

بهینه‌سازی روش برانبارش سطح پراش مشترک

هاشم شاهسونی^{۱*}، شونم کریمی^۲

۱- استادیار، عضو هیات علمی دانشگاه کردستان، سنندج

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه معدن، دانشکده مهندسی، دانشگاه کردستان، سنندج

(دریافت ۱۳۹۷/۰۴/۱۵، پذیرش ۱۳۹۷/۰۸/۰۲)

چکیده

روش سطح پراش مشترک برای حل مشکل تداخل شیب‌ها با تلفیق روش‌های سطح بازتاب مشترک و برون‌راند شیب معرفی شده است. این روش تعداد زیادی عملگر را برای برانبارش به یک نقطه از مقطع دور افت صفر در نظر می‌گیرد و تا حد زیادی امکان حل مشکل تداخل شیب در مقاطع بعد از برانبارش را دارد. اما مقدار زیادی نوفه و رخدادها مصنوعی را نیز با خود به مقطع دورافت صفر می‌آورد. در این مطالعه پیشنهاد شده است با توجه به میزان همدوسی عملگرها تصمیم گرفته شود که آن عملگر در فرآیند برانبارش به کار گرفته شود یا خیر. به این ترتیب ابتدا یک حد آستانه‌ای تعریف شده است و سپس فقط عملگرهایی که همدوسی بیشتر از این حد آستانه‌ای دارند در عملیات برانبارش به کار می‌روند. به این ترتیب عملگرهایی که هیچ ارتباطی با رخدادها لرزه‌ای ندارند از فرآیند برانبارش حذف می‌شوند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد، با به کارگیری روش پیشنهادی می‌توان از یک سو مشکل تداخل شیب‌ها را در مقطع بعد از برانبارش حل کرد و از سویی دیگر نسبت سیگنال به نوفه را نسبت به روش پیشین بهبود بخشید.

کلمات کلیدی

همدوسی، تداخل شیب، سطح بازتاب مشترک، سطح پراش مشترک.

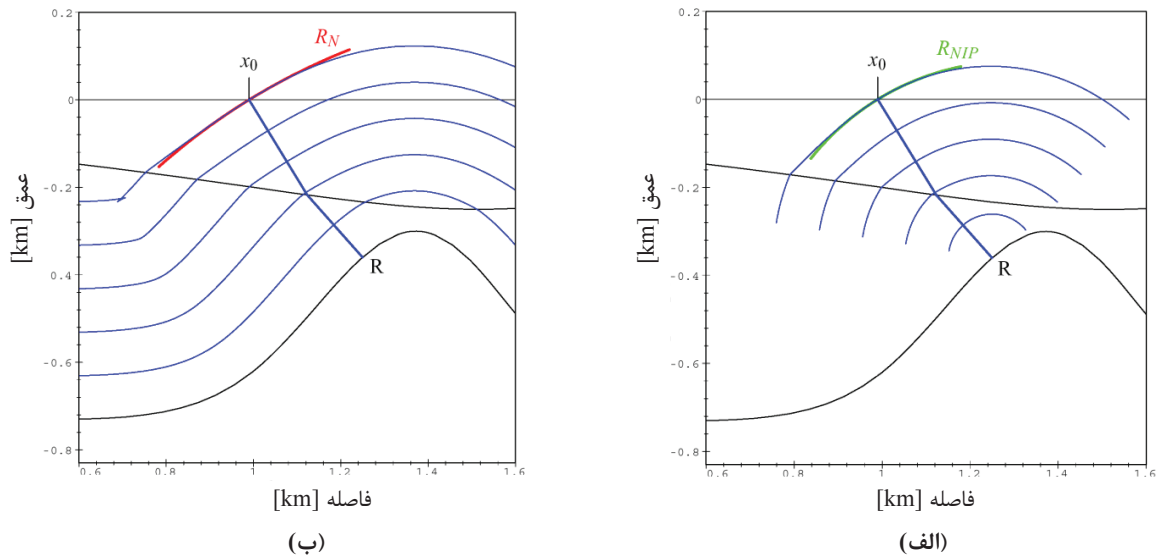
۱- مقدمه

واقعی پیاده‌سازی شد و تا حدود زیاد مشکل تداخل شیب‌ها را برطرف کرد [۱۷،۱۶]. این روش از تعداد زیادی از عملگرها که هر کدام با آنالیز سرعت در فضای داده‌های پیش از برانبارش مشخص می‌شوند، برای برانبارش به یک نقطه از مقطع دور افت صفر استفاده می‌کند. چنین فرآیندی بسیار زمان‌بر است به گونه‌ای که روش پیشنهادی بیشتر یک روش آزمایشگاهی است تا روشی که بتوان از آن در صنعت استفاده کرد. در سال‌های بعد پیشنهاد شد برای تعیین پارامترهای مورد نیاز روش سطح پراش مشترک از روش دنبال کردن پرتو به صورت سینماتیک و دینامیک استفاده شود [۱۴]. به این ترتیب نه تنها مشکل تداخل شیب در مقاطع لرزه‌ای بعد از برانبارش مرتفع شد بلکه زمان پردازش داده‌ها به صورت چشم‌گیری کاهش یافت. روش سطح پراش مشترک به صورت موفقیت‌آمیزی بر روی داده‌های مصنوعی Sigsbee 2A [۱۸] و داده‌های واقعی در شمال شرق ایران [۱۹] پیاده‌سازی شده است. از آنجایی که در این روش چه به صورت مبتنی بر مدل چه به صورت مبتنی بر داده برای برانبارش به یک نمونه از مقطع دور افت صفر تعداد زیادی عملگر در نظر گرفته می‌شود، در نتیجه با وجود حل مشکل تداخل شیب‌ها مقدار زیادی نوفه و رخدادهای مصنوعی را با خود به مقطع دور افت صفر منتقل می‌کنند. در نتیجه مقاطع حاصل از روش سطح پراش مشترک نسبت به روش سطح بازتاب مشترک نسبت سیگنال به نوفه کمتری دارند. در این مطالعه شیوه‌ای پیشنهاد شده است تا با استفاده از آن یک تعادل بین حل مشکل تداخل شیب و نسبت سیگنال به نوفه در مقاطع برانبارش شده به روش سطح پراش مشترک مبتنی بر مدل برقرار شود. مقایسه نتایج به دست آمده نشان می‌دهد با پیاده‌سازی روش پیشنهادی علاوه بر حل مشکل تداخل شیب‌ها نسبت سیگنال به نوفه افزایش می‌یابد و رخدادهای مصنوعی به وجود آمده در مقاطع برانبارش شده کاهش می‌یابند و یا به طور کلی از بین می‌روند.

۲- تئوری

روش بازتاب مشترک بر اساس دو جبهه موج فرضی که نشانگرهای جنبشی میدان موج نامیده می‌شوند بنا شده است. همان طور که در شکل ۱-الف نشان داده شده است یکی از این جبهه‌های موج در ارتباط با یک نقطه منفجر شونده است که امواج عمود در نقطه فرود را ایجاد می‌کنند. این امواج در محل خروج از سطح زمین شعاع انحنای R_{NIP} دارند. جبهه

پردازش داده‌های لرزه‌نگاری با معرفی روش نقطه میانی مشترک در سال ۱۹۶۲ توسط ماینه وارد مرحله‌ای تازه شد [۱]. این روش که بر اساس افقی بودن بازتابنده بنا شده بود در سال‌های بعد برای در نظر گرفتن شیب‌دار بودن بازتابنده توسعه داده شد [۲]. در روش برون‌راند شیب از آن جایی که شیب بازتابنده از قبل مشخص نیست به ناچار باید تمامی شیب‌های ممکن را در نظر گرفت. در نتیجه عملگر پروانه‌ای شکل مربوطه، قابلیت انطباق کاملی با پاسخ لرزه‌ای بازتابنده زیر سطحی را ندارد [۳]. در سال ۱۹۸۳ هوبرال [۴] دو جبهه موج فرضی را معرفی کرد. در سال‌های بعد بر اساس این دو جبهه موج فرضی زمان گذر موج به شیوه‌های مختلف به دست آورده شد [۵-۸]. به این ترتیب روش برانبارش سطح بازتاب مشترک معرفی و عملاً بر روی یک سری داده واقعی پیاده‌سازی شد [۹-۱۳]. اما یکی از بزرگترین مشکلات روش سطح بازتاب مشترک ناتوانی آن در حل مشکل تداخل شیب است. به این دلیل که در روش سطح بازتاب مشترک برای برانبارش به هر نمونه از مقطع دور افت صفر فقط یک عملگر که بیشترین مقدار همدوسی با رخدادهای لرزه‌ای را دارد، در فرآیند برانبارش به کار می‌رود و بقیه عملگرهایی که همدوسی کمتری دارند نادیده گرفته می‌شوند [۱۰،۹]. این امر موجب می‌شود تا بازتابندها با انرژی زیاد دنباله پراش‌ها را در مقطع برانبارش شده بیوشانند و یا پراش‌ها بازتابندها را قطع کنند. در نتیجه در مقطع کوچ داده شده ممکن است محل پراش که معمولاً در ارتباط با ناپیوستگی‌ها و یا گسل‌ها هستند به خوبی آشکار نشود و یا پیوستگی بازتابندها حفظ نشود [۱۴]. به این ترتیب برای حل مشکل تداخل شیب‌ها پیشنهاد شد در روش سطح بازتاب مشترک به جای یک عملگر تعدادی از عملگرها برای برانبارش به مقطع دور افت صفر در نظر گرفته شود [۹]. چنین عملگرهایی با توجه به یک حد آستانه‌ای از میزان همدوسی با رخدادهای لرزه در داده‌های پیش از برانبارش انتخاب می‌شوند. به این صورت که فقط عملگری برای برانبارش در نظر گرفته می‌شود که همدوسی بیشتر از حد آستانه‌ای در نظر گرفته شده داشته باشد. به این شیوه تا حدودی مشکل تداخل شیب‌ها مرتفع شد. در سال‌های بعد با تلفیق مفهوم روش سطح بازتاب مشترک و روش برون‌راند شیب روش سطح پراش مشترک مبتنی بر داده معرفی شد [۱۵]. این روش به صورت موفقیت‌آمیزی بر روی داده‌های



شکل ۱: آزمایش‌های فرضی؛ الف) موج NIP، ب) موج N [۸]

منفجر شوند بر هم منطبق‌اند در نتیجه شعاع انحنای R_N و R_{NIP} با هم برابرند. در صورتی که این مقدار را برابر R_{CDS} در نظر بگیریم رابطه ۱ را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$t^2(x_m, h) = \left[t_0 + \frac{2\sin\alpha}{v_0}(x_m - x_0) \right]^2 + \frac{2t_0 \cos^2\alpha}{v_0 R_{CDS}} [(x_m - x_0)^2 - h^2] \quad (2)$$

رابطه ۲ به خوبی رابطه ۱ بازتابنده‌ها را تصویرسازی نمی‌کند زیرا شعاع انحنای بازتابنده زیاد نیست و در این حالت مقدار R_N با مقدار R_{NIP} برابر نیستند. با این وجود رابطه ۲ در یک پنجره مناسب امکان آشکارسازی بازتابنده‌ها را به خوبی دارد [۱۴].

