



دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک پایاننامه کارشناسی ارشد

ژئوفیزیک، گرایش لرزهشناسی

افزایش کیفیت مقاطع کوچ در دادههای بهبود یافته با تغییر عملگر SSR به DSR با در نظر گرفتن بازههای مخصوص انطباق بر پراشها و بازتابها

نگارنده:

محمدرضا رمضانى

استاد راهنما:

دكتر مهرداد سليماني منفرد

شهريور ۱۳۹۶

به پاس تعبیر عظیم وانسانی شان از کلمه ایثار واز خودکذشگی به پاس عاطفه سر شار و کرمای امید بخش وجود شان که دراین سردترین روزگاران به شرین پشتیان است به پاس قلب پای بزرگشان که فریاد رس است و سرکر دانی و ترس در پنام شان به شجاعت می کراید و به پاس محبت پای بی در بغشان که هرکز فروکش نمی کند این مجموعه را به بدر وماد عزیزم تقدیم می کنم

مشر وقدردانی

سگر شایان نثار ایرد منان که توفیق را رفیق را بهم ساخت تا این پایان نامه را به پایان برسانم . از بزر کوار جناب آ قای مهرداد سلیمانی منفرد به عنوان اساد را بهماکه بمواره نگارنده را مورد لطف و محبت خود قرار دادهاند ، کال تشکر را دارم .

تعهد نامه

اینجانب محمدرضا رمضانی دانشجوی دوره کار شناسی ار شد ر شتهی ژئوفیزیک گرایش لرزه شناسی از دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایاننامه کار شناسی ار شد تحت عنوان: افزایش کیفیت مقاطع کوچ در دادههای بهبود یافته با تغییر عملگر SSR به DSR با در نظر گرفتن بازههای مخصوص انطباق بر پراشها و بازتابها تحت راهنمایی جناب آقای دکتر مهرداد سلیمانی منفرد متعهد می شوم:

- تحقیقات در این پایاننامه 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 تا کنون تو سط 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» یا «Shahrood University of Technology» به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایاننامه تاثیر گذار بودهاند، در مقالات مستخرج از این پایاننامه رعایت می گردد.
- 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 پایاننامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد د ستر سی
 یافته یا استفاده شده است، اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاقی انسانی رعایت شده است.

تاريخ

امضاي دانشجو

- مالكيت نتايج و حق نشر
- کلیه حقوق این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامههای رایانهای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) مربوط به دانشگاه صنعتی شاهرود میبا شد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
 - استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایاننامه بدون ذکر مرجع مجاز نمیباشد.

چکیدہ

در این تحقیق، به بررسی روشهای تهیه مقطع لرزهای با کیفیت بالا با استفاده از ریشه مربع یگانه معادله زمان سیر و ریشه مربع دوگانه معادله زمان سیر و انتخاب بازه مناسب به منظور تقویت امواج بازتاب و یا امواج پراش پرداخته شده است. در این روشها از بازههای کوچک و بزرگ نقطه میانی به منظور تقویت بازتابها و پراشها استفاده شده است. در این روش ها از بازههای کوچک و بزرگ نقطه میانی به منظور تقویت می باشد که از یک دهه گذشته در پردازش دادههای لرزهای مورد استفاده قرار می گیرد و پیشرفتهای این روش نقش مهمی در حل مشکلات تصویرسازی دادههای لرزهای دارد. این روش تصاویر لرزهای با نسبت سیگنال به نوفه بالا، پیوستگی بیشتر بازتابندهها، افزایش وضوح جانبی و کیفیت بیشتر را فراهم می کند. کیفیت نتایج برانبارش به عنوان مثال پیوستگی رویدادها و کاهش نوفه، تنها تحت تاثیر انتخاب زمان سیر نیستند، بلکه به انتخاب بازه مناسب برای برانبارش وابسته است. از عملگر ریشه مربع یگانه معادله زمان سیر زون فرنل تصویرشده استفاده میاسب برای برانبارش وابسته است. از عملگر ریشه مربع یگانه معادله زمان سیر زون فرنل تصویرشده استفاده می مود. در این تحقیق با استفاده از معادله ریشه مربع یگانه، معادله ریشه مربع دوگانه به دست آمد تا بتوان به کمک این دو روش و اعمال آن بر روی دادها به مقایسه مقاطع

در این تحقیق دو عملگر برانبارش ریشه مربع یگانه و دوگانه با بازه نقطه میانی کوچک و بزرگ بر روی دادههای مصنوعی و صحرایی اعمال گردید. مقاطع به دست آمده از این دو روش برانبارش با بازه نقطه میانی کوچک و بزرگ در دادههای مصنوعی به کمک تفاضل مقاطع از هم مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج حاصل از این دو روش برانبارش نشان داد که عملگر برانبارش ریشه مربع یگانه با بازه نقطه میانی کوچک در ترکیب با بازه دورافت بزرگ در تقویت امواج بازتاب بسیار موثر عمل کرده است و تا حدودی امواج پراش را تضعیف نموده است. از طرف دیگر به منظور تصویرسازی ساختارهای زمین شناسی با جزئیات بیشتر استفاده از امواج پراش مورد بررسی قرار گرفت که طی آن از عملگر برانبارش ریشه مربع دوگانه که امواج پراش را تقویت می کند، استفاده شد. عملگر برانبارش ریشه مربع دوگانه با بازه نقطه میانی و دورافت بزرگ بهترین عملکرد را در تقویت امواج پراش داشته است و توانسته است امواج بازتابی را تضعیف نماید. این روش توانایی تولید تصویری با جزئیات بیشتر از ساختارهای تولید کننده پراش بویژه ساختارهای پیچیده زمینشناسی را دارا میباشد. در ادامه نتایج حاصل از این دو روش برانبارش بر روی دادههای صحرایی مورد مقایسه قرار گرفتند و برای مقایسه بهتر به روش کیرشهف کوچ داده شدند. نتایج حاصل از کوچ کیرشهف بیان کننده این مطلب بودند که عملگر برانبارش ریشه مربع دوگانه با بازه نقطه میانی و دورافت بزرگ به دلیل تقویت امواج پراش، شکستگیها و گسل ها را بهتر نشان داده است و تصویری با جزئیات وکیفیت بهتری نشان میدهند.

کلید واژه: برانبارش، سطح بازتاب مشترک، پراش، زون فرنل تصویر شده، دورافت صفر، تصویرسازی لرزهای.

فهرست مطالب

1	فصل اول: پیش زمینه نظری
۲	۱–۱– مقدمه
۶	۲-۱- روشهای تصویرسازی مبتنی بر مدل و مبتنی بر داده
۷	۱-۳- مروری بر روشهای پیشین
١٢	۴-۱- ضرورت انجام تحقيق
۱۳	۱-۵- هدف مطالعه و روش تحقيق
۱۳	۱-۶- ساختار پایاننامه
۱۵	فصل دوم: تقویت پراشها در CRS
18	۲–۱– مقدمه
١٧	۲-۲- برانبارش سطح بازتاب مشترک با دورافت صفر
۲۳	۲-۲- روش انجام برانبارش CRS
74	۲-۳-۲- یافتن پارامترها و حل معادله CRS
۲۷	۲-۳-۲ بازه در CRS
۳۱	۴-۲- برانبارش سطح پراش مشتر ک(CDS)
۳۲	۲-۴-۲ پراشها
۳۳	۲-۴-۲ روش سطح پراش مشترک با دورافت صفر
۳۵	فصل سوم: عملگر برانبارش SSR و DSR
۳۶	۳–۱– مقدمه
۳۷ DSR	۲-۳- تاثیر بازه نقطه میانی با استفاده از دو اپراتور پراش SSR و
۳۷	۳-۳- عملگر زمان سیر CRS
٣٩	۴-۳- عملگر زمان سیر SSR
٣٩	۵-۳- عملگر زمان سیر DSR
۴۰	۳-۶- بازه برانبارش۳
۴۱	۳–۶–۱– بازه مناسب به منظور تقویت بازتابها
۴۳	۳–۶-۲– بازه مناسب به منظور تقویت پراش ها
۴۷	۳-۷- کوچ
۵۰	۳-۷-۱ کوچ کیرشهف
۵۲	۳–۸- استراتژی حل مساله۳

۵۵	فصل چهارم: پردازش دادههای مصنوعی و صحرایی
۵۶	۱-۴- پردازش دادههای مصنوعی Sigsbee 2A
۵۷	۲-۱-۱-۴ نتایج برانبارش SSR
۶۳	۲-۱-۴ نتایج برانبارش DSR
۷۰	۴-۲- پردازش دادههای صحرایی
٧٠	۴-۲-۴- اعمال برانبارش SSR بر روی داده صحرایی
٨٠	۲-۲-۴ اعمال برانبارش DSR بر روی داده صحرایی
٨۶	۴-۳- اعمال کوچ کیرشهف بر روی داده صحرایی
٨۶	۴–۳–۱ – مقدمه
٨۶	۴-۳-۲ اعمال کوچ بر روی دادههای صحرایی
۹۳	فصل پنجم: نتیجهگیری و پیشنهادات
94	۵-۱- نتیجهگیری
۹۵	۲-۵- پیشنهادات
۹۶	منابع

فهرست اشكال

شکل (۲-۱) مقطع دوبعدی موج NIP و پرتوهای غیراسنلی در آزمایش CMP. موج NIP را میتوان توسط دایره C _{NIP} (در
حالت سه بعدی به صورت صفحه منحنی) تخمین زد، که شعاعی برابر با موج NIP در نقطه S=G میباشد (یاگر، ۱۹۹۹)۱۹
شکل (۲-۲) مقطع دوبعدی موج عمود و پرتوهای عمود مرتبط با آزمایش دورافت صفر. موج عمود توسط دایره C _N (در حالت
سهبعدی به صورت صفحه منحنی) که دارای شعاع انحنایی برابر جبهه موج عمود است، در نقطهای که S=G است، تخمین
زده می شود (یاگر، ۱۹۹۹).
شکل (۲-۳) نشانگرهای جنبشی میدان موج برای یک مدل یک لایهای با سرعت V0 . الف) R _{NIP} شعاع انحنای موج سبز رنگ
و ب) R _N شعاع انحنای موج قرمز رنگ میباشد (بایکولوف، ۲۰۰۹).
شکل (۲-۴) قسمت پایین، بازتابنده تاقدیسی شکل در حوزه عمق با پرتوهای ZO که بر بخش قرمز رنگ بازتابنده R عمود
میباشند. قسمت بالا، سطح حاصل از زمان سیرهای دورافت مشترک (سطح آبی رنگ) و سطح بازتاب مشترک (سطح سبز
رنگ) برای بازتابنده R (یاگر، ۱۹۹۹).
شکل (۲-۵) نمودار جستجوی عملی. مراحل پردازش نشان داده شده، باید برای هر نمونه ZO که میخواهد شبیهسازی شود
انجام گردند (مان، ۲۰۰۲).
شکل (۲-۶) بخشی از بازتابنده که حین پیشروی نیمی از طول موج بازتابی اولیه، انرژی از آن بازتاب می گردد که به ناحیه
فرنل موسوم است (کری و همکاران، ۲۰۰۲).
شکل (۲-۷) الف) بازه استفاده شده در پردازش CRS بهینه که از روی مقادیر تعیین شده برای بازه در مراحل برانبارش
خودکار CMP در شکل (ب) و نقاط تعیین شده در بازه دورافت صفر در شکل (ج) تعیین می شود (سلیمانی، ۱۳۸۸)۳۰
شکل (۲-۸) الف) دو نمای متفاوت از عملگر برانبارش CRS برای یک نقطه ZO انتخاب شده. ب) عملگر برانبارش معمول که
فقط به رکورد CMP مرکزی محدود شده است. تعداد زیاد ردلرزههای برانبارش شده در برانبارش CRS، نسبت سیگنال به
نوفه افزایش می یابد (اشلایشر، ۲۰۰۷).
شکل (۳–۱) زون فرنل تصویر شده برای یک بازتاب دورافت صفر را با طول پالس $artheta$ در نقطه ($m_{0},t_{0})$ با رنگ سبز نشان
میدهد که بیان کنندهی ناحیه کوچکی به عنوان بازه نقطه میانی $\delta^m_{ m Ref}$ در برانبارش SSR میباشد (فسپیری و همکاران،
۴۲
شکل (۳–۲) بازه مناسب نقطه میانی $\delta^m_{ m Ref}$ و دورافت $\delta^h_{ m Ref}$ به منظور تقویت امواج پراش (فسپیری و همکاران،
۴۳(۲۰۱۵
شکل (۳–۳) زون فرنل تصویر شده برای یک بازتاب دورافت صفر را با طول یالس Ø در نقطه (m ₀ ,t ₀) با رنگ سبز نشان
میدهد که بیان کننده ناحیه بزرگی به عنوان بازه نقطه میانی δ^{*}_{nr} در برانبارش DSR می باشد. (فسپیری و همکاران، ۲۰۱۵).
ff
$\mathfrak{E}_{\mathbf{n}}$ ($\mathfrak{I}_{\mathbf{n}}$) $\mathfrak{I}_{\mathbf{n}}$ ($\mathfrak{I}_{\mathbf{n}}$) (I
$\frac{1}{2} \int \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \right) \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{$
شکل (۲۰ ش) معایسه کو روش برببارش ۲۰۱۵ و ۲۰۱۵، راست) برببارش ۲۰۱۵ و چپ) برببارش ۲۰۱۵ (سپیری و ۲۰۱۰) ۲۶
شکا (۳–۶) مقایسه در مشریانیانش DSR و SSR با بانه نقطه میانی پیشینه و یکسان راست) برانیانش DSR و جب
(1 - 1) معایسه تو روس برابارس ۲۰۵۲ و ۲۰۱۸ و ۲۰۱۸ و ۲۰۱۸ و تعلیه میان راست) برابارس ۲۰۵۲ و تربی $(1 - 1)$

