Archive of SID.ir

شناسایی نفت‌گیرهای چینه‌ای از نوع کانالی با استفاده از نشانگرهای لرزه‌ای: مطالعه موردی در سازند شوریجه، یکی از میادین گازی شمال شرق ایران

آرزو خیری[۱]، رامین‌نیک‌روز[۱]، علی کدخدائی*[۲]، رضا محبیان[۳] و رحیم کدخدائی[۲]

۱-گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

۲- گروه علوم‌زمین، دانشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز، ایران

۳- دانشکده مهندسی معدن، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۶

چکیده

شناسایی و مکان‌یابی تله‌های چینه‌ای به‌دلیل اینکه وابسته به تغییرات رخساره‌ای هستند و پراکندگی آن‌ها از وضعیت حوضه و محیط رسوبی تبعیت می‌نماید، پیچیده‌تر از تله‌های ساختمانی است. با توجه به این مسئله، داده‌های لرزه‌ای سه‌بعدی با استفاده از نشانگرها و برش زمان، روشی مفید برای ایجاد روابط جانبی با ویژگی‌های زمین‌شناسی می‌باشند. هدف از این پژوهش آشکار ساختن کانال‌های مئاندری چینه‌ای با اعمال نشانگرهای مناسب برروی داده‌های لرزه‌ای سه‌بعدی است. به این منظور، نشانگرهای تجزیه طیفی و پوش دامنه با استفاده از مکعب سه‌بعدی لرزه‌ای میدان مورد مطالعه، استخراج شده و ویژگی‌های هر کدام مورد تفسیر و بررسی قرار گرفت. با مطالعه و تفسیرهای انجام شده، موقعیت هندسی کانال‌های مئاندری واقع در سازند شوریجه توسط نشانگرهای پوش و تجزیه طیفی تعمیم یافته به‌صورت بهتری آشکار گردید. نشانگر تجزیه طیفی در آشکار ساختن هندسه کانال‌های مئاندری موجود در مقاطع لرزه‌ای مؤثر بود و نشانگر پوش با نشان دادن نقاط روشن مرتبط با نفت‌گیرهای چینه‌ای، وجود کانال‌های مئاندری را تأیید کرد. این نتایج، توافق خوبی با نتایج حاصل از مطالعات سنگ‌شناسی، رخساره‌ای، ویژگی های مخزنی و تفاسیر پتروفیزیکی سازند شوریجه در ناحیه مورد مطالعه نشان می‌دهند.

کلمات کلیدی: نفت‌گیر چینه‌ای، نشانگر لرزه‌ای، تجزیه طیفی، نشانگر پوش، کانال مئاندری

مقدمه

با توجه به اهمیت و کاربرد نفت و گاز در سطح جهان، اکتشاف تله‌های نفتی امری مهم و ضروری در عصر حاضر محسوب می‌شود. امروزه عملیات‌های لرزه‌نگاری سه‌بعدی، حجم داده‌های لرزه‌ای را افزایش داده و بر پیچیدگی محاسبات

*مسؤول مکاتبات
آدرس الکترونیکی Kadkhodaie_ali@tabrizu.ac.ir
شناسه دیجیتال: (DOI: 10.22078/PR.2022.4541.3045)

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

پژوهش نفت شماره ۱۲۴، مرداد و شهریور ۱۴۰۱، صفحه ۴۷-۳۳

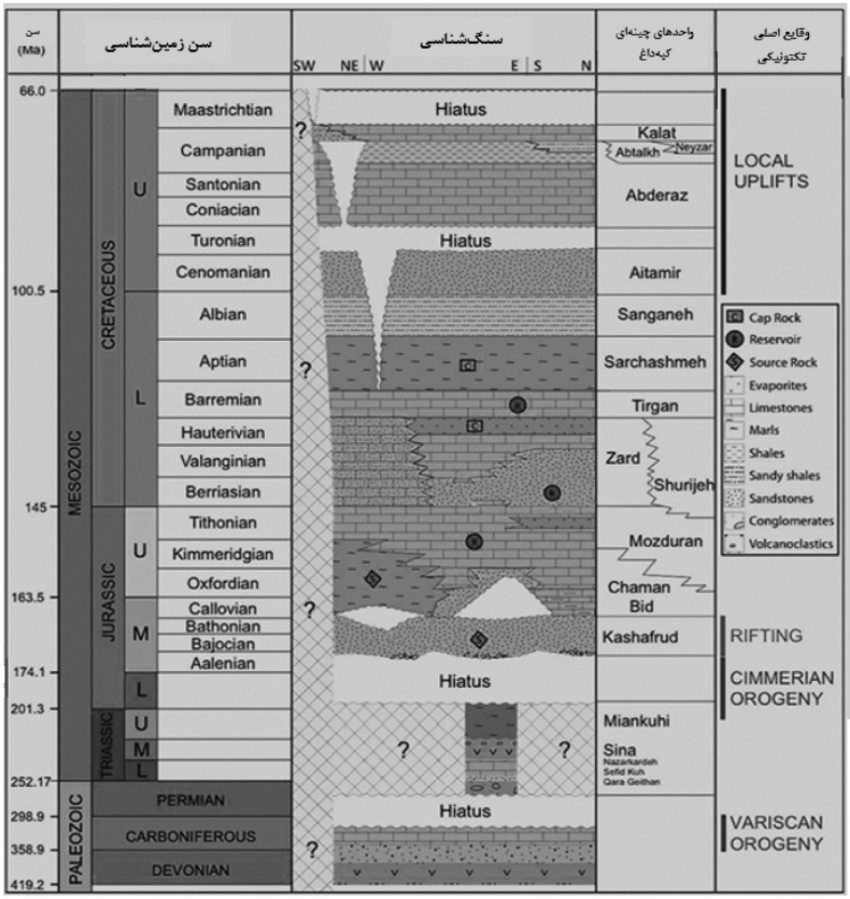
پردازش و تفسیر افزوده است. پیشرفت عظیم در محاسبه و فن‌آوری، کنترل و بررسی این حجم عظیم داده‌های لرزه‌ای را ممکن ساخته است. در میان فن‌آوری‌های مختلف ژئوفیزیکی موجود، نشانگرهای لرزه‌ای سه‌بعدی به‌ویژه برای نقشه‌برداری ویژگی‌های چینه‌ای مناسب هستند. هدف اولیه مفسران لرزه‌نگاری استخراج اطلاعات بیشتر از داده‌های لرزه‌ای و استفاده از آن برای تفسیر ویژگی‌های ساختاری، چینه‌ای و زمین‌شناسی جهت تعریف دقیق مدل‌های مخزنی به منظور استفاده در استراتژی‌های حفاری و ذخایر قابل بازیافت می‌باشد. یکی از راه‌های دست‌یابی به چنین اطلاعاتی از طریق ایجاد نشانگرهای لرزه‌ای است [۱۵ و ۱۹]. نفت‌گیر یا تله نفتی، یکی از عوامل اصلی و ضروری برای تجمع اقتصادی هیدروکربن‌ها می‌باشد [۲]. با توجه به اینکه تله‌های چینه‌ای، کمتر شناخته شده‌اند و از جهت مکان‌یابی سخت‌تر از تله‌های ساختاری هستند بدین ترتیب داده‌های لرزه‌ای سه‌بعدی، روش بهتری برای ایجاد روابط جانبی با ویژگی‌های زمین‌شناسی با استفاده از نشانگرها و برش زمان ارائه می‌دهند [۵ و ۱۰]. نشانگرهای مدرن، اغلب داده‌ها را به‌روشی مطلوب‌تر برای این نوع ویژگی‌های چینه‌ای نمایش می‌دهند [۱۴]. از جمله نفت‌گیرهای چینه‌ای، تله‌های کانالی هستند که نفت‌گیر بسیاری از میدان‌های نفتی و گازی حاصل از تغییر رخساره رسوبات کانالی نظیر کانال‌های رودخانه‌ای، دلتایی و حتی کانال‌های عمیق دریایی هستند [۸]. مطالعات دو نکته مهم در مورد نفت‌گیرهای چینه‌ای کانالی را نشان می‌دهند. نکته اول محدودیت وسعت و ضخامت نفت‌گیرها است که نشان می‌دهد این نوع مخازن نمی‌توانند ذخیره هیدروکربنی عظیمی داشته باشند و نکته دوم اینکه فقط قسمتی از کانال که به وسیله ماسه پر شده به‌عنوان مخزن عمل می‌کند و بقیه کانال که به‌وسیله رس پر شده است نمی‌تواند مخزن باشد [۲]. نشانگرهای لرزه‌ای، کمک بالقوه‌ای در تفسیر لرزه‌ای می‌باشند و به دانشمندان علوم زمین اجازه می‌دهند تا نفت‌گیرهای چینه‌ای مانند کانال‌ها، ریف‌ها و امثال آن‌ها را تفسیر کنند و ساختار محیط رسوبی را آشکار سازند [۷]. هدف از این مطالعه شناسایی کانال‌های رودخانه‌ای مئاندری زیرسطحی سازند شوریجه در حوضه کپه داغ، با استفاده از داده‌های لرزه‌ای سه‌بعدی در مقطع زمانی و عرضی به‌صورت کیفی توسط نشانگرهای لرزه‌ای و اعتبارسنجی آن‌ها با نتایج مطالعات رخساره‌های رسوبی است. به همین دلیل ابتدا نقشه‌های مقاطع افقی توسط نشانگرها تهیه گردید. سپس نقشه‌های متفاوت نشانگرهای مختلف با یکدیگر مقایسه شده و با تفسیر نتایج هرکدام، هندسه کانال‌های مئاندری شناسایی و آشکار شدند. با توجه به هدف پژوهش، برش‌های عرضی این کانال‌ها مورد مشاهده و بررسی قرار گرفت.

