

ارزیابی مخزن بنگستان بوسیله نمودارهای چاه و مدل سازی لرزه‌ای در میدان نفتی اهواز

علی امین زاده - شرکت مهندسی و توسعه نفت
دکتر محمدرضا رضایی - دانشگاه تهران

مقدمه

در بحث مدلسازی مخازن نفتی اغلب اطلاعات مورد نیاز از طریق نمودارهای چاه به دست می‌آیند. ولی اتکای صرف به این داده‌ها، مشکل عدم تداوم اطلاعات در فضای مابین چاهها را به وجود خواهد آورد. یک مقطع لرزه‌ای می‌تواند با نمایش نحوه تغییرات در بین چاهها این نبود اطلاعاتی را جبران کند. اما چگونه می‌توان بین نمودارهای چاه و مقاطع لرزه‌ای تطابق ایجاد کرد؟

داده‌های لرزه‌ای در واقع اطلاعاتی از چگالی و سرعت صوت در لایه‌ها هستند. کلید معما نیز همینجاست. چون در عملیات نمودارگیری، هم نمودار چگالی و هم نمودار صوتی برداشت می‌شوند. از ترکیب این دو لاگ می‌توان موفق به ساخت لرزه نگاشت مصنوعی (Synthetic Seismogram) شد. کاربرد اصلی لرزه نگاشتهای مصنوعی، در تشخیص بازتابنده‌هاست، یعنی کدام بازتاب روی مقطع لرزه‌ای واقعی به کدام مرز بین لایه‌ها مربوط می‌شود. (Sheriff, 1977) همچنین چون مقاطع لرزه‌ای واقعی، هم بازتابهای اولیه و هم بازتابهای چندگانه (Multiple) را نشان می‌دهند، پس همه بازتابهای روی مقطع لرزه‌ای به وسیله مرزها به وجود نیامده‌اند بلکه الگوهایی از نوفه (Noise) ذاتی در آنها وجود دارد که ممکن است مفسر را به اشتباه بیندازد. (et al., 1977) به کمک مقاطع مصنوعی می‌توان بازتابهای اولیه را شناخت و از بقیه بازتابهای ناخواسته جدا کرد. کاربرد دیگر لرزه نگاشتهای مصنوعی در مشاهده اثر تغییرات زمین شناسی بر مقاطع واقعی است. با تغییر اعداد ورودی، تأثیر خواص سنگها بر ردلرزه‌ها را می‌توان مطالعه کرد. همین طور تغییرات ضخامت واحدها، تبدیل آنها به همدیگر یا تغییر جنس لایه‌ها و تأثیر آن بر مقاطع لرزه‌ای قابل بررسی است. چنین مطالعه‌ای می‌تواند راهنمایی ارزشمند برای مقایسه شکل موج لرزه‌ای با واحدهای زمین شناسی باشد.

محل انجام این مطالعه مخزن بنگستان میدان نفتی اهواز واقع در مناطق نفتخیز جنوب ایران است (شکل ۱) که یک مخزن کربناته متعلق به کرتاسه و نهشته در یک محیط کم عمق دریایی است. (Bolz, 1978) این مخزن در محل میدان اهواز شامل دو سازند ایلام و سروک است که زون بندی آنها بر مبنای تغییرات تخلخل صورت گرفته است. بر اساس زون بندی به عمل آمده (Speers, 1975 و Grieves, 1974) زونهای A، B و C متعلق به ایلام و زونهای D، E، F، G،

چکیده

در مدل سازی مخازن نفتی از دو دسته اطلاعات، یکی ((نمودارهای چاه)) و دیگری ((مقاطع لرزه‌ای))، استفاده می‌گردد. یکی از راههای ایجاد ارتباط و انطباق نمودارها بر مقاطع لرزه‌ای، تبدیل لاگهای پتروفیزیکی به ردلرزه‌های ژئوفیزیکی است. این کار از طریق ساخت لرزه نگاشتهای مصنوعی به کمک نمودارهای چگالی و صوتی امکان پذیر است.

