

تضعیف تکراری‌ها با استفاده از تبدیل رادون سهموی روی داده‌ی لرزه‌ای دوبعدی

پرستو اله‌دینی*، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال • ابراهیم زارع^۱، محمدرضا بختیاری^۲، مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت

چکیده

در اثر بازتاب و تکرار موج بین دو لایه‌ی خاص بازتاب‌های تکراری ایجاد می‌شوند که این مسأله باعث تضعیف انرژی موج و ایجاد لایه‌های مجازی در مقاطع لرزه‌ای می‌گردد. روش رادون روشی مناسب برای تضعیف تکراری‌هاست. در این مطالعه تضعیف تکراری‌ها به روش رادون، با استفاده از نرم‌افزار پردازشی (Promax) بررسی شده است.

برای تضعیف تکراری‌ها، ابتدا داده‌ها بر اساس نقاط عمقی مشترک دسته‌بندی گردیده و تصحیح برون‌راند نرمال روی داده‌ها انجام شده است. سپس داده‌ها به حوزه‌ی رادون انتقال داده شده و با انتخاب فیلتری مناسب بازتاب‌های اصلی از تکراری‌ها جدا می‌شود. با اعمال فیلتر انتخاب شده در این حوزه، تکراری‌ها تضعیف و نتیجه‌ی حاصل به حوزه‌ی (t-x) بازگردانده شده است. همچنین نتایج بعد از اعمال فیلتر با قبل از آن مقایسه شد که نشان می‌دهد تکراری‌ها با استفاده از فیلتر رادون تضعیف شده‌اند.

اطلاعات مقاله

تاریخ ارسال نویسنده: ۹۵/۰۲/۱۱

تاریخ ارسال به داور: ۹۵/۰۲/۱۱

تاریخ پذیرش داور: ۹۵/۰۹/۲۰

واژگان کلیدی:

تکراری‌ها، تبدیل رادون، تبدیل سهموی

مقدمه

در علم ژئوفیزیک پردازش داده‌ها به‌اندازه‌ی برداشت داده مهم تلقی می‌شوند. داده‌های لرزه‌ای برداشت شده به‌صورت تصویری از ساختار زمین ارائه می‌شوند. بهبود تصویر زیر زمین هدف اساسی این مراحل است و فرض اساسی روش‌های تصویرسازی لرزه‌ای آنست که داده‌های لرزه‌ای عاری از تکراری‌ها هستند که در عمل چنین نیست. وجود تکراری‌ها (یعنی رخداد‌های بازتابی که بیش از یک‌بار دچار بازتاب شده‌اند) تصاویر نادرستی از ساختار زمین به‌دست خواهد داد.

از سال‌های ابتدایی پیدایش لرزه‌شناسی، حذف تکراری‌ها و ارائه‌ی روش‌هایی نظیر نقطه‌ی عمقی مشترک و برانبارش مورد توجه بوده است. اما در این مطالعه حذف تکراری‌ها با استفاده از تبدیل رادون سهموی انجام می‌شود.

۱- لزوم حذف تکراری‌ها

برانبارش از دیرباز عمده‌ترین ابزار برای حذف تکراری‌ها بوده و هست، اما همین ابزار در مواردی که برداشت لرزه‌ای شامل تکراری‌های زیادی باشد کارا نیست و جهت بهبود نتایج باید از روش‌های نظیر روش تبدیل رادون استفاده کرد. در مواردی نظیر تحلیل دامنه بر حسب دورافت، تضعیف تکراری‌ها می‌تواند کمک شایانی به بهبود نتایج نماید.

همچنین حذف تکراری‌ها می‌تواند تأثیر خوبی در تحلیل سرعت داشته باشد. در نتیجه پیک کردن سرعت بسیار راحت‌تر انجام می‌شود و تحلیل سرعت پس از تضعیف تکراری‌ها با قطعیت بهتری قابل تعیین است.

شاید همین چند دلیل برای تضعیف تکراری‌ها، با استفاده از

تبدیل رادون کافی باشد [۱].