چینه‌شناسی میدان و سازند مورد مطالعه

حوضه رسوبی کپه داغ در مرز غربی و جنوب غربی حوضه آمودریا (منطقه تولید در ترکمنستان و ازبکستان) واقع شده و به‌سمت جنوب غربی ایران و افغانستان امتداد دارد. این حوضه در اواسط ژوراسیک و با بسته شدن اقیانوس پالئوتتیس بین ایران و اوراسیا شکل گرفته است [۹ و ۱۱]. ستون چینه‌شناسی حوضه کپه داغ در شکل ۱ نشان داده شده است. سازند شوریجه به‌صورت یک واحد تخریبی سرخ رنگ در بین سنگ آهک‌های ژوراسیک بالایی (سازند مزدوران) و کرتاسه پایینی (سازند تیرگان)، از جنوب شرق- شرق تا غرب حوضه کپه داغ گسترش دارد. این سازند، در اواخر ژوراسیک پسین- اوایل کرتاسه پیشین، به دلیل عملکرد فاز خشکی‌زایی سیمرین پسین، با پایین آمدن سطح آب دریا نهشته شده است. سازند شوریجه در نواحی شرق و جنوب شرقی، بیشتر از رسوبات تخریبی تشکیل شده است و به‌سمت نواحی مرکزی و غربی، رخساره‌های کربناته و تبخیری

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



شکل ۱ ستون چینه‌شناسی حوضه رسوبی کپه داغ [۱۸]

نیز در توالی رسوبی آن مشاهده می‌شود [۱ و ۱۶]. این سازند از سنگ مخزن‌های مهم گاز در شمال خاوری ایران است و از پنج زون شوریجه A، شوریجه B، شوریجه C، شوریجه D و شوریجه E تشکیل شده است که تنها زون‌های B و D آن به‌عنوان سنگ مخزن عمل کرده‌اند [۱ و ۱۲]. از این رو، مطالعات متعددی برروی مشخصه‌های سنگ‌شناسی، بافتی، محیط رسوبی و ویژگی‌های مخزنی این سازند صورت گرفته است. موسوی حرمی [۲۵] براساس ویژگی‌های بافتی و ساختمان‌های رسوبی، توالی این سازند را به دو بخش تحتانی و فوقانی تفکیک نموده است. بخش تحتانی متشکل از رسوبات دانه درشت کنگلومرا و ماسه‌سنگ دانه درشت عمدتا در یک سیستم رودخانه بریده بریده تشکیل شده است و بخش فوقانی با توجه به رسوبات دانه ریزتر متشکل از ماسه‌سنگ، سیلتستون و شیل به یک سیستم رودخانه مئاندری نسبت داده شده است. همچنین نتایج مطالعات در بخش‌های مختلف حوضه کپه داغ، محیط رسوبی مرتبط با یک سیستم رودخانه‌ای را برای این سازند نشان می‌دهند [۲۲ و ۲۶]. جوزانی کهن و همکاران [۲۳] به تاثیر فرآیندهای دیاژنزی مانند کانی های رسی برجا (عمدتا ایلیت، کلریت و کائولینیت) و سیمان‌های سولفاتی، کربناتی و اکسید آهن بر ویژگی‌های مخزنی سازند شوریجه در میدان گازی گنبدلی در شرق کپه داغ اشاره دارند. در رخساره‌های این سازند، کوارتز با مقادیر قابل توجه همراه با مقادیر متغیری خرده سنگ و فلدسپات و مقادیر کمتری میکا و کانی‌های سنگین مشاهده می‌شود. گل افشانی و همکاران [۲۴] با بررسی و تحلیل داده‌های ژئوشیمیایی عناصر اصلی برروی ماسه‌سنگ‌های سازند شوریجه در ناحیه آبگرم واقع در شرق کپه داغ، یک موقعیت زمین

Archive of SID.ir

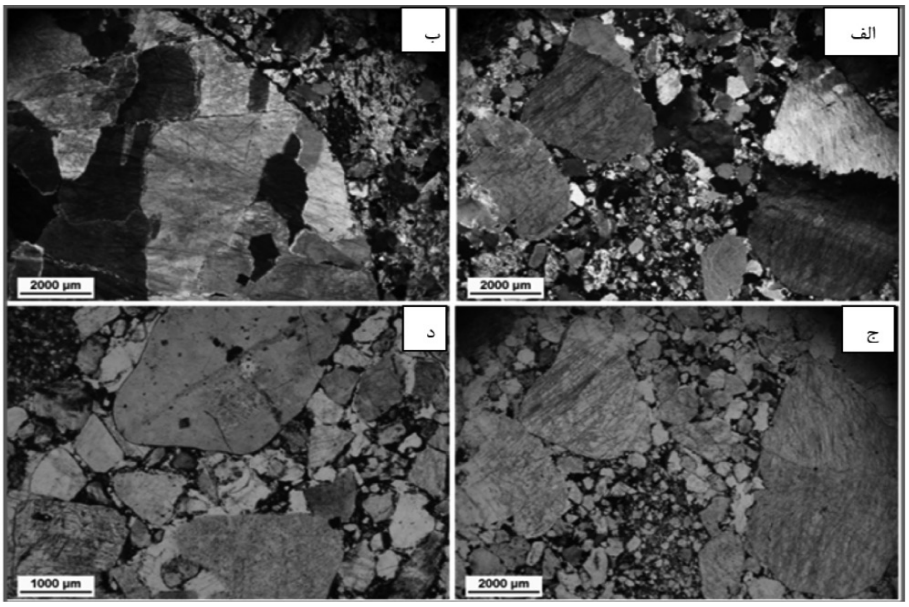
Archive of SID.ir

پژوهش نفت شماره ۱۲۴، مرداد و شهریور ۱۴۰۱، صفحه ۴۷-۳۳

ساختی از نوع حاشیه قاره‌ای غیرفعال، با سنگ منشاء ماگمایی حدواسط تا اسیدی و شرایط آب و هوایی نیمه مرطوب را برای تشکیل و رسوب‌گذاری این ماسه‌سنگ‌ها در نظر می‌گیرند. میدان مورد مطالعه با حفر اولین چاه اکتشافی کشف شد و تولید از آن صورت گرفت. گاز طبیعی و میعانات از قسمت B سازند شوریجه، اولین تولید میدانی بود. سنگ‌های کربناته ژوراسیک فوقانی (سازند مزدوران) و سنگ‌های سیلیسی- آواری کرتاسه تحتانی (سازند شوریجه)، مخازن اصلی این میدان هستند که به‌ترتیب گاز ترش و شیرین تولید می‌کنند.

سنگ‌شناسی، رخساره و محیط رسوبی

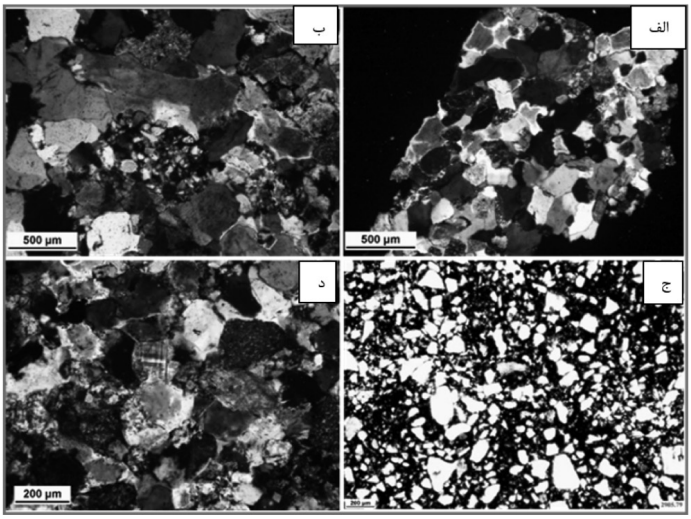
براساس شواهد سنگ‌شناسی و رخساره‌ای، سازند شوریجه در میدان مورد مطالعه به لحاظ سنگ‌شناسی عمدتا متشکل از رسوبات تخریبی شامل کنگلومرا، ماسه‌سنگ و شیل است. همچنین در بخش‌هایی درون توالی این سازند رخساره‌های کربناته (آهک و دولومیت) و رخساره مختلط تخریبی-کربناته (دولومیت ماسه‌ای) مشاهده می‌شود. واحدهای کنگلومرایی به‌صورت میکروکنگلومرا و از نوع ارتوکنگلومرا (دانه غالب) هستند که دارای جورشدگی ضعیف و ذرات نیمه زاویه‌دار تا نیمه گرد شده هستند (شکل ۲). این واحدها در قاعده رسوبات ماسه‌سنگی قرار داشته و عمدتا مرتبط با کانال‌های رودخانه‌ای هستند. رسوبات ماسه‌سنگی با طیفی از اندازه‌های درشت تا ریز و جورشدگی متوسط تا ضعیف و نیمه گرد شده تا نیمه زاویه‌دار هستند که در آن‌ها عوارض تراکم و سیمانی شدن مشهود است. این ماسه‌سنگ‌ها به لحاظ کانی‌شناسی عمدتا از کوارتز با مقادیری خرده‌سنگ و فلدسپات تشکیل شده‌اند (شکل ۳). رخساره‌های دانه‌ریز و شیلی عمدتا در بخش بالایی واحدهای ماسه‌سنگی یا در تناوب با آن‌ها درون توالی رسوبی سازند شوریجه گسترش دارند. درون برخی از این رخساره‌ها، حضور ذرات دانه ریز و پراکنده ماسه و سیلت مشهود است (شکل ۴). رخساره‌های کربناته متشکل از انواع گل غالب مادستونی و دانه غالب گرینستونی هستند. در رخساره‌های گل غالب که عمدتا دولومیتی شده‌اند، در مواردی نودول‌های انیدریت گسترش دارند که بیانگر محیط پهنه کشندی (سبخا) برای تشکیل آن‌هاست (شکل ۴د). اما حضور فراوان ذرات پراکنده ماسه درون رخساره‌های گل غالب، یک رخساره مختلط کربناته-تخریبی (دولومیت ماسه‌ای) را درون توالی سازند شوریجه به‌وجود آورده است (شکل ۵).



