

روشی ساده برای تصحیح جهت گیری مولفه‌های افقی ثبت شده به یک سیستم همدوس به کمک مولفه‌های موج برشی پایین‌رونده

احمد امینی^۱

^۱کارشناس لرزه‌شناسی، شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب، amini1.a@nisoc.ir

چکیده:

ویژگی خطی پلاریزاسیون رسید مستقیم موج P، به لحاظ صنعتی برای چرخش و پردازش VSP‌های دورافت دور استفاده می‌گردد. اما روش پلاریزاسیون موج P به دلیل تصویر انرژی پایین اولین رسیدهای موج P روی مولفه‌های افقی، اغلب در VSP دورافت صفر مورد استفاده نمی‌باشد. جهت گیری مولفه‌های لرزه‌ای به یک سیستم مختصات جغرافیایی یا حداقل سیستمی همدوس با آزمیوت نامشخص، قبل از پردازش سه مولفه برای محاسبه شبیب و آزمیوت بازتابگرها لازم می‌باشد. این مقاله روش ساده‌ای برای تخمین جهت گیری داده سه مولفه حسگرهای لرزه‌ای در عملیات VSP دورافت صفر توسط ساخت سیگنال "پیمانه" به کمک محاسبه ریشه مجموع مربعات دو مولفه X و Y، بدون تحلیل هودوگرام، ارائه می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: تصحیح جهت گیری، مولفه‌های افقی، سیستم همدوس، موج برشی پایین‌رونده

A simple method for reorientation of recorded horizontal components into a coherent system using down going shear wave components

Abstract:

The linear character of the polarization of direct P-wave arrival is often used industrially for orientation and processing of offset VSPs but the Pwave polarization method often is not applicable in zero offset VSP due to very low energy of the P-wave first arrivals projection on the horizontal components. It is absolutely necessary to orient the 3 components in true geographic coordinate system or at least into a coherent coordinate system prior to processing for computing dip and azimuth of certain reflector.

This paper present a simple method for estimating the orientation of seismic sensors of zero offset vertical seismic profile (VSP) by constracting the "modulus" signal by calculating the square root of the sum squares of X and Y components, without hodogram analysis.

Keywords: reorientation, horizontal components, coherent system, down going shear wave

۱ مقدمه

ابزارهای سه مولفه‌ای VSP معمولاً شامل مولفه‌ای در راستای محور چاه و دو مولفه عمود بر آن با جهت آزمیوتی نامشخص می‌باشد. در نتیجه چرخاندن این سه مولفه در یک سیستم مختصات جغرافیایی و یا حداقل در یک سیستم مختصات همدوس قبل از پردازش، لازم است تا ما را برای استفاده از داده‌های میدان موج VSP سه مولفه‌ای در تعیین شبیب و آزمیوت بازتابگر مشخصی در حوزه زمانی یا عمقی قادر سازد. برای چاههای قائم، فقط نیاز به تصحیح جهت گیری مولفه‌های افقی می‌باشد. تصحیح به این صورت باید باشد که مولفه X، در صفحه رونده از میان چاه در محل حسگر و چشممه سطح زمین جهت گیری شود و مولفه دیگر به طور بدیهی عمود بر این صفحه قرار گیرد.

در بسیاری از انتشارات علمی، استفاده از اولین رسید موج P به منظور چرخش مولفه‌های افقی در یک چاه قائم یا مولفه‌های C ۳ ثابت در یک چاه انحرافی معرفی شده‌اند (ام. بیکوی و دابست، ۱۹۹۰؛ گیلز و همکاران، ۲۰۰۱ و آرمستانگ، ۲۰۰۵). اما روش پلاریزاسیون موج P به دلیل تصویر انرژی پایین اولین رسیدهای موج P روی مولفه‌های افقی، اغلب در VSP دورافت صفر مورد استفاده نمی‌باشد.

محدود کردن پردازش متداول به یک یا دو مولفه همچنین منجر به مسائل بالقوه در شناسایی مد رسیدهای خاص دریافت شده توسط حسگر 3C تراکمی یا برشی و در موقعیت رویدادهای زمین‌شناسی متناظر می‌گردد. بنابراین پردازش سه مولفه‌ها بعد از جهت‌گیری موجب بهبود اعتبار تفسیر داده‌های VSP می‌شود. اما مرحله برداشت حقیقتاً جهت‌گیری واقعی ژئوفونها را فراهم نمی‌کند؛ در صورتی که این اطلاعات برای پردازش داده‌های 3C ضروری است.