در این مطالعه با استفاده از اطلاعات چاههای مخزن بنگستان در میدان اهواز، واقع در مناطق نفتخیز جنوب ایران، لرزه نگاشتهایی در امتداد یکی از مقاطع لرزه‌ای منطبق بر راستای میدان ساخته شده و مقطع لرزه‌ای مصنوعی به دست آمده است. پارامترهای پتروفیزیکی مثل تخلخل، لیتولوژی، حجم شیل و ۰۰۰ هم از طریق نمودارهای چگالی، سرعت، نوترون و اشعه گاما محاسبه شده و از مقایسه همه اینها با همدیگر، نحوه تغییرات و علل و عوامل رفتار بازتابنده‌ها در طول میدان مورد بررسی قرار گرفته است.

شناخت داده‌های مورد نیاز، آشنایی با موانع موجود، شناخت پارامترهای لرزه‌ای مناسب جهت ساخت لرزه نگاشت در این مخزن، تشخیص پارامترهای پتروفیزیکی مؤثر و نحوه تغییرات آنها در طول میدان، دلایل ظهور بازتابنده‌های موجود بر روی مقطع لرزه‌ای ساخته شده و ارائه راه‌حلهای کاربردی برای مطالعات بعدی از جمله دستاوردهای این مطالعه اند. نتایج به دست آمده در این مطالعه نشان می‌دهد که تخلخل مهمترین عامل مؤثر بر بازتابنده‌ها شناخته شد و توصیه گردید که با استفاده از بازتابنده‌های لرزه‌ای در زون بندی میدان تجدید نظر صورت گیرد. نتایج به دست آمده که راهنمایی برای اکتشاف و مدل سازی مخازن جدید هستند، نشان می‌دهند که اطلاعات دقیق، رقومی و تصحیح شده ژئوفیزیکی و پتروفیزیکی تا چه حد در نزدیک کردن مدل به واقعیت تأثیر دارند.

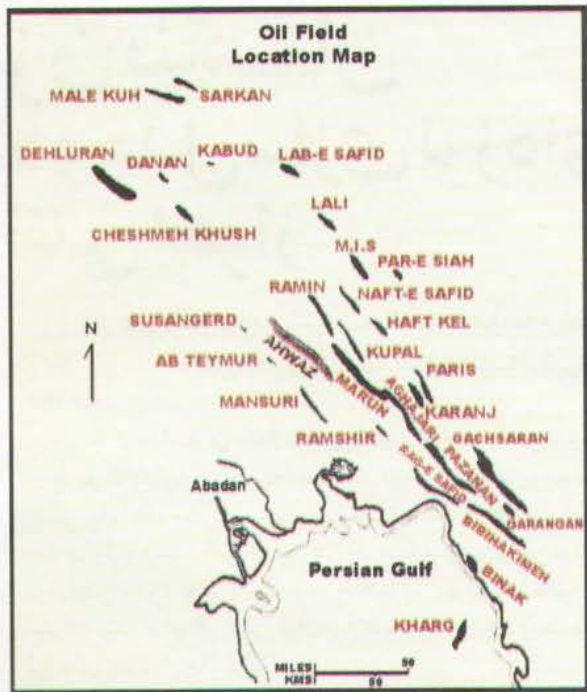
یک مقطع مصنوعی ایجاد کرد که تغییرات کلی بازتابنده‌ها را در طول میدان نشان دهد.

نهایتاً با مقایسه این دو دسته از عوامل مؤثر، می‌توان تأثیر هر یک از عوامل پتروفیزیکی بر شکل ردلرزه‌ها را به عنوان یک کار تحقیقاتی بررسی کرد. این مطالعه کمکی است به تعبیر و تفسیر مطالعات لرزه‌ای و پتروفیزیکی آینده روی این سازند در همین میدان یا مناطق مجاور، و همچنین راهنمایی کلی برای محققینی است که قصد انجام چنین مطالعاتی در محلی دیگر را دارند.