شکل (۳-۷) دستهبندی انواع روشهای تصویرسازی دادههای لرزهای (ساوا و هیل، ۲۰۰۹)
شکل (A-۳) a: مقطع با دورافت صفر b: دامنه نقاط (مانند نقطه B) در طول هذلولی پراش با هم جمع می شوند و به نقطه A
نسبت داده می شود (ایلماز، ۱۹۸۷)
شکل (۳-۹) الف: نمودار گردشی برانبارش SSR و ب: نمودار گردشی برانبارش DSR
شکل (۴-۱) دادهی Sigsbee 2A و قسمت مورد پردازش در این تحقیق که با کادر مشکی مشخص شده است۵۹
شکل (۴-۲) مقطع برانبارش SSR با بازه نقطه میانی کوچک در ترکیب با بازه دورافت بزرگ. کمینه مقدار بازه نقطه میانی
۵۰ متر و بیشینه مقدار آن ۱۰۰ متر میباشد. همچنین کمینه مقدار بازه دورافت ۵۰۰ متر و بیشینه مقدار آن ۲۶۰۰۰ متر
میباشد در این شکل امواج بازتابی تقویت شدهاند و همچنین پیوستگی رخدادهای بازتابی افزایش یافته است در حالی که
امواج پراش به شدت تضعیف شدهاند
شکل (۴–۳) مقطع برانبارش SSR با بازه نقطه میانی بزرگ. کمینه مقدار بازه نقطه میانی ۷۵۰۰ متر و بیشینه مقدار بازه
نقطه میانی ۸۰۰۰ متر میباشد. در این شکل امواج پراش تقویت شدهاند که برخی از این امواج با پیکانهای آبی نشان داده
است و امواج بازتابی تضعیف شدهاند
شکل (۴-۴) مقطع حاصل از تفاضل برانبارش SSR با بازه نقطه میانی کوچک در ترکیب با دورافت بزرگ (شکل ۴-۲) از
برانبارش SSR با بازه نقطه میانی بزرگ (شکل ۴–۳) را نشان میدهد. در این شکل پراشهای تقویت شده در روش SSR با
بازه نقطه میانی بزرگ باقی ماندهاند و به خوبی نشان داده شده است
شکل (۴-۵) مقطع برانبارش DSR با بازه نقطه میانی و دورافت بزرگ.کمینه مقدار بازه نقطه میانی ۷۵۰۰ متر و بیشینه مقدار
آن ۸۰۰۰ متر میباشد. همچنین کمینه مقدار بازه دورافت ۵۰۰ متر و بیشینه مقدار آن ۲۶۰۰۰ متر میباشد. در این شکل
امواج پراش تقویت شدهاند و امواج بازتابی تضعیف شدهاند. کادر آبی قسمتی از مقطع را نشان میدهد که امواج پراش را به
وضوح تقويت شدهاند
شکل (۴-۶) مقطع برانبارش DSR با بازه نقطه میانی کوچک. کمینه مقدار بازه نقطه میانی ۵۰ متر و بیشینه مقدار آن ۱۰۰
متر میباشد. در این شکل امواج پراش تضعیف و امواج بازتابی تقویت شدهاند
شکل (۴-۷) مقطع حاصل از تفاضل برانبارش DSR با بازه نقطه میانی کوچک (شکل ۴-۶) از برانبارش DSR با بازه نقطه
میانی و دورافت بزرگ (شکل ۴-۵) را نشان میدهد. در این شکل پراشهای تقویت شده در روش DSR با بازه نقطه میانی و
دورافت بزرگ به خوبی نشان داده شده است ۶۷
شکل (۴-۸) مقطع حاصل از تفاضل برانبارش SSR با بازه نقطه میانی کوچک در ترکیب با دورافت بزرگ (شکل ۴-۲) از
برانبارش DSR با بازه نقطه میانی کوچک (شکل ۴-۶) را نشان میدهد. در این شکل پراشهای موجود در روش DSR با بازه
نقطه میانی کوچک باقی ماندهاند و با پیکانهای آبی نشان داده شده است. روش DSR با بازه نقطه میانی کوچک در تضعیف
امواج پراش نسبت به روش SSR با بازه نقطه میانی کوچک ضعیفتر عمل کرده است ۶۸
شکل (۴–۹) مقطع حاصل از تفاضل برانبارش SSR با بازه نقطه میانی بزرگ (شکل ۴–۳) از برانبارش DSR با بازه نقطه میانی
و دورافت بزرگ (شکل ۴-۵) را نشان میدهد. در این شکل پراشهای تقویت شده در روش DSR با بازه نقطه میانی بزرگ
باقی ماندهاند و با پیکانها و دوایر آبی نشان داده شده است. روش DSR با بازه نقطه میانی بزرگ در تقویت امواج پراش
نسبت به روش SSR با بازه نقطه میانی بزرگ قویتر عمل کرده است ۶۹
شکل (۴–۱۰) مقطع سرعت برانبارش بدست آمده در پردازش داده صحرایی در برانبارش خودکار CMP
شکل (۴–۱۱) مقطع بهینه زاویه ورود پرتوی مرکزی مربوط به رخدادهای اصلی بدست آمده در برانبارش SSR بر روی داده
صحرایی۷۵

شکل (۴–۱۲) مقطع بهینه شعاع موج نرمال مربوط به رخدادهای اصلی بدست آمده در برانبارش SSR بر روی داده صحرایی.
٧۶
شکل (۴–۱۳) مقطع بهینه شعاع موج NIP مربوط به رخدادهای اصلی بدست آمده در برانبارش SSR بر روی داده صحرایی.
٧۶
شکل (۴–۱۴) مقطع همدوسی مربوط به برانبارش نهایی به روش برانبارش SSR در داده صحرایی
شکل (۴–۱۵) مقطع برانبارش شده بهینه بدست آمده به روش ^{بر انبار} ش SSR با بازه نقطه میانی کوچک در ترکیب با بازه
دورافت بزرگ در داده صحرایی
شکل (۴–۱۶) مدل هموار شده سرعت v(x,z) بدست آمده از روش NIP توموگرافی معکوس بر اساس نشانگرهای جنبشی
میدان موج حاصل از برانبارش SSR برای داده صحرایی۷۹
شکل (۴–۱۷) مقطع برانبارش به روش DSR با بازه نقطه میانی نسبتا بزرگ. کمینه مقدار بازه نقطه میانی ۲۰۰ متر و بیشینه
مقدار آن ۱۰۰۰۰ متر می باشد. همچنین کمینه بازه دورافت ۵۰ متر و بیشینه مقدار آن ۵۰۰ متر می باشد
شکل (۴–۱۸) مقطع برانبارش به روش DSR با بازه نقطه میانی بسیار بزرگ. کمینه مقدار بازه نقطه میانی ۲۰۰ متر و بیشینه
مقدار آن ۲۰۰۰۰ متر می باشد. همچنین کمینه بازه دورافت ۵۰ متر و بیشینه مقدار آن ۵۰۰ متر می باشد۸
شکل (۴–۱۹) نتیجه کوچ بر روی مقطع دورافت صفر بدست آمده به روش برانبارش SSR (شکل ۴–۱۵)
شکل (۴-۲۰) نتیجه کوچ بر روی مقطع دورافت صفر بدست آمده به روش برانبارش DSR (شکل ۴-۱۷)
شکل (۴–۲۱) دو مقطع کوچک از نتایج کوچ عمقی بر روی دو مقطع برانبارش شده به دو روش متفاوت چپ) کوچ بر روی
مقطع برانبارش SSR و راست) کوچ بر روی مقطع برانبارش DSR
شکل (۴-۲۲) مقطع کوچ عمقی پیش از برانبارش بر روی مقطع برانبارش DSR بازتابندهها در این مقطع قدری نسبت به
بازتابندهها در شکل(۴–۲۰)، هموارتر هستند

فهرست جداول

مه به کاربرد آن، (گارابیتو و همکاران، ۲۰۱۱).	جدول (۲-۱) حوزههای متفاوت مرتب کردن دادهها و تعیین عملگر CRS با توج
۱۷	
۵۶	جدول (۴-۱) پارامترهای عمومی مورد استفاده در برانبارش SSR و DSR
نفجار، گیرنده اول منطبق بر نقطه انفجار بوده	جدول (۴-۲) پارامترهای هندسی مربوط به برداشت دادههای صحرایی. در هر ا
٧٢	است
س داده صحرایی استفاده شده است ۷۳	جدول (۴–۳) پارامترهای پردازش که برای شبیهسازی مقطع دورافت صفر برای
۸۱	جدول (۴-۴) پارامترهای مورد استفاده در پردازش داده صحرایی به روش DSR

فصل اول پیش زمینه نظری

۱–۱– مقدمه

در اکتشافات منابع هیدرو کربنی با توجه به پیچیدگیهای زمینشناسی و همچنین کیفیت پایین دادهها به تصویرسازی لرزهای دقیق نیاز است. زیرا انتخاب دقیق محل چاههای نفتی به تصویرسازی لرزهای دقیق بستگی دارد. لرزهنگاری بازتابی رایج ترین روش ژئوفیزیکی برای اکتشاف نفت و گاز میباشد. اساس روش لرزهنگاری بازتابی بر پایه تولید امواج لرزهای و اندازه گیری زمان لازم جهت سیر این امواج از چشمه قرار داده شده بر روی سطح به سمت بازتابنده درون زمین و بر گشت آن به محلی که تعدادی گیرنده در سطح زمین قرار داده شده است، میباشد. زمان سیر امواج بازتابی به خصوصیات کشسان زیر سطح زمین و ویژگیهای خود بازتابنده مانند موقعیت مکانی، جهت و انحنا بستگی دارد. با استفاده از این روش امکان دستیابی به تصویر ساختارهای زیرسطحی با استفاده از اندازه گیریهای غیر مستقیم در سطح فراهم میشود. یکی از عوامل تاثیرگذار بر کارایی عملکرد نشانگرهای لرزهای که به عنوان یکی از مراحل مهم در اکتشاف مخازن هیدروکربنی به حساب میآید، کیفیت دادههای ورودی میباشد به گونهای که ممکن است نتایج مخازن هیدروکربنی به حساب میآید، کیفیت دادههای ورودی میباشد به گونهای که ممکن است میهاوت ایک یگر باشد.

در پردازش دادههای لرزهنگاری بازتابی هدف اصلی به دست آوردن بهترین مقطع از ساختارهای زیر سطحی میباشد. یک مقطع خوب از زوایای مختلف میتواند مورد بررسی قرار گیرد. از نقطه نظر کیفیت، مقطع با کیفیت خوب مقطعی است که نسبت سیگنال به نوفه در آن بالا باشد. به عبارت دیگر دادهها به نحوی مورد پردازش قرار میگیرند که امواج ناخواسته از بین آنها حذف و تنها امواج مورد نظر پردازش گر باقی بماند. ولی از نقطه نظر تفسیر، مقطع خوب مقطعی است که بتواند ساختارهای زیرسطحی را به صورت کامل و تا حد امکان مانند آنچه که در زیر سطح رخ داده است، آشکار کند. بنابراین در پردازش هدف به دست آوردن مقطعی است که ساختارهای زیرسطحی را با کیفیت بالا تصویرسازی کند. رسیدن به این هدف مستلزم انجام پردازشهای ویژهای بر روی دادههای اندازه گیری شده است. همچنین دادههای لرزهای تنها شامل سیگنال نبوده و همراه آن نوفه نیز وجود دارد. نوفهها به دو دسته همدوس و غیرهمدوس تقسیم میشوند که توسط پردازشهای لازم، نوفههای مد نظر پردازش گر حذف خواهند شد.

دادههای لرزهای قبل تفسیر در چند مرحله مورد پردازش قرار می گیرند. فرآیند اصلی پردازش که امروزه بصورت وسیعی در صنعت انجام می گیرد، پردازش مرسوم میباشد که عبارت است از واپیچش^۱، تصحیح برونراند شیب، برانبارش و کوچ (ایلماز^۲، ۲۰۰۱). به این نوع پردازش، پردازش نقطه بازتاب مشترک^۳(CMP) گفته می شود.

هدف از برانبارش افزایش نسبت سیگنال به نوفه به وسیله جمع کردن رخدادهای مربوط به هم در دادههای دارای همپوشانی میباشد. عملگرهای برانبارش دورافت صفر، بازتابهای واقعی را در فضای نقطه میانی- نیمدورافت در مجاورت نقطه دورافت صفر تخمین میزنند.

روش برانبارش نقطه بازتاب مشترک (CMP) همراه با تصحیح برونراند نرمال^¹ (NMO) و تصحیح برونراند شیب[°] (DMO) برای ایجاد یک تصویر دقیق، واقعی و دادههایی با نسبت سیگنال به نوفه بالا ابداع گردید (ایلماز، ۲۰۰۱).

روش نقطه بازتاب مشترک (CMP) علاوه بر مزایا، معایبی نیز به همراه دارد. تصویرسازی در ساختارهای پیچیده و یا در حضور ناهمگنی جانبی سرعت، از جمله مشکلات پیش رو در پردازش دادههای لرزهنگاری بازتابی است. به همین دلیل استفاده از معادلاتی که برای ساختارهای ساده و همگن به کار میروند، در این گونه ساختارها جواب قابل قبولی نمیدهند. این روش در محیطهایی که بازتابندههای پرشیب و متداخل و یا تغییرات جانبی سرعت در محیط انتشار وجود دارد (زمینشناسی پیچیده) قادر به استفاده از تمام دادههای

¹- Deconvolution

²- Yilmaz

³- Common mid point (CMP)

⁴- Normal Move Out (NMO)

⁵- Dip Move Out (DMO)

سهیم در بازتاب از یک نقطه نمی باشد، در نتیجه نسبت سیگنال به نوفه پایین تری در تصویر به دست آمده وجود خواهد داشت. روش های مرسوم مانند روش نقطه بازتاب مشترک قادر به تهیه تصویری مطلوب از ساختارهای زیرسطحی در مناطق با ساختارهای پیچیده نیستند و یا در بهترین حالت، مقطع به دست آمده از این روش قابلیت تفسیر مناسب را ندارد. بنابراین استفاده از روش هایی که برای مناطق با ناهمگنی جانبی سرعت و یا دارای ساختار نسبتا پیچیده مناسب هستند، ضروری به نظر می رسد با افزودن اطلاعات دیگری از شکل بازتابنده ها مثل شیب و انحنای بازتابنده به عملگر پردازش، می توان از روش برانبارش سطح بازتاب مشترک (CRS) برای به دست آوردن تصویری با نسبت سیگنال به نوفه بالاتر و پیوستگی بیشتر بازتابنده ها استفاده نمود (خلیل زاده، ۱۳۹۱).

برانبارش سطح بازتاب مشترک به عنوان یکی از روشهای نوین پردازش دادههای لرزهنگاری بازتابی میباشد که معادلات آن نسبت به معادلات برانبارش نقطه بازتاب مشترک حالت کلیتری دارد (هوبرال^۱، ۱۹۹۹). این روش به دلیل مستقل بودن از مدل سرعت و داشتن عملکردی خودکار، از حدود یک دهه پیش مورد استفاده قرار گرفته است و پیشرفتهای این روش در برطرف کردن مشکلات تصویرسازی لرزهای موثر بوده است. تجربه نشان داده است که این روش در ساختارهای معمول، جواب بهتری نسبت به روش پردازش مرسوم نقطه بازتاب مشترک به دست خواهد داد (سلیمانی و همکاران، ۲۰۱۰). این روش که در واقع مبتنی بر داده است و یا به عبارت دیگر، مستقل از مدل است اقدام به تهیه تصویر از ساختارهای زیرسطحی با دقت بالا و پردازش در مدت زمان کوتاه میکند. معادلات این روش قادر به تحمل ناهمگنی جانبی سرعت به مقدار بیشتری نسبت به روش مرسوم هستند. در این روش نتایجی با نسبت سیگنال به نوفه بالا، پیوستگی بیشتر بازتابندهها، افزایش وضوح جانبی و کیفیت بیشتر تصاویر فراهم میشود. روش نوفه بالا، پیوستگی بیشتر بازتابندهها، افزایش وضوح جانبی و کیفیت بیشتر تصاویر فراهم میشود. روش

²- Common Reflection Surface

برانبارش میکند و تعداد گسستهای از وقایع سهیم در یک نمونه برانبارش مورد بررسی قرار میگیرند. برانبارش مرسوم در محیطهایی که بازتابندههای پرشیب یا تغییرات جانبی سرعت در آن وجود دارد قادر به استفاده از تمام دادههای سهیم در بازتاب از یک نقطه نمیباشد. در این گونه موارد روش CRS به دلیل بهره گیری از اطلاعاتی شامل شکل بازتابندهها (از قبیل شیب، انحنای بازتابندهها) میتواند به عنوان یک راهحل برای مشکل مذکور تلقی شود. روش سطح بازتاب مشترک (CRS) به جستجوی سه پارامتر به نام نشانگرهای جانبی موج (زاویه ورود، شعاع انحنای موج (NIP)، شعاع انحنای موج نرمال^۲) می پردازد. مقطع برانبارش CRS براساس این نشانگرها محاسبه می شود و برای هر نمونه در مقطع دورافت صفر یک سطح برانبارش تعریف شده و از طریق آنالیز همدوسی عملگری را که به دادههای بازتابی برازش میشود، انتخاب می کند. رابطه چند پارامتری CRS موجبات استفاده از تعداد ردلرزه^۳ بیشتری را در مقایسه با روش متداول در برانبارش فراهم می کند. با این حال این روش در نواحی با ساختارهای پیچیده و با شیبهای متداخل دارای ضعفهایی می باشد به نحوی که موقعیتهای تداخل شیبها را به طور کامل تصویر سازی نمی کند و باعث ایجاد وقایع مصنوعی در کوچ پس از برانبارش می گردد. از کاربردهای این روش می توان به تعیین زون فرنل (اشلایشر^۴ و همکاران، ۱۹۹۷ و ادیبی و همکاران، ۱۳۸۹)، فاکتور توزیع هندسی و همچنین فرآیند معکوسسازی در تهیه مدل سرعت (سلیمانی و پیروز، ۲۰۰۷ و سلیمانی و مان^۵، ۲۰۰۹) اشاره کرد. رخدادهای پراش در پردازش سیگنال لرزهای اطلاعات مربوط به اهداف با ابعاد کوچکتر مانند گسلها، قطعشدگی لایهها، لایههای نازک، لبه ریفها و یا تغییر ناگهانی در رخسارهها را در اختیار قرار میدهند (موزر و هاوارد ٬ ۲۰۰۸). به طور کلی به دلیل پایین بودن دامنه امواج پراش پژوهش گران تا مدتها آنها را به عنوان نوفه در نظر گرفته و سعی در کاهش آنها در فرآیند تصویرسازی لرزهای داشتند. هدف اصلی

¹- Normal Incident point Radius

²- Normal wave

³- Trace

⁴- Schleicher

⁵- Mann

⁶⁻ Moser and Howard

در جدایش پراشها از بازتابها وضوح بیشتر تصاویر پراش برای مفسر است، چرا که در این تصاویر کوچ یافته حاصل از پراشهای فراوان، جزئیات ساختارهای کوچک مقیاس بهبود خواهند یافت (خایدوکوو¹ و همکاران، ۲۰۰۴). برانبارش سطح پراش مشترک^۲ (CDS) که نسخه اصلاح شده CRS میباشد با تصویرسازی پراشها و تقویت آنها مشکلاتی را که روش CRS با آن مواجه بود مانند مشکل تداخل شیبها در ساختارهای پیچیده و نیمه پیچیده را برطرف نموده است (سلیمانی و همکاران، ۲۰۱۰). در این تحقیق نیز به منظور افزایش کیفیت مقاطع کوچ و تقویت رخدادهای بازتاب و پراش از عملگر زمان سیر (SSR)^۳ و راشها به بازهی خاصی به منظور تقویت بازتابها و پراش ها و پراش ها و پراشها رایز دارند. این دو روش میتوانند تصاویر با کیفیت بالا در اختیار مفسر قرار دهند.