۲ روش تحقیق

گیرندهای VSP متصل به کابل در طول برداشت، می‌تواند در هر عمق آزادانه حول محور کابل بچرخد. در نتیجه جهت‌گیری حسگر در امتداد چاه تغییر می‌کند. در حالت کلی مولفه‌ها توسط انجام دو چرخش، باز جهت‌گیری می‌شوند. اولین چرخش، یک مولفه (Z) را در راستای خط قائم می‌آورد و دومین چرخش، یکی از مولفه‌های افقی را در صفحه رونده از میان چشمeh و چاه می‌چرخاند.

روش انجام تصحیح جهت گیری در مراجع مختلف وجود دارد. روش ساده زیر برای جهت‌گیری مجدد مولفه‌های افقی به یک سیستم همدوس به کمک مولفه‌های موج برشی پایین‌رونده به کار می‌رود:

۱- ساخت سیگنال "پیمانه" به کمک محاسبه ریشه مجموع مربعات دو مولفه عمود بر بردار Z در هر زمان برداشت $M^2(t) = X^2(t) + Y^2(t)$ که در آن M، پیمانه، X و Y مولفه‌های افقی هستند. این پیمانه روی حرکت موج S شکل ۱-الف نشان داده شده است و از چرخش سیستم مختصات مستقل می‌باشد (شکل ۱-ب).

۲- پیک کردن زمانی اولین رسید موج برشی پایین‌رونده روی یک دامنه پیک یا تراف سیگنال پیمانه فیلتر شده. به دلیل اینکه سیگنال پیمانه خام همواره مثبت است، فیلتر بالاگذر (برای نمونه LC5 Hz)، برای بهبود نمایش سیگنال پیمانه اعمال می‌شود و پیک کردن رسیدهای لرزه‌ای اصلی تراز عمقی به تراز عمقی را تسهیل می‌کنند (شکل ۱-ج).

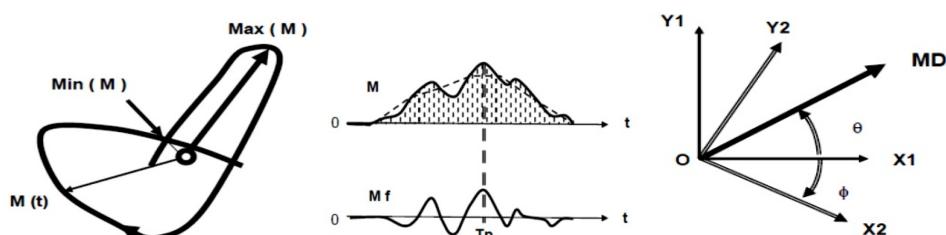
۳- چرخش مولفه‌های ورودی X و Y به سیستم مختصات جغرافیایی صحیح به کمک مراحل تکراری زیر برای هر تراز عمقی:

۳-الف تعریف پنجره زمانی در راستای رسیدهای زمانی موج برشی که قبل‌اپیک شده‌اند.

۳-ب تعیین جهت بیشینه انرژی مولفه‌های لرزه‌ای (X, Y) در پنجره زمانی.

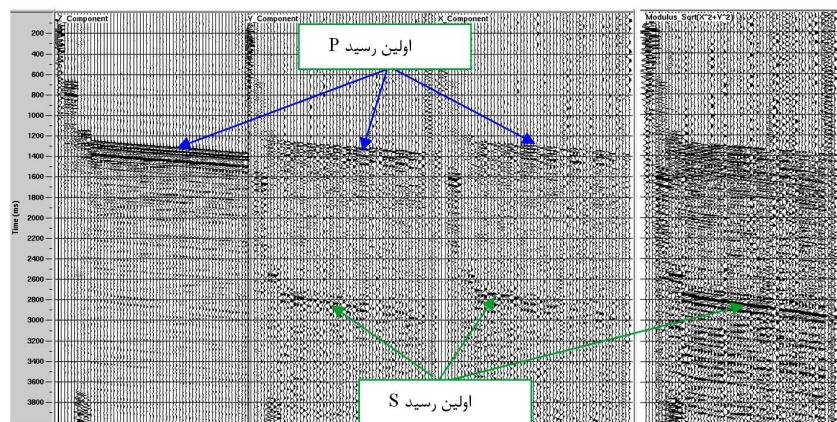
۳-ج چرخش مولفه‌های لرزه‌ای (X, Y) ورودی در راستای جهت بیشینه انرژی (قبل‌اً محاسبه شده) نمایش دهنده همدوسی؛ تقریباً جهت جغرافیایی آزیموت ثابت، در حالت کلی نامعلوم.