روشها

جمع‌آوری داده‌ها

گام اول در ساخت لرزه نگاشت ترکیبی، رقمی کردن لاگها در فواصل عمقی مساوی است. (Gadallah, 1994) پس از تعیین چاههای اصلی (شکل ۳) داده‌های حدود ۵۰ چاه اطراف (چهار لاگ چگالی، صوتی، نوترون و اشعه گاما برای هر چاه) با تفکیک بسیار بالا (هر ۱۵ سانتیمتر یک رقم) رقمی گردیده است. از آنجا که دو زون فوقانی و زون تحتانی این مخزن فاقد هیدروکربورند لذا محدوده پوشش این



I، H و J متعلق به سروک هستند (شکل ۲). در سالهای بعد با مطالعات بیشتر زونهای C و E هر یک به سه زون تقسیم شدند. زونهای G، E، C با عنوان لایه‌های با خصوصیات مخزنی شناخته شده‌اند و بقیه زونها به علت تخلخل کم، از هیدروکربور تهی هستند.

در این مطالعه سعی بر آن است که در مخزن بنگستان به کمک نمودارهای پتروفیزیکی، ردلرزه‌های مصنوعی ساخته شود و سپس با مشاهده و تفسیر تغییرات حاصله روی ردلرزه‌ها، تأثیر

پارامترهای مختلف بر آنها سنجیده شود. با

این روش هم پارامترهای پتروفیزیکی مخزن بنگستان در طول

میدان بررسی می‌شوند (مثل تغییر لیتولوژی،

تغییر تخلخل، حجم شیل، ضخامت زونها

و غیره)، و هم پارامترهای لرزه‌ای که

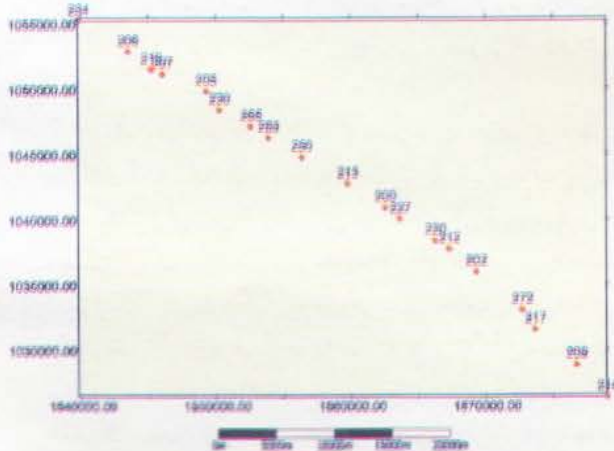
مناسب ساخت ردلرزه هستند شناخته

می‌شوند (مثل نوع موجک، نوع فاز،

قطبیت، مقیاس عمودی، نرخ

نمونه‌گیری، دامنه و غیره)؛ ضمن آنکه به

کمک مطالعه ردلرزه‌ها در طول میدان می‌توان



نمودارها از زون D تا I را در بر می‌گیرد که کلاً سازند سروک را پوشش می‌دهند.

لازم است این اطلاعات خام، تصحیح و پردازش شوند. نمودارهای چاه نسبت به ریزش و دیگر مشکلات چاه حساس

هستند به خصوص لاگ چگالی که به سبب عمق نفوذ کم، از زون تحت نفوذ گل حفاری تأثیر می‌پذیرد و ممکن است

اطلاعات نادرست ارائه کند. (Serra, 1986) با تعیین محل‌های ریزش و مقایسه با چاههای مجاور، مقادیر عددی نمودار در

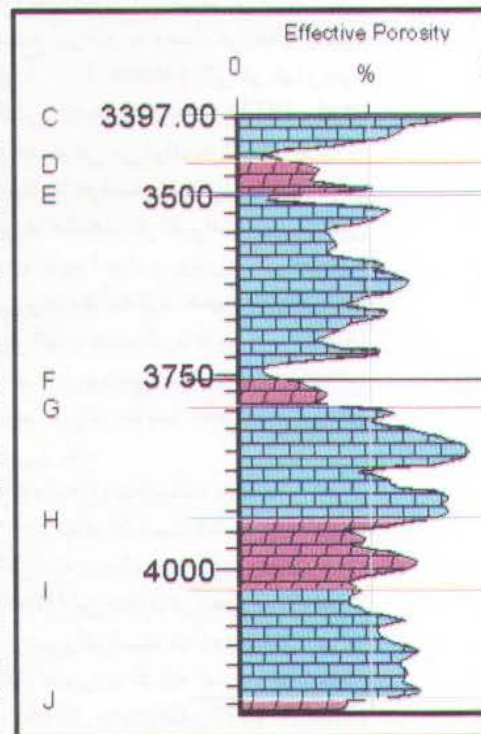
محل‌های ریزش، زون به زون از طریق درون‌یابی (Interpolation) خطی تصحیح شدند.

