توسعه مدل لیتولوژی ـ سرعت جهت تخمین سرعت لرزه‌ای میانگین سازند نامقاوم گچساران منطقه مورد مطالعه: قسمت جنوبی فروافتادگی دزفول

ناصر تمیمی[۱]، ایرج عبدالهی فرد[۲]، شهرام شرکتی[۳] و محمدرضا سکوتی[۲]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی اکتشاف نفت، دانشگاه صنعت نفت، تهران، ایران
[۲] اداره کل ژئوفیزیک، مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران، تهران، ایران
[۳] دانشیار دانشکده صنعت نفت، تهران، ایران

چکیده

تهیه و توسعه مدل سرعت بهینه جز لاینفک و پر اهمیت تمامی مراحل پردازش و تفسیر داده‌های لرزه‌ای است. تهیه این مدل با دقت و اطمینان بالا به خصوص در مناطق با پتانسیل بالای نفت و گاز مانند فروافتادگی دزفول در خوزستان دارای اهمیت ویژه‌ای است. از جمله مهمترین سازندهای مناطق نفت خیز جنوب ایران، سازند گچساران است که به عنوان پوش سنگ سازند آسماری عمل می کند. به علت شرایط ویژه‌ای ساختمانی و چینه‌ای این سازند که ناشی از خصوصیات تکتونیکی منطقه رسوبی و خواص لیتولوژیکی سازند یاد شده می‌باشد، تخمین سرعت و تهیه مدل سرعت برای این سازند همواره چالش‌زا بوده است.

در این مقاله سعی بر آن است که با استفاده از نمودارهای لیتولوژی، صوتی و لرزه ای چاه های منطقه جنوب فروافتادگی دزفول مدل لیتولوژی ـ سرعت بهینه‌ای برای سازند گچساران ارائه شود. جهت ارائه این مدل، در ابتدا مدل ریاضی چند متغیره خطی برای تخمین سرعت بر حسب لیتولوژی در هر چاه ارائه می‌شود. ضرایب معادله خطی در هر چاه محاسبه می‌گردد و نقشه ضرایب معادله برای منطقه تهیه می‌شود. پس از آن یک معادله چند متغیره خطی برای سازند گچساران در کل منطقه محاسبه و به عنوان یک مدل کلی و صرفنظر از تغییرات محیطی ارائه می گردد. در پایان نیز با استفاده از نقشه های لیتولوژی سازند گچساران در منطقه مورد مطالعه و بر اساس مدل‌های سرعت جامع (GVM) و محلی (LVM) دو نقشه سرعت میانگین برای سازند گچساران ارائه می‌گردد.

بررسی دو نقشه سرعت ارائه شده نشان دهنده کارایی این دو مدل در مناطقی با پیچیدگی ساختمانی و چینه‌ای بسیار بالا است و می‌تواند به عنوان یک معیار در کنار دیگر اطلاعات لرزه‌ای جهت تخمین سرعت مورد استفاده قرار گیرد. همچنین با توجه به مقایسه نتایج دو مدل سرعت به نظر می‌رسد که مدل سرعت منطقه‌ای با تخمین بسیار بهتری قادر به نشان دادن تغییرات سرعت در منطقه است.

Abstract

Construction and development of optimum seismic velocity model is an essential part of processing and interpretation of seismic data. Building of confident velocity model becomes more critical and vital especially in areas with high oil and gas potential like Dezful Embayment in Khuzestan. Gachsaran Formation as cap rock of Asmari oil bearing formation is one of the most important formation in Iranian south oilfields. According to complex geological structure and stratigraphy of Gachsaran, which is due to the high tectonic activity of corresponding basin and special lithological and rheological features of Gachsaran, estimation of velocity is crucial and full of challenge.

In this paper, it has been aimed to develop an optimum Lithology-Velocity model for Gachsaran Fm. by using well data such as lithology logs, sonic well logs and checkshot surveys. The study area in present paper is located at the southern area of Dezful embayment.

At first, a mathematical multi-linear model in terms of lithology and velocity would be developed for each wells of study which is named as "Local Velocity Model" (LVM). Maps of the coefficients for multi-linear equations would be constructed and are used for development of LVM map. Also, a general multi-linear equation with constant coefficient would be introduced for Gachsaran in the whole part of study area. This model is named as "Global Velocity Model" (GVM). Then corresponding velocity map is built based on GVM and by using lithology maps of Gachsaran.