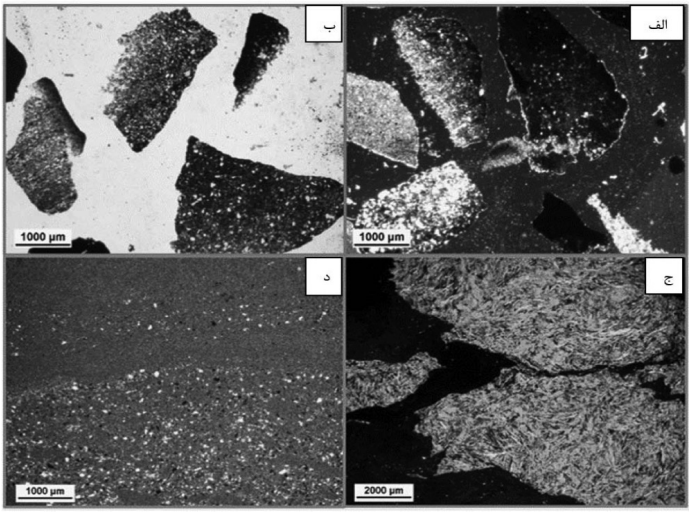
شکل ۲ تصاویر میکروسکوپی از رخساره سنگی میکروکنگلومرا در سازند شوریجه

Archive of SID.ir

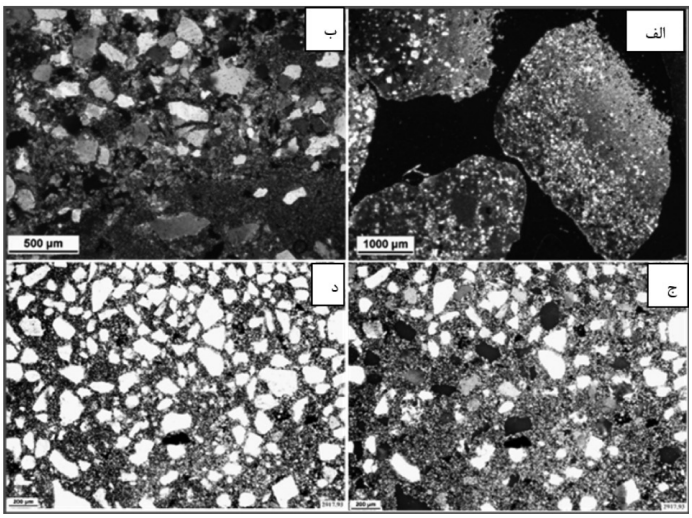
Archive of SID.ir



شکل ۳ تصاویر میکروسکوپی از رخساره سنگی ماسه‌سنگ در سازند شوریجه



شکل ۴ تصاویر میکروسکوپی از رخساره سنگی شیل/ سنگ رس به همراه رخساره مادستون با نودول انیدریت در سازند شوریجه



شکل ۵ تصاویر میکروسکوپی از رخساره سنگی مختلط کربناته-تخریبی (دولومیت ماسه‌ای) در سازند شوریجه

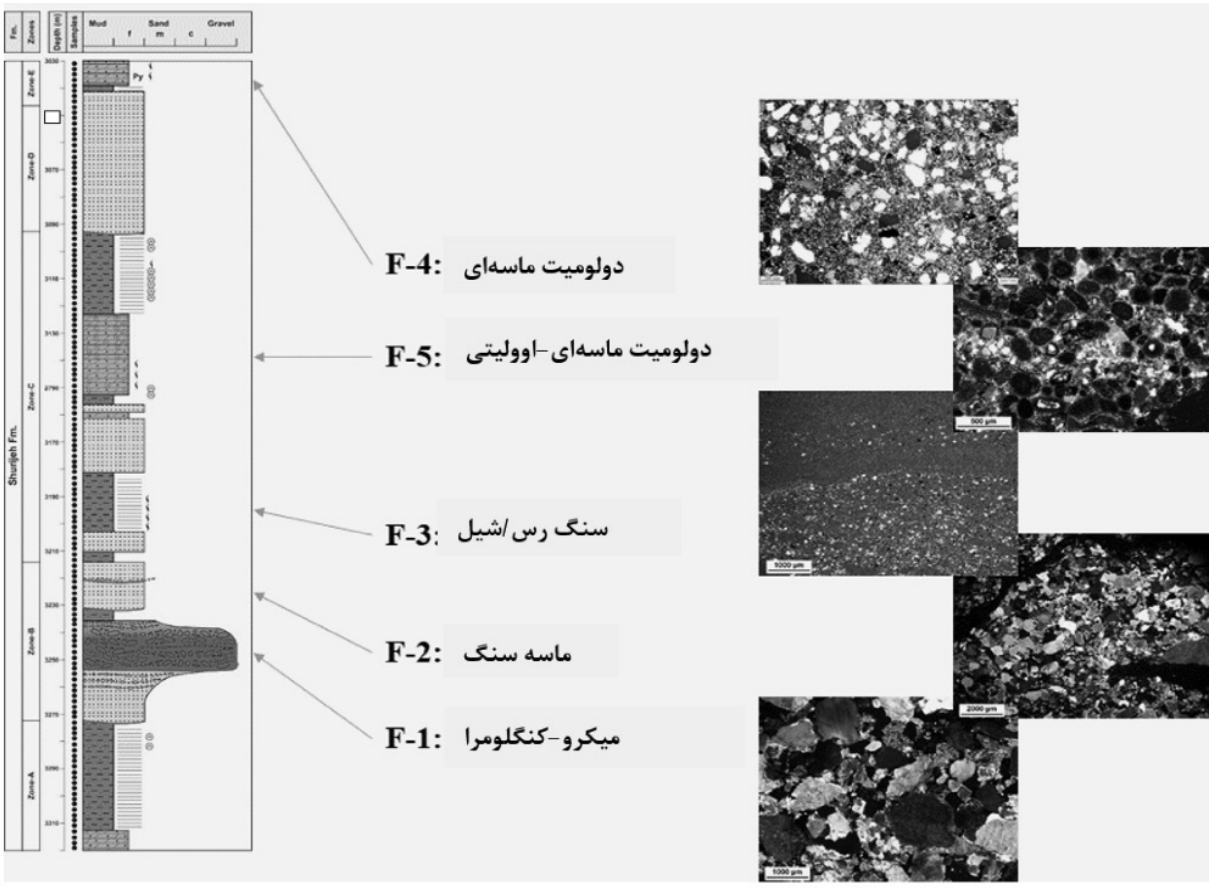
Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

رخساره‌های دانه غالب آهکی از نوع گرینستون اوئیدی با بافت سیمانی شده هستند که دولومیتی شده‌اند و درون آن‌ها ذرات پراکنده‌ای از ماسه نیز مشاهده می‌شود (شکل ۶). بر این اساس، سازند شوریجه در میدان مورد مطالعه متشکل از سه رخساره تخریبی میکروکنگلومرا (F-۱)، ماسه‌سنگ (F-۲)، شیل (F-۳)، یک رخساره مختلط کربناته - تخریبی (F-۴) و یک رخساره کربناته (F-۵) است. توالی رسوبی و رخساره‌های مرتبط با سازند شوریجه در میدان مورد مطالعه در شکل ۷ نشان داده شده است. با توجه به شواهد سنگ‌شناسی و بافتی و نتایج مطالعات قبلی که برخی از آن‌ها در مقدمه ذکر شد محیط رسوبی قسمت زیرین سازند شوریجه در برش‌های بررسی شده به طور عمده از نوع رودخانه‌ای، به‌ویژه رودخانه بریده بریده و همچنین رودخانه مئاندری است که به‌طور شماتیک در شکل ۸ مشخص شده است. طبق این شکل، رخساره‌های دانه درشت گراولی و ماسه‌ای عمدتا درون کانال‌ها و پشته‌های درون کانالی گسترش یافته‌اند و رخساره‌های دانه ریز ماسه‌ای و شیلی مرتبط با حاشیه کانال و دشت سیلابی سیستم رودخانه هستند. در قسمت بالایی این سازند، رخساره‌های ساحلی و در نهایت رخساره‌های پهنه جزر و مدی دیده می‌شود که به‌طور محلی دارای رسوبات مربوط به محیط‌های لاگونی و سدی می‌باشند.