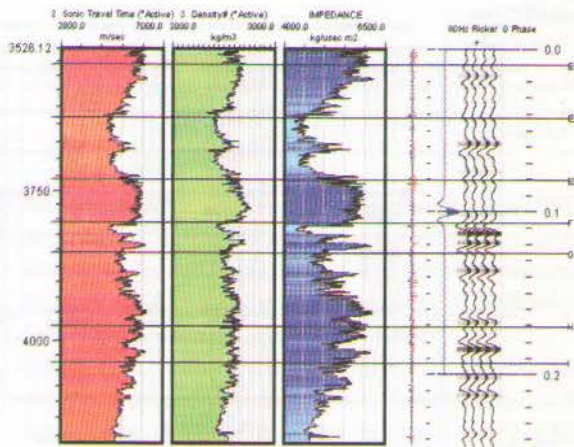
همچنین به جهت آنکه بتوان در نهایت به یک مقطع لرزه‌ای مصنوعی دست یافت، لازم است اطلاعات لاگهای صوتی

و چگالی در فواصل ثابت بین چاهها درون‌یابی شوند که این کار هم به ازای هر ۱۰۰ متر یک نمونه انجام شد. با این حال

چون عمق شروع و پایان زونها در نقاط مختلف با هم متفاوت است و اطلاعاتی از مناطق فوقانی و تحتانی آنها هم وجود

نداشت لذا اینکه نقطه شروع و پایان لاگها در یک عمق ثابت در نظر گرفته شود امکان‌پذیر نبود.





چگالی و سرعت به راحتی و با دقت زیاد از نمودارهای چاه به دست می آیند. با استفاده از معادلات بالا و ترکیب آنها با موجک تعیین شده، نهایتاً ردلرزه ای مشابه با مقطع لرزه ای واقعی به دست آورده خواهد شد (شکل ۴).

امکان ساخت اینها بدون نرم افزار میسر نیست لذا در تهیه این ردلرزه ها از نرم افزار ژئوسین (Geosyn) استفاده شده است. داده های ورودی به آن عمق و اعداد لاگ صوتی و چگالی هستند. کار مهمی که باید در اینجا انجام داد آن است که چون این نرم افزار داده ها را به صورت خام قبول نمی کند، باید آنها را به قالبی که مورد قبول نرم افزار باشد درآورد که به آن اصطلاحاً

LAS (Log ASCII Standard) گفته می شود. LAS در اصل یک فایل نوشتاری به زبان کامپیوتری ASCII است که شامل اطلاعات سرصفحه لاگ و خود مقادیر لاگ و عمق مربوطه است.

بحث

برای به دست آوردن ردلرزه باید پارامترهایی را برای نرم افزار تعریف کرد که مهمترین آنها نوع موجک و فرکانس ردلرزه هستند. برای این مطالعه از موجک نوع ریکر (Ricker) با فاز صفر و دارای قطبیت مثبت استفاده شد که دارای یک پیک قوی است که نوسان کناره های آن به حداقل رسانده شده اند. تقارن پیک و اینکه دامنه آن درست در محل ضریب بازتاب قرار دارد از دیگر مزایای آن است. کلاً موجک ریکر از نوع فاز صفر، بالاترین قدرت تفکیک ممکن را به دست می دهد. (Anselmetti et al., 1997)