پارامترهای رابطه ۲ را می‌توان به صورت مبتنی بر داده به دست آورد. در این روش به ازای یک مقدار α مقدار R_{CDS} در بازه‌ای تغییر داده می‌شود و مقدار همدوسی در امتداد عملگرهای مربوطه به دست آورده می‌شود. به این ترتیب مقدار R_{CDS} مطلوب برای زاویه خروج در نظر گرفته شده، مقداری است که به ازای آن R_{CDS} ، همدوسی عملگر مربوطه با رخدادهای لرزه‌ای در دسته داده‌های پیش از برانبارش بیشینه است. به این ترتیب برای بازه‌ای از مقادیر زاویه خروج، می‌توان مقدار R_{CDS} را تعیین کرد. این شیوه بسیار زمان‌بر است. شیوه دیگر به دست آوردن مقدار R_{CDS} حل همزمان معادلات دنبال

موج فرضی دیگر در ارتباط با سطح منفجر شونده است که امواج عمود را ایجاد می‌کنند. این موج در محل خروج از سطح زمین شعاع انحنای R_N دارند (شکل ۱-ب).

زاویه خروج این دو موج از سطح زمین برابر آلفا است. بر اساس این دو جبهه موج فرضی تقریب دوم زمان گذر موج به روش‌های مختلف محاسبه شده است.

$$t^2(x_m, h) = \left[t_0 + \frac{2\sin\alpha}{v_0}(x_m - x_0) \right]^2 + \frac{2t_0 \cos^2\alpha}{v_0} \left[\frac{(x_m - x_0)^2}{R_N} - \frac{h^2}{R_{NIP}} \right] \quad (1)$$

که در آن:

h : نیم دور افت

x_m : مختصات میانی منبع مولد موج و گیرنده

t_0 و x_0 : مختصات نمونه‌ای از مقطع دور افت صفر است که

برانبارش به آن نقطه اعمال می‌شود

R_N ، R_{NIP} و آلفا: نشانگرهای جنبشی میدان موج‌اند.

در این رابطه پارامترهای نامعلوم یعنی نشانگرهای جنبشی میدان موج، مانند روش نقطه میانی مشترک با آنالیز شباهت به دست می‌آیند، با این تفاوت که در روش نقطه میانی مشترک آنالیز شباهت در دو بعد، زمان و سرعت، انجام می‌گیرد اما در روش سطح بازتاب مشترک در سه بعد، R_N ، R_{NIP} و آلفا انجام می‌شود [۱۴].

برای یک نقطه پراش عمقی، سطح منفجر شونده و نقطه

رخدادها لرزه‌ای نیز انتخاب شوند. همچنین در صورتی که حد آستانه‌ای انتخاب شده زیاد باشد تعداد عملگرهای انتخاب شده کاهش می‌یابد. در این حالت اگر چه نسبت سیگنال به نوفه افزایش می‌یابد اما مشکل تداخل شیب‌ها حل نمی‌شود. نمودار گردش‌روشی روش پیشنهادی در شکل ۲ نشان داده شده است.

۴- مطالعه موردی

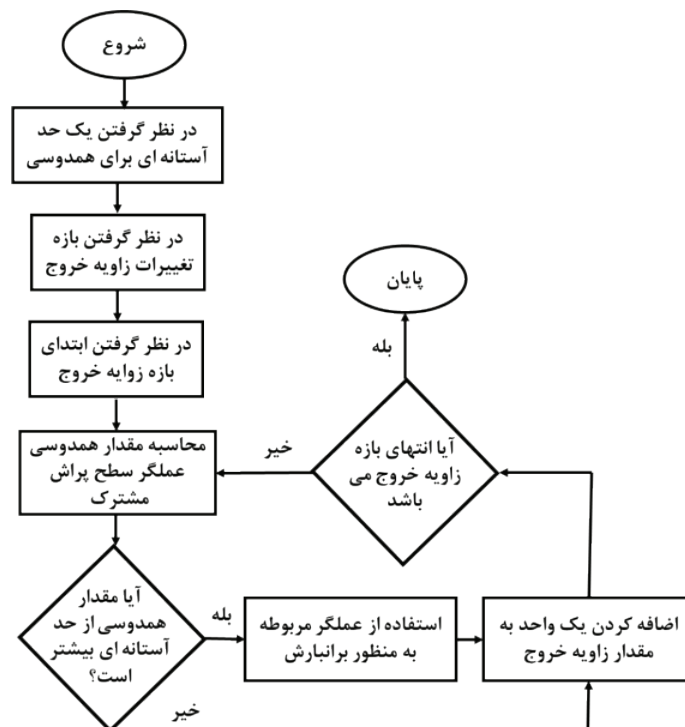
در این مقاله روش پیشنهادی بر روی داده مصنوعی^۵ استاندارد Sigsbee 2A پیاده‌سازی شده است. این داده‌ها توسط شرکت SMAART JV در عمل با تقلیدی از ساختار زمین‌شناسی خلیج مکزیک تولید شده‌اند. مدل سرعت لایه‌های زیر سطح مورد استفاده در این داده‌ها در شکل ۳ نشان داده شده است. این مدل چندین گسل و تعدادی نقطه پراشنده دارد که به صورت منظم و با فواصل مساوی از هم دیگر در مدل تعبیه شده‌اند. داده‌های لرزه‌ای تولید شده بر روی مدل سرعت نشان داده شده در شکل ۳ با حل معادله موج به دست آورده شده‌اند [۱۸].

روش دنبال کردن پرتو در روش برانبارش سطح پراش مشترک مبتنی بر مدل، باید بر روی یک مدل سرعت صاف

کردن پرتو به صورت سینماتیک^۱ و دینامیک^۲ است. برای این منظور نیاز به یک مدل سرعت صاف شده^۳ است. این شیوه نیاز به مدل سرعت دقیق ندارد و روش مبتنی بر مدل^۴ نامیده شده است. این شیوه بسیار سریع است و در برخی موارد نتایج بهتری را نسبت به شیوه مبتنی بر داده ارایه می‌دهد [۱۴].

۳- پیاده‌سازی روش پیشنهادی

در روش سطح پراش مشترک مقدار همدوسی تمامی عملگرها قبل از فرآیند برانبارش محاسبه شده و در دسترس‌اند. بنابراین می‌توان از اندازه همدوسی یک عملگر برای پذیرفتن و یا رد کردن آن در فرآیند برانبارش استفاده کرد. به این ترتیب عملگرهایی که هیچ ارتباطی با رخدادها لرزه‌ای ندارد در فرآیند برانبارش استفاده نمی‌شوند و در نتیجه نسبت سیگنال به نوفه افزایش می‌یابد و مشکل تداخل شیب نیز در مقاطع لرزه‌ای حذف می‌شود. به این منظور یک حد آستانه‌ای برای همدوسی در نظر گرفته می‌شود. در صورتی که این حد آستانه‌ای همدوسی کم در نظر گرفته شود تعداد عملگرهایی که برای برانبارش استفاده می‌شوند زیاد خواهد بود و پرواضح است که ممکن است در این حالت عملگرهای بی‌ارتباط با



شکل ۲: نمودار گردش‌روشی روش پیشنهادی برای برانبارش به یک نمونه از مقطع دور افت صفر

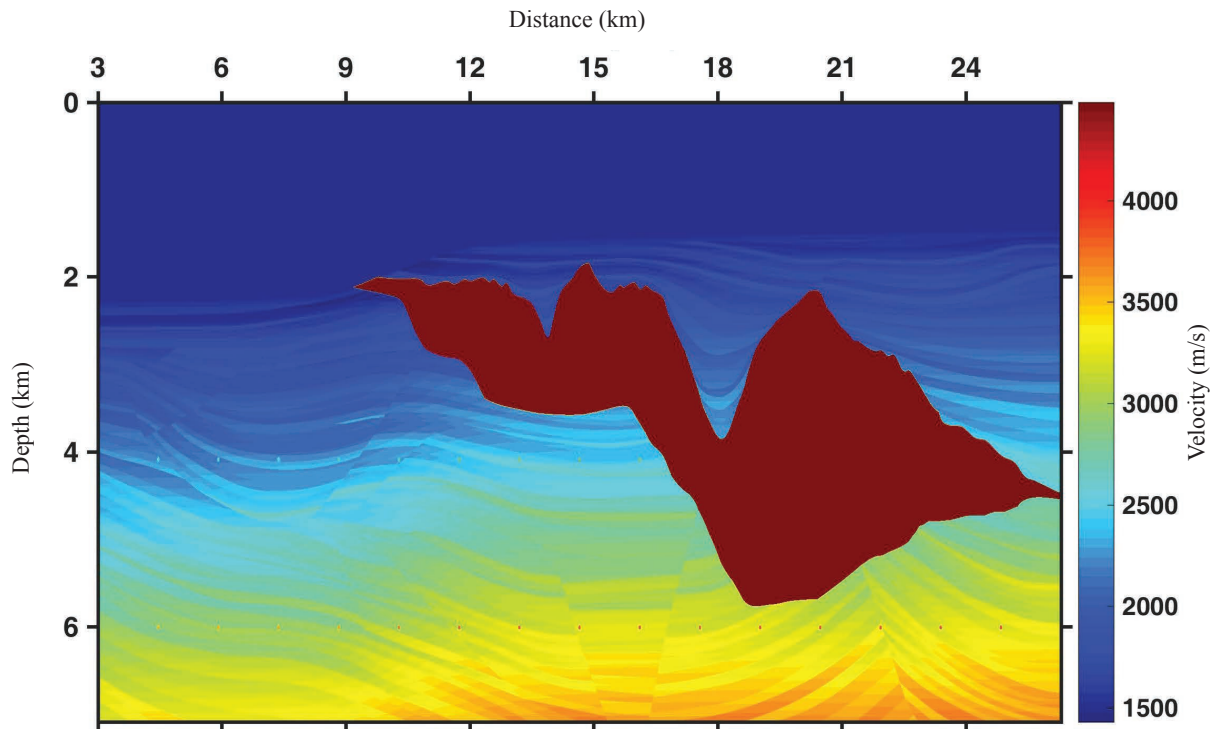
جدول ۱: مشخصات هندسه برداشت داده sigsbee2A