ویژگی‌های مخزنی

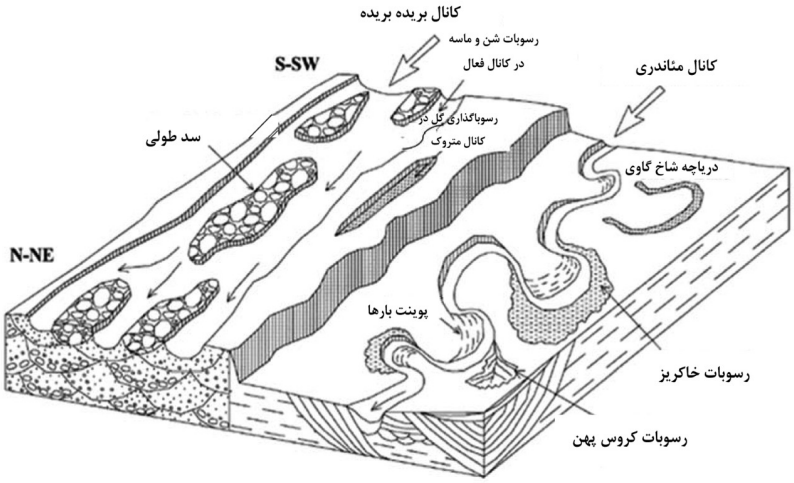
براساس مشخصه‌های سنگ‌شناسی رخساره‌های تخریبی سازند شوریجه، کیفیت مخزنی آن‌ها براساس داده‌های تخلخل و تراوایی مغزه بررسی گردید.



شکل ۷ توالی رسوبی و رخساره‌های مرتبط با سازند شوریجه در میدان مورد مطالعه. پنج رخساره شامل میکروکنگلومرا، ماسه‌سنگ، رس و شیل، دولومیت ماسه‌ای و گرینستون اوئیدی در سازند شوریجه شناسایی شده است [۳]

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



شکل ۸ مدل رسوبی پیشنهادی برای نهشته‌های رودخانه‌های بریده‌بریده و مئاندری سازند شوریجه در خاور کپه‌داغ [۱۲]

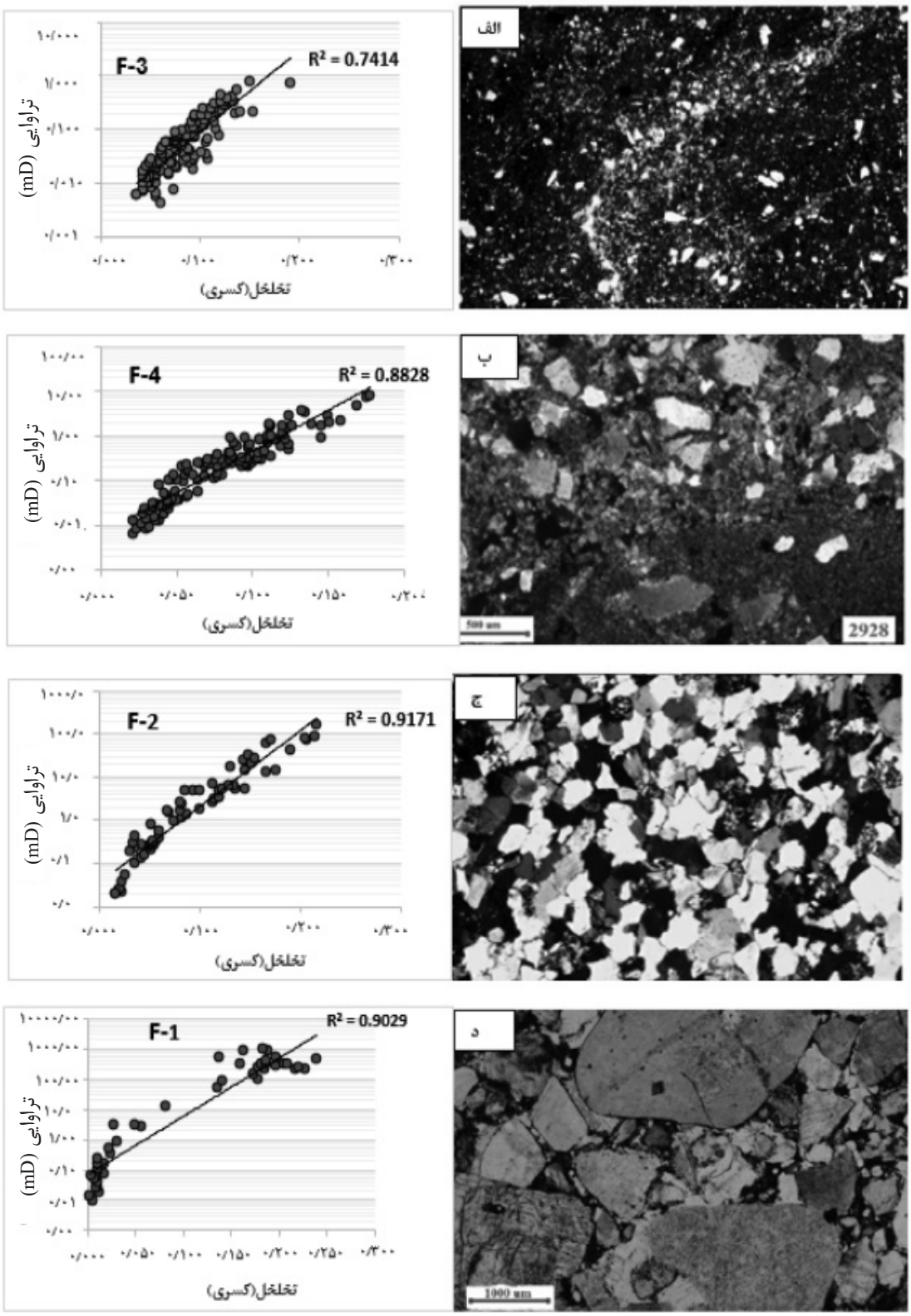
شکل ۹، نمودار تخلخل و تراوایی برای هر یک از رخساره‌های تخریبی شناسایی‌شده در سازند را نشان می‌دهد چنانچه از این شکل مشخص است در رخساره‌های دانه ریز شیلی و رسی (F ـ۳) اگرچه تخلخل تا مقادیر بالا را نشان می‌دهد اما با توجه به تراوایی پایین آن‌ها، این تخلخل‌ها عمدتا از نوع غیرمفید هستند. در مقایسه، رخساره‌های مختلط کربناته-تخریبی (دولومیت ماسه‌ای) وضعیت بهتری را به لحاظ مقادیر تراوایی و نیز روابط تخلخل و تراوایی نشان می‌دهند که می‌توانند با فرآیند دولومیتی شدن و گسترش تخلخل‌های بین بلوری ریز در آن‌ها مرتبط باشد. همچنین رخساره‌های دانه درشت ماسه‌سنگی (F -۲) و کنگلومرایی (F -۱) با مقادیر تخلخل و تراوایی بالاتر، روابط بهتری را بین تخلخل و تراوایی نشان می‌دهند که بیانگر سیستم منافذ بهم مرتبط در این رخساره‌ها است. به‌طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کیفیت مخزنی رخساره‌های تخریبی سازند شوریجه از بافت و رخساره رسوبی آن‌ها تبعیت می‌نماید و رخساره‌های دانه درشت گراولی و ماسه‌سنگی درون کانال‌های رودخانه‌ای کیفیت مخزنی بالایی را نشان می‌دهند. از این‌رو این رخساره‌ها و توالی‌های مرتبط با آن‌ها می‌توانند به‌عنوان اهداف اکتشاف و زون‌های تولید میدان مد نظر قرار گیرند. این موضوع همچنین با نتایج حاصل از مطالعات و تفاسیر پتروفیزیکی این سازند در چاه‌های ناحیه مورد مطالعه هم‌خوانی دارد که طبق آن، زون‌های مخزنی و هیدروکربوردار این سازند عمدتا با زون‌های ماسه‌سنگی منطبق هستند (شکل ۱۰). این ماسه‌سنگ‌ها با کیفیت مخزنی بالا عمدتا درون کانال‌های رودخانه‌ای گسترش یافته‌اند. همچنین حسین‌یار و همکاران [۱۳] با بررسی مشخصه‌های سنگ‌شناسی سازند شوریجه در شرق حوضه کپه داغ و بررسی نشانگرهای لرزه‌ای شامل تجزیه طیفی، همسانی، دامنه لرزه‌ای و نشانگرهای بافت لرزه‌ای (ناهمگنی، انرژی و آنتروپی)، گسترش سیستم رودخانه‌ای و کانال‌های این سازند را برروی نقشه نشانگرهای لرزه‌ای به تصویر کشیده و تحلیل نمودند. طبق نتایج این مطالعه، کانال‌های شناسایی شده برروی نشانگرهای لرزه‌ای و در زمینه رخساره‌های دانه‌ریز، در ارتباط با حضور رخساره‌های دانه درشت کنگلومرایی و ماسه‌ای درون کانالی هستند.

نشانگرهای لرزه‌ای

نشانگرهای لرزه‌ای حاصل اطلاعات به‌دست آمده از داده‌های لرزه‌ای هستند که محاسبه مستقیم، یا با استدلال منطقی یا مبتنی بر تجربه به‌دست می‌آیند.

