

بسمه تعالی



دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک

پایان نامه کارشناسی ارشد لرزه‌شناسی

بهبود تصویر لرزه‌ای در زیر لایه‌های پرسرعت با تفکیک و به‌روزرسانی
مدل سرعت در بالا و زیر توده پرسرعت

احسان آقابرار پورنقارچی

اساتید راهنما:

دکتر مهرداد سلیمانی منفرد

دکتر امین روشندل کاهو

بهمن ماه ۱۳۹۶

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگان

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش وجودشان که در این سردترین روزگار ان بهترین پشتیبان است

به پاس قلب های بزرگشان که فریاد رس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می گراید

و به پاس محبت های بی دریغشان که مرکز فروکش نمی کند

این پایان نامه را به پدر و مادر عزیزم تقدیم می کنم.

پاسکذاری

همدی به شرفت های معنوی و مادی بشریته در تریتم افراد دارده که از منج زلال ایمان، معرفت، تمد و ایثار معلم سیراب می شوند. از این منظر کشور و ایدار همدی

استادانی است که بحق چراغ هدایت بشیریت رابه تاسی از پیامبر اعظم (ص) روشن و فروزان نگاه داشته اند. بر خود واجب می دانم که مراتب قدردانی را از اساتید

راهنمای کرامی جناب دکتر مهر و او سلیمانی متفرد و دکترین روئندل کا هوداشته باشم. عزیزانی که بار راهنمایی ایشان دردی از دانش رابه رویم گشودند. با آرزوی سربلندی و

موفقیت در تمام مراحل زندگیشان. از اساتید کرامی داور، جناب دکتر ایرج پیروز و دکتر محمد رواد که با پیشنهادات سازنده خود باعث افزایش کیفیت پایان نامه شده اند کمال

تشکر دارم. در پایان از جناب دکتر سجاد نکبسان و مهندس مصطفی رضایی که بی منت دست یاریشان در طول این دوره تحصیلی همیشه همراهم بودند صمیمانه تشکر و پاسکذاری

می کنم.

تعهد نامه

اینجانب احسان آقابرار پورنقارچی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته ژئوفیزیک - گرایش لرزه‌شناسی دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه بهبود تصویر لرزه‌ای در زیر لایه‌های پر سرعت با تفکیک و به‌روزرسانی مدل سرعت در بالا و زیر توده پرسرعت تحت راهنمایی دکتر مهرداد سلیمانی منفرد و دکتر امین روشندل کاهو متعهد می‌شوم.

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می‌گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

تخمین مدل سرعت دقیق، جزء چالش‌های روبروی پردازشگران لرزه‌شناسی بوده است و وجود پیچیدگی ساختاری و توپوگرافی شدید باعث سخت‌تر شدن تخمین مدل سرعت و ایجاد تصاویر لرزه‌ای بی‌کیفیت می‌شوند. از روش‌های مختلفی برای تخمین مدل سرعت استفاده می‌شود که هر کدام دارای نقاط قوت و ضعفی هستند. روش کوچ زمانی نسبت به تغییرات سرعت مقاوم است و شیب و موقعیت اهداف زمین‌شناسی را به خوبی مشخص نمی‌کند. روش کوچ عمقی به مدل سرعت بسیار حساس است و استفاده از مدل سرعت اشتباه باعث ایجاد مقاطعی می‌شود که مفسر را به گمراهی می‌کشاند؛ بنابراین استفاده از مدل سرعت مناسب برای کوچ عمقی دارای اهمیت بسیار است. در این پایان‌نامه از روش شباهت برای تخمین مدل سرعت استفاده گردیده است تا مدل سرعت اولیه حاصل شود. سپس با استفاده از ضریب γ که یک مقدار عددی است و در مدل سرعت‌های اولیه ضرب می‌شود و مدل سرعت‌های جدید حاصل می‌سازد. با استفاده از مدل سرعت‌های جدید، فرآیند کوچ عمقی کیرشهف انجام می‌گیرد. الگوریتم کیرشهف به دلیل داشتن مزایایی چون انعطاف‌پذیری در محاسبات در روش پیشنهادی مورد استفاده قرار گرفته است. پس از ایجاد مقاطع پیش از برانبارش عمقی، آنالیز رکورد تصویر مشترک انجام می‌شود. به این صورت بررسی می‌شود که به ازای کدام ضریب γ بهترین به خط‌شدگی و پیوستگی وجود دارد، آن ضریب γ برای رکورد عمقی مشترک انتخاب می‌شود. پس از انتخاب ضرایب γ مناسب، ضرایب بر روی مدل سرعت اولیه اعمال می‌شود. پس از حاصل شدن مدل سرعت بروز رسانی شده، کوچ پیش از برانبارش عمقی انجام می‌شود و مقطع نهایی حاصل می‌شود. روش پیشنهادی بر روی داده مصنوعی و داده‌های صحرایی دشت گرگان و منطقه انار پیاده‌سازی شد. داده گرگان دارای توپوگرافی هموار ولی ساختار پیچیده است، ولی داده منطقه انار دارای توپوگرافی شدید و ساختاری پیچیده است که وجود لایه پرسرعت سازند گچساران، تصویرسازی لرزه‌ای را مشکل می‌سازد. در داده مصنوعی، لایه پرسرعت در نظر گرفته شد و هدف تصویرسازی زیر لایه پرسرعت بود که به خوبی محقق گردید ولی دارای اغتشاشاتی نیز است که می‌توان نتیجه ضعف الگوریتم کوچ و وجود لایه پرسرعت باشد. در داده صحرایی گرگان کیفیت مقطع نهایی افزایش داشته است که می‌توان به تغییر شیب لایه‌ها، افزایش دامنه بازتابنده‌ها و افزایش پیوستگی لایه‌ها اشاره کرد. در داده صحرایی منطقه انار که دارای توپوگرافی شدید و ساختاری پیچیده بود، تصویر لرزه‌ای به دست آمده بر اساس روش‌های معمول، کاملاً بی‌کیفیت بوده و دارای نوفه زیاد است. در این تحقیق، با استفاده از روش مذکور، کیفیت مقطع نهایی تا حدی بهبود داده شد. با این حال به دلیل کیفیت بسیار پایین داده‌های برداشت‌شده، امکان تهیه تصویر

لرزه‌ای با روش‌های نوین، بسیار دشوار می‌باشد. با این حال در نتیجه اعمال روش پیشنهادی بر روی داده منطقه انار، مقطع نهایی حاصل از مدل سرعت به‌روزرسانی شده، بهبودهای مناسبی را نشان می‌دهد و با دقت‌تر شدن مدل سرعت، افق‌های موجود در مقطع نیز مشخص می‌باشد.

واژگان کلیدی

مدل سرعت، آنالیز سرعت کوچ، کوچ پیش از برانبارش عمقی، ضریب γ ، آنالیز رکورد تصویر مشترک، لایه‌های پرسرعت

فهرست

- فصل اول: کلیات ۱
- ۱-۱- تعریف مسئله ۲
- ۱-۲- اهداف و ضرورت انجام تحقیق ۳
- ۱-۳- سابقه و مروری بر کارهای انجام شده ۵
- ۱-۴- روش انجام تحقیق ۸
- ۱-۵- ساختار پایان نامه ۸
- فصل دوم: مروری بر روش‌های تهیه‌ی مدل سرعت ۱۱
- ۱-۲- مقدمه ۱۲
- ۲-۲- انواع مدل سرعت لرزه‌ای ۱۲
- ۱-۲-۲- مدل سرعت شبکه‌ای یا تدریجی ۱۲
- ۲-۲-۲- مدل سرعت لایه‌ای ۱۲
- ۳-۲-۲- مدل ترکیبی ۱۳
- ۳-۲- برون‌راند نرمال ۱۵
- ۱-۳-۲- اسکن سرعت ثابت ۱۶
- ۲-۳-۲- برانبارش سرعت ثابت (CVS) ۱۷
- ۴-۲- طیف سرعت ۱۷

- ۱۷-۵-۲ عوامل مؤثر بر محاسبه طیف سرعت
- ۱۸-۵-۲-۱ طول دورافت
- ۱۸-۵-۲-۲ مقدار فولد
- ۱۸-۵-۲-۳ نسبت سیگنال به نوفه
- ۱۹-۵-۲-۴ حذف کردن داده‌های زمان کم - دورافت بلند
- ۱۹-۵-۲-۵ طول پنجره تحلیل زمانی
- ۱۹-۵-۲-۶ گام دست‌چین کردن سرعت
- ۲۰-۶-۲ کوچ
- ۲۰-۶-۲-۱ تعریف کوچ
- ۲۱-۷-۲ روش‌های تهیه مدل سرعت
- ۲۲-۷-۲-۱ تهیه مدل سرعت با روش معکوس سازی زمان سیر یا توموگرافی
- ۲۳-۷-۲-۲ تهیه مدل سرعت با استفاده از روش‌های مبتنی بر کوچ
- ۲۵-۸-۲ خطای مدل سرعت
- ۲۶-۹-۲ تأثیر خطای مدل سرعت بر نتیجه کوچ
- ۲۶-۹-۲-۱ آنالیز سرعت کوچ (MVA)
- ۲۹- فصل سوم: تئوری روش
- ۳۰-۱-۳ کوچ کیرشهف

| | |
|----|--|
| ۳۰ | ۱-۱-۳- تئوری کوچ کیرشهف |
| ۳۴ | ۲-۳- برتری کوچ پیش از برانبارش عمقی |
| ۳۸ | ۳-۳- بازه کوچ |
| ۴۰ | ۴-۳- تأثیر توپوگرافی شدید در تصویرسازی لرزه‌ای |
| ۴۱ | ۵-۳- رکوردهای تصویری مشترک در آنالیز سرعت کوچ |
| ۴۲ | ۶-۳- معیار شباهت |
| ۴۲ | ۷-۳- به دست آوردن مدل سرعت RMS به وسیله معیار شباهت |
| ۴۴ | ۸-۳- تبدیل مدل سرعت RMS به مدل سرعت میان لایه |
| ۴۵ | ۹-۳- ضریب γ |
| ۴۶ | ۱۰-۳- آنالیز رکوردهای تصویر مشترک |
| ۴۷ | ۱۱-۳- انتخاب ضریب γ مناسب |
| ۴۸ | ۱۲-۳- به دست آوردن مدل سرعت نهایی |
| ۵۱ | فصل چهارم: اعمال الگوریتم بیان شده بر روی داده‌های مصنوعی و صحرایی |
| ۵۲ | ۱-۴- مقدمه |
| ۵۲ | ۲-۴- اعمال الگوریتم بیان شده بر روی داده مصنوعی |
| ۶۲ | ۳-۴- اعمال الگوریتم بیان شده بر روی داده صحرایی منطقه دشت گرگان |
| ۶۷ | ۴-۴- اعمال الگوریتم بیان شده بر روی داده صحرایی منطقه انار |

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها ۷۷

۵-۱- نتیجه‌گیری ۷۸

۵-۲- پیشنهادها ۷۹

مراجع ۸۰

فهرست اشکال

- شکل ۱-۲: مدل سرعت برای لایه‌های تخت روی یک مرز گچی با استفاده از مدل شبکه‌ای (Jones)
..... (2010) ۱۳
- شکل ۲-۲: مدل سرعت برای لایه‌های تخت روی یک مرز گچی با استفاده از مدل لایه‌ای (Jones)
..... (2010) ۱۳
- شکل ۳-۲: مدل سرعت برای لایه‌های تخت روی یک مرز گچی با استفاده از مدل ترکیبی (Jones)
..... (2010) ۱۴
- شکل ۴-۲: مدل زمین تک لایه
..... ۱۵
- شکل ۵-۲: محدوده‌ی اجرای کوچ زمانی و عمقی پیش از برانبارش و پس از برانبارش (Liner 2016)
..... ۲۱
- شکل ۶-۲: الف) رکورد تصویر مشترک مسطح بعد از کوچ عمقی پیش از برانبارش. ب) در صورتی که سرعت کمتر از سرعت واقعی باشد، رکورد تصویر مشترک بیش از اندازه تصحیح شده و بازتابنده به سمت بالا کشیده می‌شود. ج) در صورتی که سرعت کوچ تخمین زده شده، بیشتر از سرعت واقعی باشد، رکورد تصویر مشترک کمتر از اندازه تصحیح شده و بازتابنده به سمت پایین کشیده می‌شود. ۲۵
- شکل ۱-۳: الف) ساختار زمین شناسی ب) مقطع لرزه‌ای که هذلولی‌ها را نشان می‌دهد ج) کوچ مقطع لرزه‌ای (Bancroft 2007b) ۳۲
- شکل ۲-۳: سمت چپ نقاط بازتابنده و سمت راست پاسخ لرزه‌ای نقاط (Drijkoningen 2012). ۳۳
- شکل ۳-۳: الف) مقطع PSTM ب) مقطع PSDM هم‌مقیاس با مقطع زمان. در قسمت دایره تفاوت بین PSTM و PSDM کاملاً واضح می‌باشد (Feng and Reshef 2016). ۳۶
- شکل ۴-۳: الف) مقطع PSTM ب) مقطع PSDM مربوط به سال ۱۹۹۰ ج) مقاطع PSDM مربوط

به سال ۲۰۰۲. در قسمت ج لایه‌های مربوط به نمک دارای کیفیت بهتری نسبت به دو مقطع الف و ب هستند (Feng and Reshef 2016)..... ۳۷

شکل ۳-۵: مدل مصنوعی ایجادشده ۳۹

شکل ۳-۶: اثرات بازه کوچ زیاد در مقطع کوچ شده مدل مصنوعی ۳۹

شکل ۳-۷: اثر دهانه کوچ کم در داده مصنوعی و قطع شدگی لایه ۴۰

شکل ۳-۸: پنجره طیف سرعت و دست‌چین کردن سرعت با معیار شباهت در سمت چپ و پنجره هذلولی‌های زمان سیر در سمت راست. در قسمت ۱ دایره، ابزار دست‌چین سرعت در سرعت ۲۸۰۰ متر بر ثانیه قرار دارد در قسمت ۲ هذلولی متناسب با سرعت ۲۸۰۰ را به نمایش گذاشته است. ۴۳

شکل ۳-۹: پنجره طیف سرعت و دست‌چین کردن سرعت با معیار شباهت و انتخاب درست سرعت. در قسمت ۱ با انتخاب صحیح سرعت، هذلولی ایجادشده توسط نرم‌افزار پرومکس با هذلولی داده در قسمت ۲ دارای هم‌پوشانی خواهند شد. در نتیجه سرعت، به درستی انتخاب گردیده است. ۴۴

شکل ۳-۱۰: الف) رکورد تصویر مشترک مربوط به ضریب γ با مقدار $1/0.2$ مدل سرعت اولیه ب) رکورد تصویر مشترک مربوط به ضریب γ با مقدار $1/0.0$ مدل سرعت اولیه. میزان انحراف در مستطیل شماره ۱ در قسمت الف مشخص می‌باشد ۴۸

شکل ۳-۱۱: فلوچارت روش پیشنهادی ۴۹

شکل ۴-۱: مدل مصنوعی ایجادشده ۵۳

شکل ۴-۲: عملیات برداشت داده مصنوعی ۵۴

شکل ۴-۳: پنجره طیف سرعت و دست‌چین کردن سرعت با معیار شباهت در سمت چپ و پنجره هذلولی‌های زمان سیر در سمت راست. مشاهده می‌شود که در موقع شروع لایه پرسرعت (مربع زردرنگ)، دقت و کیفیت هذلولی‌ها پایین آمده و دست‌چین کردن سرعت را مشکل می‌سازند. ۵۵

شکل ۴-۴: الف) مدل سرعت اولیه ب) مدل سرعت به‌روزرسانی شده. با مشاهده مدل سرعت در قسمت‌های شماره‌گذاری شده، تفاوت‌های مدل سرعت اولیه و مدل سرعت نهایی مشخص می‌گردد. ۵۸

شکل ۵-۴: الف) مقطع PSDM با مدل سرعت اولیه ب) مقطع PSDM با مدل سرعت به‌روزرسانی شده. تفاوت‌ها در شکل با شماره مشخص گردیده است که توضیح کامل آن در متن وجود دارد. ۵۹

شکل ۶-۴: الف) رکورد تصویر مشترک مربوط به رکورد عمقی مشترک ۶۰۰،۶۵۰،۷۵۰ مدل سرعت اولیه ب) رکورد تصویر مشترک مربوط به رکورد عمقی مشترک ۶۰۰،۶۵۰،۷۵۰ مدل سرعت به‌روزرسانی شده. تفاوت‌ها در مستطیل‌های شماره‌گذاری شده مشخص است که در متن به‌طور مفصل توضیح داده شده است. ۶۱

شکل ۷-۴: الف) مدل سرعت اولیه ب) مدل سرعت به‌روزرسانی شده. تفاوت مدل سرعت‌ها در قسمت ۱ و ۲ نشان داده شده است. ۶۳

شکل ۸-۴: الف) مقطع PSDM به‌دست‌آمده از سرعت اولیه ب) مقطع PSDM به‌دست‌آمده از سرعت به‌روزرسانی شده. در قسمت‌های ۱ تا ۵ تفاوت‌های دو مقطع و بهبودهای انجام‌شده مشخص است که در متن توضیح کامل داده شده است. ۶۶

شکل ۹-۴: الف) رکورد تصویر مشترک مربوط به رکورد عمقی مشترک ۳۳۰،۵۸۰،۹۸۰ مدل سرعت اولیه دشت گرگان ب) رکورد تصویر مشترک مربوط به رکورد عمقی مشترک ۳۳۰،۵۸۰،۹۸۰ مدل سرعت به‌روزرسانی شده دشت گرگان. تفاوت‌ها در مستطیل‌های شماره‌گذاری شده مشخص است که توضیحات در متن وجود دارد. ۶۷

شکل ۱۰-۴: الف) مقطع PSTM موجود از منطقه انار ۶۸

شکل ۱۱-۴: الف) مدل سرعت اولیه داده منطقه انار ب) مدل سرعت به‌روزرسانی شده داده منطقه انار. در قسمت‌های مشخص شده تفاوت‌های مدل سرعت اولیه و به‌روزرسانی شده مشخص شده است. ۷۰

شکل ۴-۱۲: الف) مقطع PSDM به دست آمده از مدل سرعت اولیه ب) مقطع PSDM به دست آمده از مدل سرعت به روزرسانی شده. در قسمت های مشخص شده، تفاوت ها و میزان بهبود مقطع PSDM با مدل به روزرسانی شده دیده می شود. ۷۲

شکل ۴-۱۳: الف) بزرگنمایی قسمت مربوط به مقطع PSDM سرعت اولیه ب) بزرگنمایی قسمت مربوط به مقطع PSDM سرعت اولیه. تفاوت های ۲ مقطع و بهبود مقطع PSDM نهایی را در مستطیل های شماره گذاری شده مشاهده می کنید. ۷۳

شکل ۴-۱۴: الف) رکورد تصویر مشترک مربوط به رکورد عمقی مشترک ۳۱۰۰، ۳۳۵۰، ۳۴۵۰ مدل سرعت اولیه منطقه انار ب) رکورد تصویر مشترک مربوط به رکورد عمقی مشترک ۳۱۰۰، ۳۳۵۰، ۳۴۵۰ مدل سرعت به روزرسانی شده منطقه انار. تفاوت ها در مستطیل های شماره گذاری شده مشخص است که توضیحات در متن موجود است. ۷۵

فهرست جداول

جدول ۱-۴: پارامترهای هندسی برداشت داده، مربوط به داده مصنوعی ۵۳

جدول ۲-۴: پارامترهای هندسی برداشت داده، مربوط به داده صحرایی منطقه گرگان ۶۲

جدول ۳-۴: پارامترهای هندسی برداشت داده، مربوط به داده واقعی منطقه انار ۶۸

فصل اول: کلیات

۱-۱- تعریف مسئله

تصویرسازی لرزه‌ای^۱، کلید اصلی پردازش داده‌های لرزه‌ای برای به دست آوردن بهترین تصویر ممکن از زیر سطح زمین است. تصاویر لرزه‌ای در تفسیر ساختارهای زمین‌شناسی، مشخص کردن محدوده مخزن هیدروکربن و مکان‌یابی تله‌های نفتی استفاده می‌شود. پردازش انرژی بازتاب شده، امکان تشخیص شکل و خواص ساختارهای زیرسطحی را می‌دهد تا بتوان به حضور یا عدم حضور تله‌های هیدروکربن پی برد (Mirabella 2013).

به دست آوردن تصویر لرزه‌ای نیازمند در دست داشتن مدل سرعت^۲ لرزه‌ای دقیق و صحیح می‌باشد؛ بنابراین آنالیز سرعت^۳ که در تهیه مدل سرعت استفاده می‌شود، جزء مراحل اساسی پردازش داده‌های لرزه‌ای است. بسیاری از مراحل پردازش داده‌های لرزه‌ای تحت تأثیر کیفیت مدل سرعت^۴ به دست آمده از آنالیز سرعت می‌باشند. دو روش معمول حصول سرعت به صورت مستقیم و غیرمستقیم است که روش مستقیم استفاده از نگارهای صوتی در عملیات چاه‌نگاری است که در آن مدل سرعت برحسب عمق به دست می‌آید. استفاده از داده‌های لرزه‌ای، روش غیرمستقیم محسوب می‌شود. در مراحل ابتدای اکتشاف و با توجه به هزینه‌بر بودن و وقت‌گیر بودن روش مستقیم که شامل حفر چاه می‌باشد، مدل سرعت از روش غیرمستقیم مانند آنالیز سرعت داده‌های لرزه‌ای به دست می‌آید که حدود خوبی از سرعت بازتابنده‌ها را مشخص می‌سازد. استفاده از مدل سرعت اشتباه باعث تصویرسازی پدیده‌ها در جای نادرست می‌شود. در نتیجه تفسیر غلط را به همراه دارد که به حفر چاه‌های خشک ختم شده و هزینه‌های هنگفتی را متحمل می‌سازد (Fomel and Landa 2014). اهمیت مدل سرعت زمانی مشخص می‌شود که لایه پرسرعت وجود داشته باشد. لایه

^۱ Seismic Imaging

^۲ Velocity model

^۳ Velocity analysis

^۴ Velocity spectra

پرسرعت باعث اغتشاش امواج می‌گردد و از عبور کردن از لایه پرسرعت جلوگیری می‌کند. در نتیجه تصویرسازی لرزه‌ای را مشکل می‌سازد.

۱-۲- اهداف و ضرورت انجام تحقیق

روش لرزه‌ای بازتابی نقش مهمی در اکتشافات منابع هیدروکربنی ایفا می‌کند. اساس این روش، به دست آوردن اطلاعات و ویژگی‌های ساختارهای زمین‌شناسی زیرسطحی از طریق انتشار موج الاستیک به درون زمین و ثبت و پردازش پارامترهای میدان موج لرزه‌ای در محیط انتشار است. امواج منتشرشده در محیط، پس از بازتاب از لایه‌های زیرین سطح، به سطح زمین بازگشته و ثبت می‌شوند. این امواج لرزه‌ای ثبت‌شده، امکان حصول اطلاعات جزئی از محل فضایی لایه‌ها و ساختارهای زمین‌شناسی را می‌دهند. در تفسیر مقاطع لرزه‌ای، برای تعیین ساختارهای زیرسطحی، مسئله بسیار مهم، قرار گرفتن پدیده‌های بازتابی در عمق و زمان واقعی‌شان است. هنگامی که بازتابنده‌ها افقی و بدون شیب باشند، بازتاب از نقطه عمقی وسط چشمه و گیرنده حاصل می‌شود. در حالی که در مورد بازتابنده‌های شیب‌دار چنین نیست. باین حال در ترسیم داده‌ها روی صفحه افقی، فرض می‌شود که بازتاب از نقطه عمقی وسط چشمه و گیرنده صورت گرفته است. این فرض باعث متفاوت شدن شکل حاصل در مقطع برانبارش با شکل واقعی ساختارها در مناطق با هندسه پیچیده می‌شود. برای تصحیح این اثر و تخمین شکل واقعی ساختمان زمین از فرایند کوچ استفاده می‌شود. این فرایند را می‌توان هم روی داده برانبارش شده (کوچ پس از برانبارش) و هم روی داده پیش از برانبارش (کوچ پیش از برانبارش) انجام داد (Mahadasu and Singh 2015).

کوچ عمقی تنها یک فرایند تصحیح هندسی نیست، بلکه ابزاری است برای به دست آوردن سرعت دقیق لرزه‌ای در محیط انتشار. هنگامی که از کوچ عمقی برای تخمین سرعت استفاده می‌شود، از کیفیت تصویر کوچ یافته در فرایند به‌روزرسانی مدل سرعت استفاده می‌شود و هنگامی که کیفیت تصویر بهبود

می‌یابد، می‌توان گفت صحت و دقت سرعت‌های تخمین زده‌شده نیز بهتر شده است (Gray 2000). کیفیت تصویر کوچ یافته وابسته به مدل سرعت است که در صورت وجود خطاهای مدل سرعت، قطع شدگی و فروافتادگی غیرعادی در مقطع دیده می‌شود (Bancroft 2007a).

داده برداشت‌شده در مناطق دارای پیچیدگی ساختاری، توپوگرافی شدید و تغییرات سرعت لایه‌های سطحی باعث ایجاد تصاویر زیرسطحی^۱ ضعیف می‌شود. همچنین چین‌خوردگی‌های لایه‌های زمین‌شناسی مربوط به یک‌لایه در عمق‌های مختلف، باعث تغییرات افقی و عمودی سرعت می‌شود. در داده واقعی، بازتاب‌ها لزوماً مکان واقعی زمین‌شناسی را تصویرسازی نمی‌کنند.

مناطق نفتی ایران در زون‌های زمین‌شناسی متفاوت با شرایط گوناگون پراکنده شده‌اند. بیشتر آن‌ها در فروافتادگی دزفول، کمربند تراستی-چین خوردگی زاگرس، دشت گرگان و منطقه کپه داغ وجود دارند. فروافتادگی دزفول دارای سطح هموار با ساختار ساده زمین‌شناسی می‌باشد. درحالی‌که دشت گرگان دارای ساختار پیچیده زمین‌شناسی در سطحی هموار می‌باشد. اگرچه ساختارهای پیچیده زمین‌شناسی در زاگرس و شمال شرق ایران به شدت باعث اغتشاش در انتشار امواج در زیر سطح زمین می‌شود، ولی مشکل عظیم‌تر، در نزدیک سطح زمین است. این پیچیدگی، زمانی که با سازند گچساران ترکیب شوند، افزایش می‌یابد. سازند گچساران شامل ۷ بخش است که پایین‌ترین بخش آن به‌عنوان پوش سنگ^۲ عمل می‌کند (Fard et al. 2006). در غرب و جنوب غرب سازند گچساران بیرون‌زدگی دارد، درحالی‌که در بعضی جاها بدون بیرون‌زدگی است، ولی در هر صورت باعث می‌شود انرژی کافی به زیر سازند وارد نشود. همین امر جزء بزرگ‌ترین موانع در تصویرسازی لرزه‌ای محسوب می‌شود. وجود توپوگرافی شدید که در بعضی مناطق اختلاف ارتفاع بین دونقطه به ۱۰۰۰ متر می‌رسد، از ایجاد تصاویر لرزه‌ای باکیفیت جلوگیری می‌کند

^۱ Subsurface

^۲ caprock

(Soleimani 2017). این مسائل، الزام استفاده از روش‌هایی که بتوان در حضور لایه‌های پرسرعت، تصویر لرزه‌ای مناسبی از ساختارهای زیرسطحی را به دست آورد، روشن می‌سازد. ضرورت این پایان‌نامه وجود کاستی‌هایی در روش‌های تهیه مدل سرعت معمول است که هنگام برخورد با لایه پرسرعت و توپوگرافی شدید، تصویرسازی مناسبی ارائه نمی‌دهند.