۲- تبدیل رادون

تبدیل رادون روشی ریاضی است که در سال‌های اخیر کاربردهای زیادی در پردازش داده‌های لرزه‌ای یافته است. این تبدیل بیشتر با نام‌های تبدیل τ - p یا همان روش برانبارش مورب^۳ شناخته می‌شود. این تبدیل در سال ۱۹۱۷ توسط رادون^۴ ابداع شد اما در آن روزگار کاربرد خاصی برای آن وجود نداشت. اما امروزه تبدیل رادون کاربرد زیادی در مسائل بازسازی تصویر، فیزیک، پزشکی، اخترشناسی، نورشناسی، زیست‌شناسی، مهندسی مواد و ژئوفیزیک و ... پیدا کرده است.

بهرتر است بحث درباره‌ی تبدیل رادون را با یادآوری تعریف نوفه آغاز کنیم. در داده‌های لرزه‌ای به‌هر چیزی که با مدل ما سازگاری نداشته باشد نوفه اطلاق می‌شود. می‌توان این عبارت را در قالب این معادله‌ی ساده بیان کرد [۲]:

$$\text{نوفه} + \text{مدل} = \text{داده‌ی لرزه‌ای}$$

حال اگر بتوان حوزه‌ای یافت که در آن مدل و نوفه از هم متمایز شوند مسأله‌ی حذف نوفه بسیار ساده‌تر می‌شود. این نکته هدف تبدیل رادون تعمیم یافته است. در اینجا واژه‌ی تعمیم یافته به‌معنی هر نوع مسیر منحنی شکل است.

تبدیل رادون تابعی است که مجموعه‌ای از بعضی مشخصه‌های فیزیکی یک ماده در طول مسیری خاص است. انواع تبدیل رادون عبارتند از: تبدیل خطی، تبدیل هذلولی و تبدیل سهموی. تبدیل دوبعدی τ - p یک مشخصه‌ی خطی در حوزه‌ی زمان سیر را به‌نقطه‌ای در محور مختصاتی انتقال می‌دهد که محور عمودی آن τ یا زمان سیر دورافت صفر و محور افقی آن p یا مؤلفه‌ی افقی

* نویسنده‌ی عهده‌دار مکاتبات (alahdiniparastoo@gmail.com)

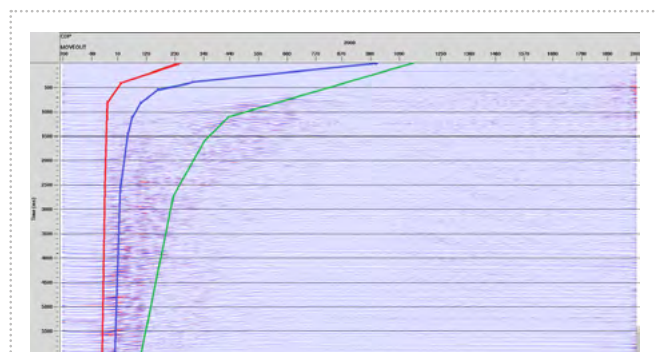
۷ و سرعت برون‌راند نرمال است. بدیهی است که این نوع تبدیل ایده‌آل‌ترین نوع تبدیلی است که می‌توان در لرزه استفاده کرد؛ زیرا رخداد‌های بازتابی هذلولی هستند. متأسفانه به دلیل آنکه این تبدیل وابسته به زمان است محاسبه‌ی عملگر مستقیم الحاقی آن به راحتی در حیطه‌ی فرکانس- مکان (F-K) امکان پذیر نیست.

۳- تضعیف تکراری‌ها به روش رادون سهموی

این تبدیل بهترین نوع تبدیل برای تضعیف تکراری‌هاست. در ابتدا داده‌ها با استفاده از نقطه‌ی عمقی مشترک دسته‌بندی گردیده، تصحیح برون‌راند نرمال روی آنها انجام می‌شود و سپس داده‌ها به حوزه‌ی رادون انتقال می‌یابند. برای آزمایش این روش از دو داده‌ی واقعی (دریایی و خشکی) استفاده شد. انتقال داده‌ها به این حوزه نیازمند انتخاب مناسب مقادیر P است. بعد از آزمایش عددهای مختلف برای داده‌ی دریایی مقادیر $p_{\text{value}_{\text{max}}}=2000$ و $p_{\text{value}_{\text{min}}}=-200$ ، Number of values=400 انتخاب شد. برای داده‌ی خشکی، Number of values=400، $p_{\text{value}_{\text{max}}}=4000$ و $p_{\text{value}_{\text{min}}}=-200$ انتخاب گردید که در شکل ۲- مشاهده می‌شود. با در نظر گرفتن این نکته که در محدوده‌ی P برابر با صفر، بازتاب کننده‌های اصلی قرار دارند و در محدوده‌ی P‌های مثبت تکراری‌ها هستند، فیلتر طراحی می‌گردد.