Archive of SID.ir

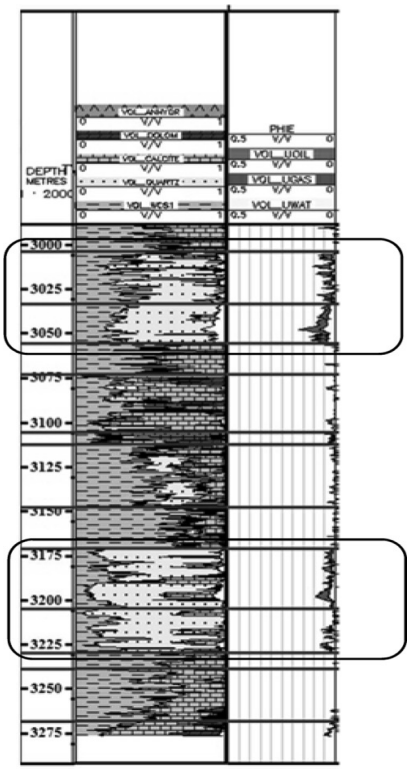
Archive of SID.ir



شکل ۹ نمودار تخلخل و تراوایی مغزه برای رخساره‌های شناسایی شده در سازند شوریجه حوضه کپه داغ [۳]

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



شکل ۱۰ تفسیر پتروفیزیکی توالی سازند شوریجه در یکی از چاه‌های میدان که توزیع زون‌های هیدروکربوری را درون زون‌های ماسه‌سنگی عمدتا مرتبط با کانال‌های رودخانه ای نشان می‌دهد [۳]

محاسبه و استفاده از نشانگرها در واقع به مبدأ روش‌های اکتشاف لرزه‌ای باز می‌گردد. آن‌ها قادرند اطلاعات بسیار با ارزشی از خواص سنگ‌ها و سیالات زیرسطحی را ارائه دهند [۷، ۶ و ۲۱] تفسیر کیفی نگاره‌های لرزه‌ای به شناخت رخساره‌های لرزه‌ای، سنگ‌شناسی، کانال‌ها، لپه‌های توزیعی، دلتاهای مدفون، لبه‌های سدها، شول‌ها، ریف‌ها، توربیدایت-ها، لایه‌های نازک، الگوهای برانبارش، مطبق بودن مخزن، هیدرات‌های گازی، آنومالی‌های چهاربعدی، شکستگی‌ها و گسل‌ها، دهانه‌های گازی، سطح تماس سیالات، نوع سیالات و زون‌های پرفشار کمک می‌کند. در این میان، به تصویر کشیدن کانال‌ها و تشخیص محیط‌های همراه آن‌ها برای شناسایی تله‌های چینه‌ای مفید است. انواع مختلفی از نشانگرها وجود دارند که از این میان می‌توان نشانگرهای پوش و تجزیه طیفی را مثال زد. نشانگر پوش یا قدرت بازتاب یا دامنه لحظه‌ای همان پوش سیگنال لرزه‌ای است که از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$E(t)=SQRT\{T_{(t)}^2+H_{(t)}^2\} \quad (۱)$$

که (E) پوش سیگنال، T (t) تریس لرزه‌ای، H (t) تبدیل هیلبرت، T (t) و H (t) یک تغییر ۹۰ درجه فازی T (t) است. این مدل دارای ظاهر فرکانسی پایین و فقط دامنه‌های مثبت است که اغلب ویژگی‌های لرزه‌ای اصلی را برجسته می‌کند. پوش، انرژی لحظه‌ای سیگنال را نشان می‌دهد و متناسب با بزرگی ضرایب بازتابی است. پوش به‌عنوان یک برجسته کننده یا تفکیک‌کننده مؤثر است که ویژگی‌هایی مانند نقاط روشن، تجمع گاز، توالی مرزها، تغییرات عمده در محیط‌های رسوبی و لیتولوژی، اثرات میزان‌سازی لایه نازک، ناپیوستگی، تغییرات محلی نشان‌دهنده گسل خوردگی، ارتباط فضایی در تخلخل و دیگر تغییرات لیتولوژی را نشان می‌دهد [۲۰]. برای محاسبه یک نشانگر مبتنی بر افق براساس پنجره‌بندی داده‌ها، پارتیکا و همکاران محاسبه طیف فوریه در یک پنجره از حجم لرزه‌ای کل را معرفی کردند.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

سپس طیف دامنه را برحسب برش‌های فرکانسی نشان دادند که این روش به‌نام تجزیه طیفی معروف بوده و جزئیات چینه‌شناسی فضایی را در منطقه مورد نظر نمایش می‌دهد [۲۷ و ۱۷]. از جمله ویژگی‌های نشانگر مربوطه این است که می‌توان با افزایش فرکانس، بخش‌های نازک‌تر و با کاهش فرکانس بخش‌های ضخیم‌تر رخداد مورد نظر را نشان داد [۴]. داده‌های لرزه‌ای سه‌بعدی پس از برانبارش موج P، اطلاعات این سازند را از عمق m ۱۵۰۰- تا m ۲۵۰۰- به‌صورت سه بعدی، در مقاطع عرضی و زمانی نشان می‌دهد. این مجموعه داده‌ها در مکعب لرزه‌ای دارای در خط[1] ۱۵۰۰ تا ۳۱۰۰ و برخط[2] ۲۵۸ تا ۱۳۰۰ می‌باشند. برای رسیدن به اهداف این پژوهش، ابتدا داده‌های لرزه‌ای در نرم‌افزار پترل[3] بارگذاری شدند. در مرحله بعد با توجه به مطالعات زمینه‌ای انجام گرفته در مورد نفت‌گیرهای کانالی و نشانگرهای حساس مربوطه، نشانگرهای مناسب هدف پژوهش به جهت مقایسه با یکدیگر انتخاب و برروی داده‌های بارگذاری شده اعمال شدند. از این میان عملکرد دو نشانگر پوش و تجزیه طیفی تعمیم یافته در این تحقیق مورد بحث و بررسی قرار گرفت. با توجه به سه‌بعدی بودن داده‌ها، امکان مشاهده ویژگی‌ها در مقاطع افقی (زمانی) وجود داشت. به این ترتیب ابتدا احتمال وجود نفت‌گیرهای کانالی و تفسیر آن‌ها برروی مقاطع افقی انجام گرفت و سپس در مقاطع عرضی درخط و برخط، تصویر عرضی این کانال‌ها مشاهده و تفسیر گردید. در ادامه با تلفیق نتایج حاصل از آنالیز رخساره‌های سنگی سازند شوریجه با نشانگرهای لرزه‌ای، کانال‌های رودخانه‌ای سازند شوریجه با دقت بهتری آشکار شدند.

بحث و نتایج

نشانگر تجزیه طیفی تعمیم یافته (GSD)[4] برای شناسایی کانال‌های مئاندری

این نشانگر حاصل پردازش سیگنال لرزه‌ای بوده و از دسته نشانگرهای بیرونی محسوب می‌شود. در این پژوهش توسط این نشانگر سه کانال مئاندری در مقطع لرزه‌ای مشخص شد. همان‌طور که در شکل‌های ۱۱ تا ۱۳ مشاهده می‌شود با استفاده از این نشانگر می‌توان موقعیت و شکل هندسی کانال‌های موجود در مقطع لرزه‌ای زمانی با عمق‌های متفاوت را نیز آشکار ساخت. در راستای اهداف تحقیق، در شکل ۱۱، مقطع زمانی (افقی) با اعمال نشانگر (GSD)، در عمق Z =۱۹۶۰ m و فرکانس F= ۲۴ Hz استخراج شد که دو کانال مئاندری با موقعیت‌های متفاوت مشخص شده توسط فلش را آشکار ساخت. با مراجعه به شکل ۱۲ نیز می‌توان مشاهده کرد یک کانال مئاندری با موقعیت متفاوت، در عمق Z=۲۰۰۰ m و با فرکانس F=۲۷ Hz توسط این نشانگر آشکار شده است. در شکل ۱۳ مقاطع عرضی درخط و برخط توسط نشانگر تجزیه طیفی تعمیم یافته (GSD) با توجه به موقعیت کانال‌های موجود در شکل‌های ۱۱ و ۱۲ انتخاب شده و به نمایش گذاشته شده‌اند. فلش‌ها نشان‌دهنده برشی از مقطع لرزه‌ای و کانال‌های مئاندری می‌باشند. این برش‌ها می‌توانند از موقعیت‌های متفاوت کانال‌ها از مقاطع افقی انتخاب شوند.

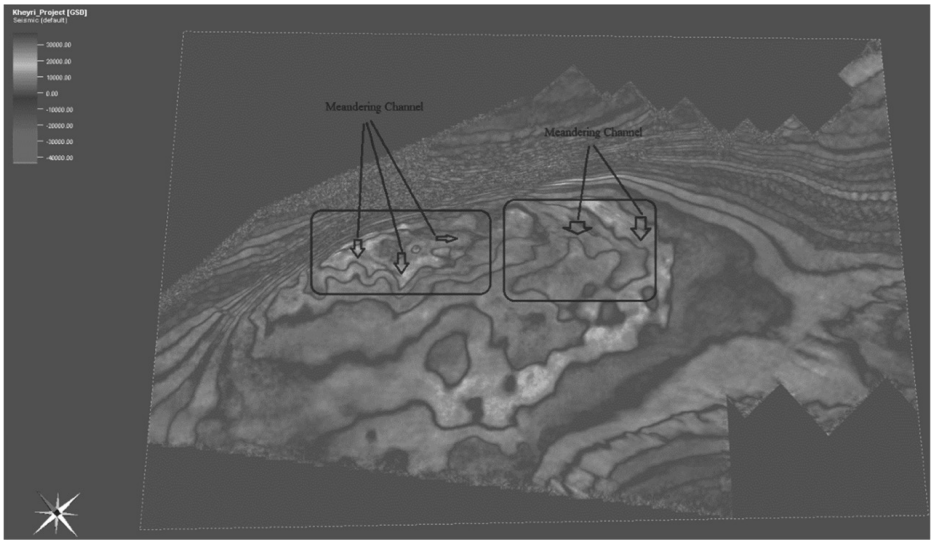
نشانگر پوش (E)[5] برای شناسایی کانال‌های مئاندری

این نشانگر از دسته نشانگرهای بیرونی مختلط محسوب می‌شود. تصویر شکل ۱۴ مقطع افقی زیر سطح را توسط نشانگر پوش نشان می‌دهد. همان‌طور که در این شکل دیده می‌شود، این نشانگر نمی‌تواند هندسه کانال‌های مئاندری را آشکار سازد. با این وجود توسط این نشانگر می‌توان نقاط روشن در مقاطع لرزه‌ای خصوصا در مقاطع عرضی لرزه‌ای را مشاهده نمود که می‌تواند نمایان‌گر وجود گاز در منطقه باشد.