۱-۳- سابقه و مروری بر کارهای انجام‌شده

امروزه از روش‌های مختلفی برای برآورد مدل سرعت استفاده می‌شود. تمام این روش‌ها، بر اساس معیار هم‌خوانی با داده‌های لرزه‌ای استوار هستند که تفاوت آن‌ها، در روش‌های اندازه‌گیری این معیار، میزان انحراف مدل از این معیار و چگونگی اعمال اصلاحات روی آن است (Al-Chalabi 1973). به‌طور کلی چهار روش را برای برآورد مدل سرعت می‌توان نام برد. روش اول آنالیز سرعت بر اساس برون‌راند نرمال^۱ می‌باشد که با استفاده از روش‌های مختلف اندازه‌گیری همدوسی^۲، آنومالی‌های سرعت را در صفحه سرعت-زمان به نمایش می‌گذارد (Taner and Koehler 1969). طیف سرعت در این روش با استفاده از برون‌راند نرمال برای سرعت‌های مختلف و محاسبه معیار شباهت^۳ (به‌عنوان متداول‌ترین روش محاسبه همدوسی) به‌دست می‌آید. قدرت تفکیک روش شباهت به‌وسیله ابعاد بازه^۴ انتخابی، عمق بازتابنده‌ها، سرعت روباره^۵ و فرکانس غالب^۶ داده‌های لرزه‌ای محدود می‌شود. این روش معایب زیادی همچون حساسیت کم آن به تغییرات دامنه بر حسب دورافت^۷ و گستره دینامیکی کوچک^۸ را دارد که کاربرد این روش را محدود می‌کند. علاوه بر این،

^۱ Normal Moveout

^۲ Coherency

^۳ Semblance

^۴ Aperture array

^۵ Overburden

^۶ Dominant frequency

^۷ Amplitude verse offset

^۸ Small dynamic range

افزایش پهن‌شدگی آنومالی‌های طیف سرعت با ازدیاد عمق و کاهش دورافت^۱، افزایش عدم-قطعیت در تعیین دقیق سرعت را موجب می‌شود (Fomel 2003). روش دوم، آنالیز سرعت کوچ^۲ بر اساس معادله موج^۳ است که یک فرآیند بهینه‌سازی غیرخطی، جهت تخمین سرعت کوچ با استفاده از معادله موج می‌باشد (Li 2013). روش سوم، آنالیز سرعت کوچ بر اساس تئوری پرتو است که به نام توموگرافی زمان سیر^۴ نیز شناخته می‌شود. بهبود مدل اولیه، با کمینه‌سازی اختلاف بین زمان سیرهای اندازه‌گیری شده و زمان سیرهای مدل‌سازی شده، صورت می‌پذیرد و پس از چند تکرار، می‌توان به یک مدل سرعت بهینه دست‌یافت (Chen et al. 2013). در این روش، اگر نسبت سیگنال به نوفه^۵ در داده‌ی لرزه‌ای پایین باشد، مشخص کردن و دست‌چین^۶ کردن زمان سیرها به مشکل برمی‌خورد و یا حتی غیرممکن می‌شود. در این حالت، انتخاب مدل اولیه سرعت نقش مهمی دارد (Al-Yahya 1989). روش چهارم که در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است، وارون‌سازی کامل شکل موج^۷ است که از یک رکورد لرزه‌ای کامل برای معکوس‌سازی خصوصیات زمین استفاده می‌کند و در نتیجه باعث افزایش قدرت تفکیک سرعت می‌شود (Virieux and Operto 2009). این روش به مدل سرعت اولیه وابسته است و در صورت استفاده از مدل سرعت دارای خطا حجم محاسبات و زمان مصرفی افزایش خواهد داشت (Long 2004).

تصویرسازی لرزه‌ای وابسته به کیفیت داده، مدل سرعت قابل‌اعتماد و کارایی عملگر کوچ می‌باشد (Soleimani and Balarostaghi 2016). وجود نسبت سیگنال به نوفه پایین در داده ثبت‌شده، تغییرات شدید توپوگرافی، وجود ساختارهای دارای وارونگی سرعت، شیب‌های دارای تغییرات شدید، ساختارهای

^۱ offset

^۲ Migration velocity

^۳ Wave equation

^۴ Traveltime Tomography

^۵ Signal-Noise Ratio(SNR)

^۶ Picking

^۷ Full waveform inversion

زمین‌شناسی پیچیده که چین‌های فشرده و گسل‌ها را تشکیل می‌دهد، همگی بر روی کیفیت داده اثرگذارند (Fagin 1991). روش‌های متعددی به‌منظور بهبود در تصاویر لرزه‌ای در زیر لایه‌های پرسرعت و کم کردن خطاهای ایجادشده وجود دارند که می‌توان آن‌ها را در دو بخش برداشت و پردازش بررسی کرد. از جمله روش‌هایی که در برداشت بکار گرفته شده‌اند می‌توان روش‌های آزیموت کامل^۱، آزیموت باز^۲ و زاویه باز (دورافت بلند^۳) را نام برد که برای افزایش انرژی بازتابی ایجاد و استفاده شدند (Zeng et al. 2017). با وجود هزینه‌های بسیار زیادی که برای برداشت این نوع داده‌ها وجود دارد، ولی به خاطر ضعف ذاتی الگوریتم‌های کوچ همچنان تصاویر لرزه‌ای بهبود قابل قبولی را به همراه نداشتند. الگوریتم‌های فراوانی به‌منظور کاهش خطاهای ایجادشده توسط لایه‌های پرسرعت توسعه داده شده که قدرت تفکیک‌های مختلف، آن‌ها را از هم متمایز می‌کند. از الگوریتم کوچ کیرشهف به‌عنوان الگوریتم کوچ با کاربرد فراوان یاد می‌شود که با گذشت سال‌های زیاد همچنان استفاده می‌شود. این مسئله به دلیل حفظ دامنه بهتر موج در مقایسه با الگوریتم‌های دیگر، انعطاف‌پذیری بالا در مواجهه با شیب‌های زیاد و توپوگرافی شدید و مقاوم بودن در مقابل تغییرات جانبی سرعت در کوچ زمانی است (Singh and Sinha 2004). شاید بتوان کوچ معادله موج^۴ (WEM) را به‌عنوان روش نوین و کاربردی امروزه نام برد، ولی در برخورد با لایه‌های پرسرعت مانند نمک باعث تهیه تصویر نادقیق می‌شود. همچنین کوچ زمانی معکوس^۵ (RTM) که زیرمجموعه روش WEM محسوب می‌شود، برخلاف اسمش، خروجی آن مقطع عمق می‌باشد. ولی در مواجهه با لایه پرسرعت و توپوگرافی شدید، تصاویر مطلوبی را ارائه نمی‌دهد (Weimer et al. 2017).

(Wang et al. 2008) با استفاده از مدل سرعت به‌دست‌آمده از طریق توموگرافی و استفاده از رکورد

^۱ full azimuth

^۲ wide azimuth (WAZ)

^۳ long offset acquisition

^۴ Wave equation migration

^۵ Reverse time migration

تصویر مشترک (CIG^۱) به مدل سرعت جدید دست یافتند. با این حال به دلیل آنکه درصد خاصی از مدل سرعت اولیه را به عنوان مدل سرعت نهایی در نظر می گرفتند، در بعضی مناطق به خوبی عمل نمی کرد.

(Jiao et al. 2008) با استفاده از تعیین افقی های بالا و پایین توده نمک به عنوان زون پرسرعت و با معرفی ضریب جدید γ (که در ادامه مفصل توضیح داده خواهد شد) توانستند کیفیت تصویرسازی لرزه ای را بهبود بخشند. با این حال همچنان تصویرسازی مرز پایین توده نمکی و یا ساختارهای زیر یک لایه پرسرعت، همچنان دشوار است.

۱-۴- روش انجام تحقیق

در این پایان نامه با استفاده از مفهوم آنالیز سرعت به روش شباهت، به یک مدل سرعت اولیه دست یافته و سپس بسته به میزان پیچیدگی ساختارهای زیرسطحی، مدل سرعت را در ضریبی که با آنالیز تصاویر عمقی مشترک به دست می آید، ضرب نموده و توسط مدل سرعت های جدید مقاطع کوچ پیش از برانبارش عمقی^۲ با الگوریتم کیرشهف تولید می شود. با استفاده از تصاویر عمقی مشترک^۳ تولید شده، میزان انحراف بازتابها از حالت مسطح را بررسی نموده و صاف ترین حالت ممکن در هر رکورد عمقی مشترک (CDG) انتخاب می شود. سپس با انتخاب بهترین ضریب های حاصل در هر CDG، مدل سرعت به روزرسانی می شود. در نهایت با استفاده از مدل سرعت نهایی مقطع کوچ عمقی نهایی حاصل می شود.

۱-۵- ساختار پایان نامه

این پایان نامه به لحاظ ساختاری در پنج فصل تنظیم و نگارش شده است. در این پایان نامه در فصل یک ابتدا به تعریف و اهمیت مسئله و ضرورت انجام تحقیق پرداخت شده است. در فصل دوم مروری بر روش های

^۱ Common Image Gather

^۲ Prestack depth migration

^۳ Common Depth Gather (CDG)

آنالیز سرعت و سپس انواع کوچک، انواع مدل‌های سرعت کوچک، خطاهای مدل سرعت و تأثیر این خطاها در انجام فرآیند کوچک مورد بررسی قرار گرفته خواهد گرفت. در فصل سوم تئوری انجام کار مورد بررسی قرار گرفته است. فصل چهارم نیز به انجام روش بر روی داده مصنوعی و واقعی اختصاص داده شده است و فصل پنجم نتایج و پیشنهادهای را دربر می‌گیرد.

پردازش داده‌های لرزه‌ای در این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار پرومکس از شرکت Landmark صورت پذیرفته است. تمامی مراحل پردازشی در این تحقیق، در نرم‌افزار مذکور انجام گردید. بدین صورت که داده خام برداشت شده وارد نرم‌افزار شده و خروجی برانبارش جهت تفسیر بدست می‌دهد. نسخه استفاده شده R5000 می‌باشد که دارای محیط گرافیکی می‌باشد و از قدرت پردازش سریعی برخوردار است.

فصل دوم: مروری بر روش های تهیه مدل سرعت

۱-۲-۱- مقدمه

هدف از لرزه‌نگاری اکتشافی به دست آوردن اطلاعات و تصویرهای ساختاری زیرسطحی از داده‌های لرزه‌ای است. یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین مراحل برای ساختن این تصویرها، به دست آوردن یک مدل سرعت مناسب و ایده آل از داده‌های لرزه‌ای می‌باشد. در ادامه به بررسی انواع مدل سرعت پرداخته می‌شود.

۱-۲-۲- انواع مدل سرعت لرزه‌ای

شاید بتوان انواع مدل‌های سرعت را به سه دسته تقسیم نمود که اساس این تقسیم‌بندی، به محدودیت‌های روش، انواع مختلف شرایط مرزی و نوع پارامتری کردن مدل وابسته است.

۱-۲-۲-۱- مدل سرعت شبکه‌ای^۱ یا تدریجی

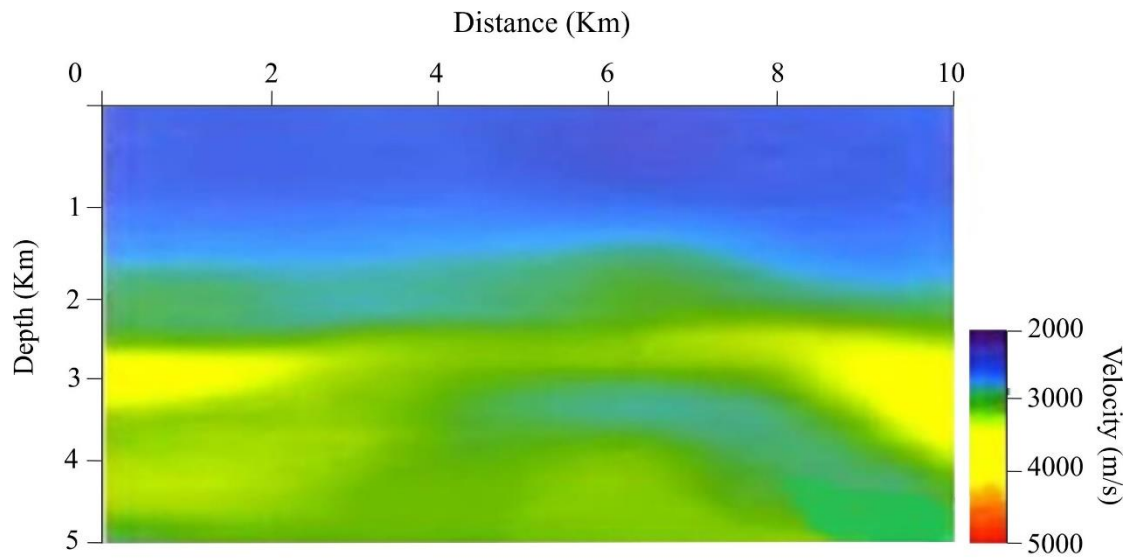
این نوع مدل هیچ‌گونه ناپیوستگی در مدل سرعت ندارد و میزان سرعت بر روی شبکه‌ای متراکم، از نقطه‌ای به نقطه دیگر به تدریج تغییر می‌کند، یا توسط توابع تدریجی در هر نقطه از مدل، تعریف می‌شود. این مدل بیشتر برای داده‌های دریایی به خاطر وجود رژیم‌های سرعت دارای گرادیان فشردگی مناسب است (Jones 2010) (شکل ۱-۲).

۱-۲-۲-۲- مدل سرعت لایه‌ای^۲

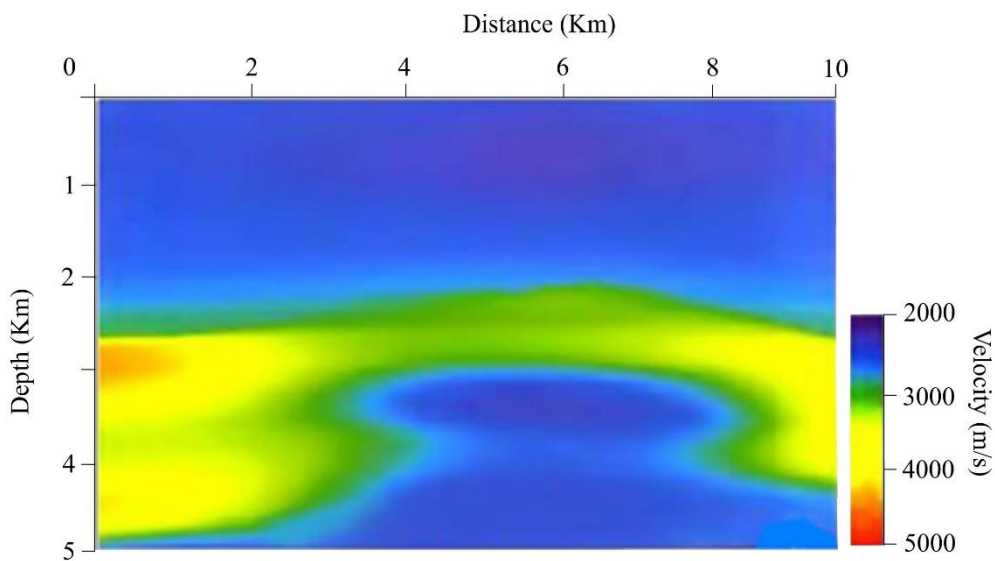
در مدل‌های سرعت لایه‌ای، سرعت در هر لایه ثابت است و یا بر اساس روابط ساده‌ای در جهت افقی یا قائم تغییر می‌کند. مرز سرعت همچنین در مرز بلوک‌ها و یا لایه‌ها ناپیوسته است. این مدل در مناطق دارای لایه‌های با رژیم سرعت و ضخامت بسیار متفاوت، مورد استفاده قرار می‌گیرند. به‌عنوان مثال، می‌توان به محیط‌های با لایه‌های گچ در مقابل شیل یا نمک اشاره نمود (Jones 2010) (شکل ۲-۲).

^۱ Gridded Models

^۲ Layer Base Models



شکل ۲-۱: مدل سرعت برای لایه‌های تخت روی یک مرز گچی با استفاده از مدل شبکه‌ای (Jones 2010)



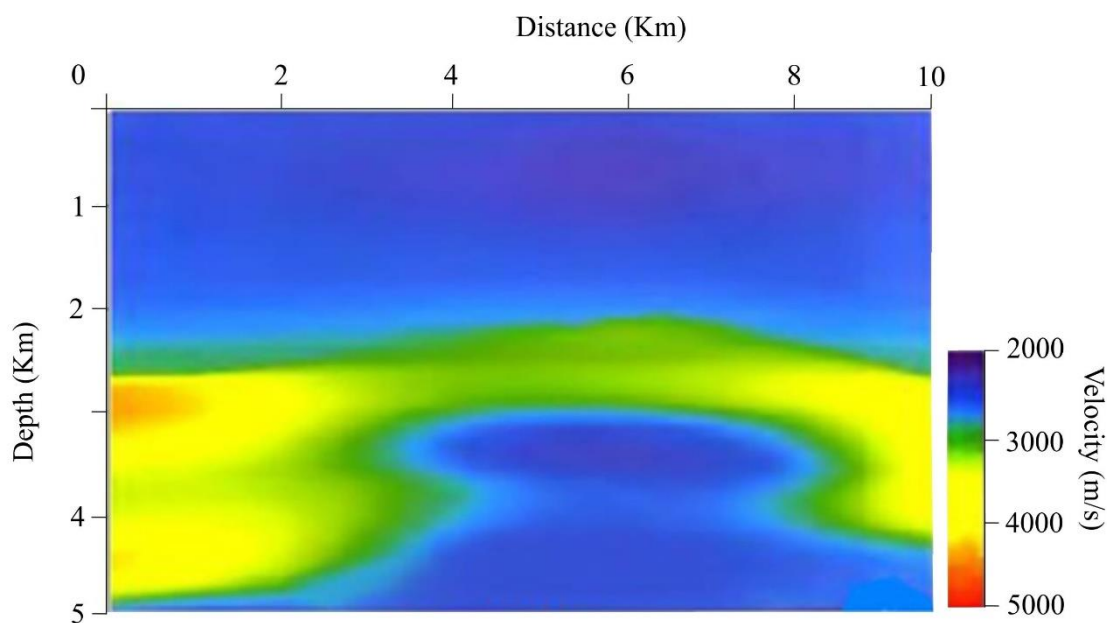
شکل ۲-۲: مدل سرعت برای لایه‌های تخت روی یک مرز گچی با استفاده از مدل لایه‌ای (Jones 2010)

۲-۲-۳- مدل ترکیبی^۱

مدل‌های ترکیبی سرعت شامل یک توده با شکل نامنظم است و با اختلاف سرعتی بالا در یک زمینه از مدل

^۱ Hybrid Models

شبکه‌ای قرار دارد. از این مدل در مناطقی که گرادپان سرعت متوسط می‌باشد و رسوبات به خاطر وجود درصدی از توده‌های نمک یا شیل، حالت پیچیده‌ای را ایجاد کرده است، استفاده می‌شود (Jones 2010) (شکل ۲-۳).



شکل ۲-۳: مدل سرعت برای لایه‌های تخت روی یک مرز گچی با استفاده از مدل ترکیبی (Jones 2010)

از آنجایی که فرآیند آنالیز سرعت و تصحیح برون‌راند نرمال کاملاً به یکدیگر وابسته‌اند و اساس آنالیز سرعت بر مبنای فرآیند به خط شدگی رویداد هذلولی بر مبنای تصحیح برون‌راند نرمال می‌باشد، لذا ابتدا بایستی مفهوم برون‌راند نرمال را بیان کرد.

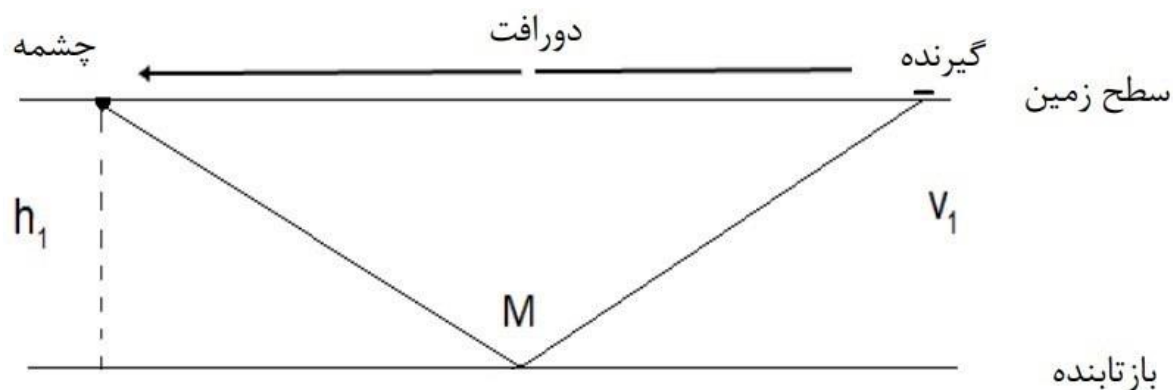
۳-۲- برون راند نرمال^۱

رابطه زمان - سیر برای یک مدل زمین تک لایه افقی روی نیم فضا مطابق شکل ۴-۲ به صورت رابطه (۱-۲) می باشد.

$$t^2 = t_0^2 + \frac{x^2}{v_1^2} \quad (1-2)$$

که x دورافت، v_1 سرعت انتشار موج در لایه و t_0 زمان سیر موج در دورافت صفر می باشد و به صورت $t_0 = \frac{2h_1}{v_1}$

تعریف می شود که h_1 ضخامت لایه است (Sheriff and Geldart 1995).



شکل ۴-۲: مدل زمین تک لایه

همان طور که از رابطه (۱-۲) مشاهده می شود، این رابطه معادله زمان سیر یک هذلولی در صفحه $t-x$ می باشد. با مشخص بودن مقادیر، دورافت و زمان سیر هر دورافت می توان سرعت تشکیل هذلولی زمان سیر را محاسبه کرد. اختلاف زمان رسید برای هر دورافت با زمان سیر در دورافت صفر را برون راند نرمال می گویند که مطابق رابطه (۲-۲) به دست می آید. (Sheriff and Geldart 1995)

^۱ Normal Moveout

(۲-۲)

$$\Delta t_{NMO} = t - t_0 \left[\sqrt{1 + \left(\frac{x}{vt_0} \right)^2} - 1 \right] \left[\frac{x^2}{2v^2 t_0} - \frac{x^2}{4vh} \right]$$

هنگامی که سرعت‌ها کمتر از سرعت واقعی باشند، هذلولی زمان سیر به صورت صاف و افقی در نمی‌آیند و نمودار به سمت بالا انحنا خواهد داشت. به این پدیده بیش تصحیح^۱ می‌گویند. اگر مقدار سرعت‌ها بیشتر از سرعت واقعی بازتابنده باشند، نمودار زمان سیر دچار زیر تصحیح^۲ خواهد شد. اگر تصحیح برون‌راند نرمال با استفاده از سرعت واقعی انجام شود، سبب به خط شدن رویداد بازتابی می‌شود؛ بنابراین اگر معیاری بتواند این میزان به خط شدگی رویداد هذلولی را محاسبه کند، می‌تواند به منظور تعیین سرعت واقعی لایه مورد استفاده قرار گیرد. سرعتی که بهترین به خط شدگی هذلولی زمان سیر را ایجاد می‌کند، همان سرعتی است که بهترین تصحیح برون‌راند نرمال قبل از برانبارش داده‌ها را سبب می‌شود.

هدف از تصحیح برون‌راند نرمال، به خط کردن هذلولی‌های بازتاب برای انجام برانبارش با بیشترین انرژی می‌باشد. در ادامه روش‌های متداول آنالیز سرعت بر مبنای تصحیح برون‌راند نرمال معرفی می‌شوند.

۲-۳-۱- اسکن سرعت ثابت^۳

اسکن سرعت ثابت رکوردهای نقطه میانی مشترک، روشی است که در آنالیز داده‌های لرزه‌ای کاربرد دارد. در این روش، رکورد نقطه میانی مشترک با سرعت‌های ثابت مختلف تصحیح برون‌راند نرمال می‌شود. سپس با مقایسه رکوردهای تصحیح‌شده، مقدار صحیح سرعت برای هر t_0 تعیین می‌شود. مقدار صحیح سرعت برای هر t_0 در واقع همان سرعتی است که رویداد موجود در t_0 مذکور را به بهترین شکل ممکن به خط کرده باشد.

^۱ Over correct

^۲ Under correct

^۳ Constant velocity scan

۲-۳-۲- برانبارش سرعت ثابت (CVS^۱)

در این روش سرعت‌ها در یک بازه سرعت که بازتابنده‌ها در آن برانبارش و پیوستگی خوبی داشته باشند محاسبه می‌شوند. یکی از مواردی که در این روش از اهمیت بالایی برخوردار است، انتخاب گام جستجو است. جهت تعیین گام جستجو، اختلاف برون‌راند بین دو سرعت متوالی در بزرگ‌ترین دورافت تقریباً $1/3$ برابر دوره تناوب غالب داده‌ها در نظر گرفته می‌شود (Griese 2010). روش برانبارش سرعت ثابت، روشی مناسب در محیط‌هایی با ساختارهای پیچیده است. این روش امکان انتخاب مستقیم برانبارش با بهترین پیوستگی را برای مفسر فراهم می‌سازد.

۲-۴- طیف سرعت

طیف سرعت بر اساس همبستگی عرضی بین ردلرزه‌ها در یک CMP عمل می‌کند. این روش برای داده‌هایی با بازتاب‌های چندگانه مناسب‌تر است، ولی در مناطقی با ساختارهای پیچیده، روش CVS مفیدتر واقع می‌شود. نتیجه ردلرزه‌های برانبارش شده برای هر سرعت انتخابی در صفحه $t_0 - v_{rms}$ را طیف سرعت می‌نامند (Griese 2010). با انجام این کار، داده‌ها از حوزه $t - x$ به حوزه $t_0 - v_{rms}$ منتقل می‌شوند. خروجی این روش، بیشترین دامنه برانبارش در سرعت صحیح بازتابنده را حاصل می‌کند. زمانی که نسبت سیگنال به نوفه داده‌ها پایین باشد، دامنه ردلرزه برانبارش شده ممکن است بهترین دامنه برانبارش را نتیجه ندهد. هدف طیف سرعت دستیابی به سرعتی است که مربوط به بیشترین هم‌دوسی سیگنال روی هذلولی زمان سیر در تمام دورافت‌ها می‌باشد.

۲-۵- عوامل مؤثر بر محاسبه طیف سرعت

در ادامه به چند عامل محدودکننده دقت و قدرت در تخمین سرعت داده‌های لرزه‌ای خواهیم پرداخت که

^۱ Constant velocity stack

به‌طور مختصر تأثیر هر یک از عوامل بررسی می‌گردد.

۲-۵-۱- طول دورافت

در شرایط برابر برای رکوردهای CMP، طیف سرعت مربوط به رکورد CMP با طول دورافت کمتر، دچار پهن‌شدگی بیشتر و قدرت تفکیک کمتر نسبت به طیف سرعت مربوط به CMP با طول دورافت بیشتر خواهد داشت (Yilmaz 2001). در نتیجه طول دورافت با کاهش پهن‌شدگی و افزایش قدرت تفکیک رابطه مستقیم دارد.

۲-۵-۲- مقدار فولد^۱

پارامتر فولد از کمیت‌هایی است که نقش مهمی در قدرت تفکیک طیف سرعت دارد. به دلیل اینکه مقدار فولد بالا، بار سنگین محاسباتی و افزایش زمان را به همراه دارد معمولاً رکوردهای با فولد بالا توسط برانبارش جزئی به رکوردهای معادل با فولد کم تبدیل می‌کنند. ولی باید به این نکته توجه کرد که کاهش زیاد فولد افزایش نوفه را در پی دارد؛ بنابراین هرچه مقدار فولد بیشتر باشد، طیف سرعت از کیفیت و قدرت تفکیک بالاتری برخوردار خواهد بود.

۲-۵-۳- نسبت سیگنال به نوفه

نسبت سیگنال به نوفه تأثیر مستقیمی بر کیفیت طیف سرعت دارد. هرچه قدر مقدار نسبت سیگنال به نوفه بیشتر باشد، داده از کیفیت بالاتری برخوردار خواهد بود و تشخیص آنومالی‌های طیف سرعت راحت‌تر انجام می‌پذیرد زیرا قدرت تفکیک و دقت در حضور نوفه پایین، افزایش خواهد داشت.

^۱ Fold

۲-۵-۴- حذف^۱ کردن داده‌های زمان کم - دورافت بلند

در تمام داده‌های لرزه‌ای چه مصنوعی و چه واقعی با اعمال تصحیح برون‌راند نرمال، ایجاد کشیدگی^۲ اجتناب‌ناپذیر است. این عامل در قسمت‌های سطحی و دورافت بلند داده‌های لرزه‌ای تأثیرگذار است. حذف کشیدگی، باعث کاهش فولد خواهد شد. افزایش نوفه و کاهش دقت و قدرت تفکیک را می‌توان از اثرات حذف کشیدگی نام برد.

۲-۵-۵- طول پنجره تحلیل زمانی

انتخاب طول پنجره زمانی، جزء عوامل مؤثر بر محاسبه معیار همدوسی است. هرچه طول پنجره زمانی بزرگ‌تر باشد، کاهش قدرت تفکیک زمانی و افزایش محدوده دست‌چین کردن سرعت را به همراه دارد. برعکس اگر طول پنجره زمانی کوچک انتخاب شود، باعث افزایش رویدادهای کاذب شده و دقت در دست‌چین کردن را کاهش می‌دهد. در عمل طول پنجره تحلیل ۱ تا ۱/۵ برابر دوره غالب موجک لرزه‌ای در نظر گرفته می‌شود. (Yilmaz 2001)

۲-۵-۶- گام دست‌چین کردن سرعت

یکی از عواملی که بر آنالیز سرعت تأثیرگذار است، گام جستجوی سرعت است. در صورتی که گام جستجوی سرعت مقدار بزرگی انتخاب شود باعث دگرنامی^۳ شده و آنومالی‌های سرعت از دست خواهد رفت. در صورت کوچک بودن گام جستجوی سرعت، زمان محاسبات افزایش می‌یابد؛ بنابراین انتخاب گام سرعت مناسب و بهینه، باعث کاهش در زمان انجام محاسبات می‌شود. البته باید اشاره کرد که در حضور ساختارهای دارای پیچیدگی زیاد و تغییرات شدید جانبی سرعت، گام جستجو باید مقدار کمتری انتخاب شود تا از خطرات

^۱ Muting

^۲ Stretch

^۳ aliasing

پردازش و تفسیر نادرست جلوگیری شود.