۲-۱- روشهای تصویرسازی مبتنی بر مدل و مبتنی بر داده

تصویرسازی لرزهای بازتابی را میتوان بدون دانستن اطلاعاتی در مورد مدل سرعت لایههای زیرسطحی انجام داد که این تصویرسازی با استفاده از اطلاعاتی امکان پذیر است که مستقیما از دادههای لرزهنگاری برداشت شدهاند. در روشهای مبتنی بر داده از تعدد برداشت نقاط زیرسطح توسط دادههای برداشت شده دارای همپوشانی، برای شبیهسازی یک مقطع لرزهای استفاده میشود. از جمله این روشها میتوان به روش برانبارش سطح بازتاب مشترک، اشاره کرد. از طرف دیگر در برخی روشها برای تصویرسازی لرزهای نیاز به یک مدل اولیه میباشد. بازتابندههای زیرسطحی باید از رخدادهای بازتابی در حوزه زمان به فصل مشترکهایی در حوزه عمق تبدیل شوند زیرا خروجی مناسب نهایی از مرحله تصویرسازی در حوزه عمق میباشد اما تصویرسازی در حوزهی زمان نیز انجام میگیرد که اطلاعات مناسبی در حد متوسط از پیچیدگیهای زمین فراهم میکند. علاوه بر این برای مدلهای پیچیدهتر که نیاز به کوچ عمقی پیش از

¹- Khaidukov ²- Common Diffraction Surface

³- Single Square Root

⁴- Double Square Root

برانبارش^۱ (PSDM) دارند، تصویرسازی زمانی گام اولیه را برای تخمین خواص الاستیک به منظور تصویرسازی در حوزه عمق برمیدارد. برای رفتن از حوزه زمان به حوزه عمق نیاز به یک مدل صریح از خواص الاستیک محلی وجود دارد که حداقل در مقیاس بزرگ دقیق باشد. به این روش از تصویرسازی، روش مبتنی بر مدل می گویند (مان، ۲۰۰۲). همه روشهای معمول کوچ را میتوان از دسته روشهای تصویرسازی مبتنی بر مدل دانست که شامل کوچ زمانی پیش از برانبارش^۲ (PSTM)، کوچ زمانی پس از برانبارش^۳ (Post STM) کوچ عمقی پیش از برانبارش (PSDM)، کوچ عمقی پس از برانبارش^۴ (Post SDM) می باشند. البته کوچ عمقی پیش از برانبارش بیشترین حساسیت را نسبت به صحت و دقت مدل اولیه دارد و کمترین حساسیت نیز مربوط به کوچ زمانی پس از برانبارش می باشد.

۱–۳– مروری بر روشهای پیشین

روشهای متفاوتی برای جداسازی بازتابها از پراشها و همچنین تقویت رخدادهای پراش و بازتاب معرفی شدهاند که در وضوح تصاویر سیر تکاملی داشتند. لاندا^۵ و همکاران (۱۹۸۷) الگوریتمی براساس خواص سینماتیکی و دینامیکی امواج پراش برای تشخیص امواج پراش پیشنهاد دادند. آنها توانستند با به کاربردن ریشه دوم مضاعف زمان سیر برونراند بازتابها را تضعیف و پراشها را تقویت کنند. لاندا و کیدر^۶ (۱۹۹۸) با تمرکز بر روی دامنه سیگنال امواج پراش در مقاطع نقاط پراش مشترک برای تصویرسازی انرژی پراش و شناسایی ناهمگنیهای محلی استفاده کردند. آسگدوم^۷ و همکاران (۲۰۰۱) با استفاده از روش CRS

¹- Pre Stack Depth Migration (PSDM)

²- Pre Stack Time Migration (PSTM)

⁵- Landa ⁶- Kevdar

⁷- Asgedom

³- Post Stack Time Migration (Post STM)
⁴- Post Stack Depth Migration (Post SDM)

مان (۲۰۰۱) زمان رسید رخداد انعکاسی با سه پارامتر را در یک معادله هذلولی توصیف کرد. مان (۲۰۰۱) دریافت که اندازه اولین زون فرنل که از تقاطع اولین حجم فرنل با بازتابنده بدست میآید راهنمای خوبی برای تعیین گسترش جانبی عملگر برانبارش میباشد.

خایدوکوو و همکاران (۲۰۰۴) تصویرسازی پراشها را به عنوان مکمل تصویرسازی بازتابی معمولی ترقی دادند و الگوریتم تصویرسازی انتشار موج یک طرفه توسط امواج پراش را معرفی کردند. این روش پیشنهاد شده بر پایه تمرکز امواج بازتاب شده در نقاط فرضی چشمه و سپس حذف آنها از کل میدان موج است. فومل و همکاران (۲۰۰۷) و تنر و همکاران (۲۰۰۶) یک روش ترکیبی به منظور جداسازی و تصویر-سازی رخدادهای پراش توسط معیارهای همواری و پیوستگی شیب رخدادهای محلی معرفی کردند. ایدهای که جهت جدایش پراشها از بازتابها در این روش استفاده شده است این است که در دادههای برانبارش شده، بازتابها متناظر با رخدادهایی با همدوسی زیاد که اغلب پراشهای لرزهای هستند را نمایان خواهد کرد. شناسایی و رخدادهای بازتاب با میزان انحنای جبهه موج در پنجرههای کوچک انجام می شود. قطعه قطعه سازی موج در پنجرهها، شیبهای محلی رخدادهای غالب لرزهای را با تشکیل یک فیلتر پیشگو ردلرزه، از ردلرزههای مجاور تخمین میزند. این فیلترهای فشرده غیرایستای بهینه، انرژی لرزهای را در طول شیب-های تخمین زده شده دنبال میکنند. حداقل سازی مقادیر باقیمانده و اعمال قید تغییرات هموار برای شیبهای محلی یک تابع بهینهسازی تشکیل میدهد. اعمال بهینه سازی با چند مرحله تکرار در تابع هدف یک میدان شیب محلی تولید خواهد کرد. در نهایت مقادیر باقیمانده شامل تمام رخدادها از جمله پراشها می شود که از الگوی شیب رخدادهای غالب تبعیت نمی کنند. با این حال جداسازی بازتابها از پراشها هرگز بصورت کامل رخ نمیدهد و هدف این روش تقویت امواجی است که پاسخ به ناپیوستگیهای زیر سطح مي باشد.

سلیمانی و همکاران (۲۰۱۰) توانستند امواج پراش را با ترکیب ایده DMO و CRS در مقطع برانبارش تقویت کنند. این روش توانسته با بهره گرفتن از ایده DMO در راهبرد جستجوی CRS مساله تداخل شیبها را حل کند و روش برانبارش CDS را معرفی کنند.

روشهای نوین پردازش حوزه زمان مانند روشهای برانبارش تمرکز چندگانه^۱ (برکوویچ^۲ و همکاران، ۲۰۰۹) و سطح برانبارش مشترک (آسگدوم و همکاران، ۲۰۰۱؛ دل و گایوسکی^۳، ۲۰۱۱) را نیز میتوان از جمله روشهای تولید تصاویر پراش نام برد. در هر دو مورد تقریب زمان رسید به دست آمده برای رخدادهای بازتابی به گونهای تغییر داده میشوند که انطباق کاملی با رخدادهای پراش داشته باشند. تقریب زمان رسید پراش براساس برونراند اصلاح شده CRS بسیار شناخته شده است (اسپینر^۴ و مان، ۲۰۰۶). روشهای برانبارش تمرکز چندگانه و CRS مجموعهای از نشانگرهای میدان موج را تخمین میزنند و با کمترین فرض

بایکولوف⁶ و گایوسکی (۲۰۰۹) روش CRS را به منظور ساختارهای پیچیده با تقسیم صفحه CRS دورافتهای مشترک به کار برد که در نهایت به معرفی روش CRS بخشی (Partial CRS) انجامید. آنها برتری روش CO CRS برای دادههای پیش از برانبارش نسبت به روش (ZO CRS)² برای دادههای جرتری روش O CRS) را در بهبود دادههای پیش از برانبارش نسبت به روش (ZO CRS)² برای دادههای حاوی برونراند غیرهذلولی را نشان دادند. روش (CO CRS)⁴ در مواردی که بازتابندهها دارای شکستگی زیاد حاوی برونراند غیرهذلولی را نشان دادند. روش O CRS)⁴ در مواردی که بازتابندهها دارای شکستگی زیاد و یا شعاع انحنای اندک بوده و در تصویرسازی ساده با استفاده از کوچ پرتوهای عمودی با مشکل روبرو هستند، مورد استفاده قرار می گیرد.

⁴- Spinner

¹- Multi Focusing (MF)

²- Berkovitch

³- Dell and Gajewski

⁵- Baykulov

 ⁶- Zero Offset Common Reflection Surface (ZO CRS)
 ⁷- Common Offset Common Reflectin Surface (CO CRS)

گارابیتو^۱و همکاران (۲۰۱۱) روش CRS را مبنی بر دورافت محدود پایهریزی کردند که این روش نیز به نام CRS با دورافت محدود^۲ (FO CRS) شناخته شد.

بالارستاقی (۱۳۹۱) به منظور افزایش کارایی روش برانبارش CDS در مواجه با شیبهای متداخل، کاهش دادن اثر نوفه زمینه و بهبود بخشیدن پیوستگی بازتابها روش CDS با دورافت محدود (FO-CDS) را معرفی کردند. در این روش نوفه زمینه اثر کمتری بر روی برانبارش میگذارد. همچنین با کوچک در نظر گرفتن ناحیه فرنل برای اعماق پایین تر در برانبارش دورافت مشترک انرژی بازتابی با دقت بیشتری حفظ میشود. در نتیجه مقاطع کوچ جزئیات بیشتری از ساختارهای زیرسطحی را نشان میدهند و قدرت تفکیک جانبی رخدادهای بازتابی افزایش مییابد. علاوه بر این روش برانبارش SDS را نشان میدهند و قدرت تفکیک پایین تر را که سایر روشها در تصویرسازی آن ناتوانند، آشکار میسازد.

شوارتز و همکاران (۲۰۱۴) دریافتند همه اپراتورهای CRS و زیر مجموعههای آن را میتوان با تغییر زمان و یا تغییر سرعت مورد توجه قرار داد به این صورت که توسط دادههای مصنوعی ساده و پیچیده میتوان با استفاده از اپراتور DSR به تشریح محیط پرداخت.

بختیاری راد و همکاران (۲۰۱۴) توانستند با ایجاد تغییری در برانبارش جزئی CRS انرژی پراش یافته را پیش از برانبارش از بازتاب ها جدا کنند. در این روش نه تنها رکوردهای صرفا پراش به دست می آیند بلکه باعث تشخیص بهتر الگوهای پراش شده و امکان ساخت مدل سرعت برای کوچ را فراهم می کند. یکی از مزایای این روش مدل سرعت به دست آمده از رکوردهای صرفا پراش است که کاملا با مدل سرعت کوچ تطابق خواهد داشت زیرا سرعت به دست آمده از برانبارش رخدادهای بازتاب به شیب بازتابنده وابسته است در حالی که پراش ها جهت ندارند و مدل سرعت به دست آمده از آنها می تواند به عنوان ورودی کوچ زمانی استفاده شود (دل و همکاران، ۲۰۱۲ و فومل و همکاران، ۲۰۰۶).

²- Finite Offset CRS (FO CRS)

¹- Garabito

مولر^۱ و همکاران (۲۰۱۰) پتانسیل روش CO CRS برای منظمسازی و بهبود دادههای پیش از برانبارش را ارائه کردند.

باور^۲ و همکاران (۲۰۱۴) به منظور ترکیب پایداری در پردازش ZO CRS و افزایش وضوح پردازش CO cRS CRS، اصول جدایش آسان برای پراشها را معرفی کردند. براساس اطلاعات اضافی موجود در مقاطع ZO cRS CO برای پراشها، این روش امکان پیش بینی مستقیم نشانگرهای پراش بر اساس نتایج پردازش ZO CRS را فراهم می سازد. در این روش اطلاعات کامل دادههای پیش از برانبارش، بدون انجام محاسبات بسیار سنگین پردازش CO cRS را فراهم می سازد. در این روش اطلاعات کامل دادههای پیش از مرانبارش، بدون انجام محاسبات بسیار سنگین پردازش co crs می می در این روش اطلاعات کامل دادههای کردند. براساس اطلاعات محاسبات بسیار افراهم می سازد. در این روش اطلاعات کامل دادههای کرد می می در از برانبارش، بدون انجام محاسبات بسیار سنگین پردازش co crs می می در این روش اطلاعات کامل دادهای پیش از برانبارش، بدون انجام محاسبات بسیار سنگین پردازش co crs

فسپیری^۳ و همکاران (۲۰۱۳) به مقایسه روش برانبارش CMP و روش برانبارش CRS با بازه نقطه میانی کوچک و بزرگ پرداختند. آنها توانستند با افزایش بازه نقطه میانی در روش برانبارش CRS امواج پراش را تقویت نمایند.

آسگدوم و همکاران (۲۰۱۳) توانستند در دادههای دوبعدی دورافت مشترک با افزایش دورافت سبب تقویت پراشها و تضعیف بازتابها شوند. آنها دریافتند که با افزایش دورافت میتوان امواج پراش را در دادههای دوبعدی دورافت مشترک تقویت کنند.

فسپیری و همکاران (۲۰۱۴) توانستند با استفاده از برانبارش CRS و انتخاب بازه کوچک و بزرگ در نقطه میانی، بازتابها و پراشها را تقویت کنند. در این روش انتخاب بازه بزرگ در نقطه میانی سبب تقویت پراشها و انتخاب بازه کوچک در نقطه میانی سبب تقویت بازتابها شده است.

فسپیری و همکاران (۲۰۱۵) سه روش CRS، SSR و DSR را باهم مقایسه کردند. آنها دریافتند که عملگر SSR با بازه کوچک نقطه میانی بازتابها را تقویت کرده و سبب تضعیف بازتابها میشود و از نظر

¹- Mueller

²- Bauer

محاسباتی زمان کمتری نسبت به روش CRS به طول میانجامد. آنها همچنین دریافتند روش DSR با بازه نقطه میانی بزرگ می تواند در تقویت امواج پراش موثر عمل کرده و امواج بازتاب را تضعیف نماید.

در این پایان نامه نیز تقویت هرچه بیشتر امواج پراش و امواج بازتاب با تغییر بازه نقطه میانی و دورافت مورد نظر میباشد. تقویت هر یک از این امواج با استفاده از عملگر SSR و DSR انجام می گیرد و تاثیر بازه نقطه میانی بر هر یک از این امواج مورد بررسی قرار می گیرد.