واحد	مقدار	عنوان
عدد	۵۰۰	تعداد انفجارها
فوت	۱۵۰	فاصله انفجارها
عدد	۳۴۸	تعداد گیرنده‌ها در هر انفجار
فوت	۷۵	فاصله بین گیرنده‌ها
عدد	۲۰۵۳	تعداد گروه‌های نقطه میانی مشترک
عدد	۸۷	تعداد لرزه نگاشت‌های هر گروه نقطه میانی مشترک
فوت	۳۷٫۵	فاصله بین هر گروه نقطه میانی مشترک
ثانیه	۱۱	زمان برداشت
میله‌ی ثانیه	۸	فاصله زمانی برداشت نمونه‌ها
فوت	۰-۲۶۰۲۵	بازه تغییرات دور افت

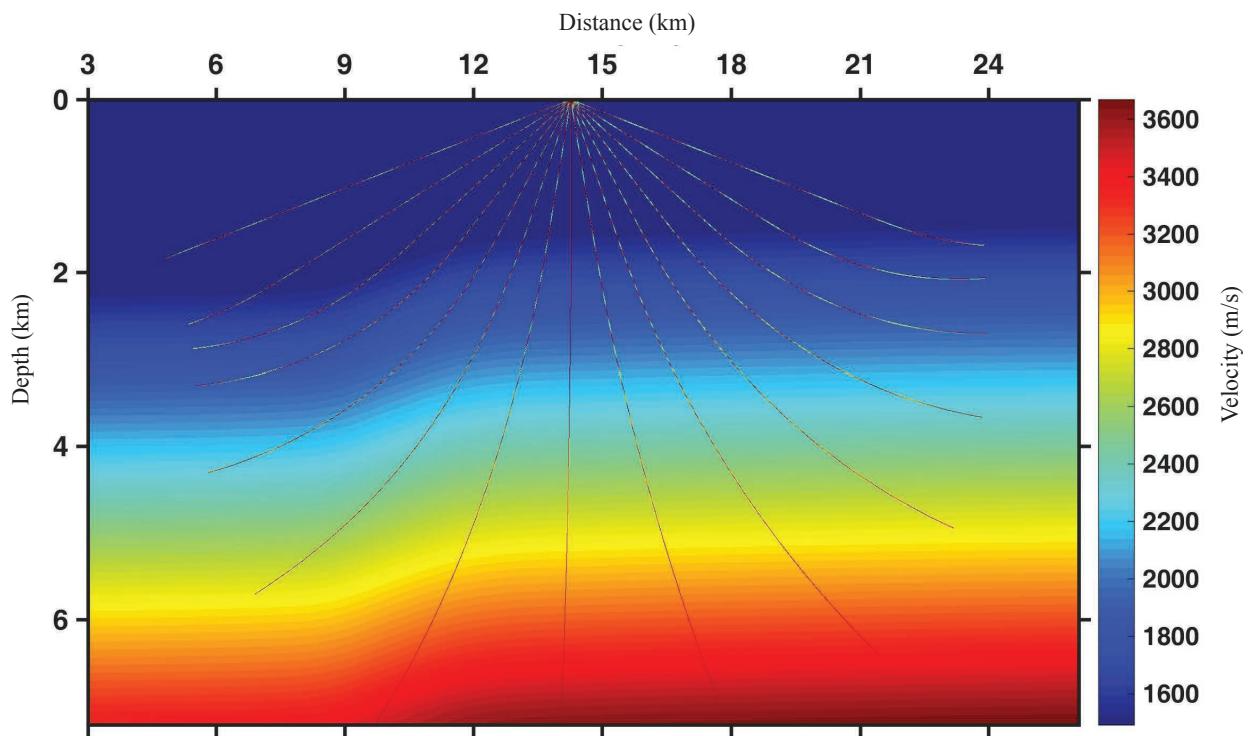
به دلیل به کارگیری تمامی عملگرهای برانبارش در فرآیند برانبارش است. مقاطع برانبارش که با حد آستانه ای صفر به دست آمده‌اند، در واقع مقطعی‌اند که بدون اعمال روش پیشنهادی به دست آمده‌اند. زیرا تمامی عملگرها برای برانبارش به مقطع دور افت صفر در فرآیند برانبارش استفاده شده‌اند.

شده پیاده‌سازی شود. به این منظور ابتدا گنبد نمکی موجود در مدل حذف شده و با سرعت زمینه جایگزین شده است و سپس مدل مربوطه صاف شده است. حال از این مدل صاف شده برای پیاده‌سازی روش سطح پراش مشترک استفاده شده است. مدل نهایی و مسیر پرتوها برای یک مکان و یک زمان مشخص و برای زاویه‌های خروج متفاوت در شکل ۴ نشان داده شده است. پارامترهای برداشت داده‌های لرزه‌ای مصنوعی در جدول ۱ خلاصه شده است.

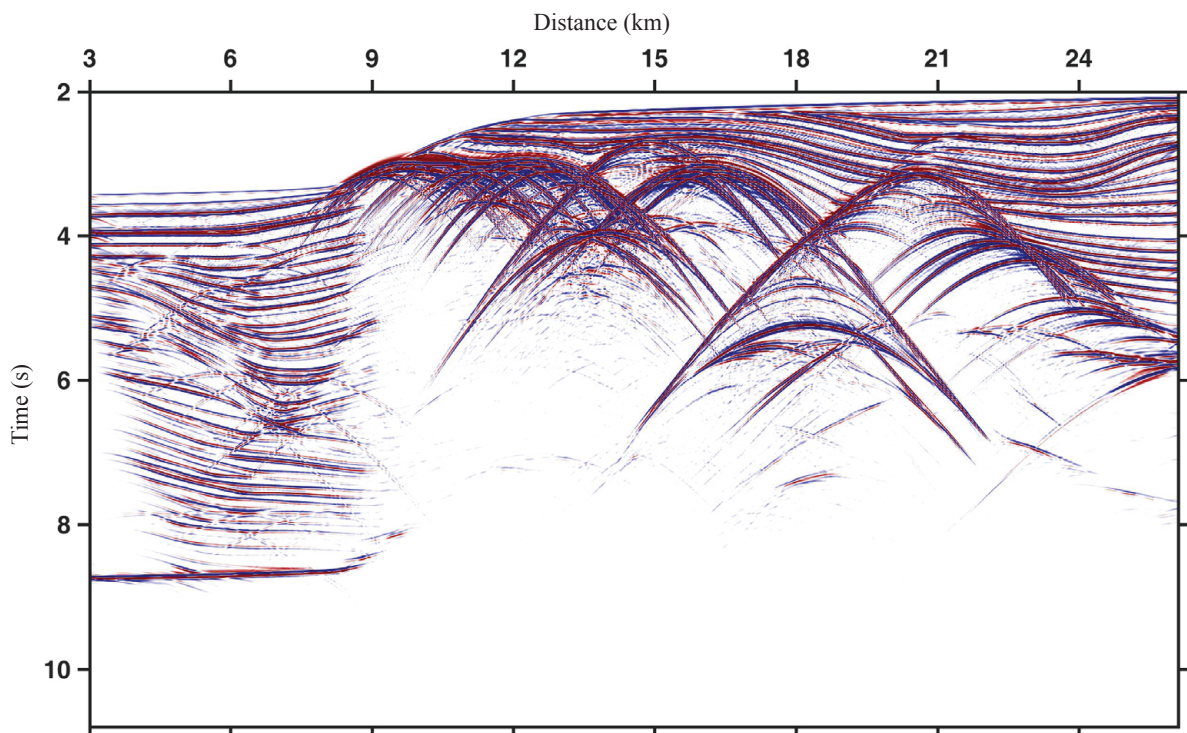
حال با حدآستانه ای ۰٫۰۳، ۰٫۰۶ و ۰٫۰۶ به روش سطح پراش مشترک برانبارش انجام شده است. این بدان معنی است که برای مثال در حد آستانه‌ای ۰٫۰۳ فقط عملگرهایی که هم‌دوسی بیشتر از این حد آستانه‌ای دارند در فرآیند برانبارش استفاده شده‌اند. مقطع برانبارش شده با حد آستانه ای ۰٫۰۶، یعنی هنگامی که تمامی عملگرها در فرآیند برانبارش استفاده شده‌اند، در شکل ۵ نشان داده شده است. همان طور که در این شکل مشاهده می‌شود بسیار از رخدادها که در ارتباط با هیچ بازتابند زیر سطحی نیستند، در این متن رخدادهای مصنوعی^۶ نامیده شده‌اند، در بین رخدادهای واقعی، رخدادهایی که در ارتباط با بازتابنده زیر سطحی‌اند، ظاهر شده‌اند که در واقع



شکل ۳: مدل سرعت واقعی به کار رفته برای برداشت‌های لرزه‌ای مصنوعی [۱۸]



شکل ۴: مدل نهایی مورد استفاده در روش سطح پراش مشترک و تعدادی از پرتوها برای یک مکان و زمان مشخص و برای زاویه‌های خروج متفاوت



شکل ۵: مقطع برانبارش شده با استفاده از روش سطح پراش مشترک با در نظر گرفتن تمامی عملگرها در فرآیند برانبارش (حد آستانه ای برابر ۰/۰۰۰ محدوده‌هایی که با مستطیل نشان داده شده است).

آمده است. همان طور که به صورت شهودی نیز از مقاطع برانبارش شکل های ۶ و ۷ نیز پیداست، نسبت سیگنال به نوفه با افزایش حد آستانه ای افزایش یافته است.