Results exhibits acceptable velocity estimation where Gachsaran is complex in terms of stratigraphy and structure. These models are additional criteria for velocity estimation and consequently, they would decrease uncertainty of velocity estimation significantly. Also, comparison between GVM's map and LVM'm map suggests that LVM model is more confident in complex structural and stratigraphical condition.

Archive of SID

www.SID.ir

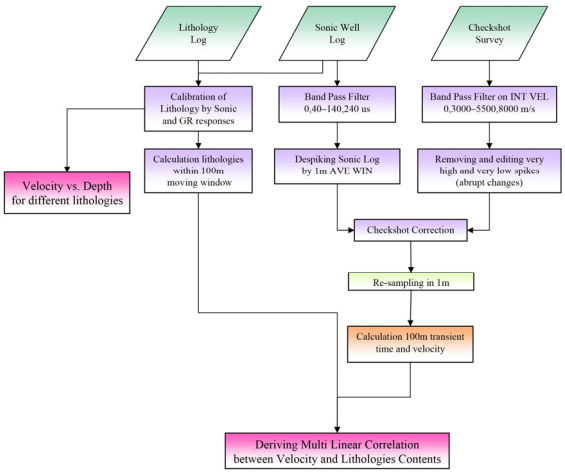
مقدمه

بررسی سرعت و تهیه مدل سرعت از جمله مراحل بسیار مهم در پردازش و تفسیر داده‌های لرزه‌ای است. ارائه مدل سرعت دقیق باعث کاهش ریسک اکتشاف و حفاری در میادین جدید می‌شود. این موضوع در مناطقی که از لحاظ چینه‌شناسی و ساختمانی با پیچیدگی همراه هستند بسیار حیاتی تر است و ساخت مدل سرعت بسیار مشکل‌تر می‌نماید.

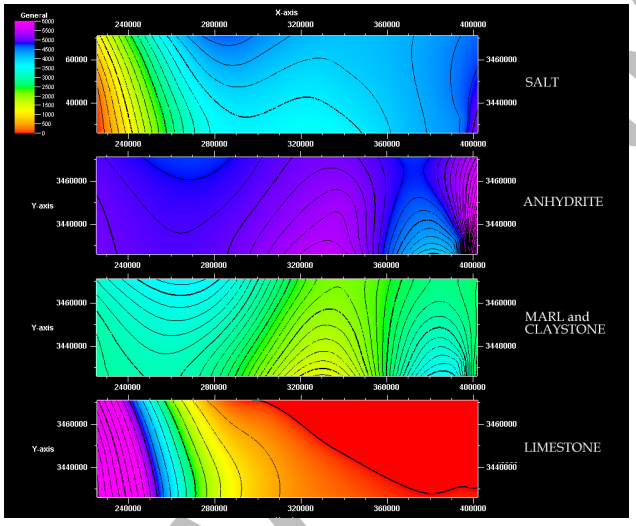
سازند گچساران در بسیاری از مناطق نفت خیز جنوب ایران به عنوان پوش سنگ سازند آسماری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اهمیت این سازند به علت خواص رئولوژیکی نامقاوم و پلاستیکی دارای پیچیدگی‌های ساختمانی و چینه‌ای بسیار زیادی است. این امر به نوبه خود بر پیچیدگی انتشار موج در این محیط و نیز داده‌های لرزه‌ای به دست آمده تاثیر مستقیم می‌گذارد. تخمین سرعت دقیق گچساران در بسیاری از مناطق با چالش‌های بسیاری همراه است و بدست آوردن یک مدل سرعت مطمئن برای این سازند بسیار دشوار می‌نماید.

مطالعات نشان می‌دهد که سرعت گچساران بیش از هر پارامتر دیگری متاثر از لیتولوژی گچساران است. از لحاظ لیتولوژی می‌توان سازند گچساران را مجموعه‌ای از انیدریت، نمک و آهک با سرعت بالا در کنار مارن و شیل با سرعت پایین دانست. یافتن یک رابطه ریاضی بین سرعت و ترکیب لیتولوژی می‌تواند به عنوان یک راهنما در کنار دیگر سرعت‌های بدست آمده از طریق داده‌های لرزه‌ای و چاه ما را یاری کند.