1-4- ضرورت انجام تحقيق

تصویرسازی یک امر حیاتی در پردازش دادههای لرزهنگاری بازتابی میباشد. تصویرسازی خوب مفسر را در امر تفسیر ساختارهای زمین شناسی یاری میدهد و کمک میکند تا مفسر به شکل بهتری محل دقیق ساختارهای زمین شناسی را مشخص کند. این موضوع نیازمند آن است که در مرحله برانبارش براساس منطقه مورد نظر و نوع پیچیدگی منطقه کدام عملگر برانبارش و چه مقدار بازه مورد استفاده قرار گیرد. بازه برانبارش در دو حوزه نقطه میانی و دورافت بیان میشود و نقش مهمی در مرحله برانبارش ایفا میکند زیرا بازه برانبارش مناسب بسته به هدف پردازش گر میتواند امواج بازتاب و یا امواج پراش را تقویت و یا تضعیف نماید.

همانطور که بیان گردید استفاده از امواج پراش از یک دهه پیش در پردازش دادههای لرزهنگاری استفاده می شود و تا قبل از آن این امواج به عنوان نوفه شناخته می شدند و پژوهش گران سعی در حذف این امواج داشتند. اما امروزه این امواج نقش مهمی را در پردازش دادههای لرزهنگاری مناطق پیچیده زمین شناسی ایفا می کنند زیرا این امواج می توانند ساختارهای کوچک مقیاس مانند گسل ها، قطع شدگی ها، لبه ریف ها، لایه های نازک، گوهها و تغییرات ناگهانی در رخساره ها را با جزئیات بیشتری نمایش دهند. در این تحقیق سعی می شود با استفاده از عملگرهای زمان سیر مخصوص SSR و SSR و انتخاب بازه مناسب در حوزه ی دورافت و نقطه میانی میزان تقویت امواج پراش و بازتاب بررسی گردد و مشخص گردد که کدام عملگر با چه بازهای می تواند در تقویت پراش ها و یا بازتاب ها موثر باشد تا بتوان آن ها را بصورت کاربردی در منطقه مورد نظر براساس پیچیدگی های آن منطقه به کار گرفت.

1-۵- هدف مطالعه و روش تحقيق

همانطور که بیان شد عملگر مناسب و میزان اندازه بازه برانبارش نقش مهمی در تقویت پراشها و یا بازتابها دارند لذا تقویت هر یک از این امواج در شرایط منطقه مورد نظر میتواند تصویری واضح و قابل تفسیر را در اختیار مفسر قرار دهد.

در این تحقیق به دنبال مقایسه انرژی بازتاب و پراش و همچنین بازه مناسب برانبارش در دو روش SSR و DSR میباشیم لذا الگوریتم حل مساله این دو روش برانبارش براساس ریشه اول و دوم معادله زمان سیر و انتخاب بازه مناسب برانبارش براساس زون فرنل تصویر شده (PFZ) در زبان برنامه نویسی ++C/C نوشته و حل میشود. سپس با استفاده از نرم افزار SEISMIC UNIX دو روش برانبارش برانبارش و یا یک مقطع لرزهای یکسان (داده مصنوعی و داده صحرایی) اعمال میشود و میزان تقویت انرژی پراش و یا بازتاب و همچنین بازه می

۱-۶- ساختار پایان نامه

مطالب این پایاننامه در پنج فصل تدوین شده است.

در فصل دوم به بررسی روش سطح بازتاب مشترک (CRS)، حل معادله روش سطح بازتاب مشترک و همچنین چگونگی انتخاب بازه مناسب پرداخته میشود در پایان فصل بصورت مختصر مزایای امواج پراشیده در تصویرسازی لرزهای و به دنبال آن روش سطح پراش مشترک (CDS) مورد بررسی قرار می گیرد. در فصل سوم عملگر برانبارش SSR و DSR و روابط آن مورد بررسی قرار می گیرد و همچنین انتخاب بازه مناسب براساس مفهوم زون فرنل تصویر شده بیان می شود. در ادامه مباحث کوچ دادههای لرزهای توضیح داده می شود.

در فصل چهارم با استفاده از روش برانبارش SSR و DSR به پردازش دادههای مصنوعی Sigsbee 2A د دادههای صحرایی با اعمال بازههای مختلف پرداخته و مورد مقایسه قرار می گیرد و در نهایت نتایج کوچ کیرشهف بر روی دادههای صحرایی اعمال شده و تتایج آن مورد بررسی قرار می گیرد.

در فصل پنجم نتایج کلی این تحقیق جمعبندی و بیان خواهد شد و پیشنهاداتی برای مطالعات آتی در این زمینه ارائه می شود.

فصل دوم تقویت پراشها در روش CRS

۲–۱– مقدمه

روش برانبارش سطح بازتاب مشترک CRS، از جمله روشهای مبتنی بر داده است که مقطع دورافت صفر را از دادههای قبل از برانبارش به دست میدهد. این روش بیان می کند که عملگر برانبارش CMP در واقع حالت خاصی از عملگر CRS میباشد (مان و همکاران، ۱۹۹۹). روش CRS با وارد کردن مختصات نقطه میانی با در نظر گرفتن مدلهایی با سطوح منحنی، کاوش عمدهتری در این موضوع دارد. رویدادهای بازتابی ثبت شده با مولفههایی از رتبه دوم تقریب تحلیلی پاسخ سینماتیکی بازتاب هر قطعه دلخواه یا هر انحنایی از بازتابنده در عمق توصیف می گردد. نتیجه این کار در عملگر برانبارش، تجمع دامنهها در قطعه بازتاب مشترک است. پارامترهای تابع تحلیلی مرتبط با خواص فیزیکی، پرتویی با نام پرتو مرکزی است به صورت خودکار از دادههای پیش از برانبارش با استفاده از آنالیز همدوسی به دست میآیند. این موضوع به جای آن که گفته شود اطلاعات از یک نقطه بازتاب شده و یا گفته شود از یک سطح بازتاب شده، بر این حقیقت استوار است که ردلرزههای ثبت شده در باند کوتاه سیگنال، نه تنها از نقطه بازتاب اطلاعات میآورد، بلکه از سطوح مجاور مرسوم به ناحیه فرنل نیز حامل اطلاعات است. با این حال بین نسبت سیگنال به نوفه

روش پردازش برانبارش سطح بازتاب مشترک، به شکل تحلیل سرعتهای برانبارش با استفاده از تقریب مرتبه دوم معادله زمان سیر موج بازتابی که پارامترهای برانبارش در آن به کمک تحلیل همدوسی مشخص می شود (مولر^۱، ۱۹۹۹؛ مان و همکاران، ۱۹۹۹).

جدول (۲-۱) حوزهای که دادهها باید در آن مرتب شوند، هدف و نوع کاربرد عملگرهای CRS در هر حوزه را نشان میدهد.

¹- Muller

كاربرد	هدف	مرتب کردن دادهها در حوزههای
آشکارسازی بهتر رخدادهای بازتابی	شبیه سازی مقطع دورافت صفر	نقطه میانی مشترک (CMP)
	(ZO)	
آشکارسازی بهتر رخدادهای بازتابی	کوچ عمقی/ زمانی دامنه صحیح	
تهیه مدل سرعت با نشانگرهای جبهه موج	تحلیل دامنه در مقابل دورافت	دورافت مشترک (CO)
در نظر گرفتن موجهای تبدیلی	(AVO)	
آشکارسازی بهتر رخدادهای بازتابی	کوچ عمقی / زمانی دامنه	
در نظر گرفتن موجهای تبدیلی	صحيح	چشمه مشترک (CS)
آشکارسازی بهتر رخدادهای بازتابی	مراحل میانی برانبارش	
در نظر گرفتن موجهای تبدیلی		گیرنده مشترک (CR)

جدول (۲-۱) حوزههای متفاوت مرتب کردن دادهها و تعیین عملگر CRS با توجه به کاربرد آن (گارابیتو و همکاران، ۲۰۱۱).

۲-۲- برانبارش سطح بازتاب مشترک با دورافت صفر

روش CRS یک روش برانبارش چند پارامتری است که براساس تئوری پرتو کار میکند و از جمله روشهای مبتنی برداده میباشد. در روش برانبارش CRS، برخلاف روش مرسوم که تنها از دادههای مربوط به یک CMP برای یک نقطه بازتابنده استفاده میشود، دادههای مربوط به بازتابندههای مجاور با انحنایی مشابه با نقطه مذکور نیز مورد استفاده قرار میگیرد. هوشت ((۱۹۹۸) با استفاده از بسط تیلور، معادلاتی را برای بدست آوردن زمان سیر پرتوها به کمک نشانگرهای میدان موج ارائه کرد. این معادلات به عنوان معادلات اصلی عملگر برانبارش CRS شناخته میشوند. در این روش، بسط تیلور مرتبه اول برای t و سپس

¹- Hocht

به عنوان عملگر برانبارش CRS شناخته می شود. سطح برانبارش ZO CRS را می توان با استفاده از تقریب بازتابنده واقعی زیر سطح محاسبه کرد. این تقریب با یک عنصر بازتابنده که به صورت محلی انحنایی به اندازه انحنای بازتابنده واقعی دارد، انجام می شود. زمان رسید t رخداد انعکاسی با سه پارامتر α، ۹۳ و RNR در رابطه هذلولی (۲–۱) و (۲–۲) بیان شده است (مان، ۲۰۰۱).

$$t(x_{m},h) = t_{0} + \frac{2\sin\alpha}{v_{0}}m + \frac{\cos^{2}\alpha}{v_{0}}\left(\frac{m^{2}}{R_{N}} + \frac{h^{2}}{R_{NIP}}\right)$$
(1-7)

$$t^{2}(x_{m},h) = \left(t_{0} + \frac{2\sin\alpha}{v_{0}}m\right)^{2} + \frac{2t_{0}\cos^{2}\alpha}{v_{0}}\left(\frac{m^{2}}{R_{N}} + \frac{h^{2}}{R_{NIP}}\right)$$
(Y-Y)

در این معادله h نیم دورافت، x_m فاصله نقطه میانی نسبت به موقعیت CMP مورد نظر، to زمان رسید دوطرفه دورافت صفر را معین می کند. α زاویه خروج پرتو ZO vo V سرعت ثابت برای نزدیک سطح که باید از قبل معلوم باشد، R_N و R_N به ترتیب شعاع انحنا موج عمود در نقطه ورود (NIP) می باشند. امواج N و NIP توسط دو آزمایش فرضی تعیین می شوند. موج NIP موجی است که از یک نقطه چشمه فرضی بر روی بازتابنده به سمت سطح انتشار می یابد یا به عبارت دیگر موجی است که از نقطه چشمه فرضی بر روی آغاز شده و با نصف سرعت محیط در زمان ot به محل انطباق چشمه و گیرنده می رسد (یاگر¹, ۱۹۹۹). موج آغاز شده و با نصف سرعت محیط در زمان ot به محل انطباق چشمه و گیرنده می رسد (یاگر¹, ۱۹۹۹). موج NIP را هنگامی موج ویژه^۲ گویند که اگر جبهه موجی از سطح به سمت پایین حرکت کند، در نقطه NIP متمرکز شده و پس از بازتاب دوباره به همان محل در سطح باز گردد. در این صورت جبهه موج برگشتی با جبهه موج گسیل شده بر هم منطبق خواهند شد (هوبرال، ۱۹۸۳). شکل (۲–۱) نحوه گسترش جبهه موج برگشتی با NIP به همراه پرتوهای فرضی (غیراسنلی) آن در آزمایش CMP را نشان می دهد. موج NIP نیز از تعداد زیادی که سطح اطراف نقطه ورود عمود (NIP) پرتو مرکزی را پوشانده به طور همزمان منفجر می شوند یا به عبارت دیگر موج N موج فرضی است که در آزمایش دورافت صفر، تمام پرتوهای آن بر سطح بازتابنده عمود باشد. موج نرمال یا عمود را هنگامی موج ویژه گویند که اگر جبهه موج از سطح زمین، از نقطهای که S=G به سمت پایین حرکت کند، به صورت مشابه به تمام نقاط سطح بازتابنده برخورد کند، سپس به سمت بالا بازتاب شود و جبهه موج برگشتی با جبهه موج گسیل شده منطبق گردد (هوبرال، ۱۹۸۳).

شکل (۲-۲) نحوه گسترش موج نرمال به همراه پرتوهای فرضی آن را نشان میدهد. شعاع موج NIP که



Distance (m)

شکل (۲-۱) مقطع دوبعدی موج NIP و پرتوهای غیراسنلی در آزمایش CMP. موج NIP را میتوان توسط دایره C_{NIP} (در حالت سه بعدی به صورت صفحه منحنی) تخمین زد، که شعاعی برابر با موج NIP در نقطه S=G میباشد (یاگر، ۱۹۹۹).

با R_{NIP} نمایش داده می شود می تواند به فاصله عنصر باز تابنده از سطح دریافت موج مربوطه باشد و شعاع

موج نرمال که با R_N بیان می شود بیانگر میزان انحنای سطح بازتابنده است.

لازم به ذکر است که برای ساختارهای پیچیده زمینشناسی، عمق واقعی و انحنای عنصر بازتابنده به صورت چشمگیری با مقادیر اندازه گیری شده RNIP و RNIP و RNIP و RNIP و RN و α ویژگیهای جنبشی دو موج فرضی را توصیف میکنند و اغلب به عنوان نشانگرهای جنبشی میدان موج از آنها یاد میشود. در شکل (۲-۳) مفهوم دو موج N و NIP برای یک مدل یک لایهای با هم مقایسه شده است.



Distance (m)

شکل (۲-۲) مقطع دوبعدی موج عمود و پرتوهای عمود مرتبط با آزمایش دورافت صفر. موج عمود توسط دایره C_N (در حالت سهبعدی به صورت صفحه منحنی) که دارای شعاع انحنایی برابر جبهه موج عمود است، در نقطهای که S=G است، تخمین زده میشود (یاگر، ۱۹۹۹).



شکل (۲-۳) نشانگرهای جنبشی میدان موج برای یک مدل یک لایهای با سرعت V0 . الف) R_{NIP} شعاع انحنای موج سبز رنگ و ب) R_N شعاع انحنای موج قرمز رنگ میباشد (بایکولوف، ۲۰۰۹).

برانبارش CRS تمام دامنهی ردلرزهها در سطح CRS محاسبه شده را جمع می کند و نتیجه این جمع شدن را به زمان رسید دورافت صفر ردلرزه برانبارش شده مورد نظر اختصاص می دهد بسته به حداکثر فاصله نقطه میانی m از محل CMP مورد نظر سطح برانبارش CRS شامل تعداد بسیار بیشتری ردلرزه نسبت به برانبارش معمول CMP خواهد بود که این فاصله به عنوان گسترش جانبی عملگر برانبارش تفسیر می شود و همچنین برای تعیین وضوح جانبی در پردازش های بعدی مهم است. اندازه اولین زون فرنل که از تقاطع اولین حجم فرنل با بازتابنده به دست می آید، راهنمای خوبی برای تعیین فاصله نقطه میانی m از محل CMP مورد نظر است (مان، ۲۰۰۱). طول اولین زون فرنل را می توان به کمک پارامترهای CRS تعیین کرد. اگرچه پارامترهای CRS دادههای لرزهنگاری انعکاسی در ابتدا معلوم هستند بنابراین حدس اولیه برای طول بازه معمولا با اطلاعات زمین شناسی موجود و با تجربه محققان تعیین می شود.

کیفیت دادههای لرزهنگاری بازتابی برای پردازش بسیار ضروری است. کیفیت این دادهها به عواملی نظیر توپوگرافی سطح، پیچیدگی ساختار زیر سطحی، تجهیزات به کار رفته در برداشت و همچنین عوامل انسانی و طبیعت وابسته است (استولت، ۲۰۰۲). ناهمگنی در زیر سطح زمین، ساختارهای گسلی و تباین سرعت زیاد مثل گنبد نمکی منجر به کاهش نسبت سیگنال به نوفه می شود. روش های کاهش نوفه در حوزه زمان دیگر برای این گونه دادهها کفایت نمی کند.