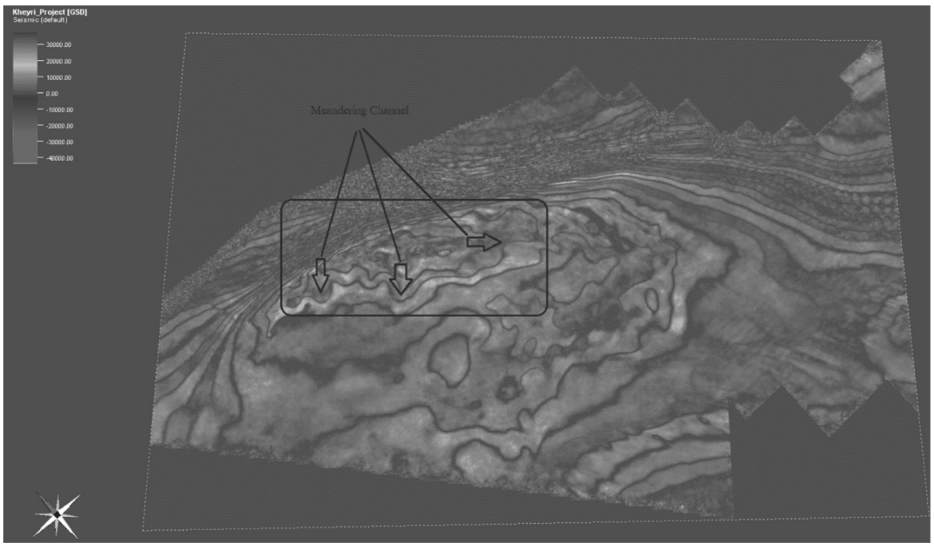
1. Inline
2. Crossline
3. Petrel
4. Generalized Spectral Decomposition
5. Envelope

Archive of SID.ir

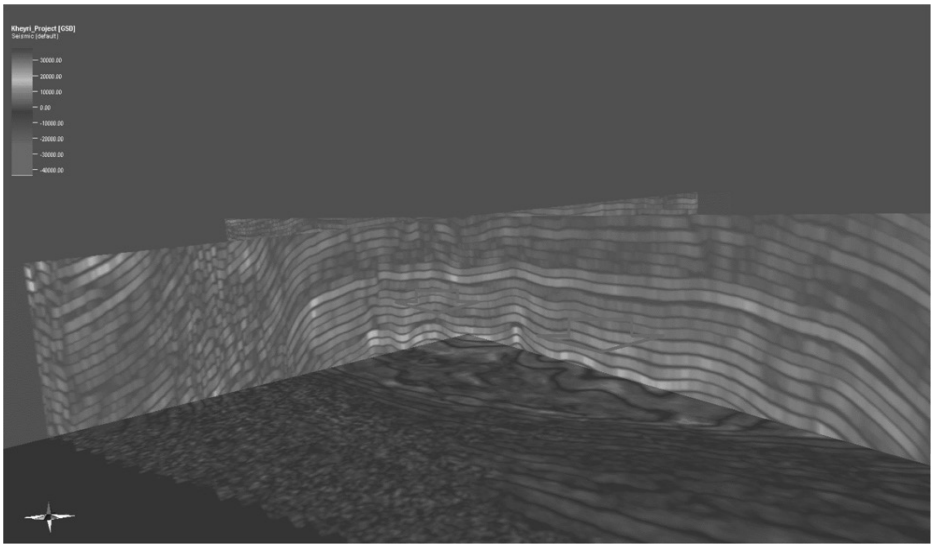
Archive of SID.ir



شکل ۱۱ مقطع افقی نشانگر تجزیه طیفی در عمق ۱۹۶۰ m، افق مخزنی شوریجه B



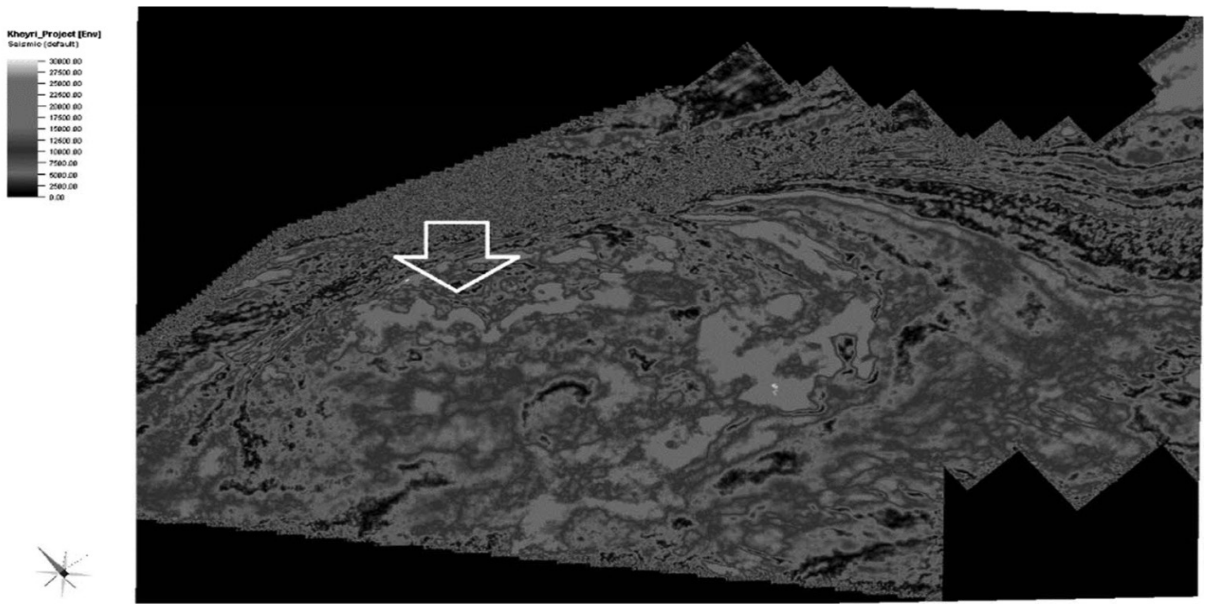
شکل ۱۲ مقطع افقی نشانگر تجزیه طیفی در عمق ۲۰۰۰ m، افق مخزنی شوریجه B



شکل ۱۳ برش‌های عرضی کانال مئاندری در نشانگر تجزیه طیفی، افق مخزنی شوریجه B

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



شکل ۱۴ مقطع افقی نشانگر پوش، افق مخزنی شوریجه B

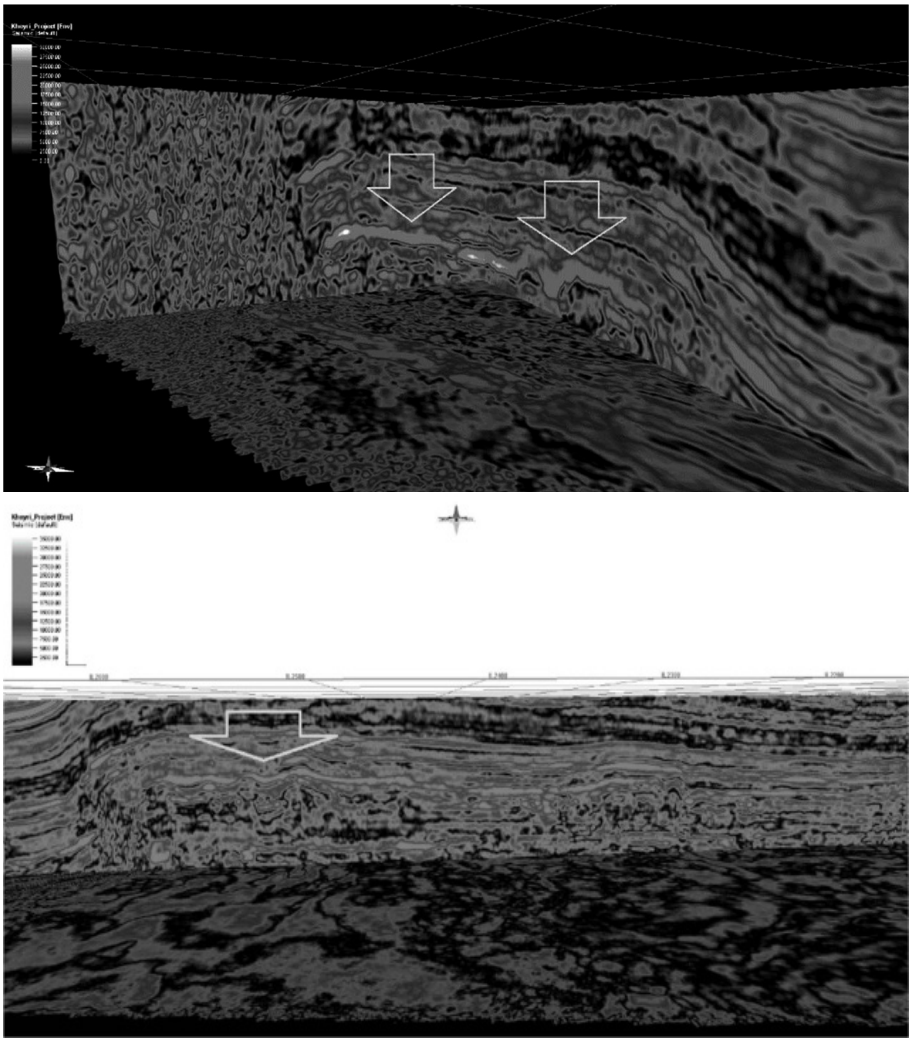
با به‌کارگیری اطلاعاتی که توسط نشانگر تجزیه طیفی تعمیم یافته به‌دست آمد، می‌توان وجود گاز در داخل کانال‌های مئاندری در عمق‌های متفاوت را مشاهده کرد. این مسئله می‌تواند بیانگر نفت‌گیرهای کانالی مئاندری در مقطع مورد مطالعه باشد. با استفاده از نقشه افقی نشانگر پوش، برش عرضی کانال‌ها در نقشه مقاطع عرضی مشاهده می‌شود. شکل ۱۵ مقاطع عرضی را با اعمال نشانگر پوش (E) نشان می‌دهد. در این مقاطع نقاط روشن قابل مشاهده بوده و فلش سفید وجود کانال در آن موقعیت را نشان می‌دهد که هر دو می‌تواند نمایان‌گر وجود گاز در همان موقعیت باشد. در شکل بالا موقعیت کانال‌ها از درخط ۲۷۰۳ و برخط ۶۹۶ و در شکل پایین موقعیت کانال‌ها با برش عرضی برخط ۷۵۲ انتخاب شده است.