در عملیات لرزه ای معمولی، محدوده فرکانس بین ۱۰ تا ۱۰۰ هرتز است. در مطالعات تحقیقاتی و برای ساخت ردلرزه های مصنوعی بهتر است از فرکانسهای بالاتر استفاده شود چون دقت و تفکیک بیشتری دارد. فرکانس کمتر یعنی طول موج بیشتر، و این باعث می شود که گاهی حتی دو مرز جدا از هم، به علت بزرگی طول موج، از هم تفکیک نشده و به صورت یک پیک روی ردلرزه خود را نشان دهند. در این وضعیت با افزایش فرکانس به تدریج شاهد جدایی این مرزها از یکدیگر خواهیم بود. البته اگر هدف، بستن لرزه نگاشت به

محاسبه پارامترهای پتروفیزیکی

کلاً چهار دسته پارامتر روی پاسخ لرزه ای سنگهای کربناته مؤثرند که عبارتند از خواص پتروفیزیکی مثل تخلخل، پارامترهای لیتولوژیکی مثل حجم شیل، شرایط اندازه گیری مثل فرکانس و فاکتورهای ژئومتری مثل ناهمگنی لایه ها (Marion & Jizba, 1997). از میان این پارامترها تخلخل مهمترین عامل تعیین پاسخ لرزه ای در سنگهای کربناته است. به خصوص در این مخزن که اصولاً زون بندی آن بر اساس تخلخل است. لیتولوژی مخزن بنگستان در طول میدان به طور عمده آهکی بوده و حجم شیل در حداقل است، به طوری که معمولاً لاگ اشعه گاما (CGR) بین صفر و ۱۰ درجه API در نوسان است. همچنین لایه ها از تداوم و یکنواختی نسبی برخوردارند. در مورد شرایط اندازه گیری هم در ادامه بحث خواهد شد.

سه لاگ نوترون، چگالی و صوتی ابزار شناخت تخلخل هستند. اعداد قرائت شده روی لاگ نوترون به طور مستقیم تخلخل را نشان می دهند. به کمک لاگ چگالی هم می توان در سازندهای بدون شیل تخلخل را حساب کرد.

از روی لاگ صوتی هم می توان پی به تخلخل برد با این تفاوت که چون این لاگ نسبت به تخلخلهای ثانویه حساسیت کمتری دارد، آنها را نشان نمی دهد و به همین دلیل معمولاً ارقام کمتری نسبت به دو لاگ قبلی به دست می دهد. (Nurmi et al., 1990) از همین خصوصیت می توان برای شناخت میزان تخلخل ثانویه هم استفاده کرد که به راحتی با تفاضل این تخلخل از تخلخل کل قابل محاسبه است. تخلخل کل از میانگین تخلخل حاصل از لاگهای نوترون و چگالی به دست می آید.

ساخت لرزه نگاشت

هر ردلرزه (Trace) روی یک مقطع لرزه ای از تأثیر ضخامت، چگالی و سرعت سیر امواج لرزه ای ناشی می شود. مقدار دامنه هر ردلرزه با حاصل ضرب چگالی و سرعت لایه ها که پایگیری صوتی (Acoustic Impedance) نامیده می شود، ارتباط دارد.

موج لرزه ای در مرز بین دو لایه می شکند و بخشی از آن به سطح زمین بازتاب می یابد. شدت بازتاب به اختلاف مقاومت ظاهری در دو سوی مرز بستگی دارد. برای نشان دادن این اختلاف از ((ضریب بازتاب)) مرز دو لایه استفاده می شود. (Reflection Coefficient).