همانگونه که در معادله (۲-۲) مشاهده میشود عملگر برانبارش CRS بیانگر یک سطح است که شکل آن با مقادیر مختلف R_NP ، R_NP و α تغییر میکند. این سطح برانبارش در شکل (۲-۴) نشان داده شده است. قسمت پایین شکل (۲-۴)، یک سطح بازتابنده تاقدیسی شکل را نشان میدهد و در قسمت بالای این شکل، سطحهای آبی رنگ، زمان سیر پرتوهای CO بازتابنده از این سطح را در حوزه مختصات نقطه میانی، نیم دورافت و زمان (x,h,t) نشان میدهد. منحنی قرمز رنگ بر روی سطح بازتابنده نیز دایرهای است که شعاع بخش پر رنگ آن برابر شعاع سطح بازتابنده در آن قسمت میباشد و از آن به عنوان سطح انفجار در برانبارش CRS یاد میشود. تمام پرتوهای نشان داده شده، بر این بخش قرمز رنگ عمود میباشند و زمان سیر آنها بر روی منحنی سبز رنگ نشان داده شده است. نقطه مای بخش قرمز رنگ عمود میباشند و زمان سیر آنها بر روی منحنی سبز رنگ نشان داده شده است. نقطه و از آن به عنوان سطح انفجار در برانبارش بر روی منحنی اسبز رنگ نشان داده شده است. نقطه ما بر روی منحنی زمان سیر دورافت صفر، مربوط به پرتوی دورافت صفر است که در نقطه مسطح زمین میرسد. با افزایش دورافت، این نقطه بر روی منحنیهای زمان سیر حرکت کرده و روند نقطه بازتاب مشترک را ایجاد می کند که در شکل (۲-۴) با خط قرمز رنگ نشان داده شده است. اما در این حالت تنها یک پرتو وجود نخواهد داشت بلکه تمام پرتوهایی که از سطح قرمز رنگ ساطع می شوند وجود خواهند داشت. مشابه همین روند را در منحنی های زمان سیر طی کرده و خود سطحی را ایجاد می کند که با رنگ سبز نشان داده شده است. این سطح سبز رنگ، در واقع همان عملگر برانبارش سطح بازتاب مشترک CRS می باشد.



شکل (۲-۴) قسمت پایین، بازتابنده تاقدیسی شکل در حوزه عمق با پرتوهای ZO که بر بخش قرمز رنگ بازتابنده R عمود می باشند. قسمت بالا، سطح حاصل از زمان سیرهای دورافت مشترک (سطح آبی رنگ) و سطح بازتاب مشترک (سطح سبز رنگ) برای بازتابنده R (یاگر، ۱۹۹۹).

هرچه انطباق این عملگر با سطح منحنیهای زمان سیر بیشتر باشد، عملگر از دقت بیشتری برخوردار خواهد بود و در نتیجه نسبت سیگنال به نوفه در برانبارشی که توسط آن عملگر انجام میشود، افزایش مییابد. تغییرات المان قرمز رنگ (محدوده R) در شکل (۲-۴) با سه پارامتر زیر قابل توجیه است:

> ۱. فاصله نقطه (X₀) تا محل بازتاب (R) که در این مدل برابر R_{NIP} است. ۲. شعاع انحنای R که برابر R_N می باشد.
. جهت قرار گیری محل R نسبت به سطح زمین که با زاویه lpha به دست میآید. lpha

۲-۳- روش انجام برانبارش CRS

در پردازش به روش CRS، برانبارش در راستای مجموعهای از منحنیهای هذلولی که یک سطح را تشکیل میدهند، انجام میپذیرد که شکل این سطح برانبارش به سه پارامتر R_N، R_N و α بستگی دارد. بنابراین برای انجام برانبارش به روش CRS باید مقادیر بهینهی این سه پارامتر را به گونهای که بهترین همدوسی از برانبارش حاصل از این سه پارامتر را داشته باشد تعیین گردد.

در ابتدا این مساله کاملا ساده به نظر میرسد، کافی است تمام حالات ممکن برای سه پارامتر را در نظر گرفت، سپس هر دسته سه تایی از این پارامترها، خود یک سطح برانبارش را در حوزه (xm,h,t) ایجاد می کند. در ادامه عمل برانبارش را بر روی دادههای قبل از برانبارش به کمک این صفحه انجام می گیرد و در مرحله بعد تحلیل همدوسی بر روی نتایج صورت خواهد گرفت. حال هر صفحهای که بیشترین میزان همدوسی را از خود نشان دهد، پارامترهای آن صفحه به عنوان پارامترهای بهینه انتخاب شده و آن صفحه نیز صفحه بهینه عملگر برانبارش CRS خواهد بود. اما این روش مشکلات زیادی را به همراه خواهد داشت زیرا این استراتژی در مورد پیدا کردن پارامترهای بهینه، از لحاظ محاسباتی بسیار زمانبر خواهد بود. علاوه بر این اطمينان لازم را از نتايج كه آيا واقعا بهينه هستند يا خير به دست نخواهد داد. چرا كه مقادير R_N و R_{NIP} و بین ∞ + و ∞ - تغییر می کند. بنابراین این دو پارامتر تنها در بازه مشخص و به صورت جستجو در شبکههای با ابعاد مختلف قابل تخمین میباشند (مان و همکاران، ۱۹۹۹). در نتیجه سریعترین و مطمئنترین راه برای رسیدن به جواب بهینه، پیدا کردن جوابهای اولیهای است که تا حد کافی به جواب بهینه کلی نزدیک باشند. در این حالت مساله از جستجو برای بهینه کلی، به مساله جستجو برای بهینه محلی تقلیل پیدا می کند. بنابراین به جای یک جستجوی سه پارامتری در یک گام، معادله CRS به سه بخش تقسیم می شود و سه جستجوی تک پارامتری در آن انجام میگیرد.

CRS بافتن پارامترها و حل معادله

سه نشانگر عملگر برانبارش CRS که موجب بهترین انطباق بین سطح مورد بررسی و دادههای حاصل از اندازه گیری می گردند، توسط تحلیل همدوسی به دست می آیند. تحلیل همدوسی در یک فضای سه بعدی متشکل از زاویه ورود موج بازتاب به سطح زمین و دو پارامتر جبهه موج (RN و RNIP) انجام می شود که معیار این تحلیل استفاده از شباهت می باشد که توسط تنر و کوهلر⁷ (۱۹۶۹) و نیدل و تنر⁷ (۱۹۷۱) معرفی شده است. مشخص کردن این سه پارامتر به صورت همزمان از نظر محاسباتی کاری پر هزینه و بسیار زمان بر خواهد بود. بنابراین مولر (۱۹۹۹) و یاگر (۱۹۹۹) روشی با استراتژی جستجوی عملی برای این پارامترها معرفی کردند، که سه مرحله جستجوی تک پارامتری متوالی را در بر می گیرد و بعد از آن به صورت اختیاری یک بهینه سازی محلی در حوزه سه بعدی این نشانگرها انجام می دهد تا مقادیر بهینه نشانگرها از مقادیر اولیه آنها که نقاط آغازین بهینهسازی می باشند، بدست آیند. استراتژی بهینهسازی که از قسمتهای زمان بر این روش است، از جستجوی چند وجهی انعطاف پذیر (نلدر و مید⁷ ، ۱۹۶۵) استفاده می کند. در ادامه مراحل این روش است، از جستجوی چند وجهی انعطاف پذیر (نلدر و مید⁷ ، ۱۹۶۵) استفاده می کند. در ادامه مراحل شبیه سازی یک مقطع دورافت صفر از دادههای دارای همپوشانی به روش برانبارش CRS توضیح داده

عملگر دوبعدی برانبارش CRS که در رابطه (۲–۲) ارائه شده است، تخمین هذلولی از زمان سیر میباشد (تیگل^۵، ۱۹۹۷) و زمان سیر پرتوهای بازتابی را در مجاورت پرتو در نقطه میدهد. برای هر نمونه (to , xo) در مقطع برانبارش باید نشانگرهای جبهه موج شامل (a, R_N, R_{NIP}) را مشخص کرد.

گام اول: ابتدا عملگر برانبارش با صفحه رکورد میانی مشترک (x_m=x₀) تقاطع داده می شود که طی آن معادله برانبارش به شکل زیر در می آید:

¹- Semblance

⁴- Nelder and Mead ⁵- Tygel

²- Taner and Koehler ³- Neidell and Taner

$$t_{CMP}^{2}(h) = t_{0}^{2} + \frac{2t_{0}h^{2}\cos^{2}\alpha}{V_{0}R_{NIP}}$$
(٣-٢)

در مقایسه با معادله زمان سیر ساده در محیط با لایههای افقی،

$$t^{2}(h) = t_{0}^{2} + \frac{4h^{2}}{v_{NMO}^{2}}$$
(f-T)

سرعت برانبارش را می توان بر حسب α و R_{NIP}، این چنین بیان کرد:

$$V_{NMO}^{2} = \frac{2V_{0}R_{NIP}}{t_{0}\cos^{2}\alpha}$$
 (Δ-٢)

این مرحله به عنوان برانبارش خودکار CMP نامیده می شود (مان و همکاران، ۱۹۹۹). با انجام آنالیز

$$t_{ZO}^{2}(x_{m}) = \left[t_{0} + \frac{2\sin\alpha}{v_{0}}(x_{m} - x_{0})\right]^{2} + \frac{2t_{0}\cos^{2}\alpha}{v_{0}R_{N}}(x_{m} - x_{0})^{2}$$
(8-1)

دو پارامتر lpha و R_N در معادله بالا مجهول هستند. با قرار دادن h=0 در معادله بالا تقریب مرتبه اول معادله (۲-۲) معادل تقریب یک موج صفحهای است یعنی R_N=∞. با این فرض رابطه (۲-۶) به شکل زیر در می آید.

$$t(x_{m}) = t_{0} + \frac{2\sin\alpha}{v_{0}} (x_{m} - x_{0})$$
 (V-Y)

از این رابطه خطی میتوان زاویه برخورد موج به سطح زمین (α) را بدست آورد. با معلوم بودن α و VNMO در رابطه (۵–۲)، RNIP محاسبه می شود.

گام سوم: اکنون با معلوم بودن مقادیر α و R_{NIP} ، پارامتر سوم R_{N} در مقطع برانبارش شده CMP به وسیله رابطه زیر جستجو می شود:

$$t^{2}(x_{m},h)|_{h=0} = \left(t_{0} + \frac{2\sin\alpha}{v_{0}}(x_{m} - x_{0})\right)^{2} + \frac{2t_{0}\cos^{2}\alpha}{v_{0}}\left(\frac{(x_{m} - x_{0})^{2}}{R_{N}}\right)$$
(A-Y)

مقدار R_N که همراه با بیشترین همدوسی است، برای شبیهسازی نقطه ZO مربوطه، در گام چهارم استفاده می شود.

مان (۲۰۰۲) این چهار مرحله را در شکل (۲-۵) بطور خلاصه بیان نمود.

اعتبار تقریب های مرتبه دوم (فرمول هذلولی و سهمی) زمان سیر رابطههای (۲–۱) و (۲–۲) بستگی به انتخاب بازه برای تعیین پارامترهای برانبارش دارد. به طور کلی برای یک نمونه ZO خاص، بازه با افزایش جابجایی نقطه میانی و نیم دورافت، افزایش می یابد، به طوری که میتوان گفت شکل بیضی مانند پیدا میکند (مان، ۲۰۰۲).



شکل (۲-۵) نمودار جستجوی عملی. مراحل پردازش نشان داده شده، باید برای هر نمونه ZO که میخواهد شبیهسازی شود انجام گردند (مان، ۲۰۰۲).

CRS بازه' در -۲-۳-۲

مشخص کردن بازه CRS با تعیین دو بازه ZO و CMP ممکن می گردد. بازه CMP محدوده دورافتی را که دادهها با آن برداشت شدهاند، در زمانهای ابتدایی و انتهایی دادهها در بر می گیرد و مشکلی برای تعیین آن وجود ندارد، ولی تعیین بازه ZO، به سادگی تعیین بازه CMP نیست. با بررسی نتایج حاصل از پردازش با بازههای مختلف و مقایسه با یکدیگر، میتوان تشخیص داد که نسبت سیگنال به نوفه با افزایش بازه به صورت مشهودی افزایش مییابد. این مساله به صورت بارزی تاثیر خود را با افزایش عمق نشان میدهد. بازههای خیلی بزرگ علاوه بر زمانبر شدن پردازش باعث حذف برخی پدیدهها و کاهش کیفیت جانبی

¹- Aperture

بلکه یک نکته منفی محسوب می شود. برای تعیین بازه ZO، با انتخاب بازه به نحوی که ناحیه اول و دوم فرنل، برای تمام دادهها پوشش داده شود، بهترین کیفیت حاصل خواهد شد (ادیبی و همکاران، ۱۳۸۹).

وضوح عمودی و افقی مشخص کننده یکیفیت تصاویر لرزهای می باشند. هرچه تصاویر لرزهای در راستای افقی یا عمودی قابلیت تفکیک دو نقطه نزدیک به هم را دارا باشد، وضوح و کیفیت نتایج بیشتر می شود. وضوح عمودی به طول موج غالب (سرعت موج تقسیم بر فرکانس غالب) وابسته است و وضوح افقی هم معمولا براساس زون فرنل اندازه گیری می شود (اسکیلز^۱، ۱۹۹۷). ناحیه فرنل یک ناحیه دایره ای شکل بر روی یک بازتابنده است که اندازهاش به عمق بازتابنده، سرعت انتشار موج بالای بازتابنده و فرکانس غالب وابسته است. واپیچش با فشرده کردن موجک لرزه ای، سعی می کند وضوح عمودی را افزایش دهد و کوچ با کاهش دادن پهنای زون فرنل، وضوح جانبی و یا افقی را بهبود می بخشد (ایلماز، ۲۰۰۱) و در نهایت، تمایز بین نقاط در جهات عمودی یا افقی شفاف تر می گردد.

بخشی از بازتابنده که انرژی بازتاب شده از آن به هنگام پیشروی نیمی از طول موج، توسط گیرندهها قابل دریافت است را ناحیه اول فرنل گفته میشود (بنکرافت^۲، ۱۹۹۸). دو نقطه بر روی بازتابنده را که در این ناحیه قرار بگیرند را نمیتوان از هم جدا کرد (ایلماز، ۲۰۰۱).

پهنای ناحیه فرنل به طول موج و فرکانس بستگی دارد. برای مثال اگر فرکانس سیگنال لرزهای بالا باشد پهنای ناحیه فرنل کم می شود و هر چه ناحیه فرنل کوچک تر باشد تمایز بین دو نقطه بازتابنده آسان تر می شود؛ بنابراین ناحیه فرنل مقیاسی برای وضوح جانبی می باشد (ایلماز، ۲۰۰۱). پهنای ناحیه فرنل برای افقهای مورد نظر تخمین زده می شود و سپس فاصله گیرنده ها را طوری در نظر می گیرند که بیش از یک چهارم پهنای ناحیه فرنل نشود. بنابراین در نتیجه این قانون وضوح جانبی تنها با ویژگی های فیزیکی موج لرزهای محدود می شود و طراحی برداشت تاثیری ندارد (کری⁷ و همکاران، ۲۰۰۲).

³- Kearey

¹- Scales ²- Bancroft



شکل (۲-۶) بخشی از بازتابنده که حین پیشروی نیمی از طول موج بازتابی اولیه، انرژی از آن بازتاب می گردد که به ناحیه فرنل موسوم است (کری و همکاران، ۲۰۰۲).

از مزایای روش CRS به دست آوردن تخمینی از ناحیه فرنل میباشد که به صورت مقطعی با دورافت صفر، نسبت اندازه ناحیه فرنل به بازه انتخابی را نشان میدهد که میتوان با تغییر بازه ZO به طور تقریبی ناحیه فرنل برای بازتابندههای با عمق متفاوت را تخمین زد. عملگر برانبارش CRS تخمین درجه دوم زمان سیر

زمان سیر در حوزه نقطه میانی (xm, xo) و دورافت h بوده و این تخمین تنها تا فاصله خاصی از پرتوی مرکزی موج بازتابی به سطح زمین معتبر میباشد. بنابراین در تعیین بازه پردازش این مطلب را باید در نظر داشت زیرا در غیر این صورت ممکن است محاسبات برای تخمین عملگر برانبارش CRS در محدودهای انجام شود که از لحاظ تئوری پرتو معتبر نمیباشد(سلیمانی و همکاران، ۲۰۰۹). پارامترهای تعیین بازه و چگونگی تعیین آنها در شکل (۲-۷) نشان داده شده است. بازه مورد نظر ابتدا در صفحه زمان و دورافت و سپس در صفحه زمان نقطه میانی تعیین می شود. با در نظر گرفتن پارامتری به



شکل (۲-۷) الف) بازه استفاده شده در پردازش CRS بهینه که از روی مقادیر تعیین شده برای بازه در مراحل برانبارش خودکار CMP درشکل (ب) و نقاط تعیین شده در بازه دورافت صفر در شکل (ج) تعیین میشود (سلیمانی، ۱۳۸۸). نام ابعاد تعمیم بازه، در نهایت شکل بازه CRS در صفحه دورافت – نقطه میانی، به شکل صفحهای خاکستری رنگ در خواهد آمد.

