- Francesconi, A., Bigoni, F., Balossino, P., Bona, N., Marchini, F., Cozzi, M., 2009, Reservoir rock types application - Kashagan, SPE/EAGE Reservoir Characterization and Simulation Conference, Abu Dhabi, UAE, Society of Petroleum Engineers.
- Guadungo, F.M., Nunziata, C., 1993, Seismic velocities of fractured carbonate rocks (Southern Apennin, Italy) : Geophysical Journal International, v.113 p. 739-746.
- Hector H. Perez, Akhil Datta-Gupta, Mishra, S., 2003, The role of electrofacies, lithofacies, and hydraulic flow units in permeability predictions from well logs: A comparative analysis using classification trees, Society of Petroleum Engineers, October.
- Jennings, J. B., 1987, Capillary pressure techniques: application to exploration and development geology: Journal Name: AAPG Bull., v. 71: 10, 1196-1209.
- Kadkhodaie- Ilkhchi, A., Rezaee, M.R., Moallemi, A., 2006, A fuzzy logic approach for estimation of permeability and rock type from conventional well log data: an example from the Kangan reservoir in the Iran, Journal Of Geophysics And Engineering, 356-369.
- Khoshbakht, F., Memarian, H., Mohammadnia, M., 2009, Comparison of Asmari, Pabdeh and Gurpi formation's fractures, derived from image log- Journal of Petroleum Science and Engineering 65-74.
- Lee, S.H., Dutta-Gupta, A., 1999, Electrofacies Characterization and Permeability Predictions in Carbonate Reservoirs: Role of Multivariate Analysis and Nonparametric Regression, SPE56658.
- Lim, J., Kang, J.M., Kim, J., 1999, Multivariate Statistical Analysis for Automatic Electrofacies Determination from Well Log Measurements, SPE 38028.
- Serra, O., 1989. Formation MicroScanner Image Interpretation, Schlumberger Education Services.
- Sharma, P., Mangain, G, Bahuguna, V.K., Lal, C., 2011, Improved Permeability Estimates in Carbonate Reservoirs Using Electrofacies Characterization: A Case Study of Mumbai High South, The 2nd South Asian Geoscience Conference and Exhibition, GEOIndia2011, 12-14th Jan, Gearter Noida, New Delhi, India
- Sherkati, S. Letouzey, J., 2004, Variation of structural style and basin evolution in the Izeh Zone and Dezful Embayment, Central Zagros, Iran. 6th Middle East Geosciences Conference, GEO 2004. GeoArabia, Abstract, v. 9, no. 1, p. 131.
- Stinco, L. P., 2006, Core and log data integration. The key for determining electrofacies, SPWLA 47th Annual Logging Symposium, Society of Petrophysicists & Well Log Analysts.
- Van Buchem, F. S. P., Allan, T. L., Laursen, G. V., Lotfpour, M., Moallemi, A., Monibi, S., Motiei, H., Pickard, N. A. H., Tahmasbi, A. R., Vedrenne, V., Vincent, B., 2010, Regional stratigraphic architecture and reservoir types of the Oligo-Miocene deposits in the Dezful Embayment (Asmari and Pabdeh formations) SW Iran, Geological Society, London, Special Publications, v. 329; p. 219-263.



Wyllie, M.R.J; Gregory, A.R., Gardner, L.W., 1956, elastic wave velocities in heterogeneous and porous media. *Geophysics*, v.21, p.41-70.