بعد از آزمایش‌های مختلف ناحیه‌های متفاوتی برای فیلتر رادون طراحی شد و این نتیجه‌گیری به عمل آمد که سه ناحیه با فیلترهای ضعیف (سبز)، متوسط (آبی) و قوی (قرمز) طراحی شود که هر سه امتحان شده و در نهایت بهترین آنها به عنوان فیلتر نهایی (آبی) انتخاب گردید [۴].

نقاط عمقی مشترک، قبل و بعد از اعمال تبدیل رادون برای فیلتر نهایی (آبی) در شکل ۳- روی داده‌ی دریایی و در شکل ۴- روی داده‌ی خشکی بعد از تصحیح برون‌راند نرمال مشاهده می‌گردد برای ارزیابی بهتر تضعیف تکراری‌ها روی مقطع لرزه‌ای، خود



۱ | ناحیه‌ی رادون طراحی شده برای سه فیلتر روی داده‌ی لرزه‌ای دریایی



کندی است. هنگامی که این تبدیل روی داده‌های CMP اعمال شود رابطه‌ی بین مختصات ورودی (τ-p) توسط معادله‌ی برون‌راند خطی به دست می‌آید:

$$t = \tau + 2ph \quad (1)$$

که p متغیر پرتو (کندی) و t زمان سیر دو طرفه و τ زمان برخوردگاه دو طرفه در $p=0$ و h نصف دورافت است. طبق تئوری، هذلولی‌ها به نقاط مشخصی متمرکز می‌شوند که این نقاط بر اساس تفاوت در سرعت‌هایشان جدا می‌گردند [۲].

۲-۱- تبدیل رادون خطی

تبدیل رادون خطی یک جبهه‌ی موج با برون‌راند خطی در حوزه‌ی t-h (زمان-دورافت) را به یک نقطه در حوزه‌ی p-τ نسبت می‌دهد. این فرآیند در واقع عبارت است از برانبارش در امتداد خطوطی با شیب‌های مختلف. می‌توان تبدیل رادون خطی را در قالب معادله‌ی ۲- ارائه کرد:

$$\tilde{u}(\tau, p) = \int_{-\infty}^{\infty} d(t = \tau + ph, h) dh \quad (2)$$

که در آن $d(t, h)$ نماینده‌ی سیگنال لرزه‌ای، t زمان و h دورافت است. ذکر این نکته ضروری به نظر می‌رسد که از آنجا که بازتاب‌ها در ورداشت CMP به صورت هذلولی هستند تبدیل خطی رادون در برانبارش این رخدادها و تبدیل آنها به نقاط مجزا ناتوان است. از این رو تبدیل رادون خطی بیشتر برای حذف زمین غلت‌ها در ورداشت‌های چشمه مشترک (CSG) کاربرد دارد [۳].

۲-۲- تبدیل رادون سهموی

در این تبدیل به جای برانبارش در امتداد خطوط مستقیم، این کار روی یک مسیر سهموی انجام می‌شود:

$$\tilde{u}(\tau, q) = \int_{-\infty}^{\infty} d(t = \tau + qh^2, h) dh \quad (3)$$