جدول ۲: مقایسه مقدار نسبت سیگنال به نوفه مقاطع برانبارش شده به ازای حد آستانه ای متفاوت

نسبت سیگنال به نوفه (dB)	حد آستانه ای در نظر گرفته شده
۱۷٫۱۴	۰٫۰۰
۲۱٫۱۷	۰٫۰۳
۲۳٫۰۱	۰٫۰۶

در این رابطه دامنه سیگنال، دامنه نوفه و نسبت سیگنال به نوفه بر حسب دسی بل می باشد [۲۰].

$$SNR_{dB} = 20 \log_{10} \left(\frac{A_{signal}}{A_{noise}} \right) \quad (3)$$

برای مقایسه بهتر روش پیشنهادی با روش معمول داده های پس از برانبارش کوچ داده شده اند تا اثر کاهش تعداد عملگرهای برانبارش برای یک نقطه در مقطع کوچ داده شده آشکار شود. در شکل ۹ مقطع کوچ بعد از برانبارش نشان داده شده است. این کوچ بر اساس داده های برانبارش شده با حد آستانه ای صفر انجام شده است. برای کوچ این داده ها از مدل سرعت صاف شده نشان داده شده در شکل ۴ استفاده شده است. در شکل ۱۰ قسمتی از سمت چپ شکل ۹ بزرگ نمایی شده اند. مقاطع نشان داده شده در این شکل با کوچ دادن مقاطع برانبارش شده به ازای حد آستانه ای مختلف به دست آمده است. همان طور که با فلش قائم در عمق ۳٫۳ کیلومتر و در فاصله ۷٫۸ کیلومتر نشان داده شده است با افزایش حد آستانه ای دامنه ها رخ داده های مصنوعی کاهش یافته اند. همچنین رخ داد مربوط به گسل در عمق ۳٫۱ و فاصله ۶٫۹ کیلومتر که با فلش افقی نشان داده شده است با افزایش حد آستانه ای در حال محو شدن است.

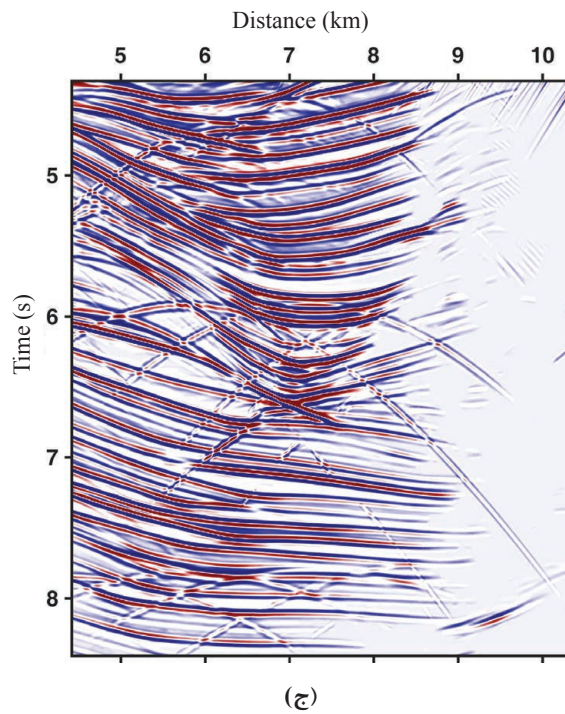
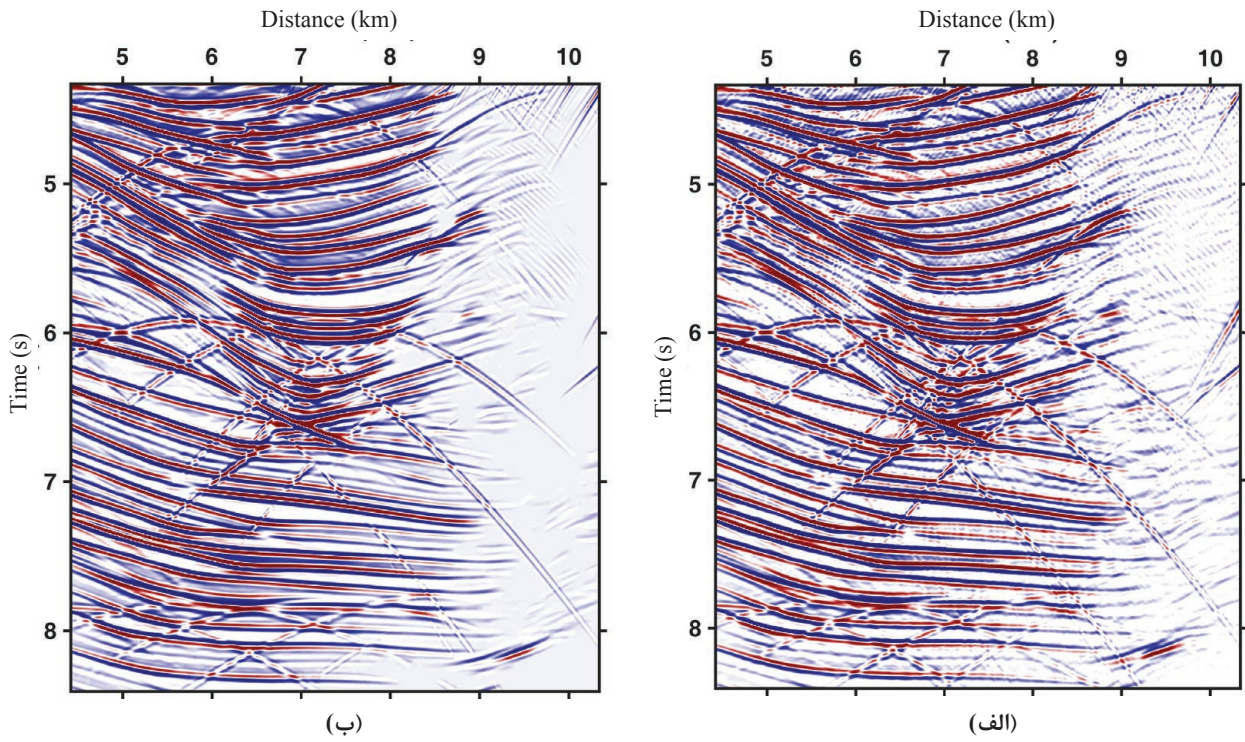
مستطیل های روی این شکل به صورت جداگانه در شکل های ۶ و ۷ برای مقایسه بهتر مقاطع به ازای حد آستانه ای متفاوت نشان داده شده اند.

همان طور که در شکل ۶ مشاهده می شود با افزایش حد آستانه ای از ۰٫۰۰ به ۰٫۰۳ مقدار نوفه زمینه به شدت کاهش می یابد. شکل ۶-الف را با شکل ۶-ب مقایسه کنید. این در حالی است که رخ داده ها مربوط به دنباله پراش ها در زیر رخ داده های مربوط به بازتاب های با انرژی بالا محو نشده اند. این به آن معنا است که با وجود حذف رخ داده های مصنوعی و افزایش نسبت سیگنال به نوفه مشکل تداخل شیبها نیز حل شده است. نوفه موجود در داده های مصنوعی به صورت دامنه های اتفاقی^۷ به داده های بدون نوفه اضافه شده است. با افزایش مقدار حد آستانه ای از ۰٫۰۳ به ۰٫۰۶، شکل ۶-ب و شکل ۶-ج را ببینید و کاهش تعداد عملگرها در فرآیند برانبارش، رخ داده های مصنوعی تقریباً به طور کامل حذف شده اند. اما برخی از رخ داده ها لرزه ای مربوط به دنباله پراش های نیز حذف شده اند.

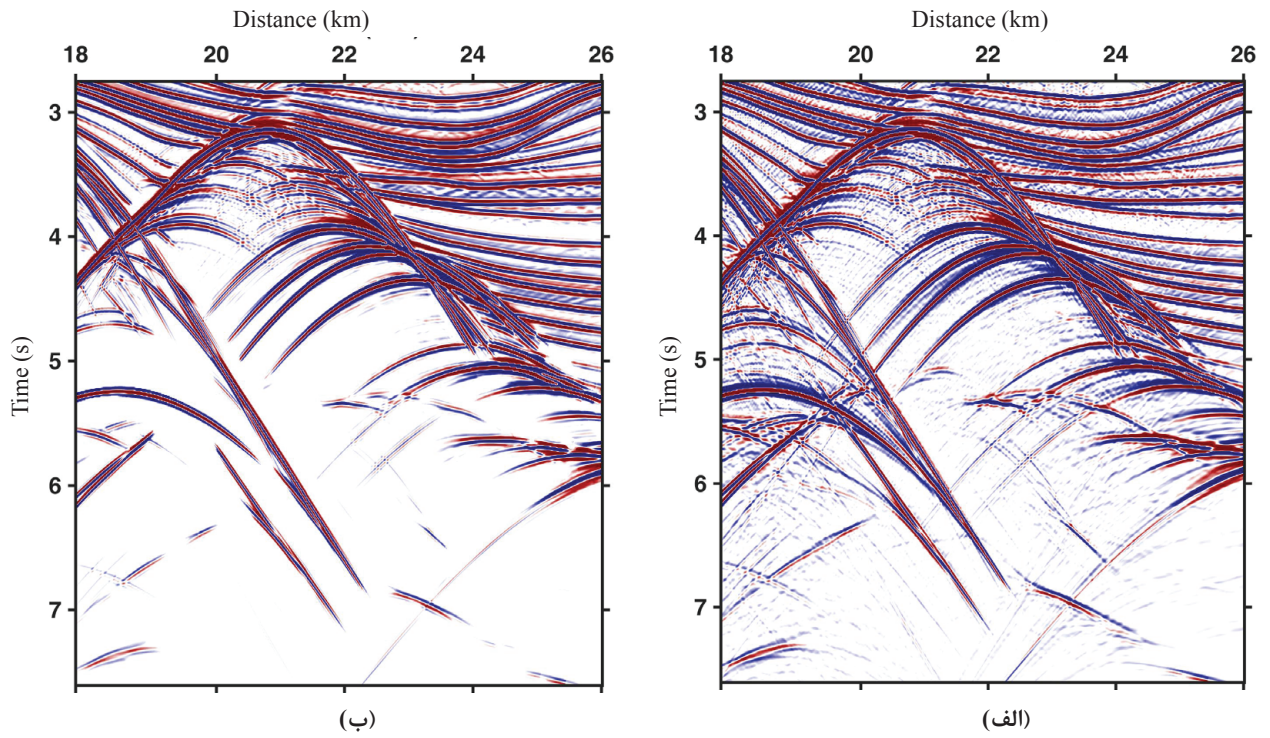
شکل ۷ مقاطع برانبارش بزرگ شده در سمت راست شکل ۵ را نشان می دهد. در این مورد نیز مشاهده می شود که با افزایش حد آستانه ای تعداد زیادی از رخ داده ها مصنوعی و نوفه زمینه حذف شده است. هر چند همان طور که در شکل ۷-ب و ۷-ج مشاهده می شود دنباله ی پراش ها با افزایش حد آستانه ای مانند شکل ۷-الف آشکار نشده اند. این موضوع نیز در اینجا تایید می شود که تا حدی می توان حد آستانه ای را افزایش داد و با افزایش بیش از اندازه آن مشکل تداخل شیب ها و از دست دادن دنباله پراش ها در مقطع لرزه ای بوجود خواهد آمد.