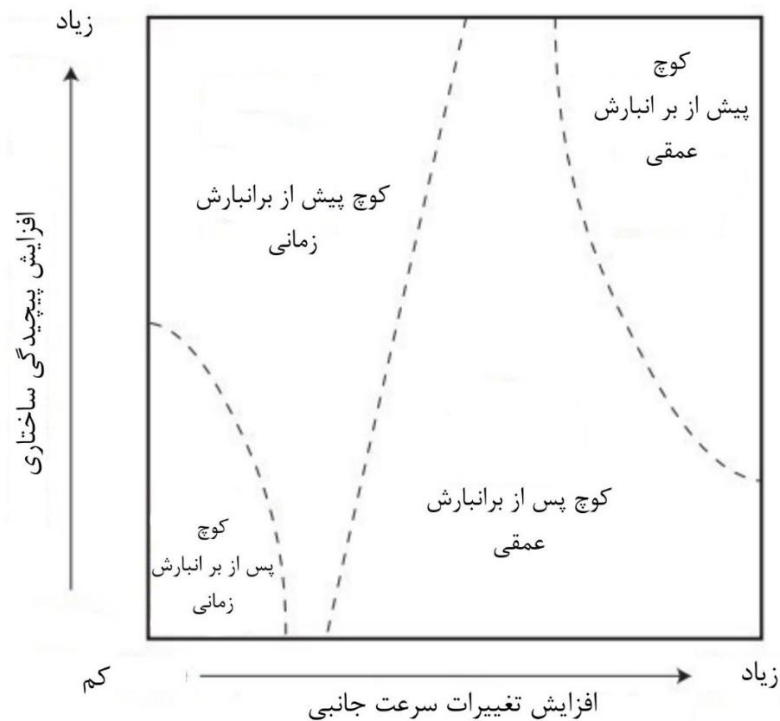
۲-۶-کوچ^۱

۲-۶-۱-تعریف کوچ

کوچ فرایندی است که اثرات ناشی از مسیر انتشار موج در داده‌های لرزه‌ای را برطرف می‌کند. در نتیجه بازتابنده‌های شیب‌دار به موقعیت صحیح خود منتقل شده و امواج پراش^۲ در قله خود متمرکز می‌شوند (Yilmaz 2001). در واقع کوچ از یک مدل سرعت جهت توزیع مجدد انرژی بازتاب‌شده از نقطه میانی مفروض به مکان واقعی خود استفاده می‌کند. همان‌طور که در شکل ۲-۵ نشان داده شده است اگر تغییرات در مدل سرعت شدید باشد باید از کوچ عمقی استفاده شود و اگر ساختار پیچیدگی شدید داشته باشد باید از کوچ پیش از برانبارش استفاده کرد.

^۱ Migration

^۲ Diffraction Waves



شکل ۲-۵: محدوده‌ی اجرای کوچ زمانی و عمقی پیش از برانبارش و پس از برانبارش (Liner 2016)

۲-۷- روش‌های تهیه مدل سرعت

به دست آوردن مدل سرعت در لایه‌های زیرسطحی زمین، همواره مشکل‌ساز و زمان‌گیر بوده است. از این رو برای ساده‌سازی درباره محیط انتشار موج، از یک سری فرضیات استفاده می‌کنند تا مدل سرعت حاصل شود. به دلیل غیرخطی بودن توابع سرعت انتشار موج، تکرار، عضو جدایی‌ناپذیر تمام روش‌های تهیه مدل سرعت است. بدین معنی که با به‌روزرسانی مدل سرعت اولیه در هر تکرار و یا با پیش رفتن به زیر سطح زمین، به‌صورت لایه به لایه، مدل سرعت تهیه می‌شود. استفاده از یک روش برآورد برای تمام ساختارهای زیرسطحی، نادرست است و نباید انتظار نتیجه مناسبی داشت. بلکه هر روشی در ساختارهای خاص خود، بهترین تخمین را نتیجه خواهد داد. به‌عنوان نمونه در ساده‌ترین حالت که شامل بازتابنده‌های افقی در محیطی با تغییرات سرعت قائم (بدون تغییرات سرعت جانبی) است، مقادیر سرعتی که از قانون دیکس به دست می‌آید کافی خواهد بود (Dix 1955). در محیط‌های دارای ناهمگنی جانبی، روش‌های پیچیده‌تری

موردنیاز خواهد بود.

روش‌های ساخت مدل سرعت را می‌توان به دو دسته‌ی کلی تقسیم‌بندی کرد: روش‌های مبتنی بر معکوس سازی اطلاعات زمان سیر موج و روش مبتنی بر کوچ. البته باید خاطر نشان کرد که بسیاری از روش‌های تخمین مدل سرعت، از تلفیق این دو روش بهره می‌گیرند و یا از روش‌های دیگر ارزیابی سازگاری بین مدل و داده‌های لرزه‌ای استفاده می‌کنند (Sava and Hill 2009). در ادامه به معرفی چند روش تهیه مدل سرعت می‌پردازیم.

۲-۷-۱- تهیه مدل سرعت با روش معکوس سازی زمان سیر یا توموگرافی

توموگرافی لرزه‌ای یکی از روش‌هایی است که به‌طور گسترده در علوم زمین و زمین‌شناسی مهندسی به کار می‌رود. این نوع توموگرافی بیشتر در مناطقی که دو چاه هم‌جوار در دسترس باشد برای تعیین ویژگی‌های مهندسی ساختگاه و کاربردهای ژئوتکنیکی (Hyndman and Harris 1996, Angioni et al. 2003)، اکتشافات معدنی (Wong 2000, Greenhalgh et al. 2003)، پیش‌بینی خطرات احتمالی معدنکاری (Hanson et al. 2002)، توصیف مخازن نفتی (Williams et al. 1997) و غیره بکار می‌رود. توموگرافی برای ارائه تصویر، نیازمند مدل ریاضی برای یافتن متغیرهای مدل است. این مدل ریاضی بیانگر ارتباط بین داده‌ها و مجهولات است. از آن‌جا که اندازه‌گیری‌های انجام‌شده بیشتر گسسته هستند، بنابراین حل آن‌ها مستلزم گسسته سازی مدل ریاضی است. مرسوم‌ترین گسسته سازی مدل در توموگرافی لرزه‌ای، تقریب زمین پیوسته با بلوک‌هایی با سرعت (کندی) ثابت است. روش‌های توموگرافی برای شروع محاسبه نیازمند یک برآورد اولیه برای متغیرهای مدل هستند. با به‌کارگیری برآورد اولیه برای متغیرهای مدل، از راه محاسبات مستقیم^۱ و روش‌های ردیابی مسیر پرتو، اولین سری از داده‌های زمان اولین رسید محاسبه

^۱ Forward calculation

می‌شوند. از مشکلات این روش، تعداد زیاد نقاطی است که برای انجام عمل توموگرافی باید دست‌چین شوند. این نقاط، به‌عنوان نقاط تشکیل‌دهنده بازتابنده در مدل در نظر گرفته می‌شوند. در سال‌های اخیر، سعی بر ترکیب روش توموگرافی معکوس سازی زمان سیر، با روش آنالیز سرعت بر اساس کوچ شده است (Griese 2010). با استفاده از تکنیک ردیابی پرتو بر روی مدل سرعت اولیه، زمان سیر رخدادها، مدل‌سازی می‌شوند. با کمینه‌سازی اختلاف بین زمان سیرهای اندازه‌گیری شده و زمان سیرهای مدل‌سازی شده، می‌توان مدل اولیه را بهبود بخشید و پس از چند تکرار، به یک مدل سرعت بهینه دست‌یافت. بدین منظور معمولاً مدل اولیه از منابع اطلاعاتی دیگری مثل نگاره‌های چاه با میزان دقت قابل قبول تعیین می‌شود (Griese 2010).

۲-۷-۲- تهیه مدل سرعت با استفاده از روش‌های مبتنی بر کوچ

آنالیز سرعت کوچ بر اساس معادله موج، یک فرآیند بهینه‌سازی غیرخطی، به‌منظور تخمین سرعت کوچ با استفاده از معادله موج می‌باشد (Biondi and Sava 1999). برای تهیه مدل سرعت کوچ پیش از برانبارش، داده لرزه‌ای، پیش‌پردازش شده و بر اساس مقاطع دورافت مشترک^۱، مرتب می‌شوند. در این مرحله برای انجام اولین مرتبه کوچ عمقی باید یک مدل سرعت اولیه تهیه شود. سپس با استفاده از این مدل سرعت، مقاطع دورافت مشترک مذکور کوچ داده می‌شود. از داده‌ی کوچ یافته، چند رکورد تصویر مشترک^۲ (CIG) انتخاب می‌شود. انتخاب محل این رکوردها به عواملی همچون وجود آنومالی سرعت در آن ناحیه و یا هدف مطالعاتی خاص در آن محل، بستگی دارد.

با توجه به شکل ۲-۶ الف در صورت درستی مدل سرعت، رکوردهای دورافت مشترک، به‌درستی کوچ یافته و بازتابنده در هر رکورد دورافت مشترک، عمق یکسانی دارد؛ بنابراین رخدادهای مربوط با آن بازتابنده، در رکوردهای تصویر مشترک افقی و تخت خواهند شد. همان‌گونه که در شکل ۲-۶ ب مشاهده می‌گردد،

^۱ Common offset gather

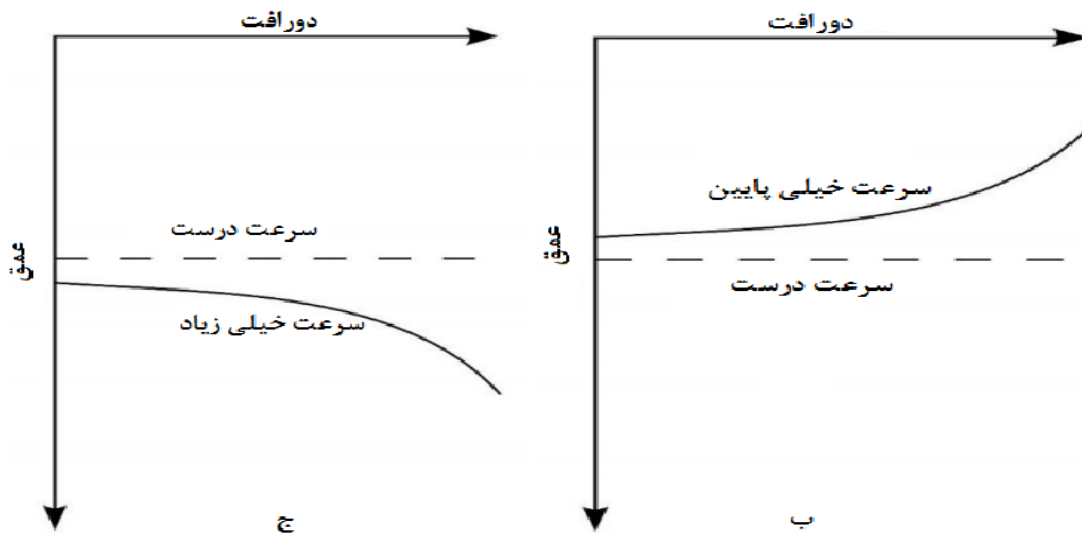
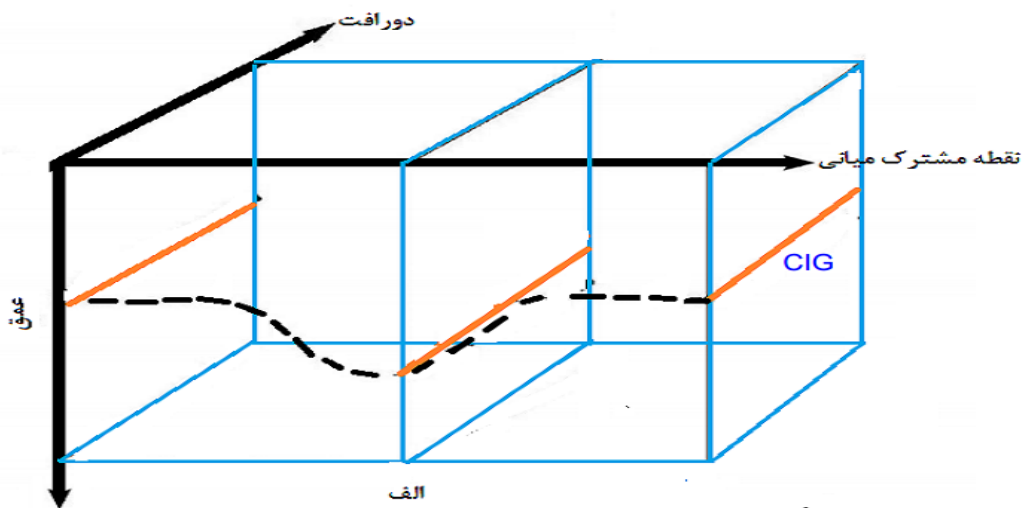
^۲ Common image gather

در صورت کمتر بودن مقدار سرعت کوچ از مقدار دقیق، رخداد‌های موجود در رکورد تصویر مشترک، بیش تصحیح شده و به سمت بالا منحرف می‌شوند. شکل ۲-۶ ج نشان می‌دهد که در صورت تخمین بیشتر مقدار سرعت کوچ از مقدار واقعی، رخداد‌های موجود در رکورد تصویر مشترک، زیر تصحیح می‌شوند و به سمت پایین منحرف خواهند شد.

معمولاً در اولین مرحله به‌روزرسانی مدل، رخداد‌های موجود در رکورد تصویر مشترک، افقی نخواهند بود و دارای برون‌راند می‌باشند. جهت برطرف کردن این انحراف از حالت افقی، می‌توان از آنالیز برون‌راند باقیمانده^۱ استفاده کرد؛ اما در صنعت، استفاده از روش معکوس برون‌راند نرمال^۲، ترجیح داده می‌شود (Griese 2010). در مرحله بعد، رکورد تصویر مشترک مذکور تحت فرایند معکوس برون‌راند نرمال قرار گرفته و مشابه با روند تهیه مدل سرعت برانبارش، طیف سرعت با استفاده از رابطه‌ی شباهت به دست می‌آید. سپس در طیف سرعت به‌دست‌آمده، نقاط با بیشینه مقدار هم‌دوسی مشخص می‌شوند. با انتخاب سرعت‌های متناظر با این نقاط، مدل سرعت جدیدی حاصل می‌شود که با استفاده از این مدل، مجدداً کوچ عمقی بر روی مقطع لرزه‌ای انجام‌شده و رکورد‌های تصویر مشترک جدید استخراج می‌شوند. این مراحل تا رسیدن به افقی‌ترین حالت رکورد تصویر مشترک، ممکن است چند بار تکرار شوند و در آخرین تکرار، مدل سرعت به‌دست‌آمده با درونیابی به مدل سرعت نهایی کوچ تبدیل می‌شود (Jones 2003).

^۱ Residual Move Out(RMO)

^۲ Invers Normal Move Out



شکل ۲-۶: الف) رکورد تصویر مشترک مسطح بعد از کوچ عمقی پیش از برانبارش. ب) در صورتی که سرعت کمتر از سرعت واقعی باشد، رکورد تصویر مشترک بیش از اندازه تصحیح شده و بازتابنده به سمت بالا کشیده می شود. ج) در صورتی که سرعت کوچ تخمین زده شده، بیشتر از سرعت واقعی باشد، رکورد تصویر مشترک کمتر از اندازه تصحیح شده و بازتابنده به سمت پایین کشیده می شود.

۲-۸- خطای مدل سرعت

در فرآیند کوچ، سرعت نقش اساسی را ایفا می کند. بدین صورت که استفاده از سرعت نادرست، تبعات جبران ناپذیری را برای تصویرسازی لرزه‌ای به ارمغان خواهد آورد. اطلاعات نادرست سرعت باعث خواهد شد

که مطابق با سرعت تخمینی پایین تر یا بالاتر، داده‌ها به ترتیب، یا کم کوچ یافته^۱ و یا زیاد کوچ یافته^۲ گردند؛ بنابراین شناخت عواملی که باعث عدم قطعیت در مدل سرعت می‌شوند مهم است (Zhang 1960).

عواملی که باعث ایجاد عدم قطعیت در مدل سرعت می‌شوند را می‌توان به دو گروه تقسیم‌بندی کرد. گروه اول محدودیت‌های داده‌های لرزه‌ای^۳ است که به‌عنوان نمونه می‌توان به طول پروفیل محدود، پهنای باند محدود سیگنال و عدم پیوستگی در ثبت امواج در حوزه مکان اشاره نمود. گروه دوم شامل فرضیات و ساده‌سازی‌های مورداستفاده در محیط انتشار امواج، تصحیح استاتیک نادرست و آرایه برداشت نامنظم است که تأثیرات مخربی در پردازش و تفسیر دارند (Zhang 1960). تمام موارد ذکرشده باعث ایجاد برون‌راند غیر هذلولی می‌شوند. برون‌راند نرمال غیر هذلولی شکل می‌تواند منجر به بروز خطاهای سیستماتیک در تخمین سرعت شود (Brown 1969).

۹-۲- تأثیر خطای مدل سرعت بر نتیجه کوچ

در فرایند کوچ، فرض بر این است که مدل سرعت استفاده‌شده، مدل سرعت درستی است. در حقیقت مطالعات انجام‌شده نشان داده که مدل سرعت تخمین زده‌شده، در نهایت حاوی چند درجه‌ای از عدم قطعیت خواهد بود که به‌منظور ایجاد خطا در نتیجه کوچ، به‌اندازه کافی بزرگ است (Zhang 1960).

۹-۲-۱- آنالیز سرعت کوچ (MVA^۴)

آنالیز سرعت کوچ یکی از مهم‌ترین بخش‌های تصویرسازی داده‌های لرزه‌ای است. صرف‌نظر از این که کوچ در حوزه زمان و یا عمق صورت گیرد، یافتن مدل سرعت دقیق برای تصویرسازی لرزه‌ای کار آسانی نیست.

^۱ Under-migrated

^۲ Over-migrated

^۳ Experiment Imperfections

^۴ Migration Velocity Analysis

ساختن مدل مناسب برای فرایند کوچ، به دقت الگوریتم کوچ و کیفیت داده‌های لرزه‌ای وابسته است. همچنین در محیط همسانگرد، کوچ نتیجه‌ی قابل قبولی را به دست می‌دهد؛ ولی تخمین مناسبی از پارامترهای مدل سرعت در محیط ناهمسانگرد، قدری دشوار است.

هدف استفاده از روش‌های آنالیز سرعت، دستیابی به سرعتی است که تخمین‌های مدل اولیه‌ی سرعت را بهبود ببخشد (Bednar 2013). آنالیز سرعت کوچ یک بخش ثابت از کاربردهای کوچ زمانی پیش برانبارش است که هم به‌عنوان ابزاری جهت تخمین سرعت (Deregowski 1986) و هم به‌عنوان ابزاری برای برانبارش بهینه مقاطع لرزه‌ای کوچ یافته و مدل‌سازی داده دورافت صفر جهت کوچ عمقی عمل می‌کند (Kim et al. 1997). تلاش‌های فراوان و قابل توجهی در راستای توسعه روش‌های جدید آنالیز سرعت کوچ (MVA) صورت گرفته است. به خاطر سادگی و درک ساده آن، آنالیز برون‌راند باقیمانده^۱ به یکی از ابزارهای موردعلاقه جهت آنالیز سرعت کوچ تبدیل شده است (Liu and Bleistein 1995) در رایج‌ترین حالت، آنالیز سرعت کوچ، به تصحیح برون‌راند باقیمانده بر روی رکوردهای نقطه بازتاب مشترک (CRP^۲) می‌پردازد. با این حال در مورد بازتابنده‌های شیب‌دار، این تصحیح، تمرکز بهینه‌ای از انرژی بازتابش را فراهم نمی‌کند. چراکه تصحیح برون‌راند باقیمانده، جابجایی جانبی بازتابنده‌ها ناشی از تغییر در سرعت کوچ را محاسبه نمی‌کند (Fomel 2003). تصحیح برون‌راند باقیمانده شبیه به فرایند آنالیز سرعت برون‌راند نرمال متداول می‌باشد که در آن مشکل عدم تمرکز بازتاب‌ها بر روی نقطه عمقی مشترک، به کمک تصحیح برون‌راند شیب^۳ DMO حل می‌شود (Hale 1991).

^۱ Residual moveout (RMO)

^۲ Common Reflection Point

^۳ Dip Moveout

فصل سوم: تئوری روش

۳-۱- کوچ کیرشهف

کوچ یک قدم اساسی در تهیه ساختار زیرسطحی از داده‌های لرزه‌ای ثبت شده است. کوچ انتگرال کیرشهف بر روی حیطة $x-t$ و $x-z$ صورت پذیر است (Zhu and Lines 1998). کوچ کیرشهف بر اساس معادله موج می باشد که به صورت ریاضی پدیده موج لرزه‌ای را توضیح می دهد. کوچ کیرشهف اولین پروژه دیجیتال کوچ است که برای جمع بندی هذلولی‌ها^۱ در تصویرسازی لرزه‌ای توسعه یافت. کوچ کیرشهف، کوچی می باشد که بر پایه‌ی جمع پراش‌ها عمل می کند (Schneider 1971).

۳-۱-۱- تئوری کوچ کیرشهف

این روش بر روی حل انتگرال (حل جمع بندی) استوار است. کوچ کیرشهف، کوچی است که به صورت فراوان در اکتشافات لرزه‌ای بکار می رود که به خاطر انعطاف پذیری و راندمان بالای محاسباتی می باشد (Long 2004). روش کیرشهف از همان هندسه و اصول جبهه موج لرزه‌ای استفاده می کند که در جمع پذیری پراش‌ها^۲ است. شکل ۳-۱ یک ساختار زمین شناسی با نقاط پراکندگی را نشان می دهد. فرض می شود که چشمه و گیرنده در یک موقعیت بر روی سطح قرار دارند و نقطه بازتابنده در زیر سطح^۳ انرژی موج را به گیرنده منعکس می کند (آفت صفر) (Bancroft 2007b). منحنی پراش هذلولی در شکل ۳-۱ ب، پاسخ لرزه‌ای مدل زمین شناسی با نقاط پراکندگی است. کوچ مقطع لرزه‌ای با جمع شدن هذلولی پراش به نقطه قله^۴ آن به دست می آید (Bancroft 2007b). این امر جزء پایه و اساس اولین الگوریتم کامپیوتری کوچ می باشد. بدین معنی که هر بازتابنده‌ای را می توان با قرارگیری نامحدود نقاط پراش کوچک در کنار هم تعریف نمود. همان طور که در شکل ۳-۲ می بینید ترکیب نامحدود پاسخ‌های زمانی می تواند به حذف هذلولی‌ها ختم

^۱ hyperbolic summation

^۲ diffraction summation

^۳ Subsurface

^۴ Apex

شود که با اثرات نقطه پایانی^۱ و یک شیب ظاهری مربوط به بازتاب واقعی این کار صورت می‌گیرد. روش کیرشهف قله منحنی پراش را به‌عنوان نقطه حقیقی بازتابنده در نظر می‌گیرد. هر نقطه روی خروجی مقطع کوچ مستقل عمل می‌کند و با اضافه کردن تمام دامنه‌ها در طول منحنی پراش تولید می‌شود و نتیجه آن روی قله در نظر گرفته می‌شود (منعکس می‌شود). تفاوت بین جمع پراش و روش کیرشهف این است که روش کیرشهف، دامنه‌ها و فاز را برای سه ضریب قبل از جمع‌بندی تصحیح می‌کند که شامل: ضریب انحراف^۲، ضریب واگرایی^۳، ضریب تغییر دهی^۴ موجک. ضریب انحراف مربوط به زاویه برخورد است که کدام انرژی از نقطه بازتاب به هر گیرنده می‌رسد. واگرایی^۳ ضریب دوم است که مربوط به واپاشی دامنه^۵ انرژی جبهه موج^۶ است که در رابطه با معکوس مربع فاصله طی شده از چشمه می‌باشد. تصحیح تغییر دهی^۴ موج، دامنه و فاز اعوجاجاتی^۷ که در اثر انتشار جبهه موج اتفاق افتاده است را احیا می‌کند.

^۱ end-point effects

^۲ obliquity

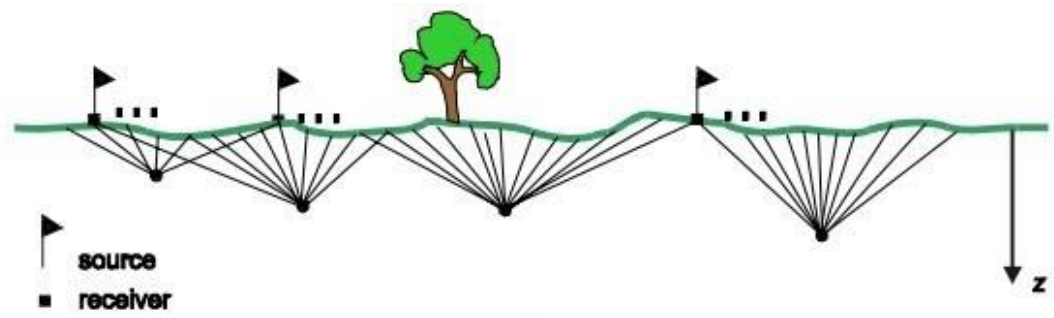
^۳ Spherical divergence

^۴ wavelet shaping

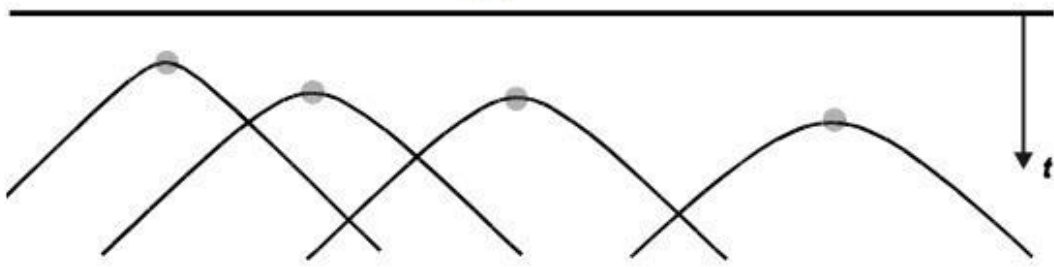
^۵ amplitude decay

^۶ wavefront

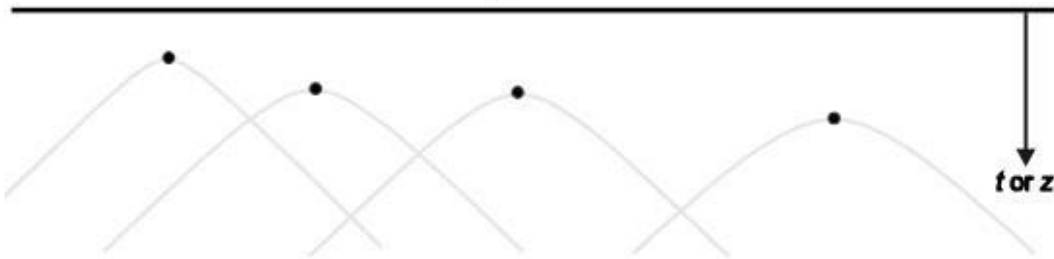
^۷ distortions



الف

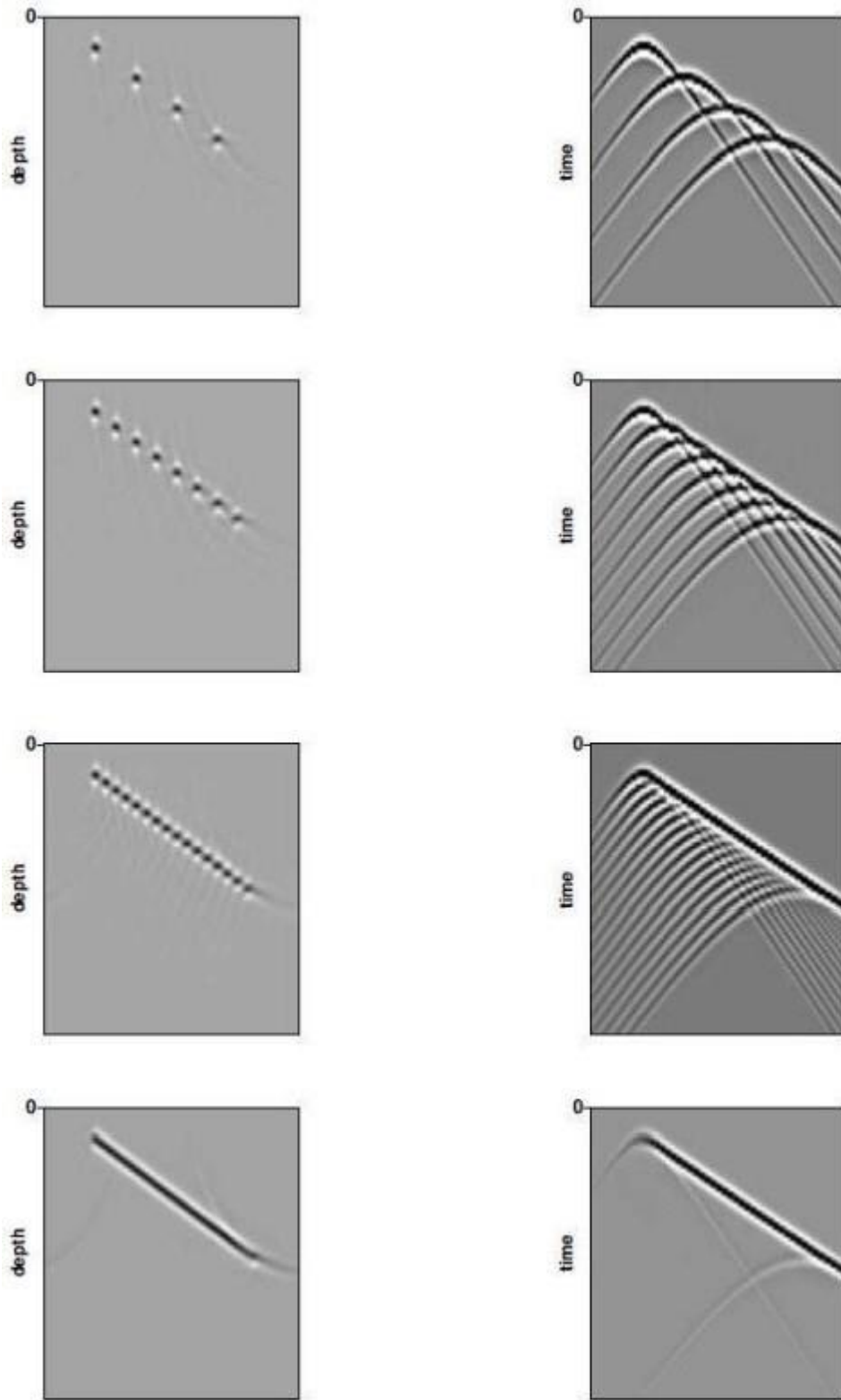


ب



ج

شکل ۳-۱: الف) ساختار زمین شناسی ب) مقطع لرزه‌ای که هذلولی‌ها را نشان می‌دهد ج) کوچ مقطع لرزه‌ای (Bancroft 2007b)