۴- تعیین چرخش جغرافیایی صحیح. سیستم همدوس قبل‌اً تعریف شده در یک یا چند عمق گسسته یا بازه‌های عمقی به کمک روش‌های مختلف کالیبراسیون سیستم مرجع (بخش بعد).



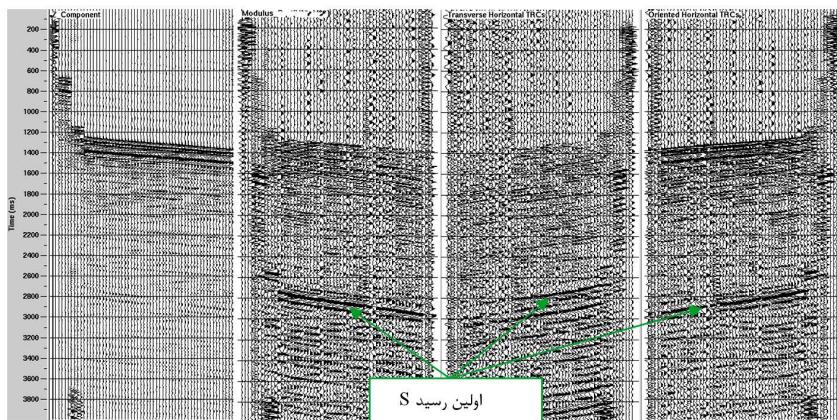
شکل ۱. (الف) بردار پیمانه روی حرکت ذره موج S. (ب) بردار پیمانه در دو سیستم مختصات چرخش یافته. (ج) ردیاب پیمانه خام و فیلتر شده.

شکل ۲، مولفه‌های X و Y و Z نیم‌رخ لرزه‌ای قائم دورافت صفر چاهی در میدان رامین با بهره ثابت همراه با پیمانه جذر مجموع مربعات دامنه مولفه‌های X و Y را نشان می‌دهد. از روی شکل مشخص است که اولین رسید موج S روی هیچ یک از داده‌های X و Y با دقت قابل استخراج نیست. بر روی پیمانه، فیلتر میان‌گذر (۵-۵۰ Hz) اعمال شد تا به طور واضح‌تر، پیکها و ترافهای محلی رخ داده در راستای رسیدهای مستقیم دامنه بلند موج S را نمایش دهد. می‌توان اعتبارسنجی کرد که سیگنال پیمانه فیلتر شده بسیار همدوس می‌باشد که قادر می‌سازد تا زمان موج S با دقت بالا پیک گردد.



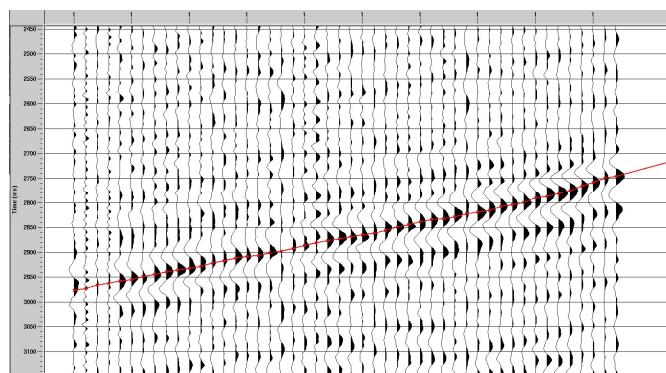
شکل ۲. از سمت راست به چپ: پیمانه، مولفه‌های X و Y و قبل از چرخش. اولین رسیدهای موج S روی مولفه‌های افقی مشخص هستند در حالی که اولین رسید موج P از مولفه Z برای پیک کردن، تیز است. اولین رسیدهای موج S قبل از چرخش، سازگار نیستند در حالی که اولین رسیدهای پیمانه قبل و بعد از چرخش یکتا هستند. مولفه‌های X و Y و Z با بهره یکسان نمایش داده شده‌اند در حالی که پیمانه، بهنجار شده است.

شکل ۳ مولفه‌های چرخش یافته HE و HN و ZV با بهره ثابت همراه با پیمانه را نشان می‌دهد. پیمانه فقط از مولفه‌های HN و HE محاسبه و سپس فیلتر میان‌گذر (۵-۵۰ Hz) شده است. این پیمانه با پیمانه نمایش داده شده در شکل ۲ یکسان است که نشان دهنده ناوردايی پیمانه نسبت به چرخش سیستم مختصات می‌باشد. بنابراین، از جهت‌گیری مولفه‌های ثبت شده ورودی مستقل می‌باشد. در نتیجه زمان موج برشی مستقیم می‌تواند به طور دقیق روز دلارزه پیمانه فیلتر شده، پیک شود (شکل ۴). سپس یک پنجره زمان کوتاه می‌تواند به طور دقیق در طول رسیدهای موج برشی تعریف گردد به گونه‌ای که انرژی مولفه‌های افقی موج برشی بر حسب آزمیوت، بیشینه گردد.