آنالیز رخساره‌ای در سازند شوریجه و انطباق آن با کانال‌های تفسیر شده

براساس رخساره‌های میکروسکوپی شناسایی شده سازند شوریجه در چاه‌هایی که از آن‌ها مغزه وجود داشت و انطباق آن با داده‌های لرزه‌ای سه‌بعدی از میدان مورد مطالعه، نتایج به‌دست آمده از تفسیر نشانگرهای لرزه‌ای چینه‌ای تایید می‌شود. با توجه به مشخصه‌های سنگ‌شناسی و رخساره‌ای سازند شوریجه و نیز بررسی ویژگی‌های مخزنی آن‌ها براساس داده‌های تخلخل و تراوایی مغزه و نیز نتایج تفاسیر پتروفیزیکی، کانال‌های شناسایی شده با استفاده از تفسیر نشانگرهای لرزه‌ای از نظر عمقی و زمانی منطبق بر زون‌های مخزنی B و D سازند شوریجه هستند. در نتیجه موقعیت کانال‌های مئاندری با دقت کافی شناسایی شده است. به‌طور کلی کانال‌های رودخانه‌ای در نمایش‌های لرزه‌ای مرسوم دامنه قابل رویت نیستند. به‌همین جهت نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که نشانگرهای لرزه‌ای تجزیه طیفی و پوش در تلفیق با رخساره‌های رسوبی به‌طور موفقیت‌آمیزی می‌توانند کانال‌های رودخانه‌ای مئاندری در سازند شوریجه را آشکار کنند. کانال‌های رودخانه‌ای شناسایی شده کمک بزرگی به اکتشاف و توسعه تله‌های گازی چینه‌ای در مناطقی که در آن‌ها هنوز چاهی حفاری نشده است خواهند نمود.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



شکل ۱۵ نمایش مقاطع عرضی نشانگر پوش از مخزن شوریجه

نتیجه گیری

کانال‌های مئاندری یکی از مناطق احتمالی برای تجمع هیدروکربن‌ها به‌شمار می‌رود. نتایج این مطالعه نشان داد برای شناسایی این کانال‌ها، نشانگرهای لرزه‌ای در تلفیق با داده‌های رسوب شناسی عملکرد خوبی دارند. در این تحقیق از میان نشانگرهای مختلف، با استفاده از نشانگرهای پوش و تجزیه طیفی تعمیم یافته، موقعیت هندسی سه کانال مئاندری در مقطع لرزه‌ای سازند شوریجه مشخص گردید. به این صورت که توسط نشانگر تجزیه طیفی با فرکانس ۲۴ Hz در عمق ۱۹۶۰ m دو کانال مئاندری و با فرکانس ۲۷ Hz در عمق ۲۰۰۰ m یک کانال مئاندری با موقعیت‌های متفاوت شناسایی شدند. با توجه به اینکه نشانگر پوش در شناسایی هندسه نفت‌گیرهای چینه‌ای کاربردی ندارد، می‌توان برای نشان دادن وجود گاز از آن استفاده کرد. از این رو در راستای اهداف تحقیق، پس از تشخیص احتمالی هندسه کانال‌ها در مقطع لرزه‌ای، نشانگر پوش با نشان دادن نقاط روشن و وجود گاز در همان موقعیت شاهد مناسبی برای یافته‌ها بود. با تلفیق بخشی از نتایج مطالعات رسوب‌شناسی حاصل از سازند شوریجه با نتایج حاصل از تحلیل نشانگرهای لرزه‌ای، موقعیت نفت‌گیرهای چینه‌ای احتمالی در میدان مورد مطالعه در محدوده داده‌های لرزه‌ای مشخص شد.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

مراجع

[۱]. افشار حرب ع (۱۳۷۳) زمین‌شناسی ایران: زمین‌شناسی کپه داغ، سازمان زمین‌شناسی کشور، ۲۷۵.
[۲]. رضایی م ر (۱۳۸۶) زمین‌شناسی نفت، انتشارات علوی.
[۳]. گزارش شرکت نفت کیش (۱۳۹۸).
[۴]. محبیبیان ر (۱۳۹۷) روش‌های تجزیه طیفی و کاربرد آن‌ها در شناسایی مخازن نفتی. تهران، انتشارات صالحیان.
[5]. Allen P A, Allen J R (2013) Basin analysis: Principles and application to petroleum play assessment, John Wiley and Sons.
[6]. Brown A R (2011) Interpretation of three-dimensional seismic data, Society of Exploration Geophysicists and American Association of Petroleum Geologists.
[7]. Chopra S, Marfurt K J (2007) Seismic attributes for prospect identification and reservoir characterization, Society of Exploration Geophysicists and European Association of Geoscientists and Engineers.
[8]. Link P K (2001) Basic petroleum geology.
[9]. Ruttner A (1991) The Triassic of Aghdarband (AgDarband), NE-Iran, and its preTriassic frame, In: Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt 38: 252.
[10]. Selley R C, Sonnenberg S A (2015) Elements of petroleum geology, Academic Press.
[11]. Zanchetta S, Berra F, Zanchi A, Bergomi M, Caridroit M, Nicorab A, Heidarzadeh G (2013) The record of the Late Palaeozoic active margin of the Palaeotethys in NE Iran: constraints on the Cimmerian orogeny, Gondwana Ressearch, 24, 3-4: 1237- 1266.
[۱۲]. جمالی ا م، صادقی ع، آدابی م ح (۱۳۹۴) چینه‌شناسی و محیط‌های رسوبی سازند شوریجه در برش‌های باغک، مزدوران و چاه خانگیران، خاور حوضه کپه داغ، فصل‌نامه زمین‌شناسی ایران ۳۵، ۹۳.
[۱۳]. حسین‌یار غ، موسوی حرمی ر، عبدالهی‌فرد ا، محبوبی ا، مصفی ح (۱۳۹۸) شناسایی دسته رخساره FSST در توالی‌های رودخانه‌ای با مثالی از سازند شوریجه، نشریه علوم‌زمین، ۲۹، ۱۱۳: ۲۹۰ - ۲۸۳.
[14]. Blumentritt C H, Sullivan E C, Marfurt K J (2003) Channel detection using seismic attributes on the Central Basin Platform, west Texas, In SEG Technical Program Expanded Abstracts, 466-469.
[15]. Chopra S, Marfurt K J (2008) Seismic attributes for stratigraphic feature characterization, In SEG Technical Program Expanded Abstracts, Society of Exploration Geophysicists, 1590-1594.
[16]. Moussavi-Harami R, Brenner R L (1990) Lower cretaceous (Neocomian) fluvial deposites in eastern Kopet-Dagh Basin, northeastern Iran, Cretaceous Research, 11: 163-174.
[17]. Partyka G A,Gridley J, lopez J, (1999) Interpretational applications of spectral decomposition in reservoir characterization: The Leading Edge, 18, 3: 353-360.
[18]. Robert A M, Letouzey J, Kavoosi M A, Sherkati S, Müller C, Vergés J, Aghababaei A (2014) Structural evolution of the Kopeh Dagh fold-and-thrust belt (NE Iran) and interactions with the South Caspian Sea Basin and Amu Darya Basin, Marine and Petroleum Geology, 57: 68-87.
[19]. Srivastava A K, Rao J D, Singh V, Singh S N, Chandra M (1999) Role of seismic attributes in finding new reserves: Cambay Basin, India, In SEG Technical Program Expanded Abstracts, 919-922, Society of Exploration Geophysicists.
[20]. Subrahmanyam D, Rao P H (2008) Seismic attributes–a review, In 7th International Conference and Exposition on Petroleum Geophysics, Hyderabad, 398-404.
[21]. Taner M T (2001) Seismic attributes, CSEG Recorder, 26, 7: 49-56.
[۲۲]. اسماعیلی خوشمردان ز، محمودی قرائی م ح، محبوبی ا، موسوی حرمی س ر (۱۳۹۹) انواع رخساره‌های سنگی سازند شوریجه در برش بید سوخته در شرق حوضه رسوبی کپه داغ، پنجمین همایش انجمن رسوب شناسی ایران.
[۲۳]. جوزانی کهن گ، نوروزی غ ح، سحابی ف، معماریان ح (۱۳۹۳) بررسی کیفیت مخزنی سازند شوریجه در میدان گازی گنبدلی، شرق کپه داغ، دومین همایش ملی نفت و گاز ایران.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

[۲۴]. گل افشانی ط، خانه باد م، موسوی حرمی ر، محبوبی ا (۱۳۹۲) برخاستگاه ماسه‌سنگ‌های سازند شوریجه (کرتاسه تحتانی) واقع در ناحیه آبگرم، شرق حوضه کپه داغ براساس داده های ژئوشیمی عناصر اصلی، اولین همایش زمین شمیی کاربردی ایران.