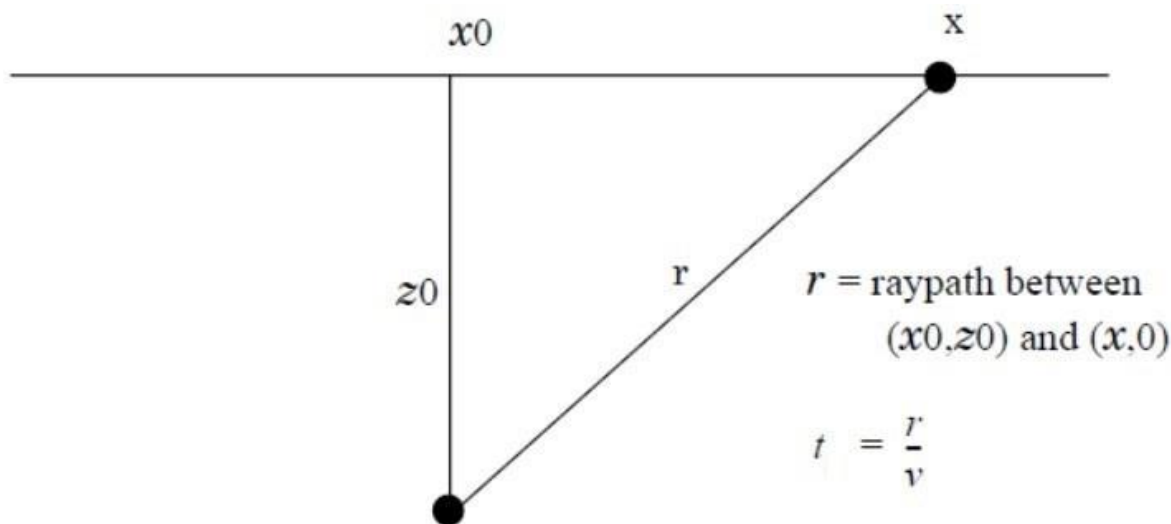


شکل ۳-۲: سمت چپ نقاط بازتابنده و سمت راست پاسخ لرزه‌ای نقاط (Drijkoningen 2012)

کوچ کیرشهف به صورت رابطه (۱-۳) تعریف می شود که نقطه کوچ داده شده است، t زمان جابجایی بین نقطه (x_0, z_0) و نقطه $(x, 0)$ است.

$$\text{Migrated Section } (x_0, z_0) = \sum_{\text{all aperture data}} \text{Scale factor} \quad (1-3)$$

* phase factor[input section(x, t)]



به عبارت دیگر، کوچ کیرشهف توسط روش جمع پراش انجام می شود، همراه با ضریب مقیاس دهی و جابجایی فاز پیش از جمع. ضرایب مقیاس و فاز برای بازسازی صحیح دامنه و فاز نتیجه کوچ معتبر هستند. کوچ کیرشهف می تواند به عنوان کوچ زمان با استفاده از سرعت های RMS و پرتوهای مستقیم و یا به عنوان کوچ عمق با استفاده از یک مدل سرعت میانی و ردیابی پرتو انجام شود.

۳-۲- برتری کوچ پیش از برانبارش عمقی

امروزه روش کوچ زمانی پیش از برانبارش (PSTM^۱) در مناطق دارای پیچیدگی ساختاری و تغییرات سرعت جانبی، کمتر مورد استفاده قرار می گیرد که این مسئله به دلیل دقت پایین تصویرسازی لرزه ای در حضور

^۱ PreStack Time Migration

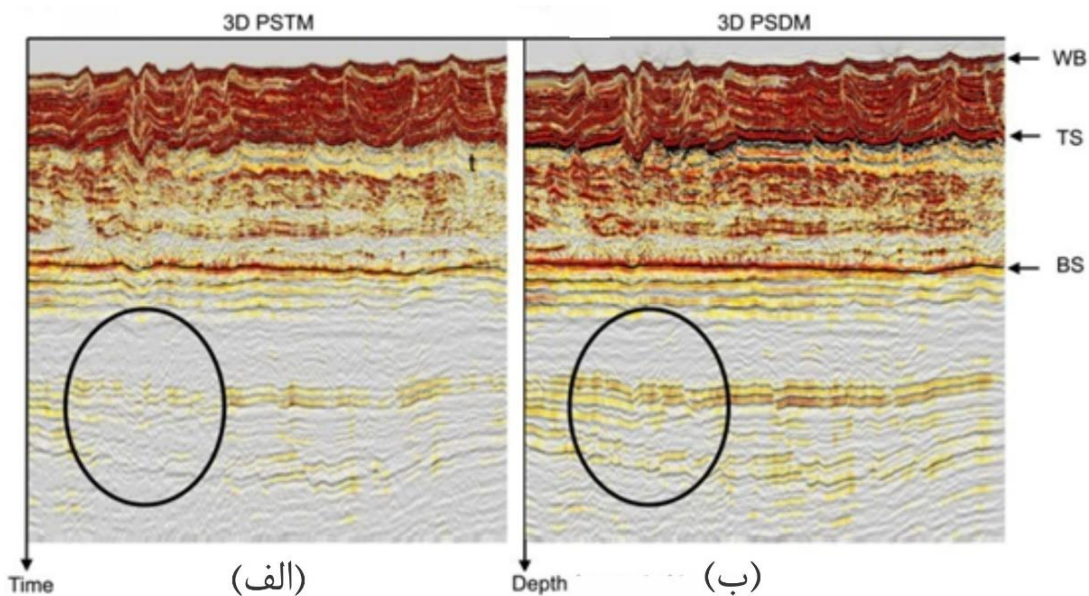
لایه‌های پرسرعت می‌باشد. روش کوچ زمانی پیش از برانبارش نسبت به تغییرات سرعت، مقاوم است در نتیجه موقعیت و شیب پدیده‌ها را به‌درستی نشان نمی‌دهد. در صورت وجود تغییرات شدید جانبی سرعت، کوچ زمانی تصویر لرزه‌ای دقیقی از زیر سطح ارائه نمی‌کند. در این مواقع کوچ عمقی باید انجام پذیرد که در صورت استفاده از مدل سرعت مناسب، تصویر لرزه‌ای به‌مراتب بهتری نسبت به کوچ زمانی تحویل می‌دهد (Yilmaz 2001).

در شکل ۳-۳ دو مقطع PSTM و PSDM هم مقیاس شده به نمایش گذاشته شده است. همان‌طور که در شکل ۳-۳ ب مشخص است انتهای نمک ^۱BS، دارای کیفیت بهتری نسبت به مقطع PSTM در شکل ۳-۳ ب می‌باشد. لایه‌های نمک مابین ابتدای نمک ^۲TS تا انتهای نمک در شکل ۳-۳ ب به‌مراتب بهتر به تصویر کشیده شده است. در قسمت مشخص شده به‌صورت بیضی در شکل ۳-۳ ب، لایه‌های زیر نمک دارای پیوستگی و قدرت تفکیک بالاتری نسبت به بیضی شکل ۳-۳ الف در مقطع PSTM است. لایه‌های بین کف دریا ^۳WB تا ابتدای نمک، دارای قدرت تفکیک بهتری در مقطع PSDM می‌باشد.

^۱ Base Salt

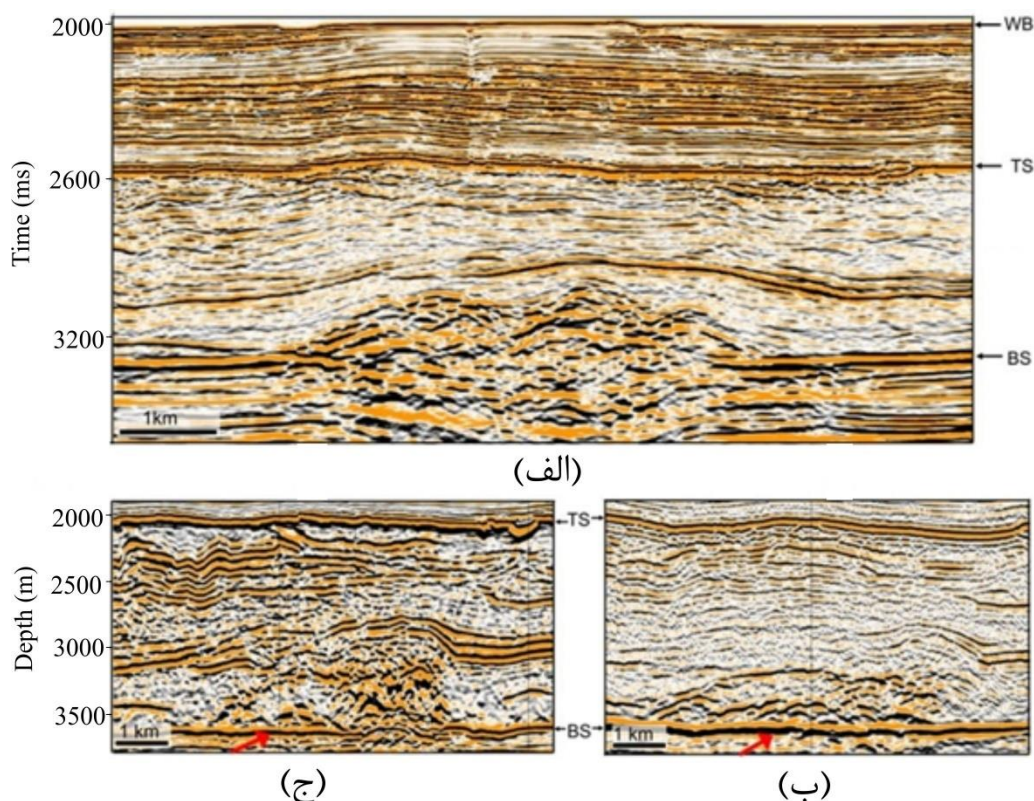
^۲ Top Salt

^۳ Water Bottom



شکل ۳-۳: الف) مقطع PSTM (ب) مقطع PSDM هم‌مقیاس با مقطع زمان. در قسمت دایره تفاوت بین PSDM و PSTM کاملاً واضح می‌باشد (Feng and Reshef 2016).

یکی دیگر از مثال‌هایی که در آن می‌توان به برتری PSDM نسبت به PSTM پی برد در شکل ۳-۲ نشان داده شده است. شکل ۴-۳ الف مقطع PSTM و شکل ۴-۳ ب مقطع PSDM همان محدوده (برداشت قدیمی) و شکل ۴-۳ ج مقطع PSDM جدیدتر را نشان می‌دهد. البته مقاطع PSDM شکل ۴-۳ ب و ج از قسمت ابتدای نمک تا انتهای نمک را نشان می‌دهد. در شکل ۴-۳ الف مرز انتهای نمک به درستی مشخص نشده است و در میانه آن کاملاً بهم‌ریخته است، ولی در مقاطع PSDM شکل ۴-۳ ب و ج انتهای نمک به خوبی مشخص گردیده است. با پیشرفت علم و فناوری در شکل ۴-۳ ج مقطع PSDM کیفیت بهتری را نشان می‌دهد که لایه‌های درون نمک نیز مشخص گردیده است.



شکل ۳-۴: الف) مقطع PSTM (ب) مقطع PSDM مربوط به سال ۱۹۹۰ ج) مقاطع PSDM مربوط به سال ۲۰۰۲. در قسمت ج لایه‌های مربوط به نمک دارای کیفیت بهتری نسبت به دو مقطع الف و ب هستند (Feng and Reshef 2016).

کوچ پیش از برانبارش عمقی غالباً می‌تواند افزایش چشمگیری را در تصویرسازی لرزه‌ای ارائه دهد. در نتیجه نسبت به کوچ زمانی با کاهش خطای حفاری همراه است. کوچ عمقی به‌عنوان مناسب‌ترین کوچ برای مناطقی که روباره پیچیده همراه با تغییرات سرعت جانبی شدید همراه است، شناخته می‌شود (Rastogi et al. 2000, Audebert et al. 1997). محور قائم مقاطع حاصل از کوچ زمانی به‌صورت زمان می‌باشد، همان‌طور که در داده برداشت‌شده، محور قائم، زمان است و فرض می‌شود که موج لرزه‌ای به‌صورت پرتوهای مستقیم انتشار یافته‌اند در صورتی که در واقعیت این‌طور نیست. در کوچ پیش از برانبارش عمقی، محور قائم، عمق است که از طریق زمان رسیده‌های به‌دست‌آمده توسط ردیابی پرتو با استفاده از قانون اسنل حاصل می‌شوند. محاسبه زمان رسیده‌ها در کوچ عمقی، از چشمه به نقطه بازتابنده و بازگشت به گیرنده

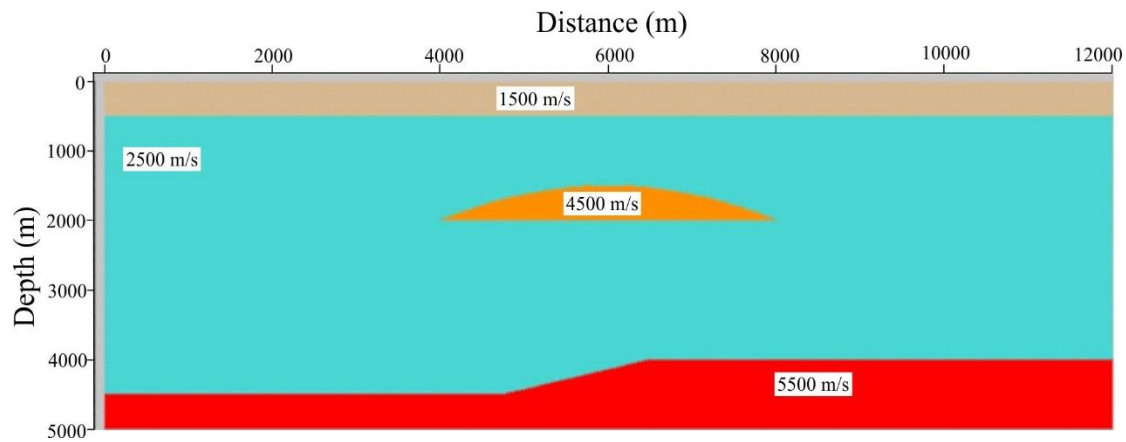
به صورت لایه به لایه انجام می‌گیرد.

کوچ عمقی، موقعیت عمقی بازتابنده‌ها را متناسب با مدل سرعت ورودی برای کوچ، تصحیح می‌کند. کوچ پیش از برانبارش عمقی، به مدل سرعت، بسیار بیشتر از کوچ پیش از برانبارش زمانی حساس است. در نتیجه کوچ پیش از برانبارش عمقی به مدل سرعت دقیق‌تری نسبت به کوچ پیش از برانبارش زمانی نیاز دارد. معمولاً بهترین نتیجه برای تصویرسازی لرزه‌ای، از کوچ عمقی حاصل می‌شود. به دلیل وجود مزایایی چون تصویرسازی بهتر شیب‌ها و انعطاف‌پذیری بالا در محاسبات، از کوچ پیش از برانبارش عمقی کیرشهف استفاده گردیده است (Long 2004).

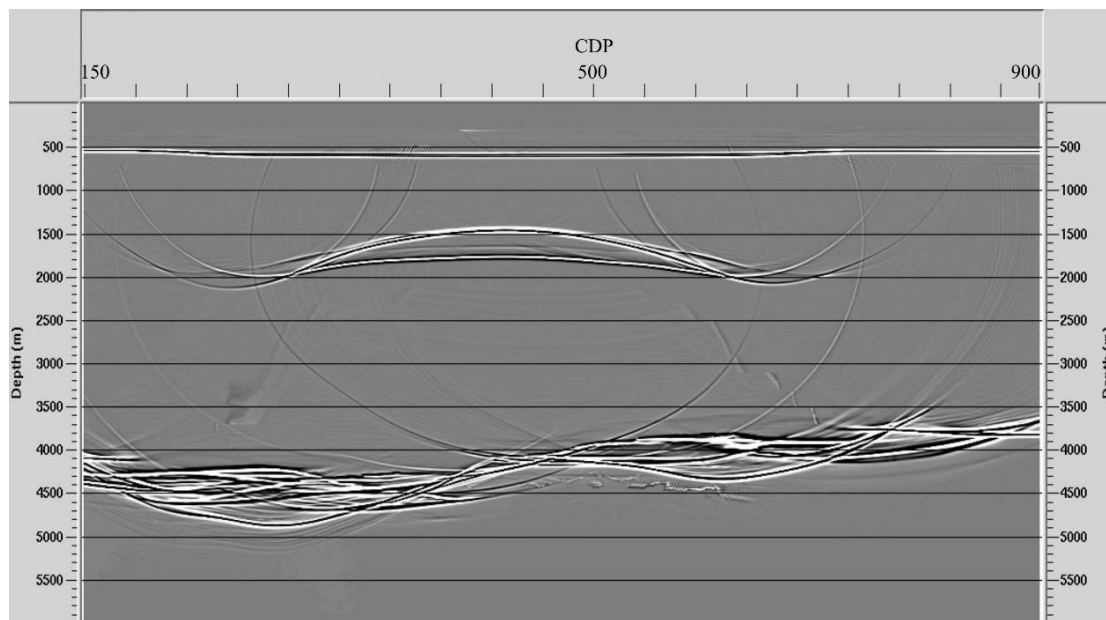
۳-۳- بازه^۱ کوچ

بازه در فرایند کوچ، به فاصله‌ای اطلاق می‌گردد که در درون آن، رخداد‌های پراش و یا بازتاب در فرایند کوچ دخالت داده می‌شوند. بازه کوچ با افزایش عمق و شیب بازتابنده‌ها رابطه مستقیم دارد. به این صورت که هرچه بازتابنده شیب‌دارتر باشد، مقدار بازه کوچ باید بیشتر در نظر گرفته شود. در نظر گرفتن بازه کوچ با مقدار کمتر از حد مناسب باعث می‌شود که رویدادهای شیب‌دار به‌درستی تصویر نشوند و پراش‌ها در مقطع کوچ باقی بمانند. همچنین انتخاب یک بازه کوچ بزرگ‌تر از حد مناسب، باعث پدیدار شدن عملگر کوچ می‌شود و کیفیت مقطع کوچ را کاهش می‌دهد (Liu and Bancroft 2002). برای درک بهتر اهمیت این موضوع، یک مدل مصنوعی ۴ لایه مطابق شکل ۳-۵ با سرعت‌های مختلف ایجاد شده است. شکل ۳-۶ مقطع کوچ مربوط به مدل مصنوعی شکل ۳-۵ می‌باشد. استفاده از بازه کوچ زیاد باعث شده است که عملگرهای کوچ در مقطع ظاهر شوند و کیفیت مقطع کاهش یابد.

^۱ aperture

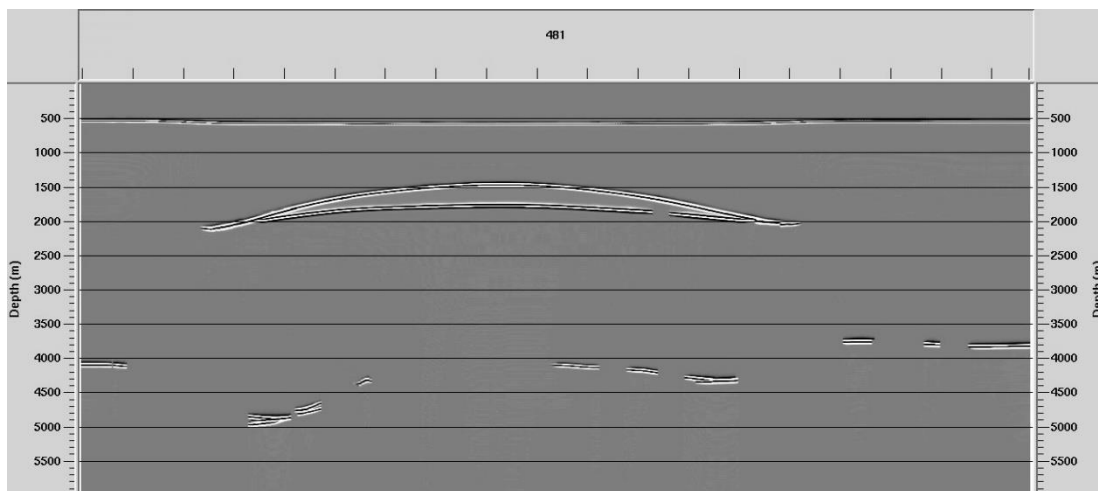


شکل ۳-۵: مدل مصنوعی ایجاد شده



شکل ۳-۶: اثرات بازه کوچ زیاد در مقطع کوچ شده مدل مصنوعی

در شکل ۳-۷ تأثیر استفاده از بازه کوچ با مقدار کم، در داده مصنوعی شکل ۳-۵ مورد بررسی قرار گرفته است. در قسمت‌های زیر لایه پرسرعت، قطع شدگی دیده می‌شود. پراش‌ها در مقطع کوچ شده به درستی تصویرسازی نشده‌اند و در اثر استفاده از بازه کوچ با مقدار پایین‌تر از حد مناسب باعث حذف شدن بازتابنده شده است.



شکل ۳-۷: اثر دهانه کوچ کم در داده مصنوعی و قطع شدگی لایه

از روش‌هایی که برای به دست آوردن میزان مناسب دهانه کوچ بکار رفته‌اند می‌توان به روش تعیین بازه از روی حد آستانه‌ای دامنه^۱ اشاره کرد که در آن ابعاد بازه پراش برابر فاصله‌ای از قله پراش در نظر گرفته می‌شود که دامنه موج پراش در آن نقطه، درصد مشخصی از دامنه پراش در قله است. معمولاً درصد حد آستانه دامنه پراش بین ۱۰ تا ۳۰ درصد دامنه هذلولی پراش در قله در نظر می‌گیرند ولی به خاطر کاهش نوفه در نزدیک سطح و وضوح بیشتر در اعماق، مقدار ۳۰ درصد دامنه قله پراش پیشنهاد می‌گردد. (Rastogi and Phadke 2002).

۳-۴- تأثیر توپوگرافی شدید در تصویرسازی لرزه‌ای

در مناطقی که توپوگرافی شدید وجود دارد و همچنین با تغییرات سرعت در نزدیک سطح همراه باشد، جابجایی‌های استاتیکی^۲، باعث به هم ریختگی موج شده و کاهش کیفیت تصویر لرزه‌ای را به همراه دارد (Xu and Zhang 2017). محاسبه مدل سرعت به حد کافی مسئله‌ای هزینه‌بر و مشکل‌ساز است و اگر داده ثبت شده با کیفیت پایین در مناطق توپوگرافی شدید به آن نیز اضافه شود، وضعیت تصویرسازی وارد مرحله

^۱ diffraction amplitude cutoff

^۲ static shift

جدیدی از دشواری می‌شود. به‌منظور حل مشکل توپوگرافی شدید همراه با تغییرات جانبی سرعت می‌توان از میزان تخت‌شدگی رویدادها در رکوردهای تصویری^۱ با استفاده از آنالیز برون‌راند باقی‌مانده استفاده نمود که ساختن مدل سرعت در وجود توپوگرافی شدید را بهبود می‌دهد.

۳-۵- رکوردهای تصویری مشترک در آنالیز سرعت کوچ

آنالیز سرعت کوچ برای به دست آوردن مدل سرعت، به‌خصوص در محیط‌های پیچیده برای تصویرسازی لرزه‌ای استفاده می‌شود. به این صورت که به خط بودن رخدادها در رکوردهای تصویری مشترک، کنترل می‌شود و با توجه به میزان افقی نبودن آن‌ها، مدل سرعت به‌روزرسانی شود.

رکوردهای تصویری مشترک در آنالیز سرعت کوچ به‌صورت گسترده استفاده می‌شود. هرگونه رویداد غیرمتمرکز^۲ که در زیر سطح به‌صورت مسطح نباشد، رکوردهای تصویری مشترک مربوط به مدل سرعت آن باید موردبررسی قرار گیرد. رویدادهای غیرمتمرکز، رویدادهایی هستند که باعث کاهش دامنه بازتابنده پس از فرآیند برانبارش می‌شود. رویدادهای بازتابی بر اساس سرعت کوچ می‌تواند تخت، دارای انحنا به سمت بالا یا انحنا به سمت پایین باشد که به ترتیب، نتیجه سرعت صحیح، سرعت پایین‌تر از مقدار واقعی و سرعت بالاتر از مقدار واقعی می‌باشند. تلاش‌هایی به‌منظور استفاده از رکوردهای تصویری مشترک در روش‌های معادله موج صورت گرفت که استفاده از رکورد تصویری مشترک در حوزه دورافت^۳ و حوزه زاویه^۴ را می‌توان نام برد (Prucha et al. 1999, Sava and Fomel 2003).

هرچند رکوردهای تصویری مشترک در روش معادله موج مانند RTM^۵ نیز می‌توان استفاده نمود

^۱ Image Gather

^۲ Defocused

^۳ offset domain CIG (ODCIG)

^۴ angle domain CIG (ADCIG)

^۵ Reverse Time Migration

ولی به خاطر محاسبات زیاد مخصوصاً در داده‌های 3D به صرفه نیست (Kalita and Alkhalifah 2016). تا اینجای کار در رابطه با اهمیت آنالیز سرعت کوچ و مدل سرعت و استفاده از رکورد تصویر مشترک در آن و برتری‌های کوچ عمقی کیرشهف بحث شد. با استفاده از آنالیز سرعت کوچ و بررسی رکوردهای تصویر مشترک در مقاطع کوچ عمقی کیرشهف، می‌توان مدل سرعت را به‌روزرسانی نمود و از آن در تغییرات شدید سرعت جانبی و حضور توپوگرافی شدید استفاده کرد.

۳-۶- معیار شباهت

محاسبه شباهت در تحلیل سرعت با استفاده از رابطه (۲-۳) انجام می‌شود (Neidell and Taner 1971)

$$S_c = \frac{\sum_{i=1}^N \left(\sum_{j=1}^M a_{i,j} \right)^2}{N \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M a_{i,j}^2} \quad (2-3)$$

که در آن، i اندیس ردلرزه‌ها، j اندیس نمونه‌ها و $a_{i,j}$ دامنه آمین نمونه از ردلرزه i می‌باشد. برای محاسبه رابطه (۲-۳) تعداد N نمونه از M ردلرزه درون پنجره‌های به مرکزیت مسیر هذلولی با رابطه برای T_0 و V_k انتخاب و محاسبه انجام می‌شود

$$\tau_i = \left(T_{0,k}^2 + \frac{X_i^2}{V_k^2} \right)^{\frac{1}{2}} - T_{0,k} \quad (3-3)$$

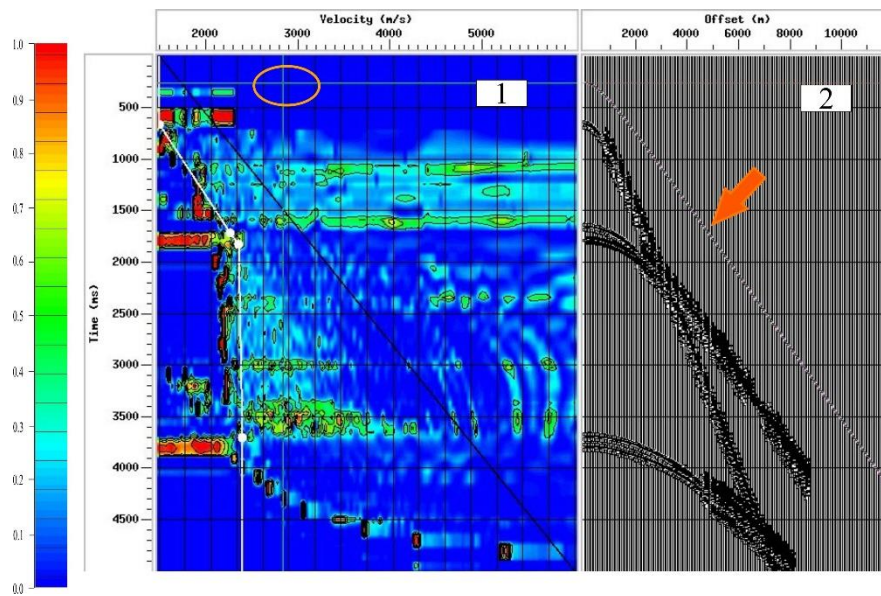
که در آن، X_i فاصله گیرنده تا چشمه در آمین ردلرزه می‌باشد.