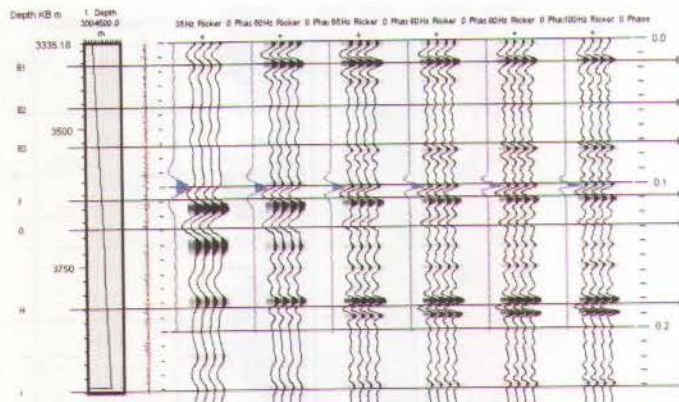
برای امواج رسیده به سطح زمین می توان تعریف کرد که ضریب بازتاب مثبت یا منفی را، بر حسب این که قطبیت مقطع لرزه ای نرمال یا معکوس باشد، به شکل برآمدگی یا پیک (Peak) و فرورفتگی یا تراف (Trough) روی ردلرزه ثبت کنند. بنابراین برای ساخت یک لرزه نگاشت مصنوعی به این اطلاعات نیاز هست: چگالی لایه ها، سرعت صوت در آنها و موجک لرزه ای که باید پارامترهای آن را تعیین نمود.

به شدت روی شکل ردلرزه تأثیر گذاشته و باعث می شود پیکها و ترفاهای روی آن شدیدتر یا ملایم تر ظاهر شوند. از آنجا که هر گونه تغییر در این پارامتر، شکل لرزه نگاشت را از حالت عادی خارج می کند، لذا در ساخت ردلرزه های بعدی از همان مقدار پیش فرض نرم افزار استفاده گردید.

برای آنکه تغییرات کلی بازتابنده ها در طول میدان مورد بررسی قرار گیرد، لازم است یک مقطع لرزه ای مصنوعی تهیه شود. برای انجام این کار باید برای هر چاه روی مسیر انتخابی یک لرزه نگاشت ساخته شده و سپس با روش درون یابی، در فواصل ثابت، لرزه نگاشتهایی دیگر به وجود بیاید تا سرانجام از کنار هم گذاشتن آنها یک مقطع لرزه ای به دست بیاید. (Bates et al., 1999) این مقطع در امتداد میدان با کنار هم قرار دادن لرزه نگاشتهای ساخته شده، به ازای هر ۱۰۰ متر یک لرزه نگاشت، مقطع لرزه ای مصنوعی به دست آمد (شکل ۷).

چنانچه به مسیر بازتابنده ها روی مقطع ساخته شده دقت شود دقیق ترین مرزی که تقریباً در کل طول میدان امتداد آن چشمگیر است مربوط به رأس زون H که دلیل آن ناگهانی بودن کاهش تخلخل از زون G به زون H است. ضمن اینکه زون G در این مخزن دارای بالاترین میزان تخلخل بوده و اختلاف آن با تخلخل پایین زون H کمک به مشخص تر شدن مرز می کند. با دقت بیشتر در زون H مشاهده می شود در قسمتهای میانی و غربی میدان درون این زون بازتابنده های قوی وجود دارند که در قسمتهای شرقی دیده نمی شوند. از روی نمودار تخلخل پیداست که قسمت متخلخل زون H منطبق با بازتابنده های ظاهر شده روی مقطع است. پیشنهاد می گردد لااقل در مناطق میانی و غربی میدان، مخزن بنگستان به چند زیرزون (Subzone) تقسیم گردد.

در نقاطی هم بازتابنده هایی به صورت پراکنده وجود دارد که منطبق با مرزهای تعیین شده برای زونها نیستند. مثلاً در محل چاه شماره ۲۷۲ در زون EI دو بازتابنده قوی مشاهده می شود که مربوط به مرز زون نیستند. بر مبنای گزارش پتروفیزیکی این چاه، زون EI از آهک خالص تشکیل شده ولی درون آن دو رگه آهک دولومیتی وجود دارد. پس یک دلیل می تواند تغییرات لیتولوژیکی موقتی باشد. دلیل دیگر همان تغییرات محلی تخلخل است که مثلاً در زون H باعث بروز بازتابنده هایی غیر از مرزهای از پیش تعیین شده می گردد. در این مطالعه چون مخزن بنگستان جنسی کاملاً یکنواخت