مدل ریاضی انتخاب شده برای نیل به این هدف، مدل خطی چند متغیره با استفاده از روش رگرسیون MLS است. منطقه مورد بررسی نیز جنوب فروافتادگی دزفول می باشد که شامل میادین پارسی، پرنج، کرنج، مارون، اهواز، بند کرخه و آزادگان است.



شکل ۱. الگوریتم تهیه نمونه ها و محاسبه بهترین ضرایب مدل لیتولوژی ـ سرعت برای سازند گچساران.



شکل ۲. نقشه های ضرایب تهیه شده جهت تخمین سرعت میانگین گچساران توسط مدل محلی LVM در منطقه جنوب فروافتادگی دزفول.

تهیه مدل و بحث در مورد نتایج

مدل سرعت پیشنهادی به صورت یک مدل خطی چند متغیره است که در یک طرف میزان لیتولوژی W (به صورت کسری از یک) و در طرف دیگر سرعت میانگین لرزه‌ای قرار دارد.

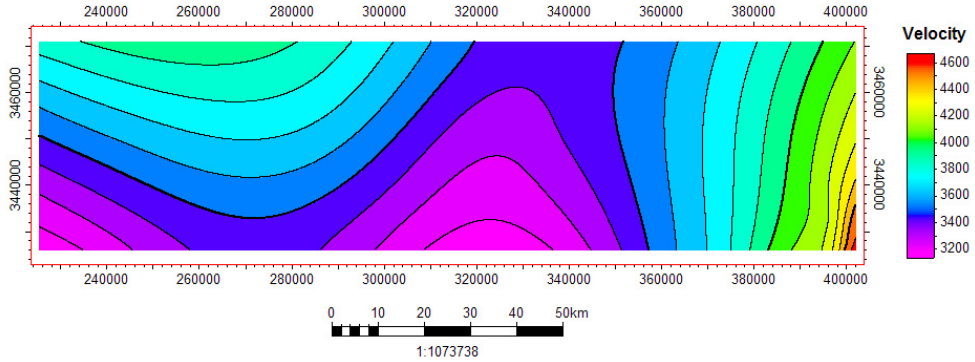
$$v_{seismic} = W_{An} \times a + W_{Ml} \times b + W_{Clst} \times c + W_{Salt} \times d + W_{Lst} \times e$$

دقت و جامع بودن مدل به دست آمده رابطه مستقیم با تعداد نمونه‌ها و متد مورد استفاده برای رگرسیون مدل دارد. بسنده کردن به لیتولوژی هر چاه و سرعت متناظر آن تعداد نمونه ها را بسیار معدود خواهد کرد. تلفیق داده های لرزه ای چاه و نمودار های سرعت صوت

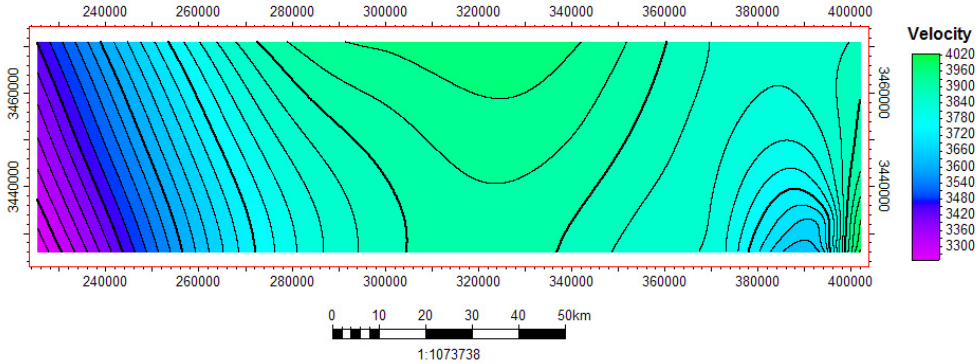
Archive of SID

www.SID.ir

در قالب Checkshot Correction می‌تواند سرعت را با دقت بالایی در درون چاه در اختیار ما قرار بدهد. با طراحی یک الگوریتم جدید و در نظر گرفتن یک پنجره متحرک امکان بدست آمدن تعداد بسیار زیادی نمونه برای انجام عملیات رگرسیون فراهم آمد.



شکل ۳. نقشه سرعت میانگین سازند گچساران بر اساس مدل سرعت محلی LVM (با استفاده از نقشه های ضرایب شکل ۲).



شکل ۴. نقشه سرعت میانگین سازند گچساران بر اساس مدل سرعت جامع GVM.