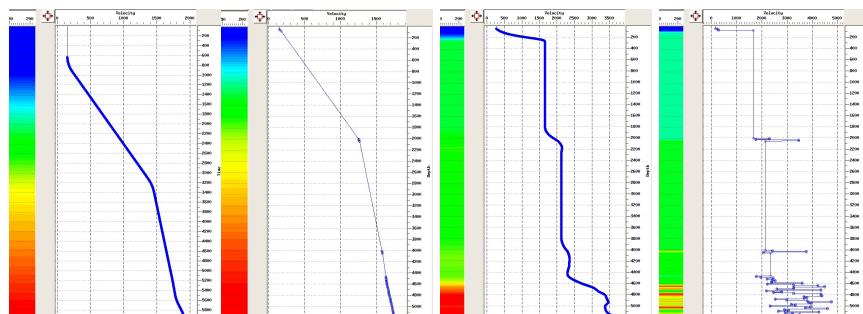


شکل ۳. از سمت راست به چپ: مولفه‌های HN، HE، ZV بعد از چرخش. اولین رسید موج P از مولفه Z برای پیک کردن، تیز است. اولین رسیدهای موج S بعد از چرخش، همدوس هستند. سیگنال پیمانه فیلتر شده قبل و بعد از چرخش، یکتا می‌باشد. مولفه‌های HN، HE و Z با بهره ثابت نمایش داده شده‌اند در حالی که پیمانه، بهنجار شده است.

در اینجا ابتدا به تحلیل و ویرایش مولفه‌های X و Y، و اعمال زئومتری روی مجموعه داده‌ها پرداخته شد. برای بدست آوردن سرعتهای امواج برشی، نیاز به پیک کردن دقیق اولین رسیدهای موج S می‌باشد که با توجه به شکل ۴، بعد از اعمال روش مذکور، به وضوح قابل مشاهده می‌باشد. به کمک زمان اولین رسید، سرعت میانگین موج برشی بدست آورده و سپس سرعت میانگین به سرعتهای لایه‌ای و RMS تبدیل شد (شکل ۵).



شکل ۴. پیک کردن اولین رسیدهای موج S بعد از چرخش.



شکل ۵. سرعتهای موج برشی داده VSP. به ترتیب از راست به چپ: سرعت بازه‌ای، سرعت میانگین، سرعت (RMS) و سرعت میانگین.

نتیجه‌گیری

در این مقاله، روشی ساده برای چرخاندن ژئوفونها با حسگرهای چند مولفه‌ای به منظور جبران عدم حضور وسائل اندازه‌گیری میزان چرخش ابزار برداشت داده‌ها، معرفی گردید. جهت گیری مولفه‌های لرزه‌ای به یک سیستم مختصات جغرافیایی یا حداقل سیستمی همدوس با آزمیوت نامشخص، قبل از پردازش سه مولفه، لازم می‌باشد. این روش روی داده‌های واقعی چاهی در میدان رامین اعمال گردید. روش پلاریزاسیون موج P به دلیل عدم شناسایی اولین رسیدهای این موج روی مولفه‌ای X و Y، با توجه به نویه شدید موجود روی این داده‌ها، در اینجا مورد استفاده نمی‌باشد. اما توسط روش ساده مذکور، روند صحیح امواج S و از روی آن سرعتهای موج برشی بدست آمد.

تشکر و قدردانی

نویسنده از شرکت ملی نفت ایران و مناطق نفت خیز جنوب به خاطر کمک و حمایت مالی از این مقاله، تشکر و قدردانی می‌نماید.

منابع

- Becquey M. and Dubesset, M. "Three component sonde orientation in a deviated well" Geophysics, 1990, vol.55 N° 10, page1386-1388.
- Armstrong, P. N., "Method of estimating relative bearing of a borehole receiver", July 26, 2005, US pat. 6,922,373 B2
- Gilles, Bellefleur, Christof and Muller, "Reliability of VSP-receiver orientations deduced from direct P-wave polarization." SEG Technical Program Expanded Abstracts 20.1, 2001, page 432-35.