۳-۷- به دست آوردن مدل سرعت RMS به وسیله معیار شباهت

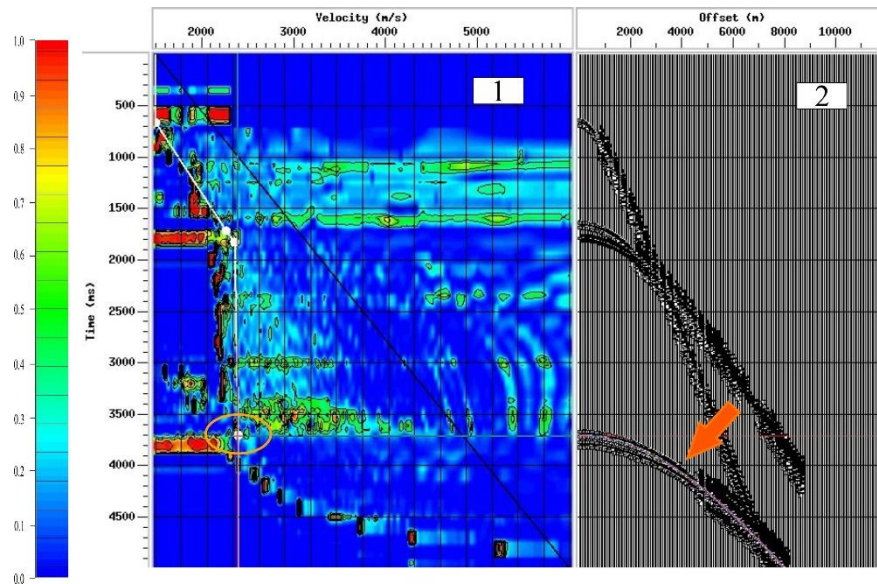
مدل سرعت نمونه‌ای از CMP، برحسب V_{rms} -Time و چگونگی دست‌چین کردن سرعت در پنجره شباهت در شکل ۳-۸ نشان داده شده است. در پیل سرعت (قسمت ۱) مربوط به شکل ۳-۸ ابزار دست‌چین سرعت، بر روی سرعت ۳۰۰ متر بر ثانیه قرار دارد و در قسمت ۲ شکل ۳-۸ هذلولی ایجاد شده مربوط به سرعت

۲۸۰۰ متر بر ثانیه را نشان می‌دهد.

همان‌طور که در شکل ۹-۳ مشاهده می‌شود در پنل سرعت (قسمت ۱) ابزار انتخاب سرعت با استفاده از معیار شباهت، سرعت به‌درستی انتخاب گردیده است در نتیجه در قسمت ۲ هذلولی ایجاد شده توسط نرم‌افزار و هذلولی داده، هم‌پوشانی خواهند داشت. البته باید به این نکته اشاره کرد که در اثر حضور لایه پرسرعت، در پنجره شباهت، کیفیت پایین و در پنجره هذلولی‌های زمان سیر، ضخیم بودن و کاهش قدرت تفکیک مشاهده می‌شود که در اثر حضور لایه پرسرعت می‌باشد. پنل‌های سرعت شکل ۸-۳ و شکل ۹-۳ مربوط به مدل سرعت شکل ۵-۳ است.



شکل ۸-۳: پنجره طیف سرعت و دست‌چین کردن سرعت با معیار شباهت در سمت چپ و پنجره هذلولی‌های زمان سیر در سمت راست. در قسمت ۱ دایره، ابزار دست‌چین سرعت در سرعت ۲۸۰۰ متر بر ثانیه قرار دارد در قسمت ۲ هذلولی متناسب با سرعت ۲۸۰۰ را به نمایش گذاشته است.



شکل ۳-۹: پنجره طیف سرعت و دست‌چین کردن سرعت با معیار شباهت و انتخاب درست سرعت. در قسمت ۱ با انتخاب صحیح سرعت، هذلولی ایجادشده توسط نرم‌افزار پرومکس با هذلولی داده در قسمت ۲ دارای هم‌پوشانی خواهند شد. در نتیجه سرعت، به درستی انتخاب گردیده است.

۳-۸- تبدیل مدل سرعت RMS به مدل سرعت میان لایه^۱

برای استفاده از کوچ پیش از برانبارش عمقی، مدل سرعت RMS باید به مدل سرعت میان لایه تبدیل شود. با استفاده از رابطه (۳-۴)، مدل سرعت میان لایه حاصل می‌شود. رابطه (۳-۴) توسط رابطه وارون دیکس برای به دست آوردن مدل سرعت میان لایه از مدل سرعت RMS ارائه شد.

$$V_{Int} = \sqrt{\frac{(t_2 \times V_{RMS_2}^2 - t_1 \times V_{RMS_1}^2)}{(t_2 - t_1)}} \quad (3-4)$$

در رابطه (۳-۴) V_{Int} سرعت میان لایه، V_{RMS_2} سرعت RMS بازتابنده دوم، V_{RMS_1} سرعت RMS

بازتابنده اول، t_2 زمان سیر بازتابنده دوم و t_1 زمان سیر بازتابنده اول می‌باشد.

برای کوچ پیش از برانبارش عمقی، به مدل سرعت میانی در حوزه عمق نیاز است. با استفاده از رابطه

^۱ Velocity Interval

(۴-۳) مدل سرعت میان لایه در حوزه زمان به دست می‌آید. سپس با استفاده از رابطه (۵-۳) سرعت میان لایه در حوزه عمق حاصل می‌شود.

$$H = \frac{V_{int} \times t_{TWT}}{2} \quad (۵-۳)$$

که در آن H عمق، V_{int} سرعت میان لایه، t_{TWT} زمان سیر دوطرفه می‌باشد و به همین خاطر رابطه بر ۲ تقسیم گردیده است تا زمان سیر یک‌طرفه در رابطه دخالت داده شود.

با انجام عملیات بالا، مدل سرعت اولیه موردنیاز جهت کوچ پیش از برانبارش عمقی به دست می‌آید.

۳-۹- ضریب γ

ضریب γ ، یک مقدار عددی است که در سرعت اولیه ضرب شده و مدل سرعت جدید حاصل می‌گردد. تعداد ضریب γ وابسته به بازه ضریب γ و افزایش گام ضریب γ می‌باشد. هرچه بازه ضریب γ بیشتر در نظر گرفته شود و از طرفی افزایش گام ضریب γ کمتر در نظر گرفته شود، تعداد ضرایب γ افزایش می‌یابد. در نتیجه تعداد مدل سرعت‌های جدید نیز افزایش پیدا می‌کند.

مقدار ضریب γ با توجه به میزان پیچیدگی ساختاری و تغییرات جانبی سرعت متفاوت خواهد بود. به این صورت که هرچه مقدار پیچیدگی ساختاری و تغییرات جانبی سرعت بیشتر باشد مقدار ضریب γ باید کوچک‌تر در نظر گرفته شود (Jiao et al. 2008). البته باید خاطر نشان کرد که بازه‌ای را نیز برای ضریب γ در نظر گرفت. اندازه بازه ضریب γ وابسته به میزان پیچیدگی ساختاری و تغییرات جانبی سرعت است که با افزایش آن، مقدار بازه ضریب γ نیز افزایش می‌یابد. به‌عنوان مثال بازه ضریب γ می‌تواند بین ۰/۹ تا ۱/۱ با افزایش گام ضریب γ ۰/۰۲ باشد. چون از صحیح بودن مدل سرعت اولیه نمی‌توان اطمینان داشت بنابراین

^۱ Time Two Way Time

بازه‌ای برای مدل سرعت اولیه در نظر گرفته می‌شود. بازه تغییرات کوچ عمقی در اثر مدل سرعت، ۰/۵ تا ۱ درصد مدل اولیه می‌باشد در صورتی که در روش پیشنهادی بازه تغییراتی برابر ۲۰ درصد در نظر گرفته شده است (Bancroft 2007b). در این صورت ضرایب γ به صورت مجموعه A خواهند بود که تک تک اعضای مجموعه A یک ضریب γ جداگانه است که در مدل سرعت اولیه ضرب شده و مدل سرعتی جدید حاصل می‌سازد که مطابق رابطه (۶-۳) می‌باشد (Jiao et al. 2008).

$$A = \{0/9, 0/92, 0/94, \dots, 1/08, 1/10\}$$

هرچه مقدار ضریب γ کمتر و بازه آن بیشتر باشد، حجم محاسبات و زمان مصرفی افزایش چشمگیری خواهد داشت.

$$V_{NEW} = \gamma \times V_{Initial} \quad (6-3)$$

۳-۱۰- آنالیز رکوردهای تصویر مشترک

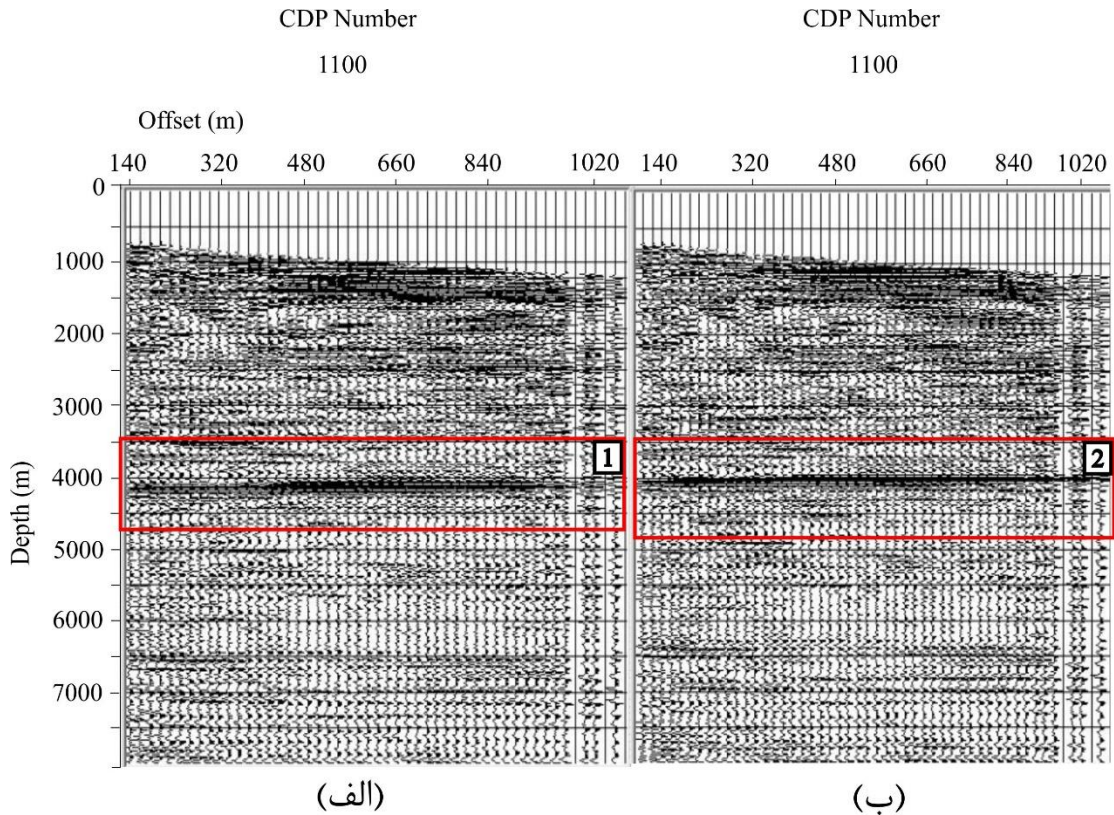
با استفاده از مدل سرعت‌های ایجادشده توسط رابطه (۶-۳)، فرآیند کوچ پیش از برانبارش به ازای هر مدل سرعت، صورت می‌پذیرد. سپس رکوردهای تصویر مشترک در مقاطع پیش از برانبارش عمقی مورد بررسی قرار می‌گیرد. این نکته قابل ذکر است که با توجه به میزان افزایش پیچیدگی ساختاری و تغییرات جانبی سرعت، گام افزایش آنالیز رکورد تصویر مشترک باید کمتر در نظر گرفته شود. کاهش گام آنالیز رکوردهای تصویر مشترک، با افزایش زمان بررسی، همراه است. به‌طور مثال، با افزایش گام ۰/۰۲ برای ضریب γ و بازه ۰/۹ تا ۱/۱ برای ضریب γ ، یازده عدد مقطع پیش از برانبارش عمقی حاصل می‌شود. در صورتی که افزایش گام آنالیز رکوردهای تصویر مشترک برای یک داده دارای ۲۰۰۰ رکورد عمقی مشترک، ۵۰ در نظر گرفته شود، نیاز به بررسی ۴۴۰ رکورد تصویر مشترک می‌باشد که توسط کاربر انجام می‌شود. البته با افزایش کیفیت مدل سرعت اولیه، بازه ضریب γ را کمتر و ضریب γ را بیشتر در نظر گرفت. در نتیجه با کاهش زمان

مصرفی و حجم محاسبات همراه می‌شود.

۳-۱۱- انتخاب ضریب γ مناسب

به ازای هر مدل سرعت جدید ایجادشده توسط رابطه (۳-۶)، فرآیند کوچ پیش از برانبارش عمقی صورت می‌پذیرد. سپس آنالیز رکورد تصویر مشترک انجام می‌گیرد.

نکته اصلی در انتخاب درست ضریب γ این است که میزان پیوستگی و میزان افقی و تخت بودن بازتابنده‌ها در رکورد تصویر مشترک بررسی شود که متناسب با کدام ضریب γ ، بازتابنده، بیشترین میزان پیوستگی را دارد و افقی‌ترین حالت ممکن را شامل می‌شود. در شکل ۳-۱۰ مقاطع رکورد تصویر مشترک مربوط به رکورد عمقی مشترک ۱۱۰۰ داده دشت گرگان برای ضرایب γ ۱/۰۰ و ۱/۰۲ به نمایش گذاشته شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، میزان پیوستگی و تمرکز رکورد تصویر مشترک بازتابنده در شکل ۳-۱۰ ب بیشتر از قسمت الف شکل ۳-۱۰ می‌باشد. با دقت در شکل ۳-۱۰ الف، متوجه انحنای بازتابنده می‌شوید که در کادر مستطیل، از عمق ۴۲۰۰ در سمت چپ به سمت عمق ۴۰۰۰ در سمت راست ختم گردیده است؛ بنابراین مقدار ۱/۰۰ برای ضریب γ در رکورد عمقی مشترک ۱۱۰۰ در نظر گرفته می‌شود.

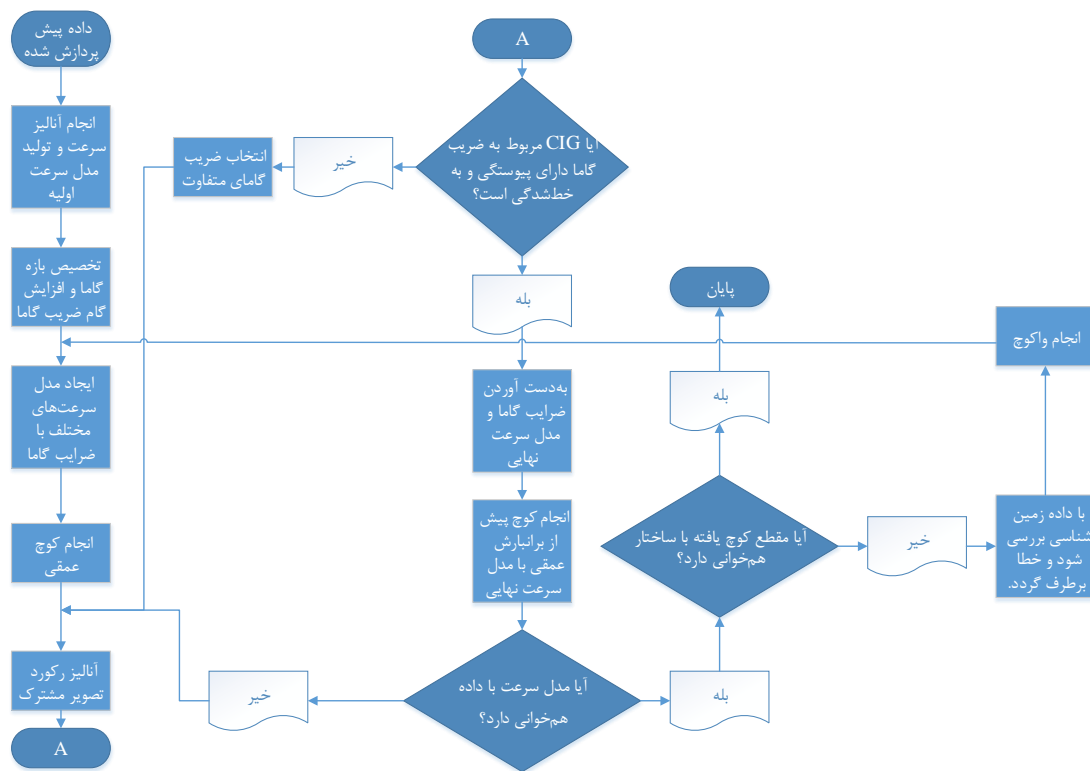


شکل ۳-۱۰: الف) رکورد تصویر مشترک مربوط به ضریب γ با مقدار $1/0.2$ مدل سرعت اولیه ب) رکورد تصویر مشترک مربوط به ضریب γ با مقدار $1/0.0$ مدل سرعت اولیه. میزان انحراف در مستطیل شماره ۱ در قسمت الف مشخص می‌باشد

۳-۱۲- به دست آوردن مدل سرعت نهایی

ضریب γ مناسب است که افقی‌ترین حالت ممکن بازتابنده را در رکورد عمقی مشترک ایجاد کند. در شکل ۳-۱۰ انتخاب ضریب γ مناسب برای یک رکورد عمقی مشترک به نمایش گذاشته شد. برای تمام رکوردهای عمقی مشترک، این عملیات صورت می‌پذیرد. پس از انتخاب ضریب γ مناسب که به افقی‌ترین حالت بازتابنده‌ها در رکورد عمقی مشترک مربوط به مقاطع پیش از برانبارش عمقی ختم می‌شود، ضرایب به دست آمده، در مدل سرعت اولیه، ترتیب اثر داده خواهد شد. در نتیجه مدل سرعت نهایی حاصل می‌شود. در نهایت با استفاده از مدل سرعت نهایی، کوچ پیش از برانبارش عمقی نهایی به دست می‌آید.

در می‌توانید فلوجارت مربوط به روش پیشنهادی را مشاهده کنید.



شکل ۳-۱۱: فلوجارت روش پیشنهادی

فصل چهارم: اعمال الگوریتم بیان شده بر روی داده‌های مصنوعی و صحرایی

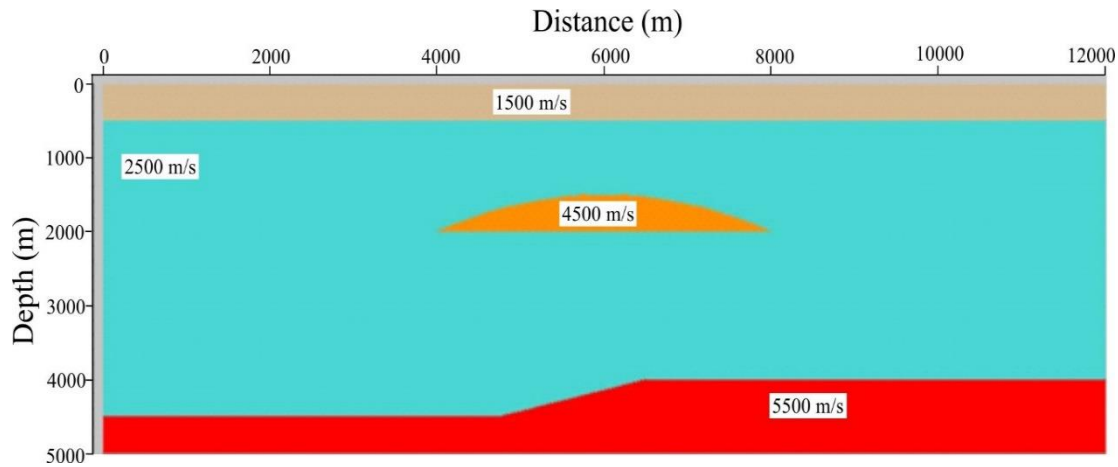
۴-۱- مقدمه

در این فصل کارایی روش توضیح داده شده، بر روی داده‌های مصنوعی و صحرایی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در ابتدا روش پیشنهادی بر روی داده مصنوعی ساده و دارای لایه پرسرعت، آزمایش می‌شود سپس داده صحرایی منطقه انار در گیلانغرب و داده صحرایی دشت گرگان مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۴-۲- اعمال الگوریتم بیان شده بر روی داده مصنوعی

حضور لایه‌های پرسرعت در میان لایه‌ها در داده لرزه‌ای، باعث ایجاد مشکلاتی چون اغتشاش و قطع شدگی بازتابنده در زیر لایه پرسرعت، در روند انجام آنالیز سرعت می‌شوند و به دست آوردن مدل سرعت را با چالش‌های زیادی همراه می‌سازند.

در شکل ۴-۱ یک مدل مصنوعی را مشاهده می‌کنید که سرعت‌های مختلفی برای هر لایه در نظر گرفته شده است. مدل مصنوعی با نرم‌افزار GXii تولید شده است. انتخاب رنگ‌ها معیار خاصی ندارد و فقط برای تفکیک بهتر لایه‌ها، متفاوت در نظر گرفته شده است. طول این مدل ۱۲۰۰۰ متر و عمق آن ۵۰۰۰ متر می‌باشد. عملیات برداشت مدل با ۴۸۱ چشمه و ۴۸۱ گیرنده صورت گرفت. فاصله گیرنده‌ها نسبت به هم و چشمه‌ها نسبت به یکدیگر ۲۵ متر می‌باشد. داده برداشت شده دارای ۹۶۱ CMP می‌باشد. داده با نرخ نمونه‌برداری ۴ میلی‌ثانیه ایجاد گردیده و طول کل زمان برداشت ۵۰۰۰ میلی‌ثانیه است.

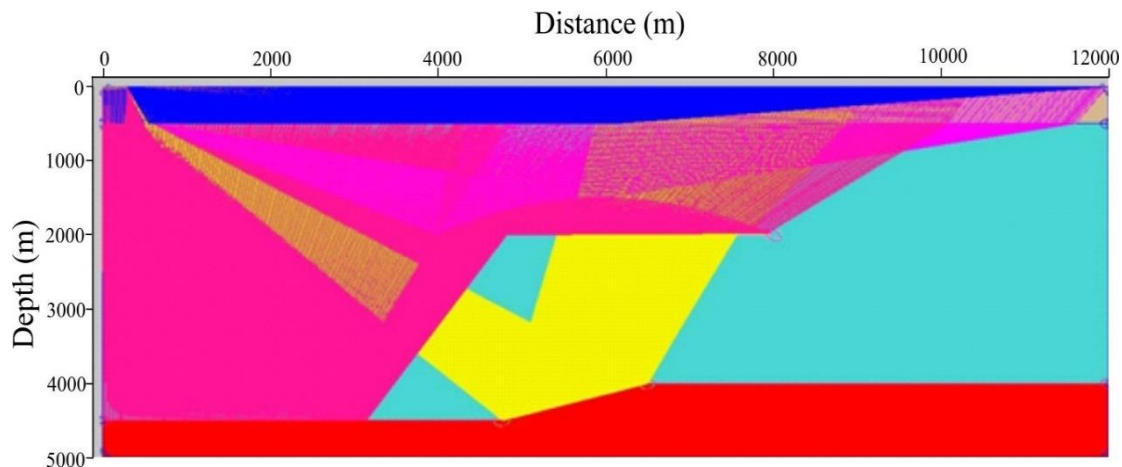


شکل ۴-۱: مدل مصنوعی ایجادشده

در شکل ۴-۲ نمایی از انجام عملیات برداشت داده مصنوعی توسط ردیابی پرتو قابل مشاهده است.

جدول ۴-۱: پارامترهای هندسی برداشت داده، مربوط به داده مصنوعی

| هندسه نقطه میانی و دورافت | | هندسه چشمه و گیرنده | |
|---------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|
| ۹۶۱ | تعداد شبکه CMP | ۴۸۱ | تعداد چشمه‌ها |
| ۲۴۰ | حداکثر تعداد چینش CMP | ۲۵ متر | فاصله چشمه‌ها |
| ۱۲/۵ متر | فاصله بین شبکه CMP | ۴۸۱ | تعداد گیرنده‌ها |
| ۱۲ - ۱۲۰۰۰ متر | بازه دورافت | ۲۵ متر | فاصله گیرنده‌ها |
| محتوای فرکانس | | پارامترهای ثبت | |
| ۸ تا ۱۰۰ هرتز | فرکانس | ۵ ثانیه | زمان ثبت |
| ۲۰ هرتز | فرکانس غالب | ۴ میلی ثانیه | فاصله نمونه برداری |

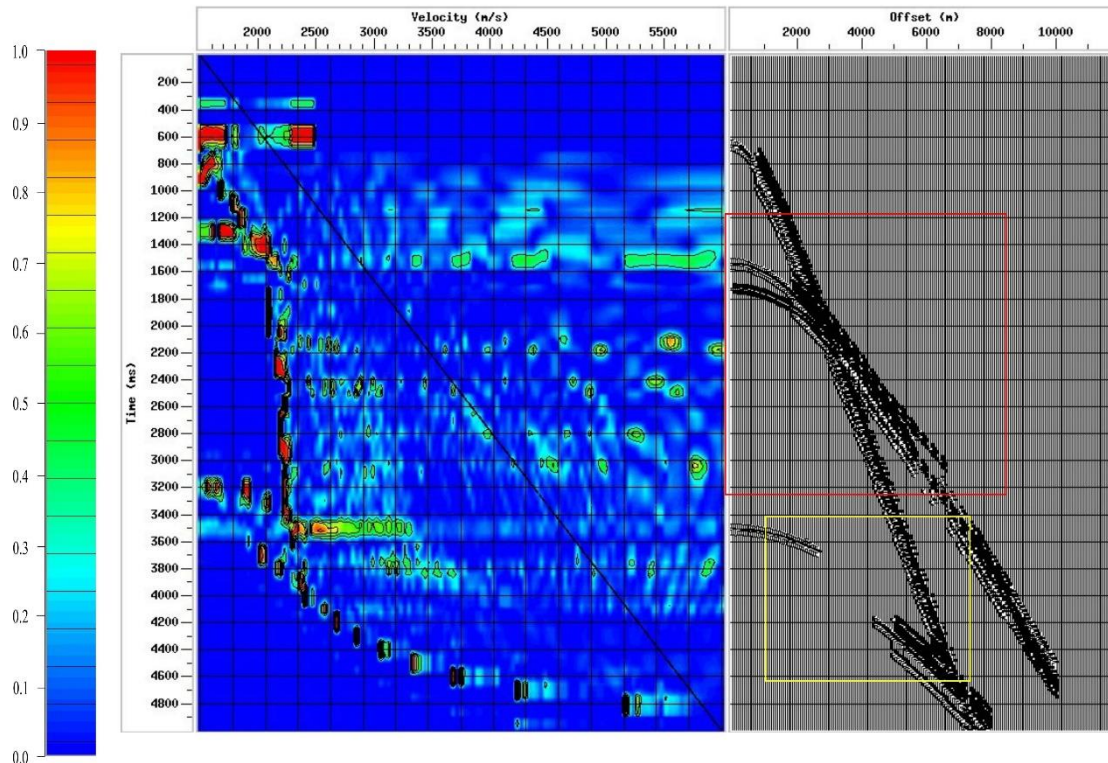


شکل ۴-۲: عملیات برداشت داده مصنوعی

در مدل مصنوعی مورد مطالعه، یک لایه پرسرعت با سرعت ۴۵۰۰ متر بر ثانیه مدل شده که هدف از آن، بررسی تأثیر لایه پرسرعت در آنالیز سرعت است. اثر لایه پرسرعت بر کاهش دقت و کیفیت هدلولی‌های بازتابی در شکل ۳-۴ هنگام ورود لایه پرسرعت در CDP شماره ۳۰۰ قابل مشاهده است. در مربع قرمز رنگ مشخص شده در شکل ۳-۴، هدلولی‌های بازتاب، ضخیم شده و کیفیتی مناسبی برای دست‌چین کردن سرعت ندارند. همچنین حضور لایه‌های پرسرعت باعث می‌شوند که بازتاب ساختارهای زیر آن‌ها به خوبی صورت نگیرد (مربع زرد رنگ در شکل ۳-۴) و دچار قطع شدگی شود و گاهی اوقات بازتابی از زیر لایه پرسرعت صورت نگیرد.