در شکل ۸ طیف دامنه برای مقاطع برانبارش شده به ازای حد آستانه ای متفاوت نشان داده شده است. همان طور که در این شکلها مشاهده می شود با افزایش حد آستانه مقدار دامنه ها با فرکانس بالا که در واقع نوفه می باشند از مقاطع برانبارش شده حذف شده اند.

در جدول ۲ نسبت سیگنال به نوفه مقاطع برانبارش شده به ازای حد آستانه ای مختلف نشان داده شده است. برای این منظور دامنه یک رخداد واقعی به دامنه بین دو رخداد واقعی (رخداد مصنوعی یا همان نوفه) انتخاب شده است. سپس با استفاده از رابطه ۳ مقدار نسبت سیگنال به نوفه برای مقاطع مختلف، که با حد آستانه ای متفاوت پردازش شده اند، بدست

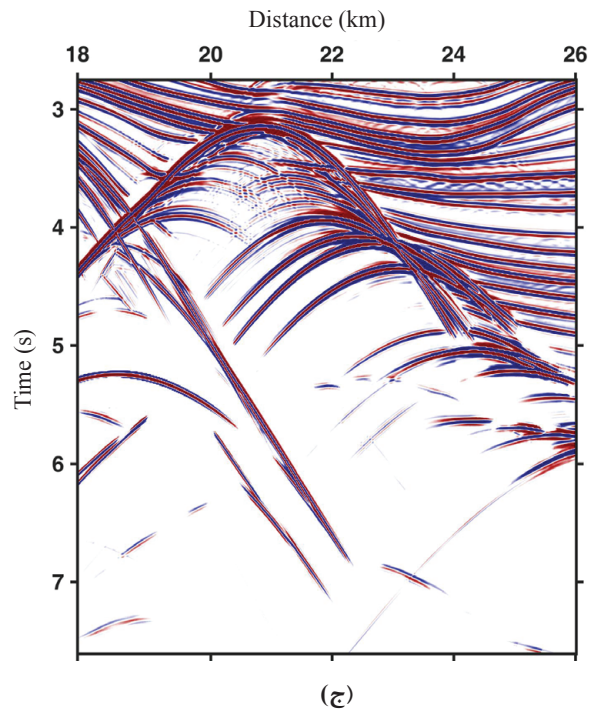


شکل ۶: مقاطع برانبارش شده نشان داده شده در سمت چپ شکل ۵؛ الف) برانبارش با حد آستانه‌ای صفر، ب) برانبارش با حد آستانه‌ای ۰٫۰۳، ج) برانبارش با حد آستانه‌ای ۰٫۰۶



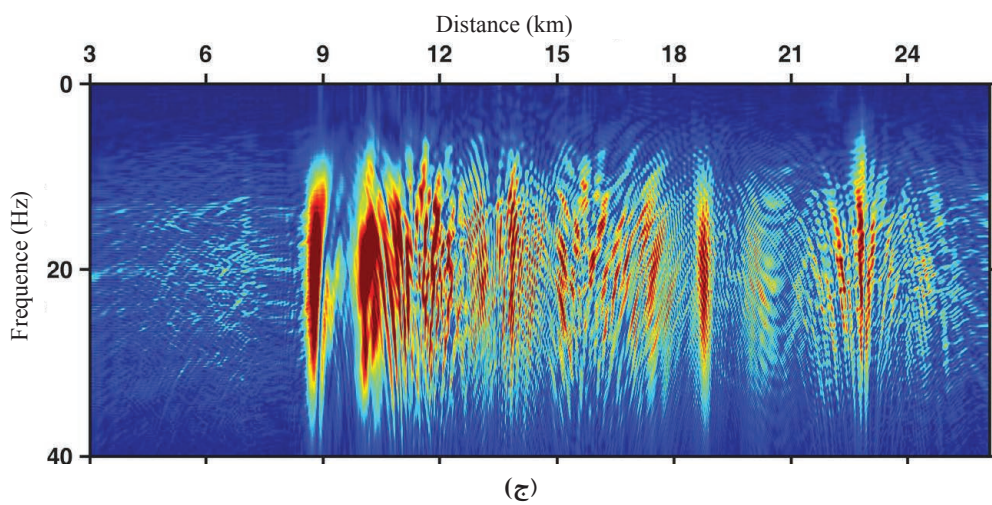
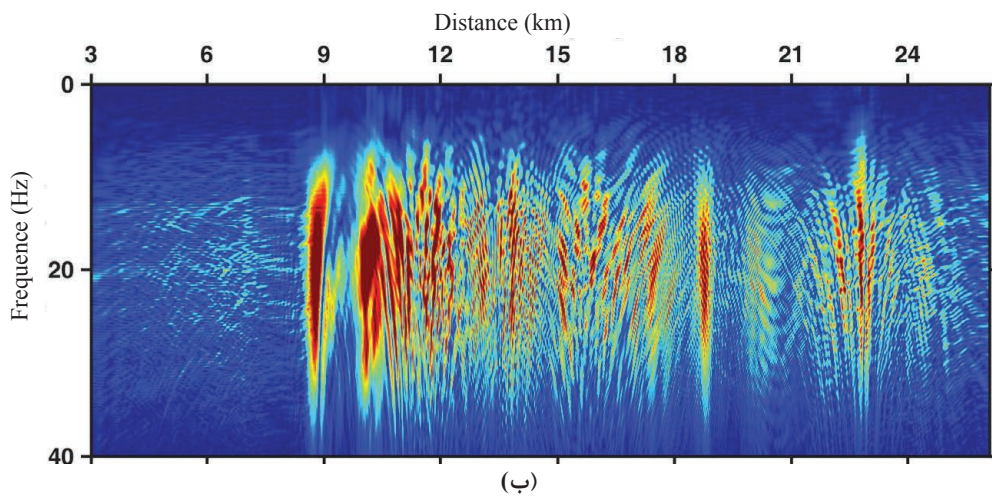
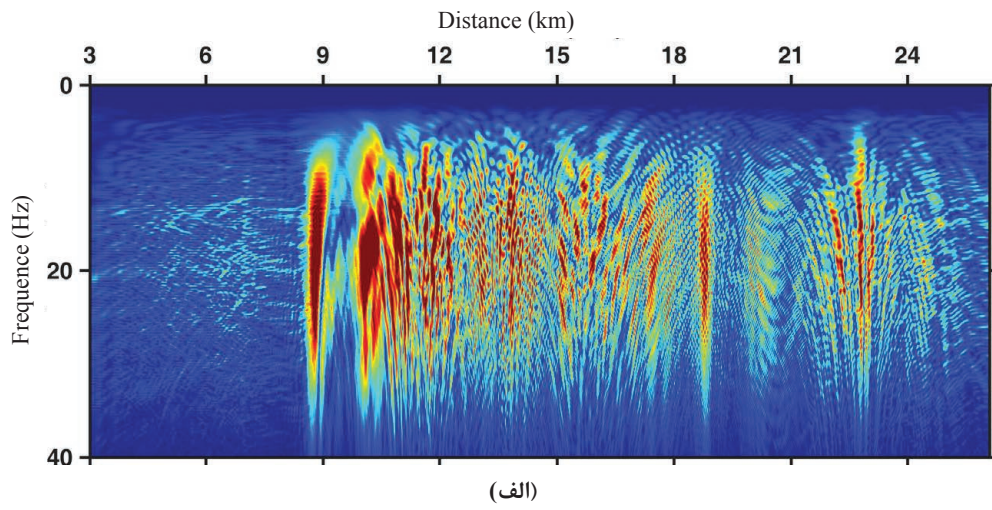
(ب)

(الف)

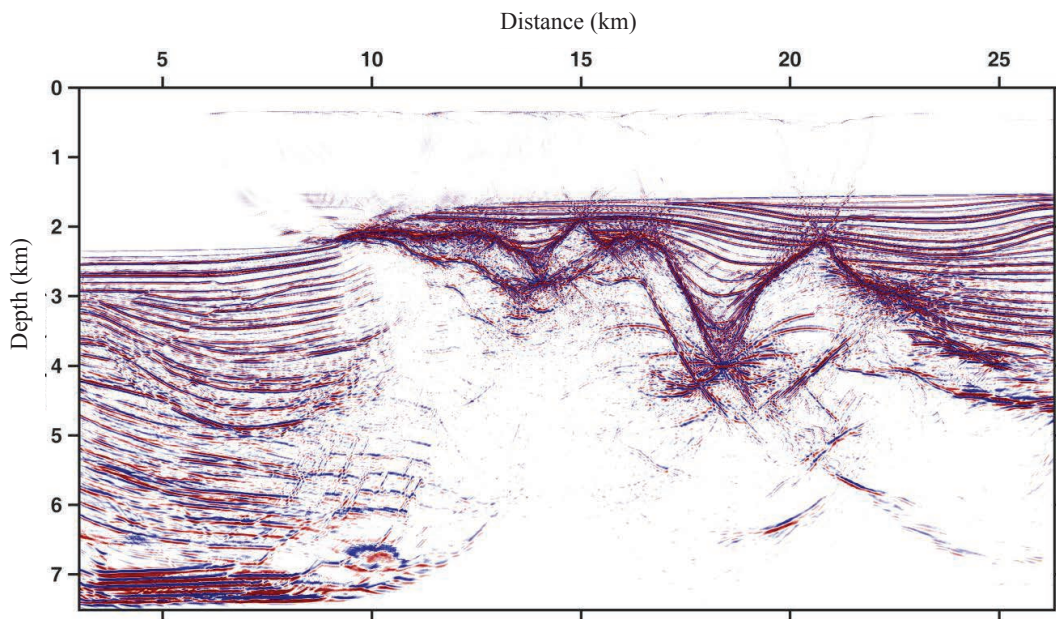


(ج)

شکل ۷: مقاطع برانبارش شده نشان داده شده در سمت راست شکل ۵؛ الف) برانبارش با حد آستانه‌ای صفر، ب) برانبارش با حد آستانه‌ای ۰٫۰۳ ج) برانبارش با حد آستانه‌ای ۰٫۰۶



شکل ۸: طیف دامنه مقاطع برانبارش شده براساس حد آستانه‌های مختلف؛ الف) طیف دامنه برای مقطع برانبارش به دست آمده با حد آستانه‌ای صفر، ب) طیف دامنه برای مقطع برانبارش به دست آمده با حد آستانه‌ای ۰٫۰۳، ج) مقطع برانبارش به دست آمده با حد آستانه‌ای ۰٫۰۶



شکل ۹: مقطع کوچ داده شده بعد از برانبارش شده به روش سطح پراش مشترک با حد آستانه‌ای صفر