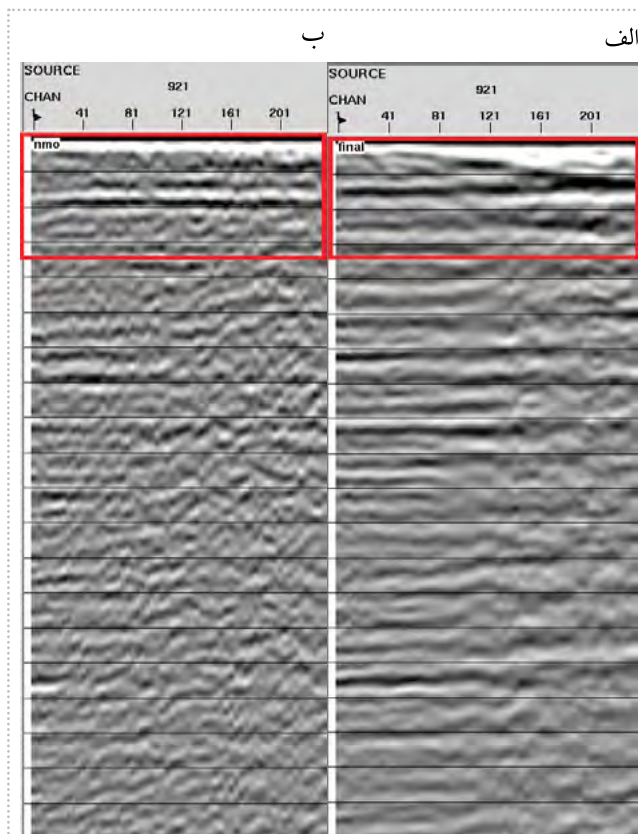
در این رابطه نیز h نماینده‌ی دورافت است. متغیر q همان نقش p را در تبدیل خطی ایفا می‌کند؛ با این تفاوت که از نظر ابعادی با آن فرق دارد ($[q]=s/m^2$). از این رو به جای حرف p از q استفاده شده است.

۲-۳- تبدیل رادون هذلولی

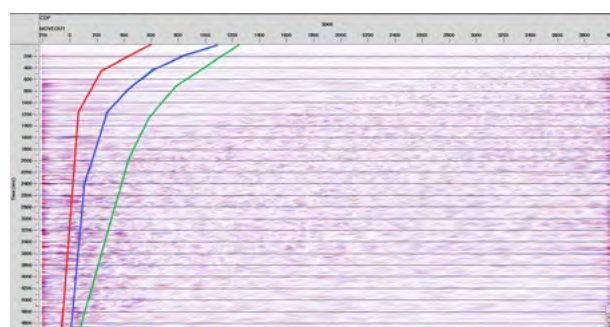
اگر روند قبلی دنبال شود می‌توان تبدیل رادون در امتداد مسیر هذلولی را به صورت زیر تعریف کرد:

$$\tilde{u}(v, \tau) = \int_{-\infty}^{\infty} d(h, t = \sqrt{\tau^2 + h^2/v^2}) dh \quad (4)$$

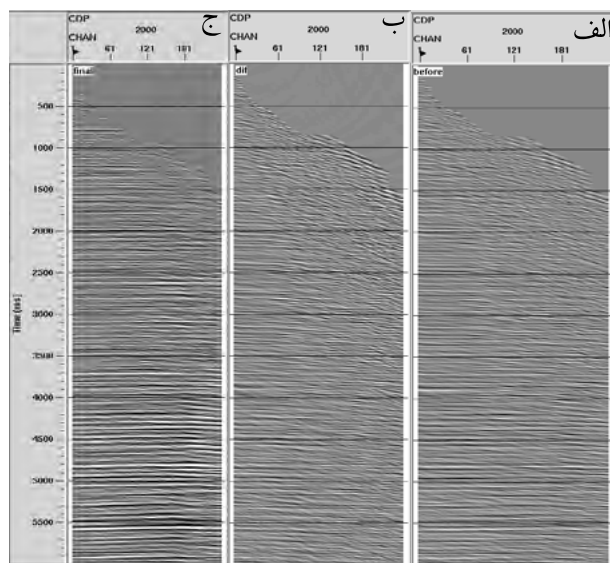
که در آن t زمان رفت و برگشت پرتو برای دورافت صفر، h دورافت



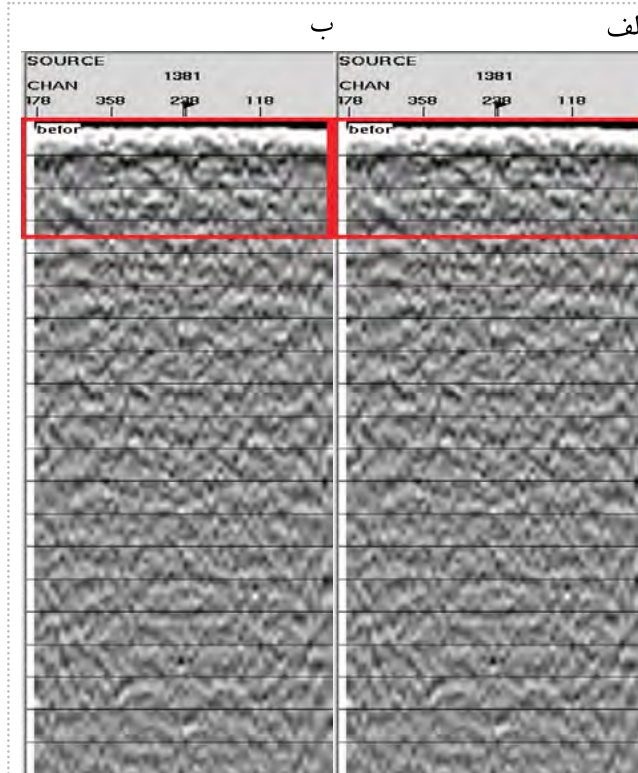
شکل ۴ | خود همبستگی روی برداشت CDP داده‌ی لرزه‌ای دریایی (الف) قبل از فیلتر رادون (ب) با اعمال فیلتر رادون