بازه CRS یک سطح بیضی شکل در حوزه نیم دورافت – نقطه میانی میباشد به طوری که یک محور آن توسط بازه CMP و محور دیگر آن توسط بازه ZO تعیین می گردد (شکل ۲–۸). شکل (۲–۸) عملگر برانبارش ZO CRS را برای یک داده واقعی نمایش میدهد. در محل ZO مورد نظر برای شبیه سازی رخدادهای بازتابی انتخاب شده تقریبا افقی و انحنای ناچیزی دارند. کاملا مشخص است که عملگر روش معمول جزئی از عملگر برانبارش CRS میباشد.



الف

شکل (۲-۸) الف) دو نمای متفاوت از عملگر برانبارش CRS برای یک نقطه ZO انتخاب شده. ب) عملگر برانبارش معمول که فقط به رکورد CMP مرکزی محدود شده است. تعداد زیاد ردلرزههای برانبارش شده در برانبارش CRS، نسبت سیگنال به نوفه افزایش مییابد (اشلایشر، ۲۰۰۷).

۲-۴- برانبارش سطح پراش مشترک(CDS)

تهیه تصویر از جزئیات ساختارهای کوچک مقیاس و ناهمگنیهای زیر سطح زمین نظیر گسلها و شکستگیها در تفسیر مقاطع لرزهای در اکتشاف و توسعه ذخایر نفت و گاز بسیار حیاتی میباشد. اطلاع از محل و جهت شکستگیهای طبیعی در محل انتخاب چاه مهم است. اطلاعات گسل و سیستم شکستگیها معمولا از تفسیر، نشانگر لرزهای و یا آنالیز ناهمسانگردی به دست میآید. در ناپیوستگیهای ناگهانی در سطوح، یا ساختارهایی که شعاع انحنای آنها کوچکتر از طول موج امواج ورودی است، قانون بازتاب یا شکست دیگر کاربرد ندارد این پدیده باعث پراکندگی شعاعی انرژی لرزهای ورودی میشود که به آن پراش میگویند. عناصر کوچک مقیاس زیر سطح زمین امواج قوی از پراش تولید میکنند. این سیگنالها بیشترین اطلاعات را از ساختارهای کوچ مقیاس در بردارند. اگر چه اهمیت امواج پراش از مدتها پیش شناخته شده است، اما این امواج تاکنون نقش مهمی در تصویرسازی لرزهای با روشهای موجود نداشته است. در یک دهه گذشته علاقه به استفاده از پراشها به عنوان شاخص ناپیوستگیهای مختلف بازتابنده، گسلها و شکستگیها افزایش یافته است. پردازش و تفسیر لرزهای امروزی بیشتر براساس بازتابهای لرزهای است که این امواج پاسخ پیوستگی در زیر سطح است در حالی که امواج پراش پاسخی به ناپیوستگیها میباشد.

۲-۴-۲- پراشها

در ناپیوستگیهای ناگهانی در مرز لایهها، یا ساختارهایی که شعاع انحنای آنها کوچکتر از طول موج امواج ورودی است، قانون بازتاب یا شکست دیگر کاربردی ندارد. این پدیده باعث پراکندگی شعاعی انرژی لرزهای ورودی میشود که به آن پراش میگویند. معمولا این امواج به عنوان نوفه در نظر گرفته میشود. یک الگوی هذلولی، در یک مقطع زمانی کوچ داده نشده میتواند به نقاطی که ناپیوستگی وجود دارد اشاره کند. این هدف میتواند تقاطع یک رخداد خطی (دایک، قله یک چینخوردگی، صفحه گسل) با صفحه مقطع باشد.

پراشها میتوانند از دو لایه مشخص که به صورت ظاهری جدا شدهاند، نیز باشند. این مورد اغلب زمانی رخ میدهد که بازتاب از بلوک های بالا و پایین رفته گسل، به بیرون صفحه گسل منعکس میشوند.

در برداشتهای دریایی، به طور مثال اجرام شناور مانند کشتیها، کوههای یخی، یا لاشههای کف اقیانوس اغلب تولید پراش می کنند. تا زمانی که پراشها از اهداف درون مقطع لرزهای منشا گرفته باشند، کوچ (وقتی سرعت درست انتخاب شود) تمام انرژی توزیع شده در هذلولی را جمع کرده و در یک نقطه روی قلهی آن متمرکز می کند. مقاطع پیش از کوچ می توانند برای شناسایی ناپیوستگیهای محلی مورد استفاده قرار گیرند. ۲-۴-۲- روش سطح پراش مشترک با دورافت صفر

هنگامی که با پدیده پراش مواجه هستیم رخدادهای پراش دارای شیب تندتری نسبت به رخدادهای بازتاب هستند و دنبالهای طولانی در مقطع دورافت صفر دارند و میتواند سایر رخدادهای پراش و بازتاب را در مقطع قطع کنند. در روش معمول تنها زوایای ورود رخدادهای اصلی که بیشترین میزان همدوسی را نشان میدهند به عنوان نشانگر بهینه انتخاب میشوند. در سادهترین حالت روش ZO CRS، یک عملگر بهینه برای هر نمونه دورافت صفر در نظر گرفته و مقطع دورافت صفر را شبیه سازی می کند. در این عملگر، بیشترین مقدار همدوسی رخدادهای بازتابی به دست میآید. اما در صورت وجود بازتابهای متقاطع و یا منحنیهای پراش که با رخدادهای بازتابی تقاطع پیدا کردهاند، تنها یک عملگر برانبارش در محل تقاطع نمونه ZO در نظر گرفته می شود (شاهسونی و همکاران، ۲۰۱۱).

برای یک پراش دهنده موجود در زیر سطح، موج NIP حاصل از چشمه نقطهای و موج N حاصل از آزمایش فرضی قرارگیری چشمههای متعدد بر روی بازتابنده منطبق میشوند بدین معنی که در رخدادهای پراش، شعاع موج N و شعاع موج NIP بایکدیگر برابر هستند؛ R_N=R_{NIP}. برای رخدادهای بازتابی، این مقادیر متفاوت خواهند بود. بنابراین میتوان از معادله زمان سیر یکسانی نیز به صورت تقریبی برای برانبارش رخدادهای پراش استفاده کرد. برای رخدادهای بازتابی، تخمین با این معادله از دقت کمتری نسبت به عملگر CRS برخوردار میباشد. ولی برای یک زاویه ورود مشخص α تنها نشانگری که باید محاسبه شود، ترکیبی از شعاع انحناهای R_N و MIP است که میتوان آن را R_DS نامید (سلیمانی و همکاران، ۲۰۰۹). در نتیجه برای رخدادهای پراش، زمان رسید CRS در معادله (۲-۲) به تقریب زمان رسید CDS در معادله (۹-

¹- Zero-Offset Common Difraction Surface (ZO CDS)

$$t^{2}(m,h) = \left(t_{0} + \frac{2\sin\alpha}{v_{0}}m\right)^{2} + \frac{2t\cos^{2}\alpha}{V_{0}R_{CDS}}(m^{2} + h^{2})$$
(Y-9)

روش برانبارش CDS از جمله روشهای تقویت رخدادهای پراش میباشد که نتایج حاصل از آن مقطع پراش میباشد که ساختارهای کوچک مقیاس را با تقویت امواج پراش به خوبی نشان میدهد. در فصل بعد روشهای دیگری به منظور تقویت امواج پراش و امواج بازتابی معرفی میشود که هر دو این روشها مشتق شده از روش CRS میباشند و هر کدام از آنها با بازه انتخابی مناسب میتوانند رخدادهای پراش و یا رخدادهای بازتابی را تقویت کنند و با توجه به هدف پردازش گر رویدادهای مناسب را تقویت کرده و مقاطع حاصل را به منظور تفسیر در اختیار مفسر قرار دهد.

در فصل بعد عملگر برانبارش SSR و DSR معرفی می شوند و بازه های مناسب به منظور تقویت رخدادهای بازتابی و پراش بر روی این دو عملگر مورد بررسی قرار می گیرد. مطالعات انجام شده به منظور تقویت رخدادهای پراش و بازتاب با این دو روش بیان می شود که در فصل بعد روش کار و نتایج هر کدام از این مطالعات به تفصیل آمده است.

فصل سوم عملگر برانبارش SSR و DSR

۳–۱– مقدمه

برانبارش یکی از پرکاربردترین و گستردهترین ابزار محتمل در پردازش دادههای لرزهنگاری میباشد. این فرآیند به طور قابل توجهی نسبت سیگنال به نوفه را افزایش میدهد و همچنین مفسر را در تفسیر بهتر وقایع (بازتاب و پراش) یاری میدهد. برانبارش سبب افزایش رویدادهای مطلوب با تداخل سازنده میشود و از شدت رویدادهای ناخواسته توسط تداخل مخرب جلوگیری میکند.

کیفیت نتایج برانبارش به عنوان مثال تقویت رویدادها، پیوستگی رویدادها و یا کاهش نوفه، تنها تحت تاثیر انتخاب زمان سیر نیست بلکه به انتخاب بازه مناسب در برانبارش نیز وابسته است. انتخاب بازه مناسب در برانبارش در افزایش رویدادها (بازتاب یا پراش) نقش ویژهای دارد (فسپیری و همکاران، ۲۰۱۵). عوامل موثر بر برانبارش خوب عبارتند از:

- ۱. انتخاب عملگر برانبارشی که قادر باشد رویدادهای مورد نظر را به دقت دنبال کند.
- ۲. میزان همبستگی که چگونگی (خوب یا بد بودن) عملگر برانبارش را در مورد رویداد مورد نظر بیان می کند.
 - ۳. وزن مناسب برای بهبود برانبارش و یا تولید دامنه معنی دارتر
 - ۴. دقت انتخاب بازه مناسب به جهت تمرکز بر روی تداخل سازنده

زمان سیر پراش در برانبارش ZO CRS که باعث کاهش زمان سیر کلی در بازتابنده هدف می شود به عنوان ریشه اول معادله زمان سیر SSR بیان می شود و ریشه دوم معادله زمان سیر که در مهاجرت زمانی مورد استفاده قرار می گیرد DSR خوانده می شود. از عملگر SSR و DSR به عنوان زمان سیر خاص با بازههای متفاوت براساس زون فرنل تصویر شده (PFZ) استفاده می شود. برانبارش SSR با بازه کوچک در نقطه میانی در مقابل برانبارش CRS با پارامترهای کامل زمان سیر از نظر هزینه محاسباتی بسیار مناسب تر

¹- Projected Fresnel Zone

میباشد زیرا به دلیل کم شدن پارامترهای برانبارش CRS زمان محاسبات کاهش می یابد. در روش CRS و SSR با بازه کوچک در نقطه میانی و بازه بزرگ در دورافت، امواج بازتابی تقویت و پراشها تضعیف میشوند. ولی در DSR با بازه بزرگ در نقطه میانی و بازه بزرگ در دورافت، امواج بازتابی تضعیف و پراشها تفعیف میشوند. ولی در DSR با بازه مناسب برای انجام برانبارش توسط زون فرنل تصویرشده انجام می گیرد. زمان سیر پراش به دلیل سادگی و مقاومت به عنوان یک عملگر برجسته برای انجام برانبارش به حساب می آید و نقش مهمی در کوچ بازی می کند.

T-T- تاثیر بازه نقطه میانی با استفاده از دو اپراتور پراش SSR و DSR

برانبارش SSR نسخه سادهای از برانبارش ZO CRS میباشد که نتایج آن زمانی که هدف پردازشگر تقویت بازتابها باشد مورد بررسی قرار میگیرد. عملگر DSR به صورت گسترده در مهاجرت زمانی مورد استفاده قرار میگیرد و بیان دقیقی از یک نقطه پراش در محیط همگن را دارد. در حقیقت عملگر DSR همان عملگر SSR مرتبه دوم میباشد که در تقویت امواج پراش موثر میباشد.

در مورد تقویت بازتابها می توان گفت که برانبارش حاصل از روش SSR نسبت به روش CRS از هزینه محاسباتی کمتری برخوردار است و از طرف دیگر استفاده از DSR با بازه بزرگ در نقطه میانی سبب تقویت قابل توجه امواج پراش خواهد شد. اندازه بازه مناسب برای برانبارش بهینه در هر دو عملگر توسط زون فرنل تصویر شده تعیین می شود.

۳-۳- عملگر زمان سیر CRS

اساس روش برانبارش CRS زمان سیر هذلولی میباشد که با استفاده از مشتق اول و دوم و با توجه به نقطه میانی و نیم دورافت در مجاورت موج مرکزی انتخاب میشود (یاگر و همکاران، ۲۰۰۱). پارامترهای موثر موج مرکزی در دورافت محدود ۵ پارامتر میباشد که در شرایط سهبعدی به ۱۴ پارامتر میرسد (فسپیری و همکاران، ۲۰۱۴). نسخه ساده دورافت صفر (ZO) که استفاده از آن سادهتر است با فرض محیط همسانگرد سبب کاهش پارامترهای CRS می شود که طی آن تعداد پارامترها در حالت دوبعدی و سهبعدی به ترتیب به ۳ و ۸ پارامتر کاهش می یابد. عملگر برانبارش ZO CRS در رابطه (۳–۱) نشان داده شده است.

$$t_{crs}(m,h) = \left(\left(t_0 + A \Delta m \right)^2 + B \Delta m^2 + Ch^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$
(1- \mathcal{T})

m و h مختصات نقطه میانی و نیم دورافت ∆mبازه نقطه میانی از یک جفت گیرنده و چشمه در مجاورت موج مرکزی میباشند.

C هنگامی که (m₀,h=0) باشد حالت ZO رخ می دهد و ضرایب رابطه (پارامترهای CRS) یعنی B، A و C از روابط زیر بدست می آیند. m₀ بیانگر مختصات نقطه میانی یا همان CMP مرکزی می باشد.

$$A = \frac{\partial t}{\partial m}, B = t_0 \frac{\partial^2 t}{\partial m^2}, C = t_0 \frac{\partial^2 t}{\partial h^2}$$
(Y-Y)

که این مشتقات در m=m₀ و h=0 ارزیابی و محاسبه میشوند (فسپیری و همکاران، ۲۰۱۴). هذلولی زمان سیر معادله (۳–۱) به طور مستقیم از سهموی همتای آن بدست آمده است که در واقع به جای زمان سیر مربعی از زمان سیر چندجملهای مرتبه دوم تیلور بدست آمده است.

ضریب B بی ثبات ترین پارامتر در معادله (۳–۱) میباشد که با N نمایش داده می شود و به موج نرمال، مستقیم و برونراند نرمال^۱ در محل رخداد لرزهای بستگی دارد (فسپیری و همکاران، ۲۰۱۵). ضرایب A و B هم به ترتیب به عنوان سرعت موج ZO و برونراند نرمال تفسیر می شوند.

B به عنوان یکی از پارامترهای CRS بیشترین ناپایداری را داراست و چون پارامتر وابستهای نیست میتوان برای برآورد اولیه تغییرات جانبی سرعت از یک زمان سیر استفاده نمود.