CDP Number

300



شکل ۴-۳: پنجره طیف سرعت و دست‌چین کردن سرعت با معیار شباهت در سمت چپ و پنجره هذلولی‌های زمان سیر در سمت راست. مشاهده می‌شود که در موقع شروع لایه پرسرعت (مربع زردرنگ)، دقت و کیفیت هذلولی‌ها پایین آمده و دست‌چین کردن سرعت را مشکل می‌سازند.

مدل سرعت با تمام مشکلات شامل عدم دقت و کیفیت (مربع قرمز رنگ شکل ۴-۳) در حضور لایه پرسرعت با روش شباهت صورت گرفت که در شکل ۴-۴ الف نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود تا حدودی شکل کلی مدل مصنوعی حاصل شده است.

با استفاده از مدل سرعت به دست آمده کوچ پیش از برانبارش عمقی کیرشلف انجام گرفته و مقطع کوچ داده شده در شکل ۴-۵ الف قابل مشاهده است.

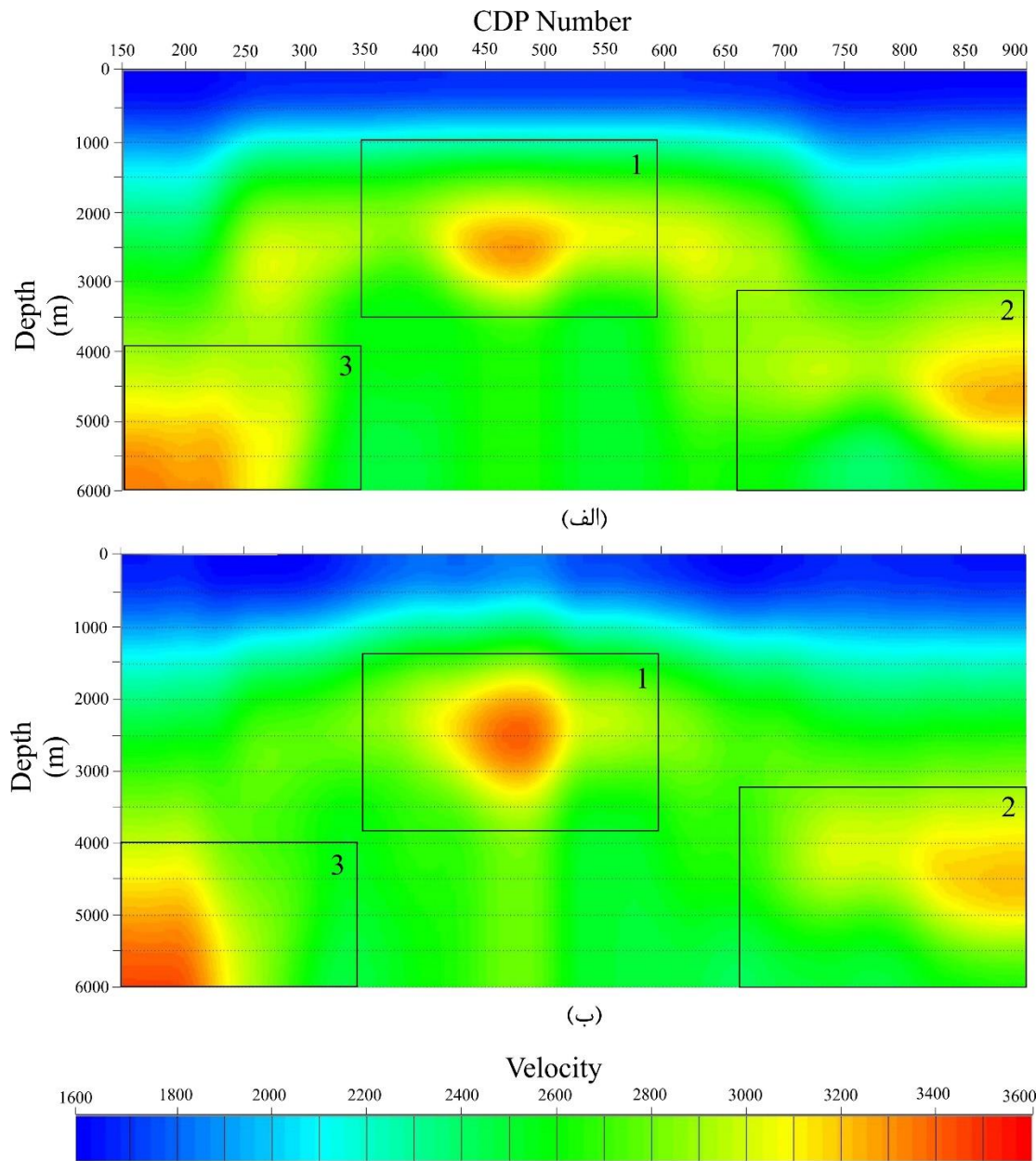
همان‌طور که در شکل ۴-۵ الف مشاهده می‌شود، لایه زیرین لایه پرسرعت در مدل مصنوعی به صورت تخت در نظر گرفته شده بود ولی در مقطع کوچ یافته عمقی، کاملاً به هم ریختگی و عدم دقت دیده می‌شود

که اثرات لایه پرسرعت و خطاهای کوچ می‌باشد. به دلیل اینکه در ابتدا و انتهای داده مصنوعی لرزه‌ای فولد پایین بود فرآیند کوچ از رکورد عمقی مشترک ۱۵۰ تا ۹۰۰ انجام گرفته است. در مدل مصنوعی افزایش گام ضریب ۷ برابر ۰/۰۲ و بازه ضریب ۷ بین ۰/۹۴ تا ۱/۰۶ در نظر گرفته شد. البته افزایش گام آنالیز رکورد تصویر مشترک ۵۰ انتخاب گردید. به این دلیل که پیچیدگی ساختاری برای مدل مصنوعی در نظر گرفته نشد، به افزایش گام آنالیز تصویر مشترک کمتری نیاز نبود. پس از انتخاب ضرایب ۷ مناسب و اعمال آن‌ها بر روی مدل سرعت، مدل سرعت به‌روزرسانی شده برای داده مصنوعی به دست آمد که در شکل ۴-۴ ب قابل مشاهده است.

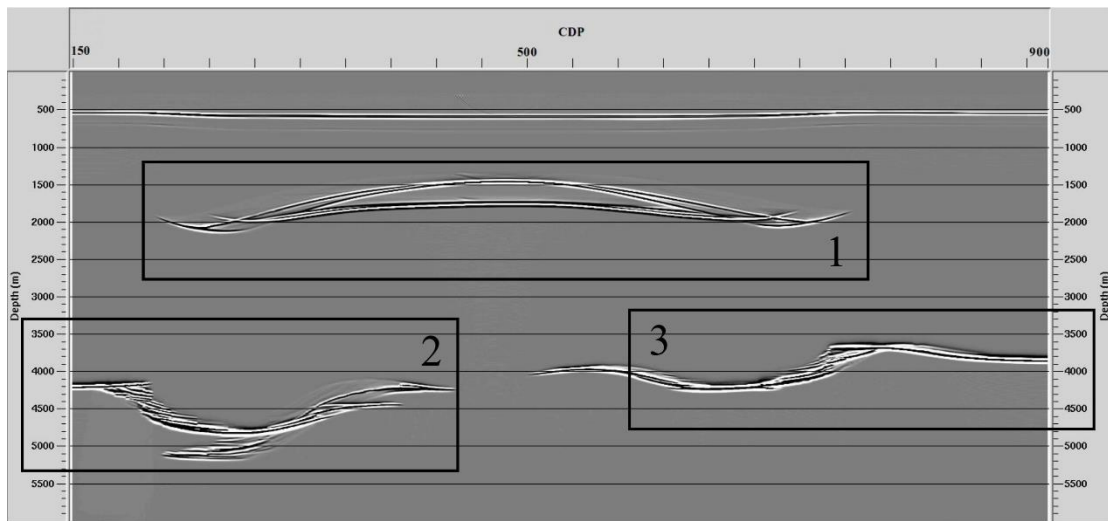
در شکل ۴-۴، مدل سرعت اولیه و مدل سرعت به‌روزرسانی شده جهت بررسی تفاوت آن‌ها دیده می‌شود. در مستطیل ۱ شکل ۴-۴ ب که نمایانگر لایه پرسرعت می‌باشد نسبت به مستطیل شماره ۱ شکل ۴-۴ الف، افزایش سرعت و تغییر محدوده سرعت دیده می‌شود. در مستطیل شماره ۲ شکل ۴-۴ الف، به دلیل اثر جمع شونده‌گی سرعت RMS، افزایش محدوده سرعت بسیار بیشتری نسبت به مدل سرعت به‌روزرسانی شده در مستطیل ۲ شکل ۴-۴ ب دیده می‌شود. در مستطیل شماره ۳ شکل ۴-۴ ب، محدوده سرعت کاهش یافته است تا خطاهای مدل سرعت در مقطع کوچ نهایی تضعیف گردد.

با استفاده از مدل سرعت به‌روزرسانی شده، فرآیند کوچ پیش از برانبارش عمقی انجام می‌گیرد. شکل ۴-۵، مقطع کوچ عمقی پیش از برانبارش کیرشهف مربوط به مدل مصنوعی با سرعت اولیه و سرعت به‌روزرسانی را نشان می‌دهد. شکل ۴-۵ الف مقطع کوچ عمقی حاصل از مدل سرعت اولیه و شکل ۴-۵ ب، مقطع کوچ عمقی حاصل از مدل سرعت به‌روزرسانی شده است. در مربع شماره ۱ نشان داده شده در شکل ۴-۵ ب، عمق ابتدا و انتهای لایه پرسرعت به‌درستی نشان داده شده است. ضخامت لایه پرسرعت نیز حاصل شده است ولی شکل لایه پرسرعت کمی انحراف دارد که می‌تواند از علل ضعف ردیابی پرتو و یا وجود خطا در مدل سرعت یاد کرد. در مستطیل شماره ۲ شکل ۴-۵ الف، به هم‌ریختگی و اغتشاش کاملاً مشهود است

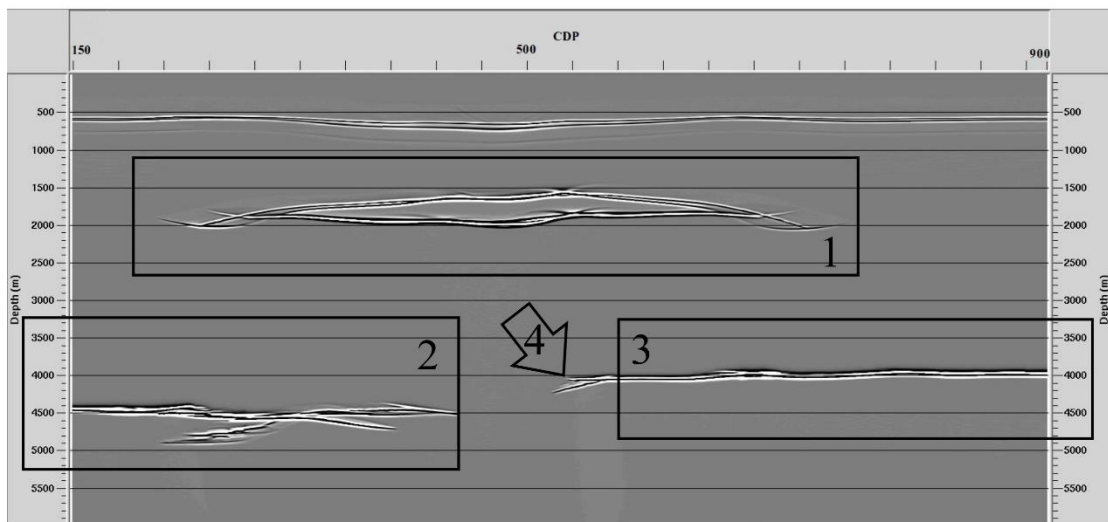
و عمق قرارگیری لایه را ۴۳۰۰ متر نشان می‌دهد که در اثر خطای مدل سرعت است. در اثر به‌روزرسانی مدل سرعت در مستطیل شماره ۲ شکل ۴-۵ ب، مقطع کوچ یافته در حد قابل قبولی بهبود یافته ولی با خطا همراه است که می‌تواند ناشی از دو عامل عملگر کوچ و یا تأثیر لایه پرسرعت باشد. همچنین عمق لایه نیز ۴۵۰۰ متر است که در اثر تصحیح مدل سرعت با الگوریتم پیشنهادی می‌باشد. در مستطیل شماره ۳ شکل ۴-۵ الف، عمق لایه را ۳۸۰۰ متر نشان می‌دهد که نادرست است. پس از اعمال الگوریتم بیان‌شده و به دست آوردن مدل سرعت به‌روزرسانی شده، در مستطیل شماره ۳ شکل ۴-۵ ب، تصویرسازی کامل لایه قابل مشاهده است و عمق لایه ۴۰۰۰ متر را نشان می‌دهد که این دلیلی بر تصحیح عمق لایه با استفاده از الگوریتم بیان‌شده است. در اکثر مقاطع لرزه‌ای، گسل‌ها به‌صورت بریدگی بین بازتابنده‌ها قابل پیگیری است و معمولاً از سطح گسل نمی‌توان بازتابی دریافت نمود. در نشانگر شماره ۴ شکل ۴-۵ ب، تا حدودی سطح گسل قابل مشاهده است که برتری الگوریتم بیان‌شده را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۴: (الف) مدل سرعت اولیه (ب) مدل سرعت به‌روزرسانی شده. با مشاهده مدل سرعت در قسمت‌های شماره‌گذاری شده، تفاوت‌های مدل سرعت اولیه و مدل سرعت نهایی مشخص می‌گردد.



(الف)

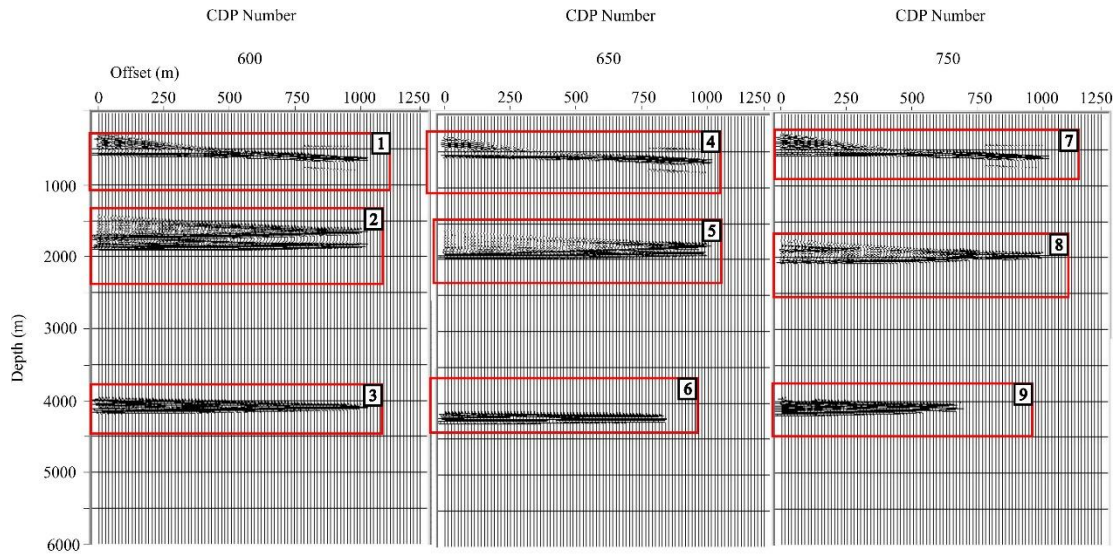


(ب)

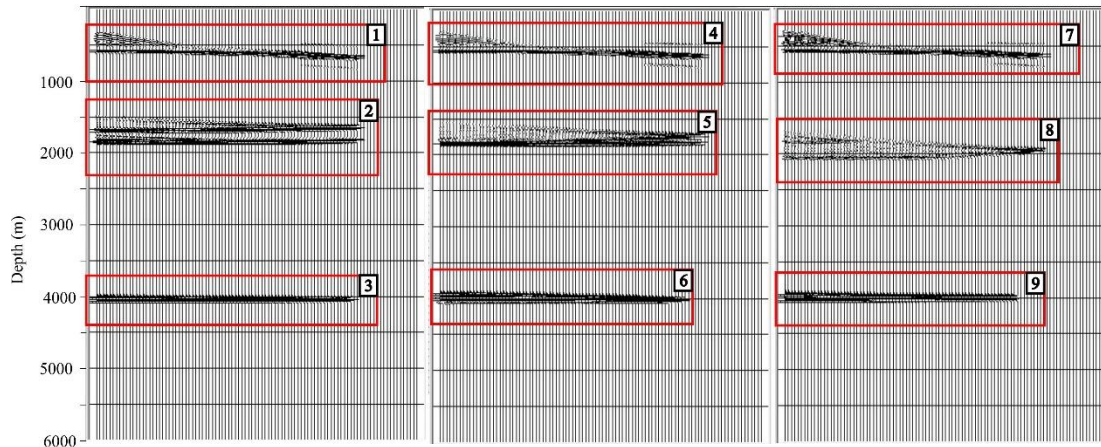
شکل ۴-۵: الف) مقطع PSDM با مدل سرعت اولیه ب) مقطع PSDM با مدل سرعت به‌روزرسانی شده. تفاوت‌ها در شکل با شماره مشخص گردیده است که توضیح کامل آن در متن وجود دارد.

شکل ۴-۶، مربوط به رکورد تصویر مشترک حاصل از مدل سرعت اولیه و مدل سرعت به‌روزرسانی شده است. در مستطیل شماره‌های ۱ و ۴ و ۷ شکل ۴-۶ الف، عدم تمرکز بازتابنده دیده می‌شود که پس از به‌روزرسانی مدل سرعت، در مستطیل‌های شماره ۱ و ۴ و ۷ شکل ۴-۶ ب، تمرکز و تفکیک بهتر بازتابنده مشاهده می‌گردد. در مستطیل شماره ۲ شکل ۴-۶ الف، عدم تمرکز و تفکیک بازتابنده‌ها باعث تداخل ابتدا

و انتهای لایه پرسرعت شده است ولی پس از اعمال الگوریتم بیان شده در مستطیل شماره ۲ شکل ۴-۶ ب، تفکیک و تمرکز بهتر بازتابنده‌ها دیده می‌شود که ابتدا و انتهای لایه پرسرعت را مجزا ساخته است. در مستطیل شماره ۵ شکل ۴-۶ ب، تمرکز و دامنه بازتابنده نسبت به مستطیل شماره ۵ شکل ۴-۶ الف، بهتر دیده می‌شود. مستطیل‌های شماره ۳ و ۶ و ۹ شکل ۴-۶ ب، تمرکز و دامنه بهتری نسبت به مستطیل‌های مشابه در شکل ۴-۶ الف دارند و عمق صحیح ۴۰۰۰ متر را نشان می‌دهند، همان‌طور که در مدل مصنوعی در نظر گرفته شده بود. در رکورد تصویر مشترک ۷۵۰، لایه پرسرعت وجود ندارد ولی اثرات آن در مستطیل شماره ۸ شکل ۴-۶ الف دیده می‌شود که پس از اعمال الگوریتم بیان شده، اثرات لایه پرسرعت، کمتر در مستطیل شماره ۸ شکل ۴-۶ ب وجود دارد.



(الف)



(ب)

شکل ۴-۶: الف) رکورد تصویر مشترک مربوط به رکورد عمقی مشترک ۶۰۰،۶۵۰،۷۵۰ مدل سرعت اولیه ب) رکورد تصویر مشترک مربوط به رکورد عمقی مشترک ۶۰۰،۶۵۰،۷۵۰ مدل سرعت به روزرسانی شده. تفاوت‌ها در مستطیل‌های شماره‌گذاری شده مشخص است که در متن به‌طور مفصل توضیح داده شده است.

الگوریتم بیان شده، بر روی مدل مصنوعی پیاده‌سازی گردید و بهبودهای آن به نمایش گذاشته شد.

در ادامه الگوریتم بیان شده بر روی داده‌های صحرایی دشت گرگان و منطقه انار گیلانغرب اعمال می‌گردد و

نتایج آن مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۴-۳- اعمال الگوریتم بیان شده بر روی داده صحرائی منطقه دشت گرگان

در این قسمت الگوریتم بیان شده، بر روی یک داده صحرائی مربوط به منطقه دشت گرگان پیاده شده است. در جدول ۴-۲ پارامترهای هندسی داده واقعی منطقه گرگان به نمایش گذاشته شده است.

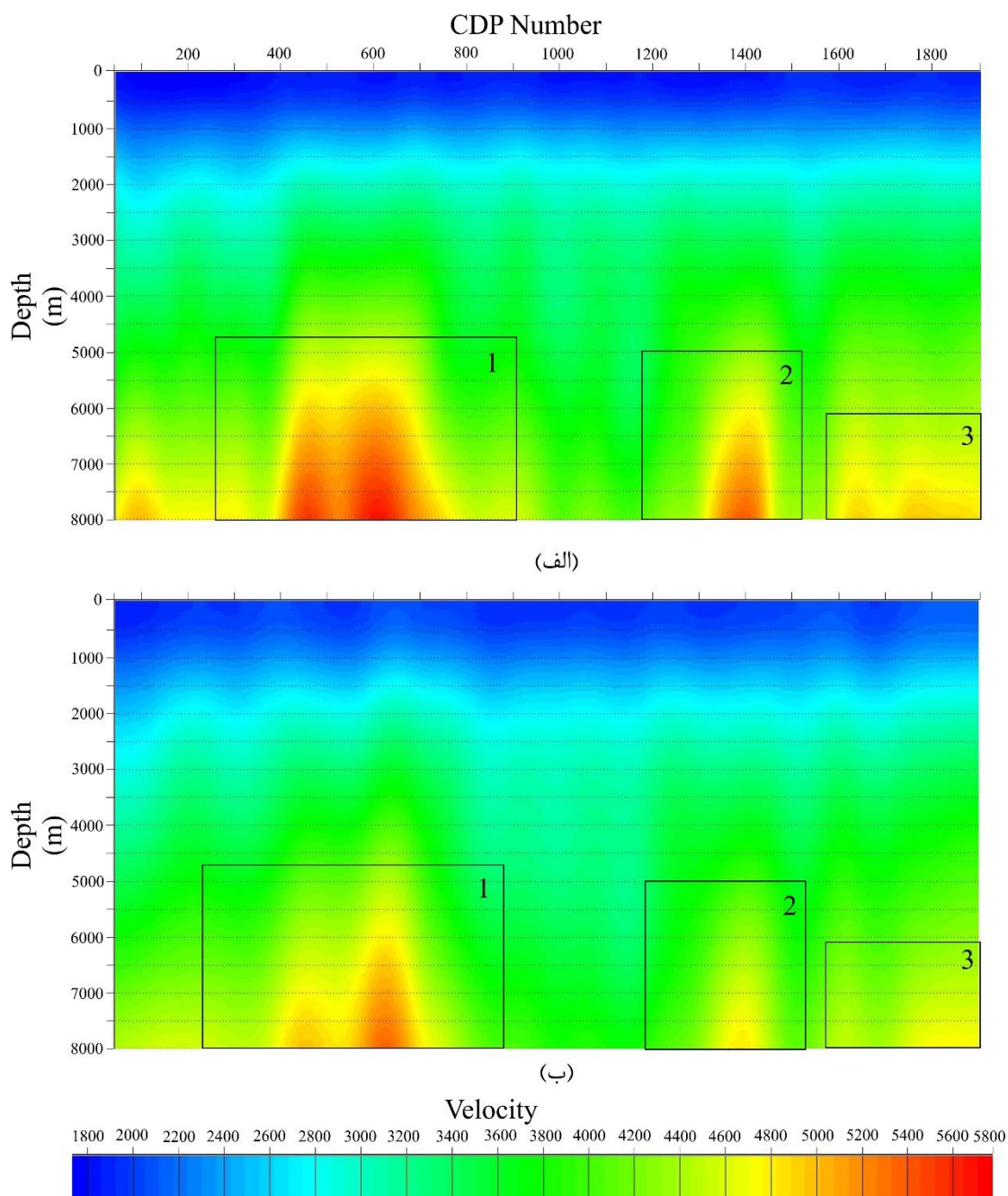
جدول ۴-۲: پارامترهای هندسی برداشت داده، مربوط به داده صحرائی منطقه گرگان

| هندسه نقطه میانی و دورافت | | هندسه چشمه و گیرنده | |
|---------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|
| ۱۹۵۲ | تعداد شبکه CMP | ۴۶۵ | تعداد چشمه‌ها |
| ۲۴۹ | حداکثر تعداد چینش CMP | ۷۰ متر | فاصله چشمه‌ها |
| ۱۷/۵ متر | فاصله بین شبکه CMP | ۹۹۷ | تعداد گیرنده‌ها |
| ۱۴۰ - ۳۴۵۸ متر | بازه دورافت | ۳۵ متر | فاصله گیرنده‌ها |
| محتوای فرکانس | | پارامترهای ثابت | |
| ۸ تا ۱۰۰ هرتز | فرکانس | ۷ ثانیه | زمان ثابت |
| ۲۰ هرتز | فرکانس غالب | ۴ میلی‌ثانیه | فاصله نمونه‌برداری |

داده مربوط به منطقه گرگان دارای توپوگرافی هموار ولی ساختاری پیچیده است. در داده گرگان، افزایش گام ضریب ٪ برابر ۰/۰۲ و بازه ضریب ٪، ۰/۹۲ تا ۱/۰۸ در نظر گرفته شده است. با توجه به میزان پیچیدگی ساختاری، ضریب افزایش گام آنالیز رکورد تصویر مشترک، ۲۵ گرفته شد. ابتدا با استفاده از معیار شباهت، مدل سرعت اولیه حاصل گردید که در شکل ۴-۷ الف دیده می‌شود. مقاطع کوچ عمقی با مدل سرعت‌های جدید تشکیل گردید و آنالیز رکورد تصویر مشترک صورت پذیرفت. پس از استخراج ضرایب ٪ مناسب و اعمال آن‌ها بر روی مدل سرعت اولیه، مدل سرعت به‌روزرسانی شده حاصل گردید که در شکل ۴-۷ ب قابل مشاهده است.

تفاوت‌های مدل سرعت اولیه و مدل سرعت بروز رسانی شده برای داده گرگان در شکل ۴-۷ دیده می‌شود. در مستطیل شماره ۱ شکل ۴-۷ الف، افزایش سرعت و افزایش محدوده آن دیده می‌شود ولی در شکل ۴-۷ ب، کاهش سرعت و تغییر محدوده سرعت دیده می‌شود. در مستطیل شماره ۲ شکل ۴-۷ الف، افزایش سرعت مقطعی دیده می‌شود ولی بعد از اعمال الگوریتم بیان شده در مستطیل شماره ۲ شکل ۴-۷

ب، محدوده مدل سرعت تغییر کرده و کاهش داشته است. در مستطیل شماره ۳ شکل ۴-۷ الف، افزایش سرعت دیده می‌شود که پس از به‌روزرسانی، در مستطیل شماره ۳ شکل ۴-۷ ب، کاهش شدید سرعت مشخص است.



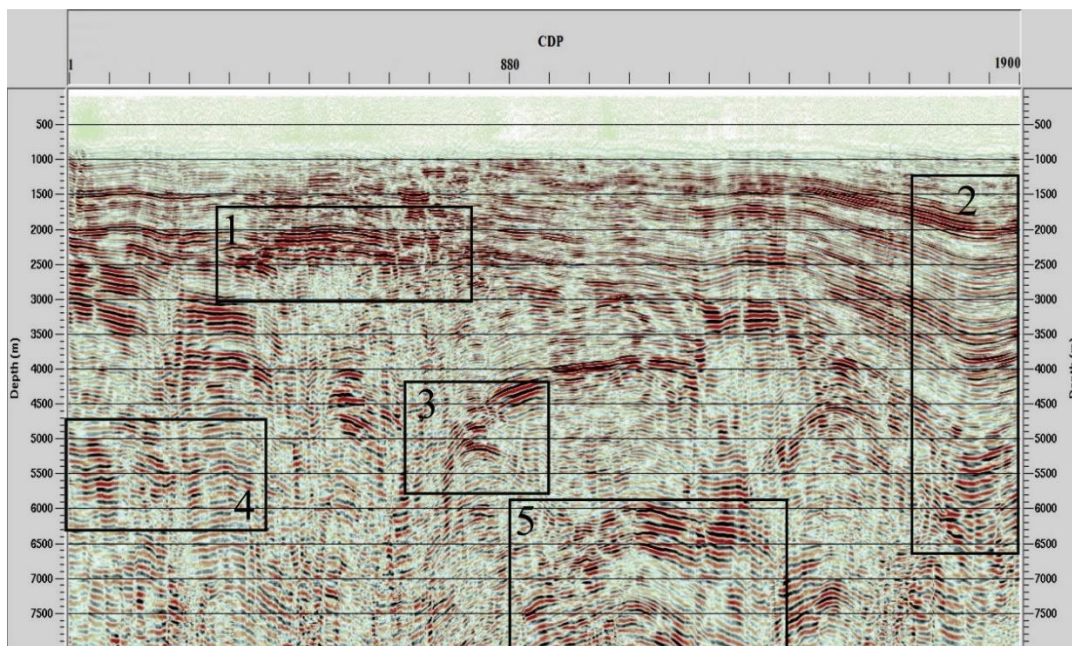
شکل ۴-۷: الف) مدل سرعت اولیه ب) مدل سرعت به‌روزرسانی شده. تفاوت مدل سرعت‌ها در قسمت ۱ و ۲ نشان داده شده است

نتایج حاصل از مدل سرعت اولیه شکل ۷-۴ الف و مدل سرعت به روزرسانی شده شکل ۷-۴ ب، به ترتیب در مقاطع PSDM شکل ۸-۴ الف و شکل ۸-۴ ب دیده می شود.