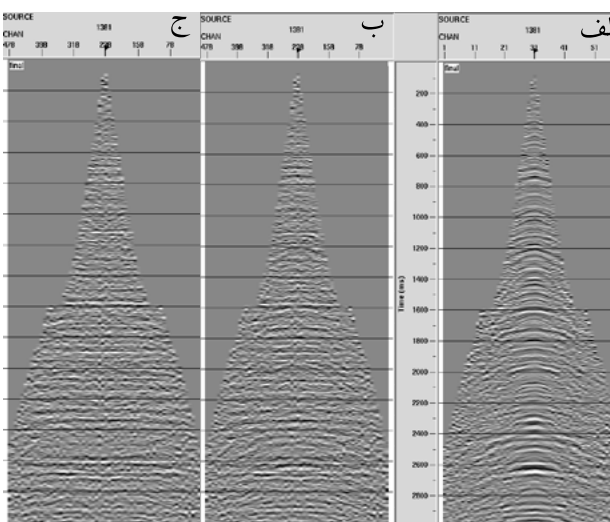
شکل ۵ | ناحیه‌ی رادون طراحی شده برای سه فیلتر رادون روی داده‌ی لرزه‌ای خشکی



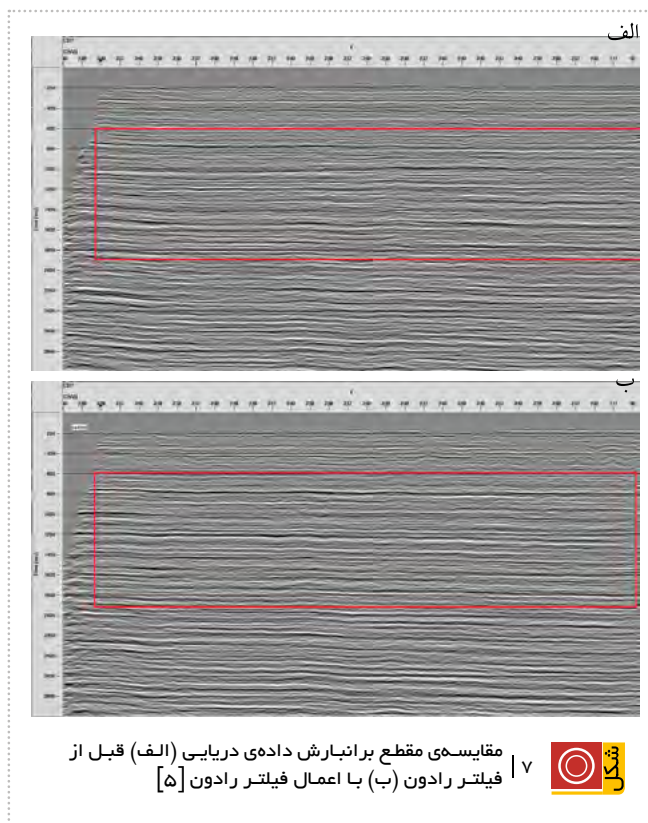
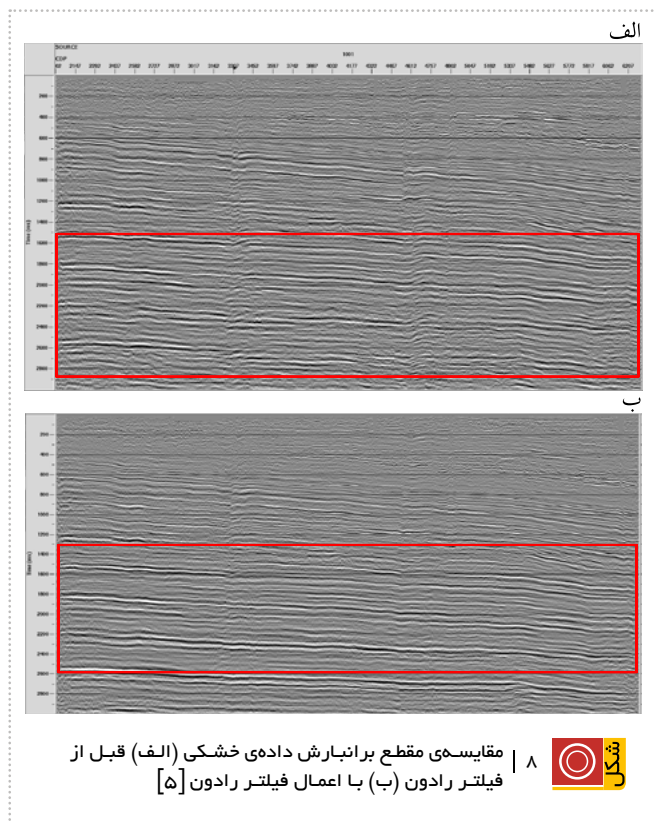
شکل ۶ | اعمال تبدیل رادون روی برداشت CDP داده‌ی دریایی (الف) قبل از فیلتر رادون (ب) با اعمال فیلتر رادون (ج) تکراری‌های حذف شده