¹- Normal Move Out (NMO)

۳-۴- عملگر زمان سیر SSR

به منظور جلوگیری از برآورد تمام پارامترهای CRS که نتیجه آن کاهش زمان محاسباتی میباشد، از نسخه ساده شده معادله (۳–۲) که در آن B=C میباشد استفاده میشود که در نهایت معادله (۳–۳) به عنوان زمان سیر ریشه مربع یگانه (SSR) بدست میآید (فسپیری و همکاران، ۲۰۱۴).

$$t_{SSR}\left(m,h\right) = \left(\left(t_{0} + A\Delta m\right)^{2} + C\left(\Delta m^{2} + h^{2}\right)\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\left(\tilde{\mathbf{v}} - \tilde{\mathbf{v}}\right)$$

در واقع زمان سیر SSR به عنوان برانبارش پراش شناخته می شود که شکلی از آن در کوچ به روش کیر شهف مورد استفاده قرار می گیرد.

زمان سیر معادله (۳-۳) به امواج پراش بستگی دارد که باید بازه مناسب به منظور تقویت امواج بازتاب که تحت تاثیر زمان سیر میباشد به خوبی شناسایی شود تا بتوان برای تقویت بازتابها یک بازه کوچک در نقطه میانی در ترکیب با یک بازه بزرگ در دورافت مورد استفاده قرار گیرد.

DSR -۵-۳ عملگر زمان سیر

به دلیل ماهیت بسط تیلور، عملگر زمان سیر SSR نمیتواند به تقریب رویدادهای پراش وقتی بازه نقطه میانی و دورافت بزرگ باشد بپردازد از این رو برای جلوگیری از این محدودیت تلاش میشود تا از بازه کوچک در دورافت استفاده شود (فسپیری و همکاران، ۲۰۱۵). انتخاب بازه مناسب سبب میشود تا محدودیت پیش رو از بین رفته و نتیجه مناسب حاصل شود. در بسیاری از موارد دورافت نزدیک مورد نیاز است که در مجموع دادهها وجود ندارد که به منظور غلبه بر چنین مشکلی از روش DSR استفاده میشود. معادله این روش برانبارش براساس زمان سیرهای مختلف پراش و پارامترهای CRS تعریف شده است که در رابطه (۳–۴) قابل مشاهده میباشد (فسپیری و همکاران، ۲۰۱۵).

$$t_{DSR}(m,h) = \frac{1}{2} \left(\left(\left(t_0 + A \Delta s \right)^2 + C \Delta s^2 \right)^{\frac{1}{2}} + \left(\left(t_0 + A \Delta g \right)^2 + C \Delta g^2 \right)^{\frac{1}{2}} \right), \frac{\Delta S}{\Delta g} = m - h - m_0 \qquad (f-\tau)$$

عملگر زمان سیر tosr برخلاف عملگر زمان سیر tssr عمل میکند و زمان سیر نقاط پراش را در محیط همگن مورد بررسی قرار میدهد. در نهایت عملگر زمان سیر DSR در محیط با تغییرات جانبی حداقلی سرعت تقریب خوبی در بازههای مختلف زون فرنل تصویر شده اندازه گیری میکند.

۳-۶- بازه برانبارش

در این بخش به بررسی بازه بهینه به منظور تقویت امواج بازتاب و امواج پراش پرداخته شده است که این بررسی و تجزیه تحلیل با استفاده از خواص و مفهوم زون فرنل تصویر شده بیان می شود.

اشلایشر و همکاران (۱۹۹۷) زون فرنل تصویر شده (PFZ) را معرفی کردند که در رابطه (۳-۵) مشاهده می شود:

$$|t_{\text{Ref}} - t_{Dif}| \le \frac{\omega}{2}$$
 (Δ-٣)

در این معادله t_{Dif} و t_{Ref} نشان دهنده زمان سیر امواج بازتاب و پراش میباشد و \emptyset طول پالس میباشد. یکی از مهمترین نتایج این رابطه این است که PFZ کوچک به منظور تقویت بازتابها و PFZ بزرگ به منظور تقویت پراشها در نقطه میانی قابل استفاده خواهند بود.

زمان سیر سهموی برانبارش DSR ، CRS و SSR در روابط (۳-۶) و (۲-۷) مشاهده می شوند.

$$t_{CRS}^{Par} = t_0 + A\,\Delta m + \frac{1}{2t_0} \left[B\,\Delta m + Ch \right] \tag{9-7}$$

$$t_{SSR}^{Par} = t_{DSR}^{Par} = t_0 + A\Delta m + \frac{1}{2t_0}C\left[\Delta m + h\right]$$
(Y-Y)

باتوجه به زمان سیر t_{Ref} و t_{Ref} در روابط (۲–۶) و (۷–۳) نامعادله رابطه (۳–۵) به شکل زیر تغییر میکند.

$$|\Delta m| \leq \sqrt{\frac{\omega t_0}{|B-C|}} \tag{A-W}$$

نامعادله رابطه (۳–۸) به پارامتر B و C بستگی دارد که این بازه به منظور برانبارش بازتابها و پراشها استفاده می شود.

۳-۶-۲- بازه مناسب به منظور تقویت بازتابها

فرض۱: | C|≥| B| برای رویدادهای بازتابی
فرض۲: یک تقریب اولیه از پارامتر C در نظر گرفته شود.
با در نظر گرفتن این دو فرض میتوان مینیمم بازه برانبارش (
$$\delta_{\text{Ref}}^{(m)}$$
) را بدست آورد و با توجه به فرض
موجود و قرار دادن C- =B مینیمم بازه برابر می شود با:

$$\delta_{\mathrm{Re}f}^{(m)} = |\Delta m| \leq \sqrt{\frac{\omega t_0}{2C}} \tag{9-7}$$

و همچنین پارامتر C برابر میشود با:

$$C = \frac{4}{V_{NMO}^2} \tag{1.-7}$$

در نتیجه با قرار دادن رابطه (۳–۹) در رابطه (۳–۱۰) رابطه زیر حاصل می شود.

$$\delta_{\text{Ref}}^{(m)} \leq \frac{v_{NMO}}{2} \sqrt{\frac{\omega t_0}{2}}$$
(11-7)

رابطه (۳–۱۱) نشان میدهد که اولین بازه برانبارش در نقطه میانی $\delta^m_{
m Ref}$ و در نیم دورافت $\delta^h_{
m Ref}$ حاصل میشود و پارامترهای A و C را برآورد میکند. پارامترهای به دست آمده در رابطه زمان سیر SSR استفاده میشوند. برای تخمین پارامترها از برانبارش با بازه یکسان استفاده میشود.

شکل (۳–۱) نشان دهندهی اختلاف بین اندازه بازه زون فرنل تصویر شده و $\delta^m_{
m Ref}$ میباشد و شکل (۳–۲) نشان دهندهی آن نقطه میانی مشترک و محور عمودی آن دورافت را نشان میدهد بازه برانبارش به منظور افزایش بازتابها را نشان میدهد.



شکل (۳–۱) زون فرنل تصویر شده برای یک بازتاب دورافت صفر را با طول پالس \mathcal{O} در نقطه (m₀,t₀) با رنگ سبز نشان میدهد که بیان کنندهی ناحیه کوچکی به عنوان بازه نقطه میانی $\delta_{
m Ref}^m$ در برانبارش SSR میباشد (فسپیری و همکاران، ۲۰۱۵).



شکل (۲-۳) بازه مناسب نقطه میانی $\delta^n_{
m Ref}$ و دورافت $\delta^n_{
m Ref}$ به منظور تقویت امواج بازتابی (فسپیری و همکاران، ۱۵ ۲۰).

۳-۶-۲ بازه مناسب به منظور تقویت پراشها

به منظور انتخاب بازه مناسب برای تقویت امواج پراش مانند بحث تقویت امواج بازتابی عمل می شود و تمرکز موضوع مانند مبحث قبل بر روی زون فرنل تصویر شده و تبدیل رابطه (۳–۵) به رابطه (۳–۸) می باشد. در این مبحث بیان می شود که t_{Dif} = t_{Ref} بنابراین بازه نقطه میانی نامحدود خواهد شد. تحت این شرایط بزر گترین بازه نقطه میانی نامحدود نواهد شد. تحت این شرایط بزر گترین بازه نقطه میانی نامحدود نواهد شد. تحت این شرایط زر می روی زون فرنل استراتژی می بازه نقطه میانی نامحدود خواهد شد. تحت این شرایط در این مبحث بیان می شود که عمل می بازه نقطه میانی نامحدود خواهد شد. تحت این شرایط زر گترین بازه نقطه میانی ممکن هدف این استراتژی می باشد و این بازه تا جایی بزرگ در نظر گرفته می شود که زمان سیر برانبارش (SSR و یا SSR) قابل اعتماد باشد (شکل ۳–۳). این استدلال به عنوان توجیه انتخاب زمان سیر DSR بیان می شود که می تواند یک تقریب خوب از بازه نقطه میانی فراهم کند.

DSR به منظور انتخاب بازه نقطه میانی δ^h_{Dif} و نیم دورافت δ^h_{Dif} بهینه برای تقویت پراشها از عملگر استفاده می می مود. به این منظور برای هر نمونه (mo , to) در برانبارش رابطه زیر در نظر گرفته می مود (فسپیری و همکاران، ۲۰۱۵).

$$\delta^{h}_{Dif} = \delta^{h}_{Cmp} \tag{17-7}$$

بازه انتخابی به منظور تقریب پارامتر C با استفاده از نقطه میانی مشترک (CMP) در نظر گرفته می شود به این صورت که:

$$\delta_{Dif}^{m} = \delta_{Dif}^{h} = \delta_{Cmp}^{h} \tag{117-17}$$

به این معنی که بازه نقطه میانی و نیم دورافت برابر در نظر گرفته شده است بنابراین در بازه مناسب روش DSR افزایش و کاهش بازه چه در حوزه نقطه میانی و چه در حوزه دورافت سبب تقویت امواج پراش می شود و کاهش بازه سبب تقویت امواج بازتابی خواهد شد.



شکل (۳–۳) زون فرنل تصویر شده برای یک بازتاب دورافت صفر را با طول پالس \mathcal{O} در نقطه (m₀,t₀) با رنگ سبز نشان میدهد که بیان کننده ناحیه بزرگی به عنوان بازه نقطه میانی δ^h_{Dif} در برانبارش DSR میباشد. (فسپیری و همکاران، ۲۰۱۵).



شکل (۳–۴) بازه مناسب نقطه میانی $\delta^n_{
m Ref}$ و دورافت $\delta^n_{
m Ref}$ به منظور تقویت امواج پراش (فسپیری و همکاران، ۲۰۱۵).

شکل (۳–۴) بازه برانبارش پیشنهادی به منظور تقویت امواج پراش را نشان میدهد. همانطور که در این شکل مشاهده میشود زون فرنل تصویر شده قسمت وسیعی از عملگر پراش را در بر گرفته است که این بدان معنی است که با افزایش بازه در دو حوزه نقطه میانی و دورافت پراشها تقویت خواهند شد.

فسپیری و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از برانبارش SSR و DSR و BSR و RCR و همچنین تعیین بازه مناسب جهت تقویت امواج پراش و بازتابی به بررسی مقاطع پرداختند. آنها سه روش SSR، CRS و SSR را مورد بررسی قرار دادند و نتایج حاصل از این روشهای برانبارش را با هم مقایسه کردند. آنها دریافتند که روش برانبارش SSR با بازه نقطه میانی کمینه و بازه دورافت بیشینه در ترکیب با هم نسبت به روش برانبارش CRS در تقویت بازتابها بسیار مناسبتر است. آنها همچنین دریافتند که افزایش بازه نقطه میانی و دورافت در ترکیب با هم در روش برانبارش SSR در تقویت پراشها بسیار موثر بوده است. آنها همچنین دو مقطع حاصل از دو برانبارش SSR و SSR با بازه بزرگ در نقطه میانی را با هم مقایسه کردند. در این مقایسه با توجه به اینکه هر دو این روشها در تقویت پراشها موثرند اما روش SSR امواج پراش را بهتر تقویت کرده و رویدادهای محلی را به خوبی جداسازی می کند.



شکل (۳–۵) مقایسه دو روش برانبارش SSR و CRS با بازه نقطه میانی کمینه و بازه دورافت بیشینه را نشان میدهد. روش SSR نسبت به روش CRS از نوفه فرکانس بالای کمتری برخوردار است و امواج بازتابی در آن به شکل بهتری نشان داده شده است.

شکل (۳–۶) مقایسه دو روش برانبارش DSR و SSR با بازه نقطه میانی بیشینه و یکسان میباشد. مقطع برانبارش شده به روش DSR نسبت به روش SSR جدایش رویدادها را به شکل بهتری انجام داده است و بازتابها را تضعیف نموده است.



شکل (۳–۶) مقایسه دو روش برانبارش SSR و DSR با بازه نقطه میانی بیشینه و یکسان. راست) برانبارش DSR و چپ) برانبارش SSR (فسپیری و همکاران، ۲۰۱۵).

۲-۷- کوچ'

تصویرسازی فرآیندی است که بازتابهای لرزهای را در مکان مناسب خود متمرکز می کند، این فرآیند معمولا شامل دو مرحله اساسی است؛ برانبارش و کوچ (آلبرتین^۲ و همکاران، ۲۰۰۲). هدف نهایی از برداشت دادههای لرزهای و اجرای مراحل پردازش روی این دادهها، به دست آوردن تصاویر دقیق تر و واقعی تر از زیر سطح زمین است که در دو حوزه زمان و عمق به مفسر تحویل داده می شوند. امروزه روشهای فراوانی در فرایندهای پردازشی کوچ و تصویرسازی لرزهای معرفی شده که دسته بندی آنها و تعیین شرایط استفاده از هر روش، ردههای متفاوتی از روشهای تصویرسازی را به دست می دهد (لیو و گو⁷، ۲۰۱۲).

به منظور انتخاب یک روش مناسب کوچ و یا تصویرسازی لرزهای در دادههایی که تحت پردازش قرار دارند، ابتدا لازم است که نقطههای مشترک و تفاوتهای آنها شناخته شود (ژائو[†] و همکاران، ۲۰۱۱).

¹- Migration

²- Albertin

دسته بندی الگوریتمهای کوچ و روشهای تصویرسازی در صنعت، براساس فرضهایی که هر یک از این روشها استوار شدهاند، حوزه کاربرد آنها و برقراری شرایط تصویرسازی تعیین میشود (ساوا و فومل^۱، ۲۰۰۶).

شکل (۳–۷) نمودار خلاصه شدهای از این روش ها براساس معیارهای بیان شده، نشان داده شده است (ساوا و هیل، ۲۰۰۹).



شکل (۳–۷) دسته بندی انواع روشهای تصویرسازی دادههای لرزهای (ساوا و هیل، ۲۰۰۹). دومین مرحله تصویرسازی یعنی کوچ، از یک مدل سرعت جهت توزیع مجدد انرژی بازتاب یافته از نقطه میانی مفروض به مکان واقعی خود استفاده می کند. روشهای مختلفی از مهاجرت بسته به پیچیدگی هدف و ساختارهای روی آن مورد استفاده قرار می گیرد. ساختارهای ساده با یک روند هموار برای سرعت با روشهای ساده کوچ به راحتی تصویر میشوند اما ساختارهای پیچیده نیازمند روشهای نوین کوچ هستند.

¹- Sava and Fomel

کوچ پیش از برانبارش بر روی ردلرزههای برانبارش نشده انجام می گیرد و نسبت به کوچ پس از برانبارش ۶۰ تا ۱۲۰ برابر زمان بر خواهد بود ولی تغییرات دامنه با دورافت (AVO) و همچنین تغییرات فاز را حفظ کرده تا برای تحلیل های بعدی مورد استفاده قرار گیرد (فارمر و همکاران، ۱۹۹۳).

کوچ زمانی پیش از برانبارش در شیبهای متداخل ترجیح داده می شود و کوچ عمقی پیش از برانبارش در محیطهایی که سرعت به شدت تغییر کند و ساختارها پیچیده باشند مورد استفاده قرار می گیرد.

در کوچ دوبعدی تنها انرژی بازتاب شده از صفحه مورد نظر تصویر میگردد. در حالیکه کوچ سهبعدی علاوه بر امواج بازتابی صفحه مورد نظر، از انرژی بازتابی خارج صفحه مورد نظر نیز استفاده میکند. همین دلیل باعث افزایش وضوح تصویر در کوچ سه بعدی نسبت به کوچ دوبعدی میشود.