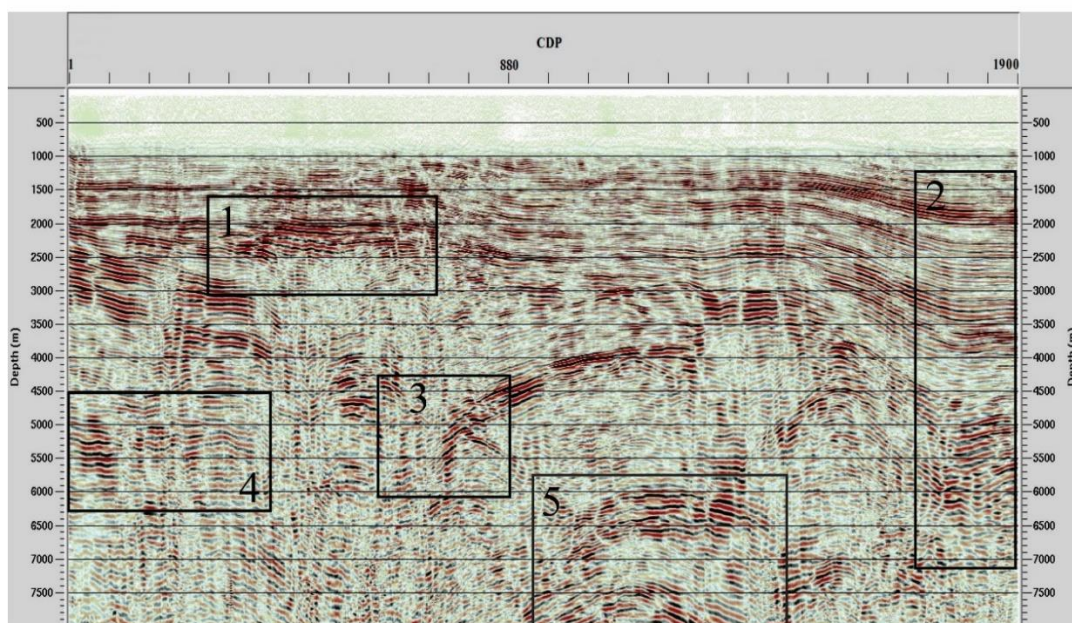
در شکل ۸-۴، تفاوت های دو مقطع کوچ پیش از برانبارش عمقی حاصل از مدل سرعت اولیه و مدل سرعت به روزرسانی شده دیده می شود. در مستطیل شماره ۱ شکل ۸-۴ الف، اعوجاجاتی دیده می شود در نگاه اول ممکن است با ناهمواری اشتباه گرفته شود ولی در مستطیل شماره ۱ شکل ۸-۴ ب، با به روزرسانی سرعت، هموار بودن و پیوستگی بهتری دیده می شود. در مستطیل شماره ۲ شکل ۸-۴ الف، در اثر بالا بودن سرعت، پایین افتادگی لایه ها دیده می شود ولی در شکل ۸-۴ ب با اعمال الگوریتم بیان شده، این مشکل بهبود یافته است. در مستطیل شماره ۳ شکل ۸-۴ الف، در اثر خطای سرعت، شیب متفاوتی نسبت به مستطیل شماره ۳ شکل ۸-۴ ب دیده می شود که پس از تصحیح سرعت، شیب نیز تصحیح گردیده و کیفیت تصویر بهتر شده است. در مستطیل شماره ۴ شکل ۸-۴ الف، لایه ها به صورت موج دیده می شود که ممکن است با ناهمواری اشتباه گرفته شود ولی در مستطیل شماره ۴ شکل ۸-۴ ب، با بهبود مدل سرعت، ناهمواری ها کمتر شده است و وضوح بیشتری را به نمایش گذاشته است. مستطیل شماره ۵ شکل ۸-۴ الف، حالت گنبدی شکل با اعوجاجاتی همراه است که ممکن است در اثر خطای مدل سرعت و یا تصحیح استاتیک نادرست باشد. مستطیل شماره ۵ شکل ۸-۴ ب، با تصحیح سرعت، به هم ریختگی کمتر دیده می شود و پیوستگی بیشتری مشاهده می شود.

در شکل ۹-۴، به طور دقیق تر، میزان بهبود در اثر استفاده از الگوریتم بیان شده در رکورد تصویر مشترک نشان داده شده است. رکوردهای تصویر مشترک مربوط به مدل سرعت اولیه داده دشت گرگان در شکل ۹-۴ الف و مربوط به مدل سرعت به روزرسانی شده در شکل ۹-۴ ب دیده می شود. در مستطیل شماره ۱ شکل ۹-۴ الف، بازتابنده ای دیده نمی شود ولی بعد از اعمال الگوریتم بیان شده، در مستطیل شماره ۱ شکل ۹-۴ ب، بازتابنده وجود دارد و پیوستگی دیده می شود. در مستطیل شماره ۲ شکل ۹-۴ الف، بازتابنده ها

وجود دارند ولی نسبت به مستطیل شماره ۲ شکل ۴-۹ ب، دارای دامنه و پیوستگی کمتر است. در مستطیل شماره ۳ شکل ۴-۹ الف، بازتابنده‌ها بسیار سخت قابل دیدن است ولی پس از به‌روزرسانی سرعت، در مستطیل شماره ۳ شکل ۴-۹ ب، افزایش دامنه و پیوستگی بازتابنده کاملاً مشهود است.

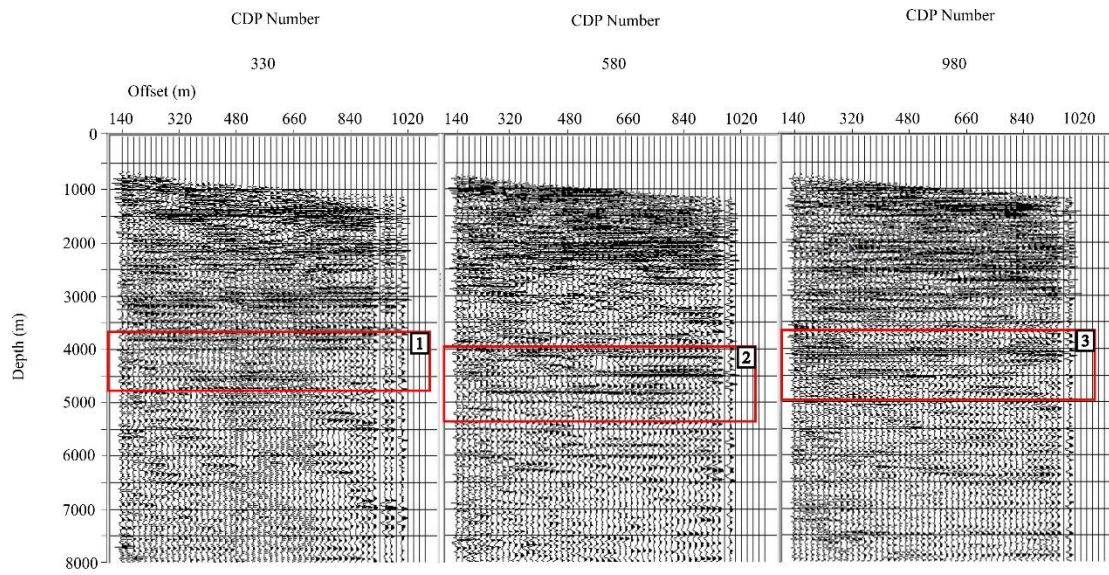


(الف)

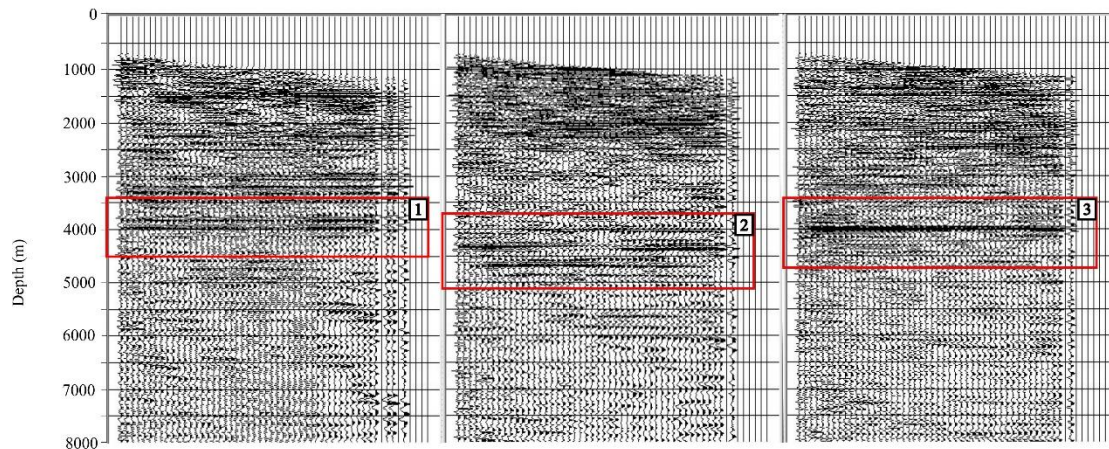


(ب)

شکل ۴-۸: الف) مقطع PSDM به دست آمده از سرعت اولیه ب) مقطع PSDM به دست آمده از سرعت به روز رسانی شده. در قسمت های ۱ تا ۵ تفاوت های دو مقطع و بهبود های انجام شده مشخص است که در متن توضیح کامل داده شده است.



(الف)



(ب)

شکل ۴-۹: (الف) رکورد تصویر مشترک مربوط به رکورد عمقی مشترک ۳۳۰،۵۸۰،۹۸۰ مدل سرعت اولیه دشت گرگان (ب) رکورد تصویر مشترک مربوط به رکورد عمقی مشترک ۳۳۰،۵۸۰،۹۸۰ مدل سرعت به روز رسانی شده دشت گرگان. تفاوت‌ها در مستطیل‌های شماره‌گذاری شده مشخص است که توضیحات در متن وجود دارد.

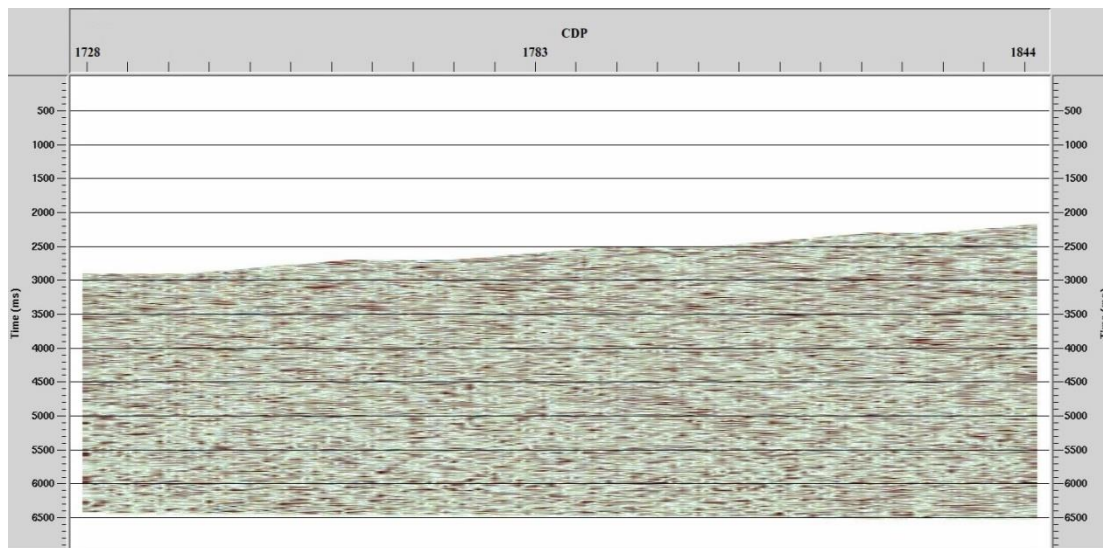
۴-۴- اعمال الگوریتم بیان شده بر روی داده صحرائی منطقه انار

در این قسمت، الگوریتم پیشنهادی بر روی داده صحرائی منطقه انار واقع در گیلانغرب پیاده‌سازی گردید. داده انار دارای کیفیت بسیار پایین می‌باشد که به خاطر وجود پیچیدگی‌های ساختاری در زیر سطح و توپوگرافی شدید آن است. در جدول ۳-۴ هندسه برداشت داده انار را می‌بینید.

جدول ۳-۴: پارامترهای هندسی برداشت داده، مربوط به داده واقعی منطقه انار

| هندسه نقطه میانی و دورافت | | هندسه چشمه و گیرنده | |
|---------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|
| ۱۹۱۸ | تعداد شبکه CMP | ۳۲۷ | تعداد چشمه‌ها |
| ۱۰۵ | حداکثر تعداد چینش CMP | ۷۰ متر | فاصله چشمه‌ها |
| ۱۷/۵ متر | فاصله بین شبکه CMP | ۴۲۰ | تعداد گیرنده‌ها |
| ۱۵ - ۶۳۰۰ متر | بازه دورافت | ۳۵ متر | فاصله گیرنده‌ها |
| محتوای فرکانس | | پارامترهای ثبت | |
| ۱۰ تا ۹۰ هرتز | فرکانس | ۷ ثانیه | زمان ثبت |
| ۲۵ هرتز | فرکانس غالب | ۲ میلی‌ثانیه | فاصله نمونه‌برداری |

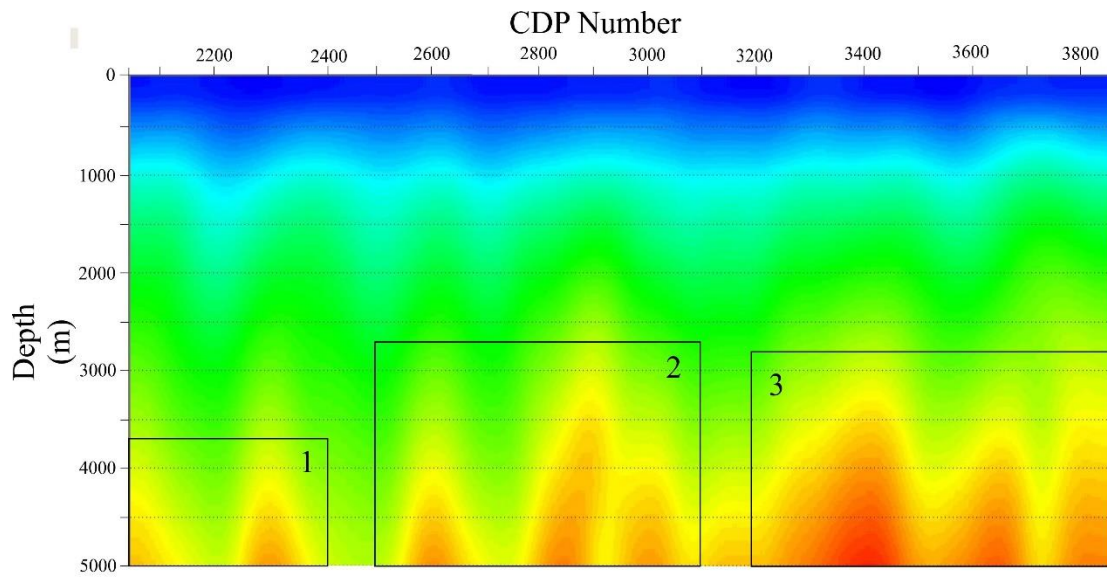
در شکل ۴-۱۰، مقطع پیش از برانبارش زمانی مربوط به منطقه انار مشاهده می‌شود. همان‌طور که مشخص است چیزی جزء نوفه دیده نمی‌شود و هیچ‌گونه رویدادی قابل مشاهده نیست. به دلیل وجود لایه پرسرعت در نزدیک سطح (از سطح زمین تا عمق حدودی ۱۵۰۰ متر) و توپوگرافی شدید، داده‌های حاصل از لرزه‌نگاری، رویداد خاصی را مشخص نساخت. در نتیجه به خاطر ضعیف بودن تصاویر لرزه‌ای، پیشرفتی در پروژه صورت نگرفت و وارد مرحله حفاری چاه اکتشافی نگردید.



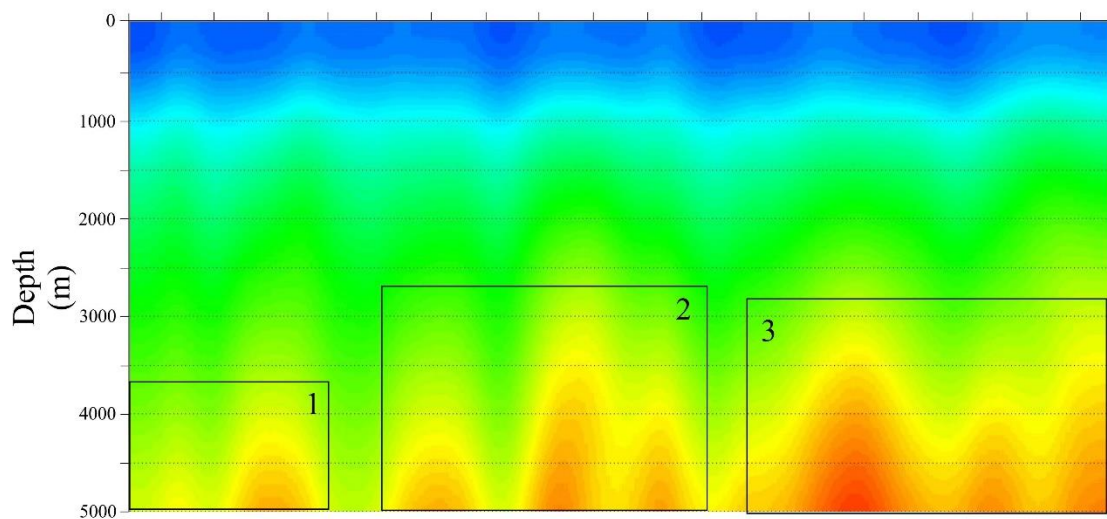
شکل ۴-۱۰: مقطع PSTM موجود از منطقه انار

الگوریتم بیان شده بر روی داده منطقه انار اعمال گردید. افزایش گام ضریب ۷ برابر ۰/۰۲ و بازه ضریب

۰/۹ تا ۱/۱ در نظر گرفته شد که به دلیل توپوگرافی شدید و ساختار پیچیده، حجم محاسبات افزایش یافت. افزایش گام آنالیز تصویر مشترک، ۱۵ در نظر گرفته شد که زمان بیشتری جهت آنالیز صرف گردید. با استفاده از معیار شباهت، مدل سرعت اولیه حاصل گردید که در شکل ۴-۱۱ الف دیده می‌شود. پس از اعمال الگوریتم بیان‌شده بر روی مدل سرعت اولیه، مدل سرعت به‌روزرسانی شده حاصل شد که در شکل ۴-۱۱ ب دیده می‌شود. در شکل ۴-۱۱، تفاوت‌های مدل سرعت اولیه و مدل سرعت به‌روزرسانی شده داده صحرایی منطقه انار مشخص شده است. در مستطیل شماره ۱ شکل ۴-۱۱ الف، افزایش سرعت و تیز بودن مرز سرعت‌ها دیده می‌شود که پس از اعمال الگوریتم بیان‌شده و به‌روزرسانی مدل سرعت در مستطیل شماره ۱ شکل ۴-۱۱ ب، محدوده سرعت تغییر یافته است و همواری بهتری دیده می‌شود. مستطیل شماره ۲ شکل ۴-۱۱ الف، پیوستگی سرعت دیده می‌شود ولی پس از به‌روزرسانی در مستطیل شماره ۲ شکل ۴-۱۱ ب، تفکیک بهتر و تغییر محدوده سرعت مشاهده می‌گردد. مستطیل شماره ۳ شکل ۴-۱۱ الف، افزایش سرعت وجود دارد که می‌تواند تأثیر ویژگی جمع شونده‌گی سرعت RMS بر روی مدل سرعت اولیه باشد. مستطیل شماره ۳ شکل ۴-۱۱ ب، پس از اعمال الگوریتم بیان‌شده، می‌توان به کاهش سرعت و همواری بیشتر نسبت به قسمت مشابه شکل ۴-۱۱ الف اشاره نمود.

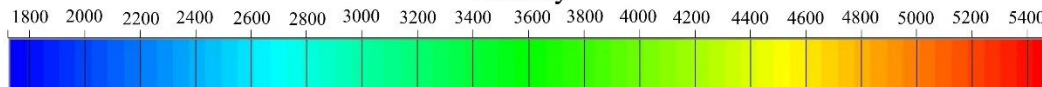


(الف)



(ب)

Velocity



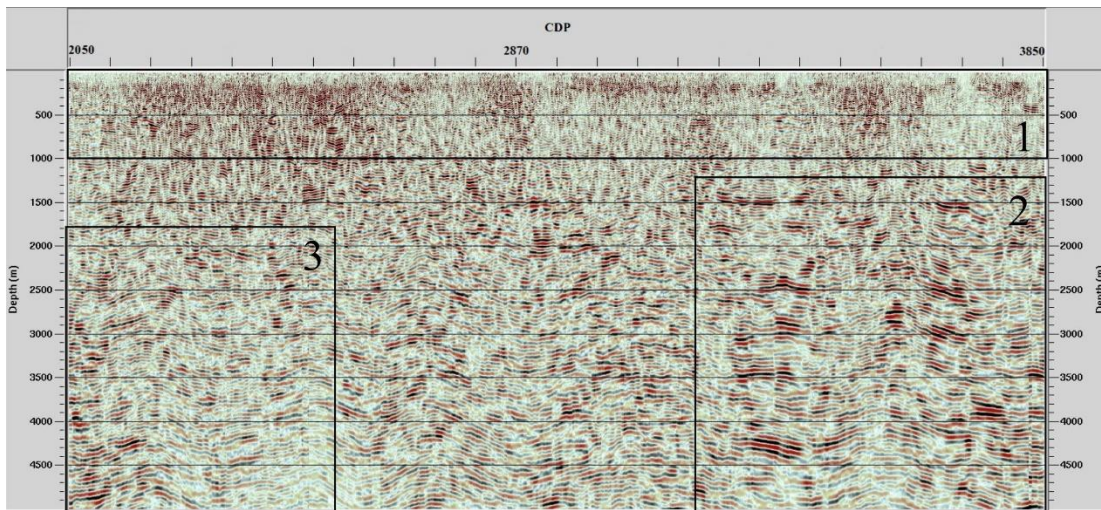
شکل ۴-۱۱: الف) مدل سرعت اولیه داده منطقه انار ب) مدل سرعت به روزرسانی شده داده منطقه انار. در قسمت‌های مشخص شده تفاوت‌های مدل سرعت اولیه و به روزرسانی شده مشخص شده است.

با استفاده از مدل سرعت اولیه شکل ۴-۱۱ الف و مدل سرعت به روزرسانی شده شکل ۴-۱۱ ب، کوچ

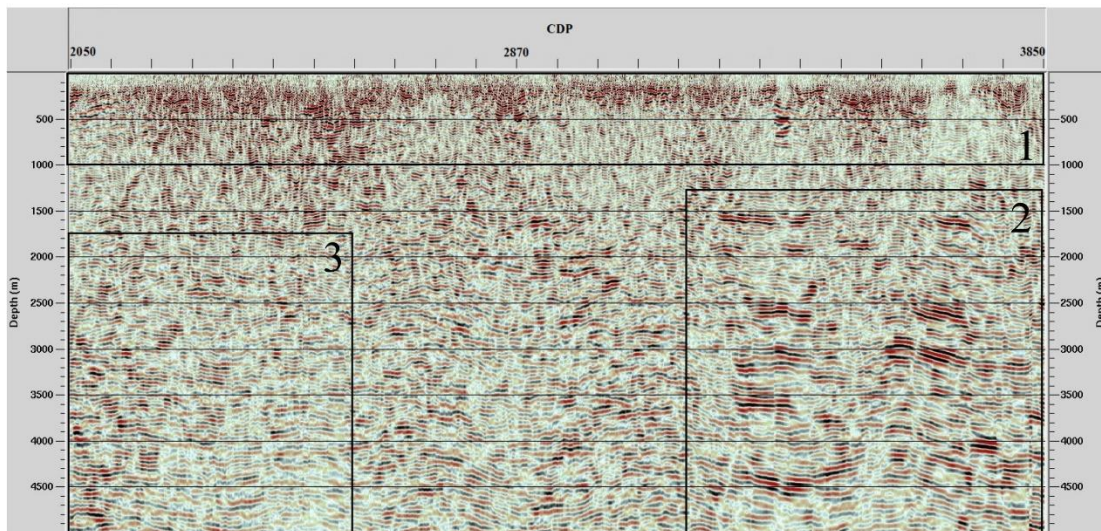
PSDM انجام شد که مقاطع آن به ترتیب در شکل ۴-۱۲ الف و شکل ۴-۱۲ ب دیده می‌شود.

در شکل ۴-۱۲، تفاوت دو مقطع PSDM مربوط به مدل سرعت اولیه و به‌روزرسانی شده وجود دارد. در مستطیل شماره ۱ شکل ۴-۱۲ الف، لایه‌های نزدیک سطح دارای کیفیت پایین هستند ولی در مستطیل شماره ۱ شکل ۴-۱۲ ب، پس از اعمال الگوریتم، افزایش وضوح و کیفیت لایه‌های نزدیک سطح قابل مشاهده است. مستطیل شماره ۲ شکل ۴-۱۲ الف، لایه‌ها وجود دارند ولی دارای قطع‌شدگی می‌باشند که ممکن است با گسل اشتباه گرفته شوند ولی بعد از به‌روزرسانی مدل سرعت، در مستطیل شماره ۲ شکل ۴-۱۲ ب، میزان پیوستگی لایه‌ها افزایش داشته و همراه با تغییر شیب بوده است. در مستطیل شماره ۳ شکل ۴-۱۲ الف، باوجود کیفیت پایین داده، لایه‌ها به‌صورت موج دیده می‌شود ولی پس از به‌روزرسانی مدل سرعت، در مستطیل شماره ۳ شکل ۴-۱۲ ب، افزایش پیوستگی و همواری دیده می‌شود.

برای درک بهتر میزان بهبود بر اثر اعمال الگوریتم پیشنهادی، محدوده‌ی رکورد عمقی مشترک ۳۱۷۵ تا ۳۸۴۰ بزرگنمایی شده است که در شکل ۴-۱۳ دیده می‌شود. در مستطیل شماره ۱ شکل ۴-۱۳ الف، عدم پیوستگی و کیفیت پایین و اغتشاشات دیده می‌شود. بعد از اعمال الگوریتم در مستطیل ۱ شکل ۴-۱۳ ب، به هم‌ریختگی کمتر و پیوستگی بیشتر دیده می‌شود. در مستطیل ۲ شکل ۴-۱۳ الف، ناپیوستگی و تداخل لایه‌ها دیده می‌شود. پس از اعمال الگوریتم بیان شده، در مستطیل شماره ۲ شکل ۴-۱۳ ب، پیوستگی بهتر و تداخل کمتر قابل تشخیص است. در مستطیل شماره ۳ شکل ۴-۱۳ الف، قطع‌شدگی لایه‌ها دیده می‌شود که ممکن است با خروج گاز و یا وجود گسل اشتباه گرفته شوند. پس از به‌روزرسانی مدل سرعت در مستطیل شماره ۳ شکل ۴-۱۳ ب، کیفیت و وضوح افزایش یافته که از تفسیر اشتباه می‌کاهد. در مستطیل شماره ۴ شکل ۴-۱۳ الف، تداخل لایه‌ها دیده می‌شود ولی بعد از اعمال الگوریتم بیان شده، در مستطیل ۴ شکل ۴-۱۳ ب، پیوستگی بهتر و تداخل کمتر لایه‌ها قابل مشاهده است.