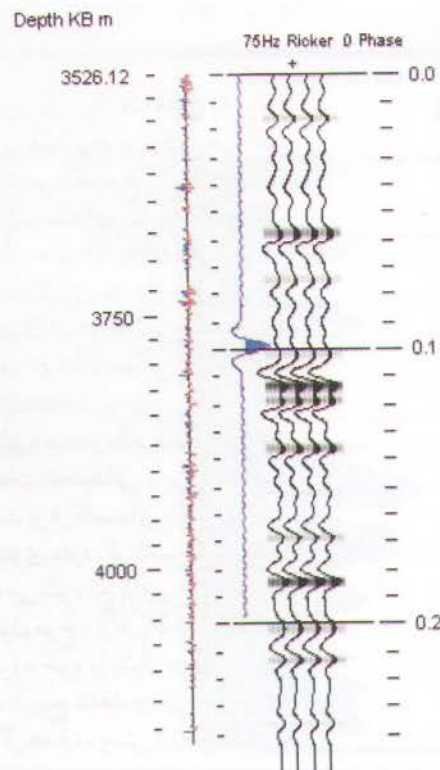


مقطع باشد باید نزدیکترین فرکانس به فرکانس غالب مقطع واقعی را انتخاب کرد

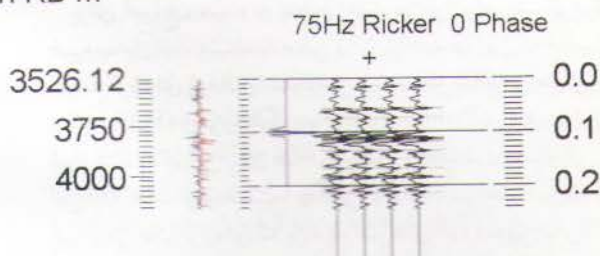
برای شناخت بهترین فرکانس ممکن برای ساخت ردلرزه ها به طوری که مرزها بهترین تفکیک را از هم نشان دهند، برای چندین چاه در نقاط مختلف ردلرزه هایی با فرکانسهای متفاوت ساخته شد (شکل ۵). فرکانسهای مورد استفاده عبارتند از ۳۵، ۵۰، ۶۵، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ هرتز. نتیجه حاصله در همه چاهها این بود که فرکانسهای ۳۵ و ۵۰ برای این کار بسیار کم هستند، به طوری که خیلی از مرزها را نشان نمی دهند. در فرکانسهای ۶۵ جدایش مرزها را بهتر می توان دید که این جدایش در فرکانس ۸۰ با دقت بیشتر و تفکیک بالاتری مشاهده می گردد. در فرکانسهای ۹۰ و ۱۰۰ تغییر چندانی در تفکیک مرزها روی ردلرزه مشاهده نگردید. در نتیجه بهترین فرکانس ممکن در این شرایط، فرکانس ۸۰ هرتز تشخیص داده شد.

پارامترهای دیگری هم

هست که روی شکل ظاهری ردلرزه تأثیر می گذارد. از جمله آنها مقیاس عمودی و نرخ نمونه گیری است. برای رسم ردلرزه ها از مقیاس ۴۰ سانتیمتر به ازای هر ثانیه استفاده شد که از فشردگی کمتر و تفکیک بهتری برخوردار بود. نرخ نمونه گیری هم ۲۵/۰ میلی ثانیه انتخاب شد تا امکان تغییر و افزایش فرکانس وجود داشته باشد (شکل ۶). از دیگر پارامترهای قابل تغییر در نرم افزار مقیاس دامنه ردلرزه ها است که در حالت عادی و به صورت پیش فرض، این مقدار برابر یک واحد است. هر گونه افزایش و یا کاهش این عدد،



Depth KB m



مراجع:

امین زاده، ع. و رضایی، م.، ۱۳۸۱، ارزیابی مخزن بنگستان بوسیله نمودارهای چاه و مدل سازی لرزه ای در میدان نفتی اهواز: پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

Anselmetti, F.S., Eberli, G.P. & Bernoulli, D., (1997), Seismic modeling of a carbonate platform margin seismic facies and implications for sequence stratigraphy Society Of Exploration Geophysicist, Geophysical Development Series, USA, 6, 373-406.