نرم افزار قدرتمند SPSS15 برای انجام عملیات رگرسیون به روش MLS به کار گرفته شد و ضرایب a b c d e برای هر چاه بدست آمد. سپس برای هر کدام از ضرایب بدست آمده نقشه هایی به روش درون یابی همگرا (Interpolation Convergent) تهیه شد. مدل سرعت محلی (LVM) با استفاده از نقشه‌های ضرایب و نقشه های لیتولوژی گچساران تهیه می شود. علاوه بر این، داده های تمام چاه‌ها در کنار هم مورد بررسی قرار گرفته و معادله جامع سرعت با معادله ذیل به دست می‌آید:

$$v_{seismic} = W_{An} \times 4817 + W_{Ml} \times 2587 + W_{Clst} \times 2596 + W_{Salt} \times 4013 + W_{Lst} \times 10038$$

با استفاده از معادله فوق و نقشه های لیتولوژی گچساران، مدل سرعت جامع (GVM) به دست می‌آید.

نتیجه گیری

با توجه به نقش بارز لیتولوژی در تعیین میزان سرعت گچساران، به نظر می‌رسد وجود یک مدل لیتولوژی ـ سرعت برای گچساران در کنار فاکتورهای دیگر نشان دهنده سرعت بسیار مفید و ضروری است. مدل سرعت جامع (GVM) تهیه شده قادر است به طور کلی و تنها بر پایه اطلاعات سنگ شناسی گچساران تخمین قابل قبولی از سرعت میانگین گچساران را به پردازشگر و مفسر پیشنهاد کند. مدل سرعت محلی (LVM) به علت استفاده از ضرایب و پارامترهای محلی با درجه اطمینان بالاتری سرعت گچساران را در محل مورد نظر تخمین

Archive of SID

www.SID.ir

می‌زند. البته با کسب اطلاعات بیشتر در چاه‌های دیگر و با توسعه نقشه های ضرایب و لیتولوژی، این مدل قادر خواهد بود با دقت بسیار بالاتری سرعت میانگین سازند گچساران را مناطق مختلف محاسبه و ارائه دهد. همچنین مدل سرعت محلی نشان دهنده این حقیقت نیز است که لیتولوژی تنها عامل تعیین کنده سرعت در گچساران نیست. در حقیقت تهیه نقشه ضرایب برای مدل LVM نشان دهنده این واقعیت است که مقاطع مختلف گچساران با لیتولوژی یکسان الزاما دارای سرعت یکسان نیستند. بررسی های مدل‌های سرعت چاه‌های مختلف نشان می‌دهد که ضخامت گچساران دومین عامل مهم در سرعت گچساران است. به همین جهت نقشه‌های هم ضخامت گچساران می توانند به عنوان یک سطح راهنما برای تخمین نقشه سرعت مورد استفاده قرار گیرند.

همچنین هر دو مدل ارائه شده قادر به تخمین سرعت لرزه‌ای در چاه‌های حفاری شده در گذشته نیز هستند که به نوبه خود می‌توانند به عنوان داده‌های سرعت لرزه‌ای در توسعه بسیاری از میدان‌های قدیمی و نیز در حال تولید ایران مورد استفاده قرار گیرند.

منابع

Bahroudi, A., & Koyi, H. A., 2004, Tectono-sedimentary framework of the Gachsaran Formation in the Zagros foreland basin. Journal of marine and petroleum geology, 21, 1295-1310.

Faust, L. Y., 1951, Seismic velocity as a function of depth and geologic time, Geophysics, 16, 192-206.

Faust, L. Y., 1953, A velocity function including lithologic variation, Geophysics, 18, 271-288.

Rezaee, M. R., Kadkhoadie Ilkchi, A., Barabadi, A. 2007. Prediction of shear wave velocity from petrophysical data utilizing intelligent system: An example from sandstone reservoir of Carnarvon Basin, Australia, Journal of petroleum science and engineering, 55, 201-212.

Sheriff, R. E., & Geldart, L. P. 1999. Exploration Seismology, 2nd ed., Cambridge University Press, 107-143.

Stewart, R. R., & Huddleston, P. D., Kan, T. K., 1984, Seismic versus sonic velocity: A vertical seismic profile study. Geophysics, 49, 1153-1168.

West, S. S., 1950, Dependence of seismic wave velocity upon depth and lithology. Geophysics, 653-662.

Archive of SID

www.SID.ir