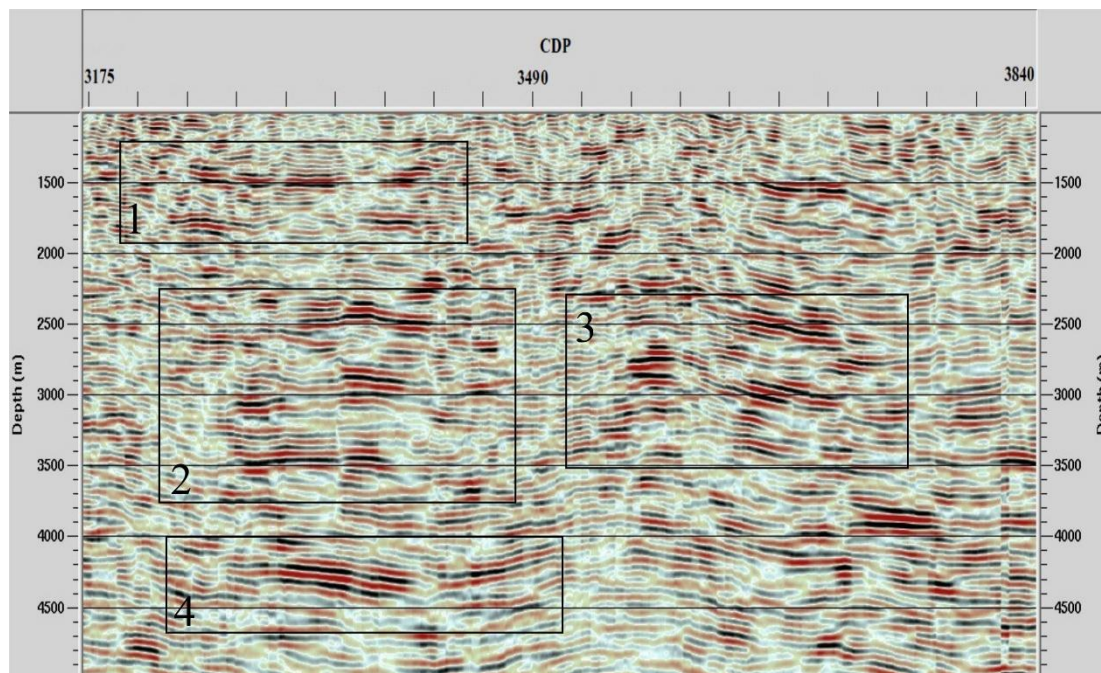


(الف)

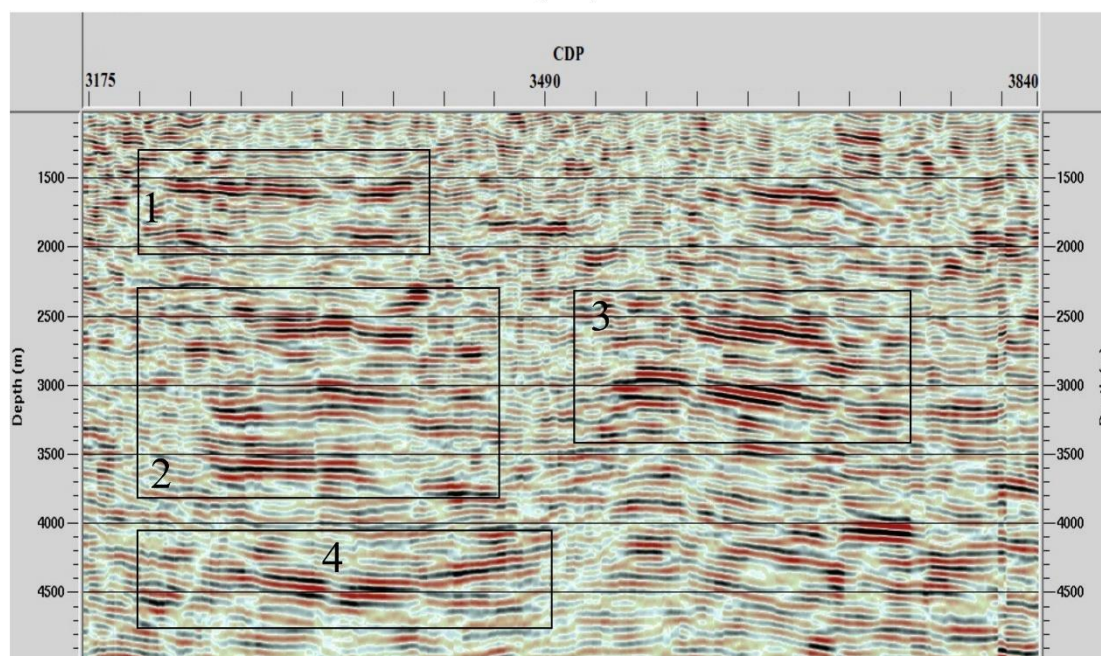


(ب)

شکل ۴-۱۲: الف) مقطع PSDM به دست آمده از مدل سرعت اولیه ب) مقطع PSDM به دست آمده از مدل سرعت به روزرسانی شده. در قسمت‌های مشخص شده، تفاوت‌ها و میزان بهبود مقطع PSDM با مدل به روزرسانی شده دیده می‌شود.



(الف)

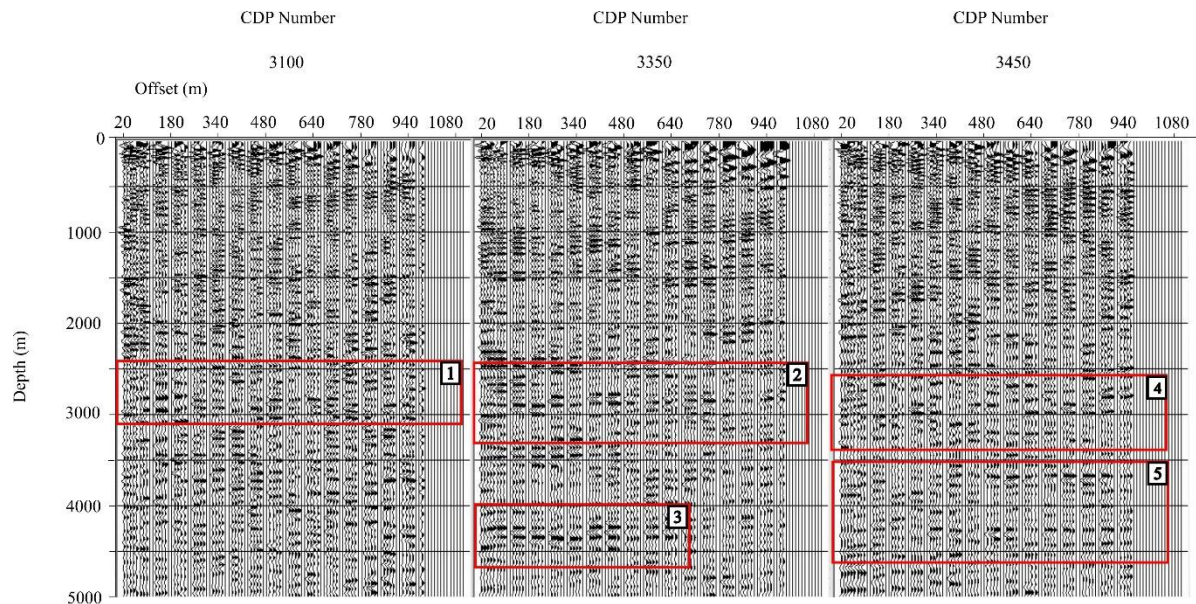


(ب)

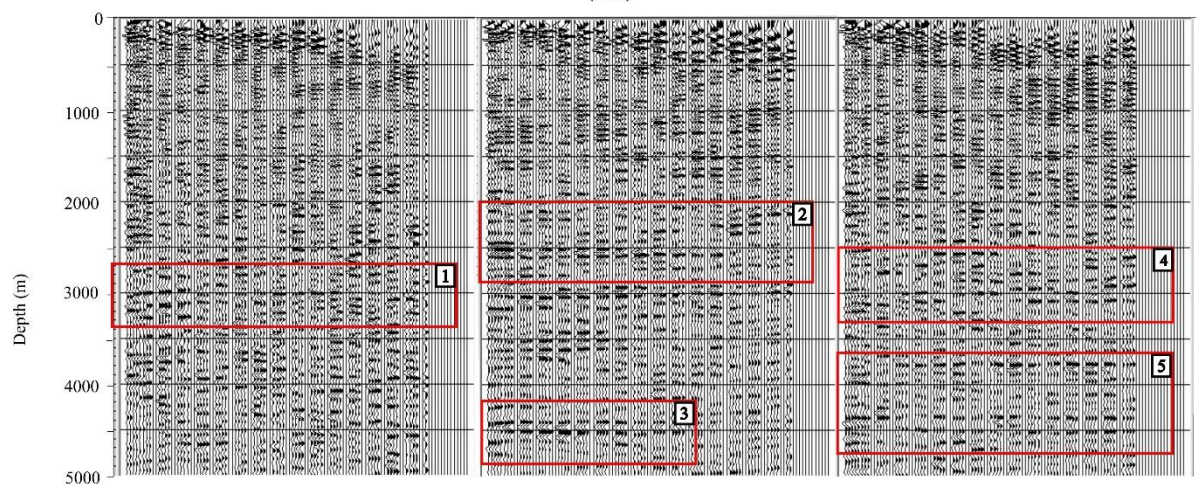
شکل ۴-۱۳: الف) بزرگنمایی قسمت مربوط به مقطع PSDM سرعت اولیه ب) بزرگنمایی قسمت مربوط به مقطع PSDM سرعت اولیه. تفاوت‌های ۲ مقطع و بهبود مقطع PSDM نهایی را در مستطیل‌های شماره‌گذاری شده مشاهده می‌کنید.

در شکل ۴-۱۴، رکورد تصویر مشترک مربوط به مدل سرعت‌های اولیه و به‌روزرسانی شده، دیده

می‌شود. در مستطیل شماره ۱ شکل ۴-۱۴ الف، بازتابنده‌ها با دامنه زیاد و عدم پیوستگی دیده می‌شود ولی پس از به‌روزرسانی مدل سرعت، در مستطیل شماره ۱ شکل ۴-۱۴ ب، پیوستگی بیشتری دیده می‌شود. در مستطیل شماره ۲ شکل ۴-۱۴ الف، پیوستگی کمتری نسبت به مستطیل شماره ۲ شکل ۴-۱۴ ب دیده می‌شود. در مستطیل شماره ۳ شکل ۴-۱۴ الف بازتابنده دیده می‌شود ولی دارای انحنای جزئی می‌باشد که پس از به‌روزرسانی سرعت، در مستطیل شماره ۳ شکل ۴-۱۴ ب، به خط شدگی بیشتری دیده می‌شود. در مستطیل‌های شماره ۴ و ۵ شکل ۴-۱۴ الف بازتابنده وجود دارد ولی پیوستگی کمتری داشته و تداخل ایجاد کرده‌اند. پس از اعمال الگوریتم بیان‌شده، در مستطیل‌های شماره ۴ و ۵ شکل ۴-۱۴ ب، پیوستگی بهتر مشخص است.



(الف)



(ب)

شکل ۴-۱۴: الف) رکورد تصویر مشترک مربوط به رکورد عمقی مشترک ۳۱۰۰، ۳۳۵۰، ۳۴۵۰ مدل سرعت اولیه منطقه انار ب) رکورد تصویر مشترک مربوط به رکورد عمقی مشترک ۳۱۰۰، ۳۳۵۰، ۳۴۵۰ مدل سرعت به روز رسانی شده منطقه انار. تفاوت‌ها در مستطیل‌های شماره‌گذاری شده مشخص است که توضیحات در متن موجود است.

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادها

۵-۱- نتیجه گیری

تصویرسازی لرزه‌ای عموماً وابسته به دو بخش برداشت داده لرزه‌ای و پردازش داده لرزه‌ای است که قصور در هر یک از آن‌ها باعث ایجاد اختلال در تصویرسازی می‌گردد. اگر برداشت داده لرزه‌ای به درستی انجام نشود حتی استفاده از بهترین روش پردازش داده لرزه‌ای، مشکلی را حل نخواهد کرد و باعث بهبود تصویرسازی نمی‌شود.

همان‌طور که مشاهده گردید مدل سرعت، جزء اجتناب‌ناپذیر تصویرسازی می‌باشد و نتیجه مدل سرعت نادرست بر تصویرسازی باعث گمراهی مفسر شده و هزینه‌های گزاف را به همراه دارد.

وجود لایه پرسرعت باعث ایجاد اختلال، قطع‌شدگی بازتابنده و در بعضی مواقع، نبود بازتابنده در زیر لایه‌های پرسرعت می‌شود که دست‌چین کردن سرعت را مشکل می‌سازد. نتیجه حاصل شد که کوچ زمانی نسبت به مدل سرعت مقاوم است در نتیجه شیب اهداف زمین‌شناسی و موقعیت مکانی آن‌ها دچار خطا می‌گردد. کوچ عمقی بسیار به مدل سرعت حساس است در نتیجه خطای سرعت جزئی، باعث جابجایی عمقی زیاد می‌شود. با استفاده از مدل سرعت صحیح در کوچ عمقی، نتایج به مراتب بهتری نسبت به کوچ زمانی ارائه می‌دهد.

بازه کوچ، عنصری مهم در کوچ کیرشهف می‌باشد. استفاده از بازه کوچ بیشتر از حد مناسب، باعث بجا ماندن عملگر کوچ در مقطع شده و کاهش کیفیت تصویر لرزه‌ای را به همراه دارد. استفاده از بازه کوچ کمتر از حد مجاز، باعث بجا ماندن پراش‌ها می‌شود که اختلال در تصویرسازی ایجاد می‌کند و کیفیت مقطع را کاهش می‌دهد. افزایش میزان بازه کوچ، باعث افزایش زمان محاسبات می‌شود.

وجود توپوگرافی شدید باعث می‌شود که تصحیح استاتیک به درستی صورت نگیرد و مقطع کوچ شده با قطع‌شدگی‌هایی همراه باشد که ممکن است با گسل‌ها اشتباه گرفته شوند.

در صورت وجود پیچیدگی بیشتر در داده، گام افزایش ضریب γ ، باید کمتر گرفته شود. اگر ضریب γ افزایش یابد میزان حجم ذخیره‌سازی افزایش‌یافته و محاسبات و ارزیابی بیشتری را می‌طلبد. استفاده از مدل سرعت با مرز سرعت‌های تیز باعث ایجاد قطع‌شدگی مقطع لرزه‌ای شده و امکان اشتباه گرفتن با گسل را افزایش می‌دهد. هرچه خطای مدل سرعت بیشتر باشد، افزایش بازه ضریب γ را به همراه دارد و افزایش گام ضریب γ باید کمتر در نظر گرفته شود. در نتیجه باعث افزایش محاسبات و زمان آنالیز رکورد تصویر مشترک می‌شود. استفاده از مدل سرعت با خطای کمتر، باعث کاهش بازه ضریب γ شده و افزایش گام ضریب γ ، کمتر در نظر گرفته می‌شود. در نتیجه حجم محاسبات و زمان اختصاص‌یافته کمتر می‌گردد.

نتایج روش پیشنهادی بر روی داده مصنوعی و داده‌های صحرایی پیاده‌سازی شد و میزان بهبود به نمایش گذاشته شد. در داده مصنوعی، اعوجاجاتی در زیر لایه پرسرعت دیده می‌شد که پس از اعمال روش پیشنهادی، بسیار بهبود یافت. همچنین الگوریتم بیان‌شده، بر روی داده دشت گرگان و منطقه انار پیاده‌سازی شد که نتایج قابل قبول بود خصوصاً در داده انار که با وجود توپوگرافی شدید و داده لرزه‌ای باکیفیت پایین، نتایج قابل توجهی حاصل گردید. همچنین با دقت بیشتر در داده منطقه انار می‌توان افق‌ها را ردیابی کرد.

۵-۲- پیشنهادها

برای به دست آوردن مدل سرعت اولیه با دقت بالا، پیشنهاد می‌شود از داده‌های چاه‌نگاری که در آن، سرعت با دقت بالایی به دست می‌آید، استفاده شود.

مدل سرعت نیز از روش‌های دیگر همچون شباهت وزن‌دار شده و روش FWI نیز به دست بیاید و در کوچ استفاده شود.

به‌جای استفاده از پیش برانبارش عمقی کیرشلف پیشنهاد می‌شود که از کوچ Gaussian beam نیز استفاده گردد.

- AL-CHALABI, M. (1973). 'Series approximation in velocity and travelttime computations', *Geophysical Prospecting*, Vol. **21**, pp. 783-795.
- AL-YAHYA, K. (1989). 'Velocity analysis by iterative profile migration', *Geophysics*, Vol. **54**, pp. 718-729.
- ANGIONI, T., RECHTIEN, R. D., CARDIMONA, S. J. and LUNA, R. (2003). 'Crosshole seismic tomography and borehole logging for engineering site characterization in Sikeston, MO, USA', *Tectonophysics*, Vol. **368**, pp. 119-137.
- AUDEBERT, F., NICHOLS, D., REKDAL, T., BIONDI, B., LUMLEY, D. E. and URDANETA, H. (1997). 'Imaging complex geologic structure with single-arrival Kirchhoff prestack depth migration', *Geophysics*, Vol. **62**, pp. 1533-1543.
- BANCROFT, J. C. (2007a) *A Practical Understanding of Pre-and Poststack Migrations: Prestack*, SEG Books.
- BANCROFT, J. C. (2007b). 'A Practical Understanding of Pre-and Poststack Migrations: Volume 1 (Poststack)', Society of Exploration Geophysicists.
- BEDNAR, J. B. (2013). 'Modeling, Migration and Velocity Analysis in Simple and Complex Structure', *Panorama Technologies*, pp. 255-258.
- BIONDI, B. and SAVA, P. (1999). 'Wave-equation migration velocity analysis', *SEG Technical Program Expanded Abstracts 1999*. Society of Exploration Geophysicists, pp. 1723-1726.
- BROWN, R. J. (1969). 'Normal-moveout and velocity relations for flat and dipping beds and for long offsets', *Geophysics*, Vol. **34**, pp. 180-195.
- CHEN, J., ZELT, C. A. and JAISWAL, P. (2013). 'A case history: Application of frequency-dependent travelttime tomography and full waveform inversion to a known near-surface target', *SEG Technical Program Expanded Abstracts 2013*. Society of Exploration Geophysicists, pp. 1743-1748.
- DEREGOWSKI, S. (1986). 'What is DMO?', *First Break*, Vol. **4**, pp. 7-24.
- DIX, C. H. (1955). 'Seismic velocities from surface measurements', *Geophysics*, Vol. **20**, pp. 68-86.
- DRIJKONINGEN, I. G. G. (2012) *Introduction to reflection seismics course notes*, Delft University of Technology, Delft, Nederland.
- FAGIN, S. W. (1991) *Seismic modeling of geologic structures: Applications to exploration problems*, Society of Exploration Geophysicists.
- FARD, I. A., BRAATHEN, A., MOKHTARI, M. and ALAVI, S. A. (2006). 'Interaction of

- the Zagros Fold–Thrust Belt and the Arabian-type, deep-seated folds in the Abadan Plain and the Dezful Embayment ,SW Iran', *Petroleum Geoscience*, Vol. **12**, pp. 347-362.
- FENG, Y. E. and RESHEF, M. (2016). 'The Eastern Mediterranean Messinian salt-depth imaging and velocity analysis considerations', *Petroleum Geoscience*, Vol. **22**, pp. 333-339.
- FOMEL, S. (2003). 'Time-migration velocity analysis by velocity continuation', *Geophysics*, Vol. **68**, pp. 1662-1672.
- FOMEL, S. and LANDA, E. (2014). 'Structural uncertainty of time-migrated seismic images', *Journal of Applied Geophysics*, Vol. **101**, pp. 27-30.
- GRAY, S. H. (2000). 'Velocity smoothing for depth migration: How much is too much?', *SEG Technical Program Expanded Abstracts 2000*. Society of Exploration Geophysicists, pp. 1055-1058.
- GREENHALGH, S., ZHOU, B. and CAO, S. (2003). 'A crosswell seismic experiment for nickel sulphide exploration', *Journal of Applied Geophysics*, Vol. **53**, pp. 77-89.
- GRIESE, H. M. (2010) *Seismic imaging: A review of the techniques, their principles, merits and limitations*, EAGE publications.
- HALE, D. (1991) *Dip moveout processing*, Society of Exploration Geophysicists.
- HANSON, D. R., VANDERGRIFT, T. L., DEMARCO, M. J. and HANNA, K. (2002). 'Advanced techniques in site characterization and mining hazard detection for the underground coal industry', *International journal of coal geology*, Vol. **50**, pp. 275-301.
- HYNDMAN, D. W. and HARRIS, J. M. (1996). 'Traveltime inversion for the geometry of aquifer lithologies', *Geophysics*, Vol. **61**, pp. 1728-1737.
- JIAO, J., LOWREY, D. R., WILLIS, J. F. and MARTÍNEZ, R. D. (2008). 'Practical approaches for subsalt velocity model building', *Geophysics*, Vol. **73**, pp. VE183-VE194.
- JONES, I. F. (2003). 'A review of 3D PreSDM model building techniques', *First Break*, Vol. **21**.
- JONES, I. F. (2010) *An introduction to velocity model building*, EAGE.
- KALITA, M. and ALKHALIFAH, T. (2016). 'Common-image gathers using the excitation amplitude imaging condition', *Geophysics*.
- KIM, Y. C., HURT JR, W. B., MAHER, L. J. and STARICH, P. J. (1997). 'Hybrid migration: A cost-effective 3-D depth-imaging technique', *Geophysics*, Vol. **62**, pp. 568-576.
- LI, S. (2013). 'Wave-equation migration velocity analysis by non-stationary focusing', *SEG Technical Program Expanded Abstracts 2013*. Society of Exploration Geophysicists, pp. 1110-1115.
- LIU, K. and BANCROFT, J. C. (2002). 'The effects of dip-limited Kirchhoff migration and FK migration', *the university of Calgary, Calgary, Alberta, T2N 1N4, Canada*.
- LIU, Z. and BLEISTEIN, N. (1995). 'Migration velocity analysis: Theory and an iterative algorithm', *Geophysics*, Vol. **60**, pp. 142-153.
- LONG, A. (2004). 'What is Wave Equation Pre-stack Depth Migration? An Overview.'

- MAHADASU, P. and SINGH, K. H. (2015). 'Improved Seismic Imaging through Prestack Depth Migration using Synthetic Seismic Data', *GSTF Journal of Geological Sciences (JGS)*, Vol. **2**.
- MIRABELLA, C. (2017). 'Velocity Model Building and Seismic Imaging in a Complex Structural Setting in the Rocky Mountains'.
- NEIDELL, N. S. and TANER, M. T. (1971). 'Semblance and other coherency measures for multichannel data', *Geophysics*, Vol. **36**, pp. 482-497.
- PRUCHA, M. L., BIONDI, B. L. and SYMES, W. W. (1999). 'Angle-domain common image gathers by wave-equation migration', *SEG Technical Program Expanded Abstracts 1999*. Society of Exploration Geophysicists, pp. 824-827.
- RASTOGI, R. and PHADKE, S. Optimal aperture width selection and parallel implementation of Kirchhoff migration algorithm, Paper Presented at the Fourth International Conference and Exposition of the Society of Petroleum Geophysicists (SPG'2002), January, 2002, Citeseer.
- RASTOGI, R., YERNENI, S. and PHADKE, S. (2000). 'Aperture width selection criterion in Kirchhoff migration.'
- SAVA, P. and HILL, S. J. (2009). 'Overview and classification of wavefield seismic imaging methods', *The Leading Edge*, Vol. **28**, pp. 170-183.
- SAVA, P. C. and FOMEL, S. (2003). 'Angle-domain common-image gathers by wavefield continuation methods', *Geophysics*, Vol. **68**, pp. 1065-1074.
- SCHNEIDER, W. A. (1971). 'Developments in seismic data processing and analysis (1968–1970)', *Geophysics*, Vol. **36**, pp. 1043-1073.
- SHERIFF, R. E. and GELDART, L. P. (1995) *Exploration seismology*, Cambridge university press.
- SINGH, V. P. and SINHA, D. P. (2004). 'Improved Imaging through Pre Stack Depth Migration –A Case Study', *Conference & Exposition on Petroleum Geophysics*. Petroleum Geophysics, Hyderabad-India, pp. 346-349.
- SOLEIMANI, M. (2017). 'Challenges of seismic imaging in complex media around Iran, from Zagros overthrust in the southwest to Gorgan Plain in the northeast', *The Leading Edge*, Vol. **36**, pp. 499-506.
- SOLEIMANI, M. and BALAROSTAGHI, M (2017). 'Seismic image enhancement in post stack depth migration by finite offset CDS stack method', *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*, Vol. **6**, pp. 605-615.
- TANER, M. T. and KOEHLER, F. (1969). 'Velocity spectra—digital computer derivation applications of velocity functions', *Geophysics*, Vol. **34**, pp. 859-881.
- VIRIEUX, J. and OPERTO, S. (2009). 'An overview of full-waveform inversion in exploration geophysics', *Geophysics*, Vol. **74**, pp. WCC1-WCC26.
- WANG, B., KIM, Y., MASON, C. and ZENG, X. (2008). 'Advances in velocity model-building technology for subsalt imaging', *Geophysics*, Vol. **73**, pp. VE173-VE181.
- WEIMER, P., BOUROULLEC, R., ADSON, J. and COSSEY, S. P. (2017). 'An overview of the petroleum systems of the northern deep-water Gulf of Mexico', *AAPG Bulletin*, Vol. **101**, pp. 941-993.
- WILLIAMS, M. C., LEIGHTON, V. L., VASSILIOU, A. A., TAN, H., NEMETH, T., COX,

- V. D. and HOWLETT, D. L. (1997). 'Crosswell seismic imaging: A technology whose time has come?', *The Leading Edge*, Vol. **16**, pp. 285-291.
- WONG, J. (2000). 'Crosshole seismic imaging for sulfide orebody delineation near Sudbury, Ontario, Canada', *Geophysics*, Vol. **65**, pp. 1900-1907.
- XU, J. and ZHANG, J. (2017). 'Prestack time migration of nonplanar data: Improving topography prestack time migration with dip-angle domain stationary-phase filtering and effective velocity inversion', *Geophysics*, Vol. **82**, pp. S235-S246.
- YILMAZ, Ö. (2001) *Seismic data analysis*, Society of Exploration Geophysicists Tulsa.
- ZENG, C., DONG, S. and WANG, B. (2017). 'A guide to least-squares reverse time migration for subsalt imaging: Challenges and solutions', *Interpretation*, Vol. **5**, pp. SN1-SN11.
- ZHANG, L. (1960). 'Migration under velocity uncertainty.'
- ZHU, J. and LINES, L. R. (1998). 'Comparison of Kirchhoff and reverse-time migration methods with applications to prestack depth imaging of complex structures', *Geophysics*, Vol. **63**, pp. 1166-1176.

Abstract

Estimation of a precision velocity model has been one of the challenges faced by seismic processors. The presence of structural complexity and extreme topography makes it difficult to estimate velocity model and creates unqualified seismic images. Different methods are used to estimate velocity model, which have strengths and weaknesses. Time migration methods are resistant to velocity variations and do not accurately determine dip and position of geological targets. Depth migration methods are very sensitive to the velocity variation, and use of the wrong velocity model creates images that mislead the interpreter. Therefore, it is very important to use a suitable velocity model for depth migration. In this thesis, the semblance method was used to obtain initial velocity model. Then, using the γ coefficient, new velocity model would be obtained. Using new velocity model, the Kirchhoff depth migration process was performed. Kirchhoff's algorithm has been used in the proposed method due to advantages such as flexibility in calculations and handling of slopes. After creating PSDM sections, the CIG analysis is done. In this way, the coefficient which gives the best continuity in events, would be selected for velocity updating in that CDP gather. After selecting suitable coefficients, the coefficients will apply to initial velocity model. After velocity model has been updated, the PSDM process performed for last time, and final section is achieved. The proposed method was implemented on a synthetic and two field data from Gorgan plain and Anar region. Gorgan plain data has a smooth topography and complex structure, but Anar region data has an extreme topography and complex structure that have a high velocity layer named Gachsaran Formation, which makes it difficult to seismic imaging. In the synthetic data, a high velocity layer was considered, and the purpose of imaging was determination layers beneath the high velocity layer, which was well-researched, but also has some artifact that are related to weakness of migration algorithm and the presence of a high velocity layer. In the Gorgan field data, the quality of the final section has increased, which can referred to change the slope of the layers, increasing the amplitude of the reflectors, and increasing continuity of layers. In the Anar field data, which has a complex structure and extreme topography, the seismic image obtained by conventional method was completely inefficient and noisy. The proposed method was implemented on the Anar data. Result from updated velocity model shows improvements in image quality and more horizons were imaged.

Key words

Velocity model, migration velocity analysis, Prestack depth migration, γ coefficient, Common image gather analysis, High Velocity Layer



Shahrood University of Technology

Faculty of Mining, Petroleum and Geophysics Engineering

M.Sc. Thesis in Exploration Seismology

**Improvement of seismic image under high velocity layer
by layer stripping and velocity model updating**

By: Ehsan Aghaberar pornegharchi

Supervisors:

Dr. Mehrdad Soleimani Monfared

Dr. Amin Roshandel Kahoo

January 2018