شکل ۷ | خود همبستگی روی داده‌ی خشکی (الف) قبل از فیلتر رادون (ب) با اعمال فیلتر رادون



شکل ۸ | تبدیل رادون فیلتر متوسط روی داده‌ی خشکی (الف) قبل از فیلتر رادون (ب) با اعمال فیلتر رادون (ج) تکراری‌های حذف شده



می‌شود. در این تحقیق تضعیف بازتاب‌های تکراری به‌روش رادون سهموی بررسی گردید. در ادامه به اختصار به نتایج این تحقیق اشاره شده و پیشنهادهایی نیز در زمینه‌ی بهبود تبدیل رادون ارائه می‌گردد:

- تبدیل رادون سهموی یکی از بهترین انواع تبدیل‌ها برای تضعیف تکراری‌هاست.
- پس از تضعیف تکراری‌ها، بازتاب‌کننده‌های اصلی در مقطع برانبارشی حاصل واضح‌تر شدند.
- پس از تضعیف تکراری‌ها، پیوستگی بازتاب‌کننده‌های اصلی بیشتر گردید.

همبستگی^۵ مقطع نیز نمایش داده می‌شود (شکل‌های ۵و۶). مقطع برانبارش داده دریایی در شکل ۷ و داده‌ی خشکی در شکل ۸ تهیه شد. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌گردد تکراری‌ها به‌طرز قابل توجهی تضعیف شده‌اند و بازتاب‌کننده‌های اصلی واضح‌تر گردیده‌اند.

نتیجه‌گیری

روش‌های مرسوم پردازش نشان داده‌اند که وجود تکراری‌ها در داده‌ی لرزه‌ای باعث تداخل تکراری‌ها با بازتاب‌کننده‌های اصلی می‌گردد. در نتیجه قدرت تفکیک لایه‌ها تضعیف

پانویس‌ها

- | | | |
|------------------------------|----------------|--------------------|
| 1. ebrahimzare1357@gmail.com | 3. Slant stack | 5. Autocorrelation |
| 2. r_bakhteari@yahoo.com | 4. Radon | |

منابع

- | | |
|--|--|
| [1] Sacchi M. D., 2002, Statistical and Transform Methods in Geophysical Signal Processing: University of Alberta. | [3] Yilmaz O., 2001, Seismic data analysis, SEG, Tulsa, Oklahoma. |
| [2] Russell, B., Hampson, D. and Chun, J., 1990, Noise elimination and the Radon transform, part 1: THE LEADING EDGE, 09, no. 10, 18-23. | [4] Johnston, D., 1990, Which Multiple Removal Method Should I Use?, 60th Ann. Internat. Mtg: Soc. Of Expl. Geophys. |
| | [5] Hampson D., 1986, Inverse velocity stacking for multiple elimination: J. Can. Soc. Expl. Geophys., 22, 44-55. |