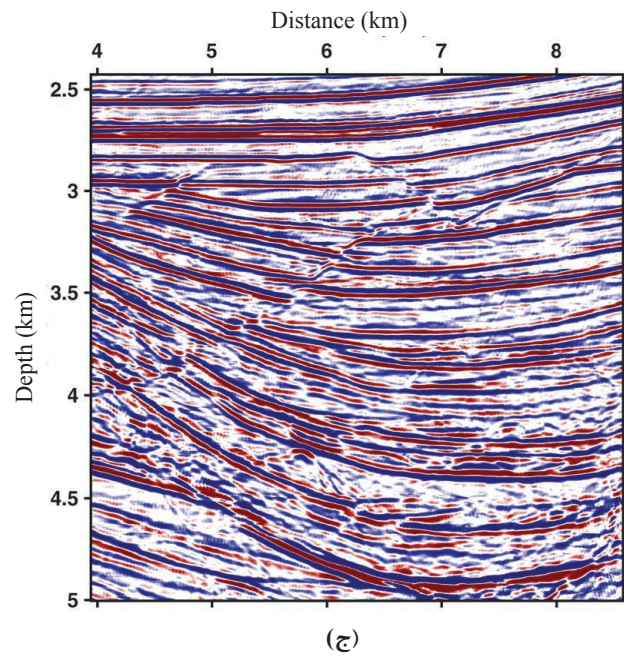
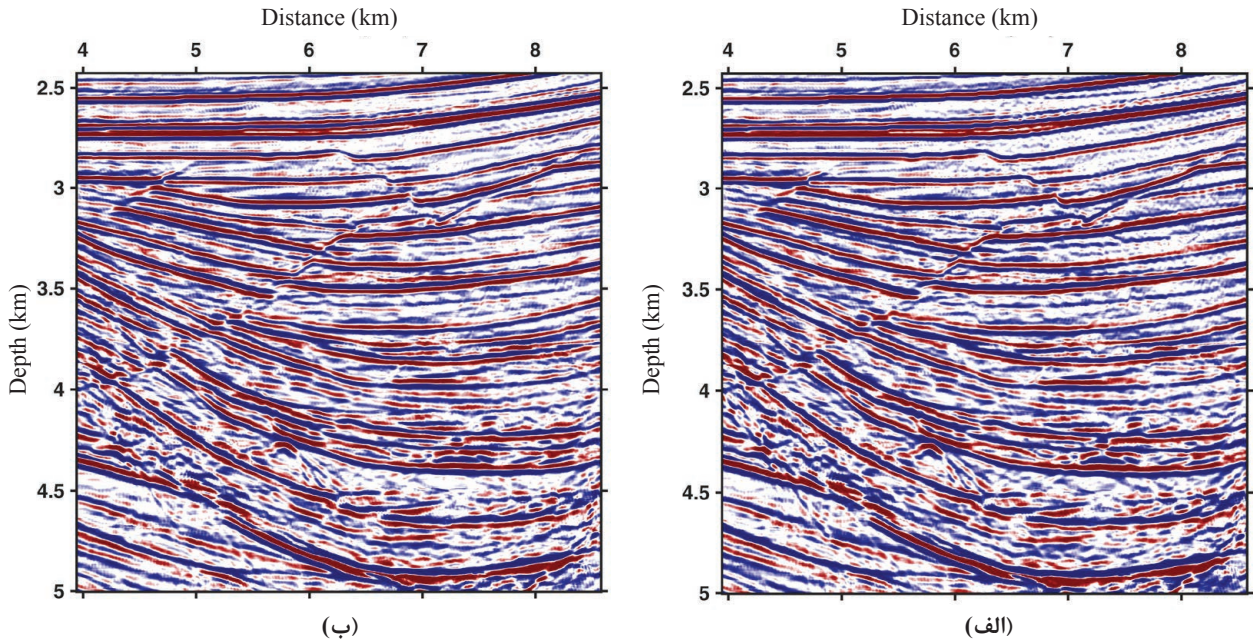
باید توجه داشت که انتخاب این حد آستانه‌ای به تجربه کاربر بستگی دارد و با انجام سعی خطا تعیین می‌شود.

۵- نتیجه‌گیری

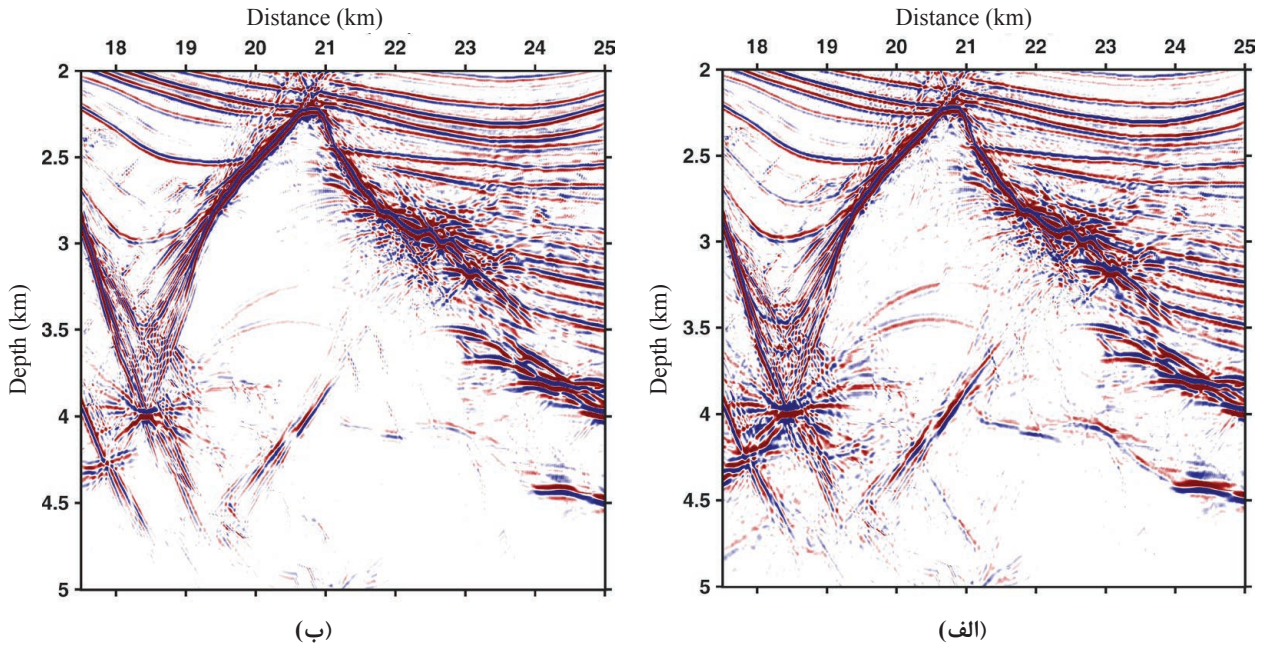
روش سطح پراش مشترک برای شبیه‌سازی مقطع دور افت صفر تعداد زیادی عملگر را در فرآیند برانبارش بدون در نظر گرفتن هیچ معیار به کار می‌برد. در این مقاله روش برانبارش سطح پراش مشترک بر روی داده‌های مصنوعی استاندارد Sigsbee با در نظر گرفتن حد آستانه‌ای پیاده‌سازی شد. در روش پیشنهادی یک حد آستانه‌ای برای میزان همدوسی عملگرها در نظر گرفته می‌شود. سپس عملگرهایی که همدوسی بیشتری با رخداد‌های لرزه‌ای در دسته داده‌های با همپوشانی دارند در فرآیند برانبارش به کار گرفته شدند. این تحقیق هم در مقاطع برانبارش هم مقاطع کوچ داده شده نشان می‌دهد با در نظر گرفتن یک حد آستانه‌ای مناسب هم می‌توان مقدار سیگنال به نوفه را در مقطع برانبارش افزایش داد و هم مشکل تداخل شیبها را حل و مقاطع کوچ داده شده بهتری را تهیه کرد. از آنجایی که میزان همدوسی عملگرها در نمونه‌های مختلف از مقطع دور افت صفر در بازه‌های مختلفی از همدوسی‌اند بنابراین پیشنهاد می‌شود عملگرها با توجه به بیشینه همدوسی در هر نمونه از مقطع دور افت صفر برای برانبارش در نظر گرفته شوند.

در شکل ۱۱ قسمتی از سمت راست شکل ۹ بزرگ نمایی شده‌اند. مقاطع نشان داده شده در این شکل نیز با کوچ دادن مقاطع برانبارش شده به ازای حد آستانه‌ای مختلف به دست آمده است. همان طور که با فلش در عمق ۳/۴ کیلومتر و در فاصله ۱۸/۵ کیلومتر نشان داده شده است با افزایش حد آستانه‌ای بازتابنده‌ای که در انتهای ناودیس تصویرسازی شده است با افزایش حد آستانه‌ای از بین رفته و تبدیل به یک سری بازتابنده مصنوعی شده است. در عوض حوادث مصنوعی مانند حادثه‌ای که در عمق ۳ کیلومتری و فاصله ۲۰ تا ۲۱ کیلومتری قرار دارد و با فلش مشخص شده است به تدریج با افزایش حد آستانه‌ای محو می‌شود.

یک رابطه معکوس بین حد آستانه‌ای انتخاب شده و حل مشکل تداخل شیبها در مقاطع برانبارش وجود دارد به این معنی که با افزایش حد آستانه‌ای نسبت سیگنال به نوفه افزایش می‌یابد اما از طرفی دیگر مشکل تداخل شیبها در نقاط مختلف مقطع برانبارش شده به وجود می‌آید. همچنین در صورتی که حد آستانه‌ای را کاهش دهیم با وجود حل مشکل تداخل شیبها رخداد‌های مصنوعی بسیاری در مقطع برانبارش شده به وجود می‌آید و هر چند نسبت سیگنال به نوفه کاهش می‌یابد. بنابراین باید مقدار حد آستانه‌ای را به گونه‌ای بهینه تعیین کنیم تا هم مشکل تداخل شیبها در مقطع لرزه مرتفع شود هم نسبت سیگنال به نوفه در حد مطلوبی باشد.