Bates, C.R., Lynn, H.B. & Simon, M., (1999), The study of a naturally fractured gas reservoir using seismic techniques: AAPG Bulletin, 83, no. 9, 1392-1407.

Bolz, H., (1978), Core studies in the Bangestan Reservoirs of the Ahwaz Field: OSCO Exploration Division Report.

Gadallah, Mamdouh R., (1994), Reservoir Seismology: PennWell, USA.

Grieves, K.F.C., (1974), Ahwaz Bangestan Reservoir geological study: Oil Service Company Of Iran, Report No. P-2380.

Marion, D. & Jizba, P., (1997), Acoustic properties of carbonate rocks quantitative interpretation of sonic and seismic measurements: In Carbonate Society Of Exploration Geophysicist, Geophysical Development Series, USA, 6, 75-94.

Nurmi, R., Charara, M., Waterhouse, M. & Park, R., (1990), Heterogeneities in carbonate reservoirs Geological Society Special Publication, UK, 48, 95-111.

Serra, O., (1986), Fundamentals Of Well-log Interpretation. Volume2: The Interpretation of Logging Data: Elsevier, Amsterdam.

Sheriff, R.E., (1977), Limitation of seismic reflections and geologic detail derivable from them American Association Of Petroleum Geologists, USA, Memoir 26, 3-14.

Speers, R.G., (1975), Review of the reservoir geology of the Ahwaz Bangestan: Oil Service Company of Iran, Report No. P-2775.

Vail, P.R., Todd, R.G. & Sangree, J.B., (1977), Seismic stratigraphy and global changes of the sea level, Part 5 American Association Of Petroleum Geologists, USA, Memoir 26, 99-116.

دارد، لذا در تفسیر لرزه نگاشتها نمی توان روی تغییر لیتولوژی حساب کرد. با توجه به گزارشهای چاه، تمامی زونهای سروک جنس آهکی دارند و فقط در افقهای محدودی قدری دولومیتی می شوند. ماسه سنگ هم اصلاً وجود ندارد. ضمن اینکه شواهد موجود هم دال بر یکنواختی لیتولوژی هستند. مثلاً در تمامی نقاطی که در چاهها ریزش یا مشکل خاصی وجود ندارد، لاگهای نوترون و چگالی بر هم منطبقند که این وضعیت معمولاً زمانی پیش می آید که ماتریکس سنگ آهکی باشد. متغیر عمده در این مخزن تخلخل است. با بررسی تغییرات کلی تخلخل در راستای میدان مشخص می گردد که زون G با میانگین تخلخل مفید ۱۱/۷۱٪ بیشترین تخلخل و زون F با میانگین تخلخل مفید ۷/۱۱٪ کمترین میزان تخلخل را دارا هستند. حداکثر متوسط تخلخل در زون G معادل ۱۷/۶۰٪ و حداقل آن در زون F معادل ۴/۷۰٪ است. ضمن آنکه تفاوت بارزی بین میانگین تخلخل قسمتهای شرقی میدان با قسمتهای غربی مشاهده نگردید.

نتایج

مشاهده شد که برای ساخت لرزه نگاشت در این مخزن، فرکانسهای پایین گرچه مناسب است ولی لزوماً با زون بندی پتروفیزیکی تطابق نشان نمی دهد. علت آن هم به یکنواختی محیط برمی گردد. آنچه عامل اصلی ظهور بازتابنده روی لرزه نگاشت است تخلخل است. در قسمتهای غربی مخزن تغییرات بیشتری دیده می شود که شاید بتوان زونهای جدیدتری برای آن تعریف کرد. از آنجا که این مطالعه به طور اخص روی مخزن بنگستان در میدان اهواز صورت گرفته لذا می توان به عنوان کلیدی برای مطالعات بعدی روی بنگستان از آن استفاده کرد. مقایسه مقطع مصنوعی با مقاطع لرزه ای منطقه و بستن لرزه نگاشتها به آنها کمک شایانی به تفسیر مقاطع مزبور می کند.