[۲۵]. موسوی حرمی ر (۱۳۶۶) تفسیر محیط رسوب‌گذاری سازند شوریجه (کرتاسه تحتانی) در شرق حوضه کپه داغ، پنجمین گردهمائی علوم زمین. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

[۲۶]. کامل عباسی م (۱۳۸۹) بررسی نحوه رسوب‌گذاری و چینه‌نگاری سکانسی سازند شوریجه (بخش D ۱) در میادین خانگیران و گنبدلی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود.

[27]. Russell B H (2004) The application of multivariate statistics and neural networks to the prediction of reservoir parameters using seismic attributes, A thesis for the degree of Doctor of Philosophy, Department of geology and geophysics, Calgary, Alberta.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Petroleum Research
Research Article
Petroleum Research, 2022(August-September), Vol. 32, No. 124, 6-8
DOI: 10.22078/PR.2022.4541.3045

Identification of Channel Type from Stratigraphic Traps based on Seismic Attributes: a Case Study from the Shurijeh Formation, One of Gas Field in North-east of Iran

Arezoo Kheyri[1], Ramin Nikrouz[1], Ali Kadkhodaie*[2], Reza Mohebian[3] and Rahim Kadkhodaie[2]
1. Department of Geology, Faculty of Science, University of Urmia, Iran
2. Department of Geology, Faculty of Natural Science, University of Tabriz, Iran
3. School of Mining Engineering, College of Engineering, University of Tehran, Iran
Kadkhodaie_ali@tabrizu.ac.ir
DOI: 10.22078/PR.2022.4541.3045

Received: July/03/2021 Accepted: March/26/2022

Introduction

Nowadays, 3D seismic surveys have increased the volume of seismic data and added to the complexity of processing and interpretation calculations. Among the various available geophysical technologies 3D seismic attributes are particularly suitable for mapping stratigraphic features. The primary purpose of seismic interpreters is to extract more information from seismic data and use it to interpret structural, stratigraphic, and geological features to accurately define reservoir models for use in drilling strategies and recyclable reserves. One way to access such information is by creating seismic attributes [1,3]. There are several types of attributes, among these, an example can be given the envelope and spectral decomposition attributes. Envelope attribute the power of reflection or the instantaneous amplitude is the same as that of the envelope seismic signal. This model has a low frequency appearance and only positive amplitudes. The envelope is an effective highlighter or separator that features such as bright spots, gas accumulation, sequence boundaries, major changes in depositional and lithological environments, thin-bed tuning effects, discontinuities, local changes indicating faulting, the spatial relationship in porosity and other lithological changes [4]. The spectral decomposition attribute shows the details of the spatial stratigraphy in the target area. One of the characteristics of this attribute is that by increasing the frequency, thinner sections can be shown and by decreasing the frequency, thicker sections can be shown by the desired event [2].

Materials and Methods

To achieve the desired purpose, first seismic data were loaded in Petrel software. In the next step, according to the field studies performed on channel traps and related sensitive attributes, appropriate attributes were selected for comparison with each other and applied to the loaded data. Among these, the performance of two attribute, envelope and generalized spectral decomposition were discussed in this study. Due to the three-dimensionality of the data, it was possible to view the features in horizontal (time) sections. In this way, first the possibility of channel traps existence and their interpretation was done on horizontal sections and then in cross sections of inline and cross-line, the cross-sectional image of these channels was observed and interpreted. Furthermore, by combining the results of the analysis of rock facies of Shurije Formation with seismic attributes, the river channels of Shurije Formation were revealed with better accuracy.

Results and Discussion

In this Research, three meandering channels in the

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

seismic section were identified by generalized spectral analysis attribute. As shown in Figure 1, this indicator can also be used to reveal the location and geometric shape of channels in seismic time sections of different depths.

The envelope attribute cannot reveal the geometry of the meandering channels. However, with this attribute, bright points can be seen in seismic sections, especially in seismic cross sections, which it can indicate the presence of gas in the region. Figure 2 shows the horizontal subsurface section by the envelope attribute. The bright spots can be seen carefully in this map. Using the information obtained by the generalized spectral decomposition attribute, the presence of gas inside the meandering channels can be observed at different depths. This issue may indicate meandering channel traps in the study section.

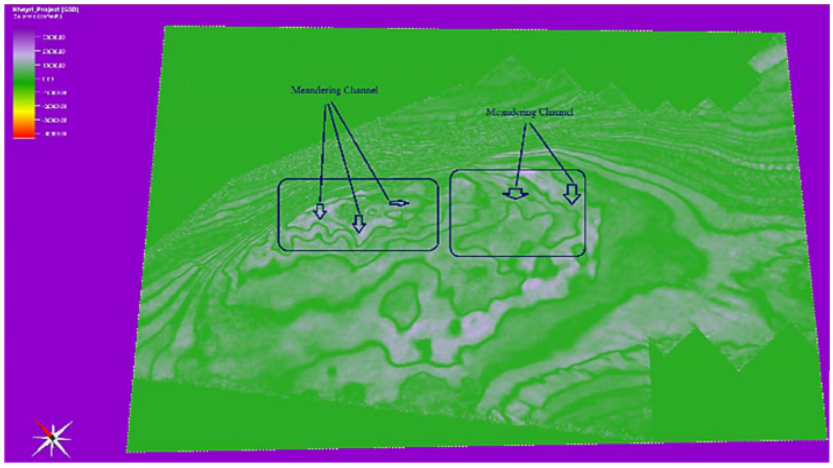


Fig. 1 Horizontal section of spectral decomposition attribute at a depth of (1960) m.

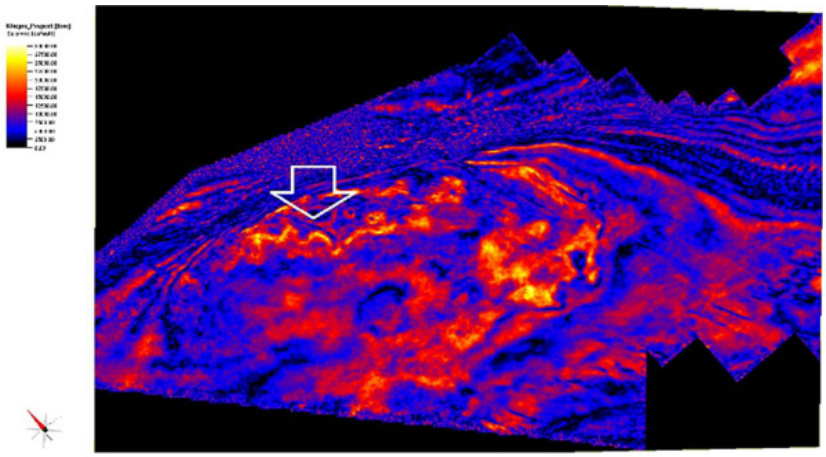


Fig. 2 Horizontal section of the envelope attribute.

Deliberation and observation of microscopic sections were also used to confirm the existence of river channels in the Shurijeh Formation. According to the lithological and facies characteristics of the Shourije Formation and also the investigation of their reservoir characteristics based on the porosity and permeability data of the core as well as the results of petrophysical interpretations, the channels identified using the interpretation of seismic attributes in terms of depth and time. They correspond to reservoir zones B and D of Shaurije Formation. As a result, the position of the meandering channels has been identified with sufficient accuracy.

Conclusions

The results showed that seismic attributes work better to identify these channels. In this research, among different attributes, using envelope and generalized spectral decomposition attributes, the geometric location of three meandering channels in the seismic section of Shurijeh Formation was determined. In this way, two meandering channels were detected by the spectral analysis attribute with a frequency of 24 Hz at a depth of 1960 m and a meandering channel with a frequency of 27 Hz at a depth of 2000 m was detected with different location. Since the envelope attribute is not used to identify the geometry of stratigraphic oil

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

reservoirs, it can be used to indicate the presence of gas. Finally, by combining part of the sedimentary data from the Shurijeh Formation, the possibility of sand reservoirs increased to some extent. By combining part of the results of sedimentological studies from Shourije Formation with the results of seismic attributes analysis, the position of possible layered oil reservoirs in the studied field was determined within the range of seismic data.

References

1. Chopra S, Marfurt K J (2008) Seismic attributes for stratigraphic feature characterization, In SEG Technical Program Expanded Abstracts, Society of Exploration Geophysicists, 1590-1594.
2. Mohebian R (1397) spectral decomposition methods and their application in the identification of oil reservoirs, Tehran, Salehian Publications.
3. Srivastava A K, Rao J D, Singh V, Singh S N, Chandra M (1999) Role of seismic attributes in finding new reserves: Cambay Basin, India, In SEG Technical Program Expanded Abstracts, Society of Exploration Geophysicists, 919-922.
4. Subrahmanyam D, Rao P H (2008) Seismic attributes–A review, In 7th International Conference and Exposition on Petroleum Geophysics, Hyderabad, 398-404.

Archive of SID.ir