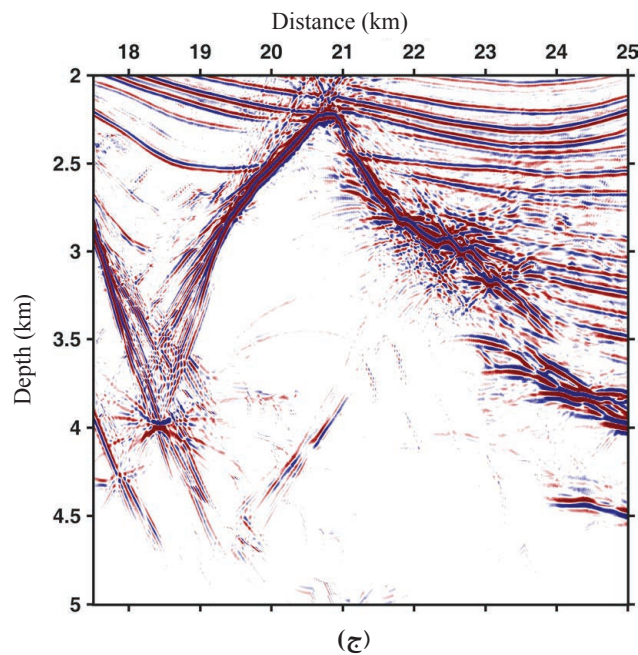


شکل ۱۰: پنجره بزرگ شده سمت چپ از شکل ۹؛ الف) مقطع کوچ داده شده با حد آستانه‌ای صفر، ب) مقطع کوچ داده شده مقطع برانبارش با حد آستانه‌ای ۰٫۰۳، ج) مقطع کوچ داده شده مقطع برانبارش با حد آستانه‌ای ۰٫۰۶



(ب)

(الف)



(ج)

شکل ۱۱: پنجره بزرگ شده از سمت راست شکل ۹: (الف) مقطع کوچ داده شده با حد آستانه‌ای صفر، (ب) مقطع کوچ داده شده مقطع برآیند برآیند با حد آستانه‌ای ۰٫۰۳، (ج) مقطع کوچ داده شده مقطع برآیند برآیند با حد آستانه‌ای ۰٫۰۶

۶- مراجع

- [13] Müller, T. (1998). "Common reflection surface stack versus NMO/stack and NMO/DMO stack". 60th Conference European Association of Geophysical Engineering.
- [14] Shahsavani, H. (2011). "A model-based approach to the Common- Diffraction- Surface Stack method—a synthetic case study". PhD thesis, Shahrood University, Shahrood, Iran.
- [۱۵] سلیمانی منفرد، م.؛ ۱۳۸۸؛ "برآینبارش سطح پراش مشترک، ارائه یک روش نوین در حل مسئله تداخل شیب ها". پایان نامه دکتری، دانشگاه صنعتی شاهرود، ایران.
- [16] Soleimani, M., Piruz, I., Mann, J., and Hubral, P. (2009a). "Common-Reflection-Surface stack: accounting for conflicting dip situations by considering all possible dips". Journal of Seismic Exploration, 18(3): 271–288.
- [17] Soleimani, M., Piruz, I., Mann, J., and Hubral, P. (2009b). "Solving the problem of conflicting dips in Common-Reflection-Surface stack". In Extended Abstracts, 1st International Conference & Exhibition, Shiraz, Iran. European Association of Geophysical Engineering.
- [18] Pfaffenholz, J. (2001). "Sigsbee2 synthetic subsalt data set: image quality as function of migration algorithm and velocity model error. In Workshop on velocity model independent imaging for complex media". Extended abstracts. Society of Exploration Geophysicists, Session W5-5.
- [۱۹] شاهسونی، ه.؛ ۱۳۹۴؛ "معرفی روش مبتنی بر مدل سطح پراش مشترک". مجله ژئوفیزیک ایران، دوره نهم، شماره ۴، ص ۱۸-۱.
- [20] Johnson D., H. (2006). "Signal-to-noise ratio". Scholarpedia, 1(12): 2088.
- [1] Mayne, W. H. (1962). "Common reflection point horizontal data stacking techniques. Geophysics". 27(6): 927–938.
- [2] Hale, D. (1991). "Dip Moveout Processing". Society of Exploration Geophysicists, Tulsa.
- [۳] شاهسونی، ه.؛ ۱۳۹۶؛ "معرفی روش برآینبارش سطح بازتاب مشترک CRS". انتشارات دانشگاه کردستان، ۱۲۰ صفحه.
- [4] Hubral, P. (1983). "Computing true amplitude reflections in a laterally inhomogeneous earth". Geophysics, 48(8): 1051-1062.
- [5] Schleicher, J., Tygel, M., and Hubral, P. (1993). "Parabolic and hyperbolic paraxial two-point traveltimes in 3D media". Geophysical Prospecting, 41(4): 495–514.
- [6] Tygel, M., Müller, T., Hubral, P., and Schleicher, J. (1997). "Eigenwave based multiparameter traveltimes expansions". In Expanded abstracts, 67th Ann. Internat. Mtg., Society of Exploration Geophysicists, 1770–1773.
- [7] Höcht, G., de Bazelaire, E., Majer, P., and Hubral, P. (1999). "Seismics and optics: hyperbolae and curvatures". Journal of Applied Geophysics, 42(3,4): 261-281.
- [8] Mann, J., Jäger, R., Müller, T., Höcht, G., and Hubral, P. (1999). "Common-reflection-surface stack- a real data example". Journal of Applied Geophysics, 42(3,4): 301-318.
- [9] Mann, J. (2002). "Extensions and applications of the Common-Reflection-Surface Stack method". Logos Verlag, Berlin.
- [10] Mann, J. (2001). "Common-Reflection-Surface stack and conflicting dips". In Extended abstracts, 63rd Conf. European Association of Geophysical Engineering, Session P077.
- [11] Jäger, R., Mann, J., Höcht, G., and Hubral, P. (2001). "Common-Reflection-Surface stack: image and attributes". Geophysics, 66(1): 97-109.
- [12] Garabito, G., Cruz, J. C. R., Hubral, P., and Costa, J. (2001). "Common reflection surface stack: a new parameter search strategy by global optimization". In Ann. Report, Wave Inversion Technology Consortium, 4: 35–48.

¹ Kinematic² Dynamic³ Smooth⁴ Model-Based⁵ Synthetic Seismic Data⁶ Artificial events⁷ Random noise



Imam Khomeini International University
Vol. 3, No. 4, Winter 2019, pp. 1-5



نشریه مهندسی منابع معدنی
Journal of Mineral Resources Engineering
(JMRE)

DOI: 10.30479/jmre.2019.1590

An Improvement In To The Common-Diffraction-Surface (Cds) Stack Method

Shahsavani H.^{1*}, Karimi Sh.²

1- Assistant Professor, Dept. of Minig, Faculty of Engineering, University of Kurdistan, Kurdistan, Sanandaj
h.shahsavani@uok.ac.ir

2- M.Sc Student, Dept. of of Minig, Faculty of Engineering, University of Kurdistan, Kurdistan, Sanandaj
s.karimi@uok.ac.ir

(Received: 06 Jul. 2018, Accepted: 24 Oct. 2018)

Abstract: The Common Diffraction Surface (CDS) stack method has been introduced to solve the conflicting dip by merging the concepts of Common Reflection Surface (CRS) stack method and Dip Move-Out (DMO). The method proposed considers a continuous range of operators in pre-stack data set to simulate a Zero-Offset (ZO) sample which handle the conflicting dip problem in to full extent. However this method still contains artificial events and noise to the ZO stack section. As the coherence of each operator is available before stacking, it is proposed to use this coherence as criterion for accept or reject an operator for the stack. In this way the operators, which have not coherence with any seismic events, will be illuminated. By implementing the proposed method not only it is possible to solve the conflicting dip in to full extent but also the signal to noise ratio will be increased.

Keywords: Coherence, Conflicting dip, CRS, CDS.

INTRODUCTION

The development of the seismic reflection data processing was entered to the new stage in 1962 by introducing the Common-mid-point (CMP) method [1]. This method, which was based on assumption of horisontal reflectors, has been developed to consider the dipping refectors later on [2]. But the fan shape of Dip-Move-Out (DMO) operator can not calculte the reflector responses appropriately. Based on two hypothetical wave front experiment [3] the travelttime of the wave has been calculated [4-8]. By using this travelttime the Common-Reflection-Surface (CRS) stack method has been introduced and applied on a real data set [9-13]. As the CRS method for each smaple just consider one operator, which has high coherence with seismic event for the stack to the Zero Offset (ZO) samples and neglect other events, it can not handle the confilicting dip in the simulated ZO sections [9,10]. The conflicting dip cause to cover the tail of diffractor by high enrgy reflectors or vise versa [14]. Consiquently, it is porposed to use a range of operators for stacking, instead of one operator [9]. Afterward by integration the DMO and CRS, a method called Common-Diffraciotn-Surface (CDS) stack, has been introduced. The CDS method is appiled on the real data with a very good results [15,16]. As the CDS method carries a data driven manner, it was very time consuming the model driven CDS has been intruduced, which uses the dynamic and kinematic ray tracing [14]. The model-based CDS has been applied on the Sigsbee2A synthetic data set [17] and can handel the

conflicting dip in to full extent. As the CDS method consider many operator for the stacking, consiquently it bring a lot noise to the simulated ZO stack section. In this paper we propose to use a number of operators for the stacking which has the cohorecne more than a predefine thershold. In this way it is possible to make blance between solving the conflieting problem and the amount of the noise in the simulated ZO stack section.dfdf.

THEORY

Base on two hypothetical wave front so called kinematic wavefield attributes, the scond orther approximation of travelttime is obtained which read as:

$$t^2(x_m, h) = \left[t_0 + \frac{2\sin\alpha}{v_0}(x_m - x_0) \right]^2 + \frac{2t_0 \cos^2\alpha}{v_0} \left[\frac{(x_m - x_0)^2}{R_N} - \frac{h^2}{R_{NIP}} \right] \quad (1)$$

where h is half offset, xm is the mid point of source and receiver, x0 and t0, is the ZO sample that the stacked amplitude is allocated, RN, RNIP, and alpha are the so called kinematic wave field attributes.

For a diffractor on a depth the RN is equal to RNIP hence the equation (1) is simplified to:

$$t^2(x_m, h) = \left[t_0 + \frac{2\sin\alpha}{v_0}(x_m - x_0) \right]^2 + \frac{2t_0 \cos^2\alpha}{v_0 R_{CDS}} [(x_m - x_0)^2 - h^2] \quad (2)$$

It is possible to obtain the unknown parameter in equation (2) by kinematic and dynamic ray tracing efficiently [13].

IMPLEMENTATION

In CDS stack method the coherence of all operators is ready before stacking step. Hence, it is possible to use this coherence value as a criterion to accept or reject an operator to apply on the stacking process. In this way, the operators with no relation to the seismic event are neglected, which causes increasing the signal to noise ratio.

For this purpose, a threshold is considered for the coherence. The operator with higher coherence of this threshold is accepted and the operator with lower than this threshold is rejected for the stacking process. It is clear that if this threshold is low (close to zero) the signal to noise will not increase and if this threshold is high (close to one) the conflicting problem will not solve in the simulated zero offset stack section. Subsequently, the threshold should to be considered in such a way that there is a balance between solving the problem of conflicting dip and increasing the signal to noise ratio.

CASE STUDY

In this paper the proposed method is applied on the Sigsbee2A synthetic dataset, which was developed by the SMAART JV Company [16]. The stack section of this data set obtained by the model-based CDS whit the threshold of 0.0 is depicted in Figure1.

The focus on the right hand side window in Figure 1 is illustrated for different coherence threshold i.e. 0.0, 0.03 and 0.06.

As depicted in Figure 2a and Figure 2b by increasing threshold many artifices and noises are diminished while the conflicting dip is still solved. By increasing the threshold from 0.03 to 0.06 in Figure 2b to Figure 2c the noise and artifices eliminated in to full extent. But the problem of conflicting dip is not solved. In Table 1 the signal to noise ratio with the respect of the threshold is compared.

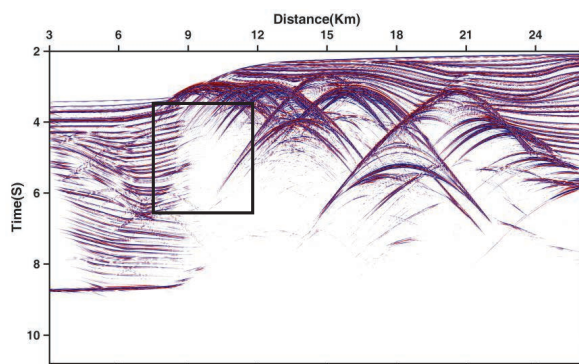


Figure 1. The CDS stacked section with threshold 0.0

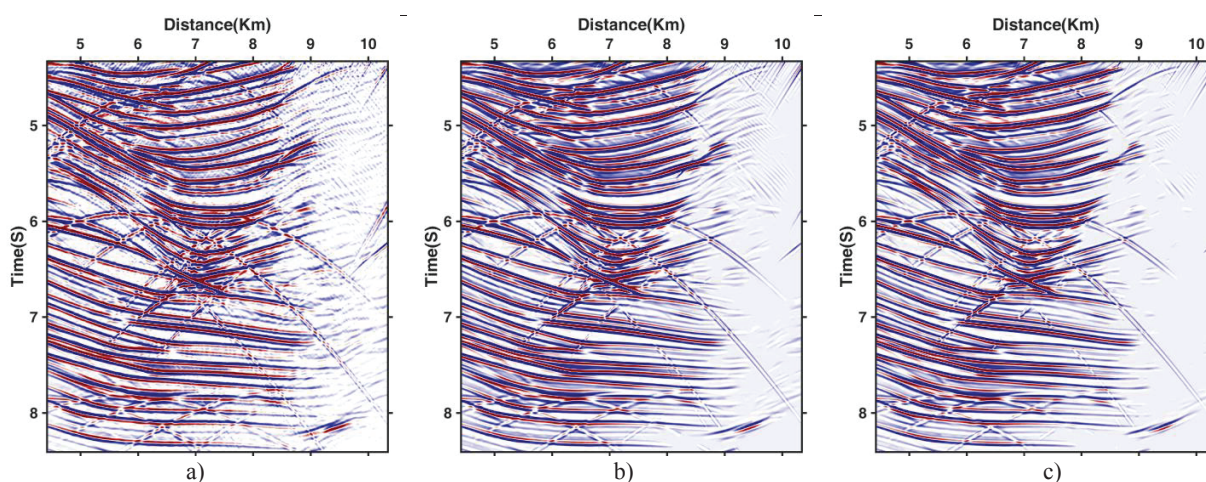


Figure 2. The stacked section of the right hand side of Figure 1 a) stacked with threshold 0.0, b) stacked with threshold 0.03, c) stacked with threshold 0.06

Table 1. Comparison of signal to noise ratio with the respect to threshold of the stacked sections

Threshold	Signal to Noise ratio (dB)
0.00	17.14
0.03	21.17
0.06	23.01

This table shows that by increasing the threshold the Signal to Noise ratio will increase. But it has to be considered that by increasing the threshold the conflicting problem will arise. Hence in this work the threshold 0.03 is an efficient one.

To have a better comparison, the sacked sections have been migrated. The migrated section is shown in Figure 3.

As it is illustrated from Figure 3a to Figure 3b many artifacts are removed but in Figure 3c some parts of the faults are not well imaged which are because of conflicting problem.

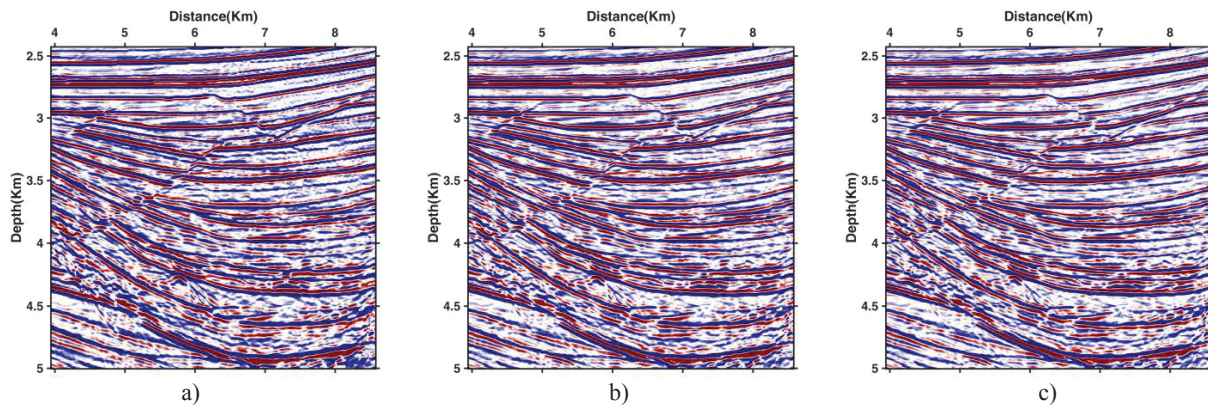


Figure 3. The right hand side migrated section in Figure 1 a) migrated the stacke section with the thershold 0.0, b) migrated the stacke section with the thershold 0.03, c) migrated the stacke section with the thershold 0.06

CONCLUSION

The common-diffraction-surface stack method considers a range of operators to simulate a Zero Offset sample, which causes to produce the artifice and noise in the Zero Offset stacked section. In this work, we proposed to use the coherence of each operator as a criterion to accept or reject an operator for the stack. In proposed method, a threshold for the coherence is considered, and then the operators which have the higher coherence than the assumed threshold are considered for the stacking and the operators which have the lower coherence are neglected. The results of this work in both stacked section and migrated section show that by defining an efficient threshold it is possible to remove the noise and artifice and still solve the problem of conflicting dip. As the coherence of operator in different Zero Offset samples has various coherences, it is possible to consider the operator for the stacking with the respect of the maximum coherence in each Zero Offset sample.

REFERENCES

- [1] Mayne, W. H. (1962). "Common reflection point horizontal data stacking techniques". *Geophysics*, 27(6): 927–938.
- [2] Hale, D. (1991). "Dip Moveout Processing". Soc. Expl. Geophys., Tulsa.
- [3] Hubral, P. (1983). "Computing true amplitude reflections in a laterally inhomogeneous earth". *Geophysics*, 48(8): 1051-1062.
- [4] Schleicher, J., Tygel, M., and Hubral, P. (1993). "Parabolic and hyperbolic paraxial two-point traveltimes in 3D media". *Geophysical Prospecting*, 41(4): 495–514.
- [5] Tygel, M., Müller, T., Hubral, P., and Schleicher, J. (1997). "Eigenwave based multiparameter travelttime expansions". In Expanded abstracts, 67th Ann. Internat. Mtg., Society of Exploration Geophysicists, 1770–1773.
- [6] Höcht, G., de Bazelaire, E., Majer, P., and Hubral, P. (1999). "Seismics and optics: hyperbolae and curvatures". *Journal of Applied Geophysics*, 42(3,4): 261-281.
- [7] Hubral, P., Hocht, G., Jager, R. (1998). "An introduction to the common-reflection-surface stack". 60th European Association of Geoscientists and Engineers (EAGE), DOI: 10.3997/2214-4609.201408165.
- [8] Mann, J., Jäger, R., Müller, T., Höcht, G., and Hubral, P. (1999). "Common-reflection-surface stack- a real data example". *Journal of Applied Geophysics*, 42(3,4): 301-318.
- [9] Mann, J. (2002). "Extensions and applications of the Common-Reflection-Surface Stack method". Logos Verlag, Berlin.
- [10] Mann, J. (2001). "Common-Reflection-Surface stack and conflicting dips". In Extended abstracts, 63rd Conf. Eur. Assn.

Geosci. Eng. Session P077.

- [11] Jäger, R., Mann, J., Höcht, G., and Hubral, P. (2001). “*Common-Reflection-Surface stack: image and attributes*”. *Geophysics*, 66(1): 97-109.
- [12] Garabito, G., Cruz, J. C. R., Hubral, P., and Costa, J. (2001). “*Common reflection surface stack: a new parameter search strategy by global optimization*”. In *Ann. Report, Wave Inversion Technology Consortium*, 4: 35–48.
- [13] Müller, T. (1998). “*Common reflection surface stack versus NMO/stack and NMO/DMO stack*”. 60th Conference European Association of Geophysical Engineering.
- [14] Shahsavani, H. (2011). “*A model-based approach to the Common- Diffraction- Surface Stack method—a synthetic case study*”. PhD thesis, Shahrood University, Shahrood, Iran.
- [15] Soleimani, M., Piruz, I., Mann, J., and Hubral, P. (2009a). “*Common-Reflection-Surface stack: accounting for conflicting dip situations by considering all possible dips*”. *Journal of Seismic Exploration*, 18(3): 271–288.
- [16] Soleimani, M., Piruz, I., Mann, J., and Hubral, P. (2009b). “*Solving the problem of conflicting dips in Common-Reflection-Surface stack*”. In *Extended Abstracts, 1st Internat. Conf. & Exhib., Shiraz, Iran, European Association of Geoscientists & Engineers*.
- [17] Pfaffenholz, J. (2001). “*Sigsbee2 synthetic subsalt data set: image quality as function of migration algorithm and velocity model error*”. In *Workshop on velocity model independent imaging for complex media, Extended abstracts, Society of Exploration Geophysicists, Session W5-5*.