کوچ زمانی بازتابنده ها را در حوزه زمان سیر رفت و برگشت^۱ (از سطح به بازتابنده و بالعکس در راستای پرتو تصویر^۲) قرار میدهد در حالی که کوچ عمقی بازتابنده ها را در حوزه عمق مورد بررسی قرار میدهد. تفاوت اصلی کوچ عمقی وکوچ زمانی میزان جزئیاتی است که هر کدام از آن ها برای عبور و رفتار امواج در زمین در نظر می گیرند. در کوچ عمقی، امکان وجود تباین زیاد افقی و قائم در مدل سرعت وجود دارد ولی کوچ عمقی نیازمند یک مدل سرعت دقیق از عمق است و عملیاتی پرکاربرد و پیچیده میباشد.

به هر حال، هیچ روش برانبارش زمانی تغییرات بسیار شدید جانبی سرعت را بنا به فرض زمان – رسید هذلولی در نظر نمی گیرد. وقتی که ساختار زیر سطح زمین پیچیده است، برونراند بازتاب غیر هذلولی شده و به خوبی توسط فرمول های زمان رسید هذلولی توصیف نمی شوند.

نتایج کوچ امکان کنترل کیفیت مدل سرعت را فراهم میسازد. در ابتدا تمرکز رخداد پراش میتواند تایید کننده دقت مدل باشد، مدل سرعت به دادهها برازش خواهد شد. پراشهای باقی مانده که معمولا در

¹ - Two-Wey traveltime

² - Image ray

مرزهای گنبد نمکی، گسلها و سایر ناپیوستگیها وجود دارند، نشان دهندهی سازگار نبودن مدل عمقی سرعت با دادهها میباشند.

در این تحقیق از روش کوچ کیرشهف با استفاده از ردیابی پرتو و حداقل زمان به منظور تصویرسازی دادههای لرزهای استفاده شده است که در ادامه به بررسی این روش کوچ پرداخته شده است.

۳-۷-۱- کوچ کیرشهف

مهاجرت لرزهای عمل بازگردان وقایع پراش درثبتهای مهاجرت داده نشده به نقاط و درنتیجه انتقال وقایع بازتابی به مکانهای صحیحشان و ساختن یک تصویر واقعی از ساختارهای درون زمین است. روش مهاجرت کیرشهف براساس مجموع پراش است که دامنههای لرزهای را در طول هذلولی پراش جمع می کند و نتیجه را در رأس هذلولی قرار میدهد. روش کیرشهف به راحتی برای داده پیش از برانبارش قابل اصلاح است و می توان آن را بر ثبت های منبع مشترک و دورافت مشترک اعمال کرد. مهاجرت پس از برانبارش، معمولا تصویری مناسب از بازتابنده های زیر سطحی ارائه می دهد ولی کیفیت این تصاویر هنگامی که تغییرات جانبی سرعت و یا ساختارهایی با زمین شناسی پیچیده وجود داشته باشند، تنزل پیدا می کنند. کاهش کیفیت تصاویر به دست آمده با کم شدن نسبت قرار گیری نادرست بازتابندهها و واضح نبودن تصاویر، نمود پيدا ميكند.كوچ به روش كيرشهف بر اساس جمع پراشها عمل ميكند و فرض ميكند سطح بازتابنده از مجموعهای از نقاط تشکیل شده که هر کدام به صورت یک چشمه عمل میکنند. روش جمع پراشها بر پایهٔ جمع دامنهٔ دادههای موجود در طول منحنی پراش که این منحنی با مدل سرعت معین می شود، صورت می گیرد. این روش با توجه به اصل هویگنس به انجام می رسد. اصل هویگنس فرض می کند که یک بازتابنده از مجموعهای از نقاط پراش که در کنار هم قرار گرفتهاند تشکیل شده است. مهاجرت با فرونشاندن هر هذلولی پراش به نقطه آغازین آن حاصل میشود (شکل۳–۸). مهاجرت به روش کیرشهف پیش از برانبارش

¹- Kirchhoff

مشابه با مهاجرت کیرشهف پس از برانبارش است و شامل تشخیص موقعیت چشمه و محاسبهٔ شکل پراش و جمع کردن انرژی روی سطح پراش و نسبت آن به نقطهٔ پراش است. در مقطع با دورافت صفر، منحنی پراش هذلولی است.

برای مهاجرت عمقی، مسیر پرتو واقعی (که از ردیابی پرتو (ray tracing) به دست میآید) از هر چشمه به هر گیرندهای برای به دست آوردن سطح منحنی پراش استفاده میشود. در این روش با هر نقطه به طور مستقل برخورد میشود. در کل میتوان گفت روش جمع پراشها کیرشهف دارای عملکرد خوبی در برخورد با سطوح شیبدار است ولی وقتی نسبت سیگنال به نوفه کم باشد، عملکرد ضعیفی دارد.



شکل (۳–۸) a: مقطع با دورافت صفر b: دامنه نقاط (مانند نقطه B) در طول هذلولی پراش با هم جمع می شوند و به نقطه A نسبت داده می شود (ایلماز، ۱۹۸۷).

۳-۸- استراتژی حل مساله

در این تحقیق برای انجام برانبارش SSR و DSR از بازههای مختلفی به جهت تقویت امواج بازتابی و پراش استفاده شده است. در این دو روش، همهی پارامترهای ممکن برانبارش برای تقویت رخداد بازتابی و یا پراش که در برانبارش دخالت دارند در نظر گرفته شده است. به منظور انجام برانبارش در هر روش طیف زاویه مربوط به هر نمونه و در عوض تعیین بهینهترین مقدار با معیار شباهت، یک بازه برای ورود پرتو مرکزی به گیرنده و یک بازه خروج این پرتو از چشمه از ابتدا تعیین میشود و گامهایی برای نمونه برداری از طیف زاویه نیز مشخص می شود. از آنجا که هدف ما در این تحقیق بررسی تاثیر بازه بر روی برانبارش SSR یا DSR میباشد، تمام پارامترهای حل مساله به جز بازه نقطه میانی و نیم دورافت در معادلات خاص هر کدام از روشها ثابت در نظر گرفته شده است تا بتوان با تغییر این دو پارامتر میزان تقویت پراشها و بازتابها را

در ادامه با تغییر بازه نقطه میانی (از بازه کوچک به سمت افزایش بازه) تفاوتهای ایجاد شده در مقطع و میزان تقویت و تضعیف رخدادهای بازتابی و پراش مورد بررسی قرار گرفت. مبنای اختلاف بین روشها مشاهداتی میباشد. به این معنا که پس از اعمال هر روش برانبارش مفسر با مشاهده مقطع حاصل میزان تقویت پراشها و یا بازتابها را تشخیص میدهد و برای ادامه مسیر حل مساله تصمیم گیری می کند. همچنین به منظور اثبات اختلاف نتایج بین هر روش با روش دیگر میتوان از تفاضل بین هر مقطع با مقطع دیگر استفاده نمود. با استفاده از تفاضل مقاطع بدست آمده از روشهایی که سبب تقویت بازتابها شده است از مقاطعی که سبب تقویت پراشها شده است، میتوان پراشهای باقیمانده که در مقطع حاصل را ناشی از روشهای تقویت امواج پراش دانست.

روند کلی پردازش در این تحقیق به این گونه است که ابتدا دادههای دارای هم پوشانی توسط روش SSR با بازههای نقطه میانی مختلف انجام می گیرد تا بهینهترین بازه هم از نظر کوچک بودن و هم از نظر بزرگ بودن بازه انتخاب شود. بایستی این مساله را در نظر داشت که این بازهها تا حدی کوچک و بزرگ شوند که اطلاعات مفید مقاطع از بین نرود. با انجام این عملیات بهترین بازه به منظور تقویت امواج پراش و امواج بازتابی انتخاب میشود. در ادامه برانبارش SSR با بازههای انتخابی انجام میشود و برای بهبود کیفیت مقاطع برخی فیلترها بر روی دادهها اعمال میشود. به منظور مشاهده اختلاف بین دو مقطع حاصل از بازه مقاطع برخی فیلترها بر روی دادهها اعمال میشود. به منظور مشاهده اختلاف بین دو مقطع حاصل از بازه بزرگ در نقطه میانی و بازه کوچک در نقطه میانی، تفاضل این دو مقطع انجام میگیرد تا بتوان به کمک بزرگ در نقطه میانی و بازه کوچک در نقطه میانی، تفاضل این دو مقطع انجام میگیرد تا بتوان به کمک از بازه بزرگ در نقطه ایجام گیرد. در برانبارش SSR نیز به همین صورت عمل میشود و مقاطع حاصل از بازه از برانبارش با بازه بزرگ در نقطه میانی و بازه کوچک در نقطه میانی این به مین صورت عمل میشود تا بتوان تاثیر هر از برانبارش با بازه بزرگ در نقطه میانی و بازه کوچک در نقطه میانی از مورت عمل میشود تا بتوان تاثیر هر از برانبارش با بازه بزرگ در نقطه میانی و بازه کوچک در نقطه میانی این دو مقطع انجام میشود تا بتوان به کمک از برانبارش با بازه بزرگ در نقطه میانی و بازه کوچک در نقطه میانی، تفاضل این دو مقطع انجام میشود و مقاطع حاصل از برانبارش با بازه بزرگ در نقطه میانی و بازه کوچک در نقطه میانی از هم کم میشوند تا بتوان تاثیر هر از برانبارش با بازه بزرگ در نقطه میانی و بازه کوچک در نقطه میانی از هم کم میشوند تا بتوان تاثیر هر کرام از روشها بر روی مقاطع تفسیر گردد.

روشهای تقویت امواج پراش در هر کدام از روشهای برانبارش SSR و DSR وجود دارد که به منظور نشان دادن برتری هرکدام از روشها نسبت به دیگری تفاضل دو مقطع را در دستور کار قرار می گیرد و همین عمل بر روی روشهای برانبارش تقویت بازتابها انجام می گیرد تا بتوان در آخر بهترین روش و بهترین بازه نقطه میانی از نظر تقویت پراشها و بهترین روش و بهترین بازه نقطه میانی از نظر تقویت بازتابها به طور قطع انتخاب شود.

شکل (۳–۹ الف) مراحل انجام برانبارش SSR و تقویت رخدادهای بازتابی در این روش و شکل (۳–۹ ب) مراحل انجام برانبارش DSR و تقویت رخدادهای پراش در این روش را نشان میدهد.

در مرحله بعد به منظور اعتبارسنجی روشهای برانبارش مورد مطالعه روش کوچ کیرشهف بر روی دادهها اعمال میشود تا بتوان به کمک این روش کوچ، میزان بهبود کیفیت دادهها توسط هر یک از روشهای برانبارش مورد بررسی قرار گیرد.



شکل (۳-۹) الف: نمودار گردشی برانبارش SSR و ب: نمودار گردشی برانبارش DSR

فصل چهارم پردازش دادههای مصنوعی و صحرایی

4-۱-۴ پردازش دادههای مصنوعی Sigsbee 2A

برای بررسی بیشتر روش SSR و DSR و نشان دادن مزایای آن این دو روش برانبارش بر روی دادههای Sigsbee 2A اعمال گردید. Sigsbee 2A یک مجموعه دادهی مصنوعی میباشد که توسط کنسرسیوم SMAART JV در سال ۲۰۰۱ انتشار یافته است. این دادهی مصنوعی قسمتی از زمینشناسی پرتگاه Sigsbee در خلیج مکزیک را مدلسازی میکند.

شکل (۴–۱) نشان دهنده مقطع Sigsbee 2A میباشد. به منظور کاهش زمان پردازش سمت راست مقطع از روند پردازش حذف گردید. کادر مستطیل مشکی رنگ قسمتی از این مقطع می باشد که به منظور انجام برانبارش SSR و DSR مورد استفاده قرار گرفته شده است و همانطور که در شکل (۴–۱) مشاهده میشود قسمت مورد پردازش شامل گنبد نمکی نمیشود و این قسمت دارای گسل و نقاط پراش دهنده میباشد.

فاصله چشمهها ۴۵/۷ متر با ۳۴۸ کانال در هر چشمه و فاصله گیرندهها ۲۲/۸ متر میباشد. دادهها هر ۸ میلی ثانیه و در ۱۲ ثانیه نمونه برداری شدهاند. جدول (۴–۱) پارامترهای مورد استفاده در برانبارش را نشان میدهد. در همه برانبارشهای انجام شده بر روی دادههای مصنوعی تمام پارامترها به جز بازه نقطه میانی ثابت در نظر گرفته شده است تا بتوان تاثیر نقطه میانی را بر روی مقاطع حاصل بررسی کرد.

offset	cdpmin	cdpmax	minoffsettime	maxoffsettime
26025m	25	425	4.01s	12s

جدول (۴-۱) پارامترهای عمومی مورد استفاده در برانبارش SSR و DSR

۲-۱-۱- نتایج برانبارش SSR

همانطور که در فصل قبل بیان گردید در برانبارش به روش SSR با بازه نقطه میانی کوچک در ترکیب با دورافت بزرگ، امواج بازتابی تقویت میشوند و پراشها تضعیف میشوند و در مقابل روش برانبارش SSR با بازه نقطه میانی بزرگ سبب تضعیف امواج بازتابی و تقویت پراشها میشود.

به منظور تقویت امواج بازتابی در روش SSR کمینه مقدار بازه نقطه میانی ۵۰ متر و بیشینه مقدار آن ۱۰۰ متر در نظر گرفته شد. همچنین کمینه مقدار دورافت ۵۰۰ متر و بیشینه مقدار آن ۲۶۰۰۰ متر میباشد. بقیه پارامترهای برانبارش همانطور که در جدول (۴–۱) بیان شد ثابت در نظر گرفته شده است و در تمامی مقاطع تاثیر بازه نقطه میانی در ترکیب با دورافت مناسب در برانبارش مورد بررسی قرار گرفته می گیرد. شکل (۴–۲) نتیجه برانبارش SSR با بازه نقطه میانی کوچک میباشد. محور قائم مقطع، زمان را نشان می دهد که از ۴ ثانیه شروع شده است و تا ۱۲ ثانیه ادامه مییابد ولی از محدوده ی ۹ ثانیه با افزایش زمان رخداد بازتابی مشاهده نمی شود و محور افقی محور CDP میباشد که بازه آن از صفر تا ۴۰۰ میباشد. همانطور که مشاهده می شود بازتابها تقویت شده و پراش ها تضعیف شدهاند. در این مقطع رخدادهای بازتابی از پیوستگی قابل قبولی برخوردارند و همچنین این روش توانسته است رخدادهای بازتابی را هموار

شکل (۴–۳) نتیجه برانبارش SSR با بازه نقطه میانی بزرگ میباشد. در این برانبارش کمینه بازه نقطه میانی ۷۵۰۰ متر و بیشینه مقدار آن ۸۰۰۰ متر در نظر گرفته شده است و مانند روش برانبارش SSR محور قائم محور زمان میباشد که از ۴ ثانیه شروع و تا ۱۲ ثانیه ادامه مییابد و محور افقی نیز محور CDP میباشد که در بازه صفر تا ۴۰۰ قرار می گیرد. همانطور که مشاهده می شود بازه بزرگ در نقطه میانی سبب تقویت پراش ها و تضعیف بازتاب ها شده است. این مقطع نسبت سیگنال به نوفه پایین تری نسبت به روش SSR بازه بورط پیکانهای آبی مشخص شدهاند. همانطور که در شکل مشاهده میشود بازتابهایی که در قسمت میانی شکل (۴–۲) به وضوح دیده میشوند در روش SSR با بازه بزرگ در نقطه میانی تضعیف شدهاند. در حدود ۶ ثانیه یک بازتابنده مشاهده میشود که که در روش SSR با بازه کوچک در نقطه میانی (شکل ۴–۲) دارای پیوستگی خوب و به وضوح دیده میشود این در حالی است که در روش SSR با بازه بزرگ در نقطه میانی (شکل ۴–۳) این بازتابنده تضعیف شده است و پیوستگی آن کاهش یافته است. در نتیجه میتوان بیان نمود که در یک مقطع یکسان با یک روش برانبارش یکسان (روش برانبارش SSR)، تنها با افزایش و یا کاهش بازه نقطه میانی انرژی بازتاب و یا انرژی پراش تغییر خواهد کرد و پیوستگی رخدادها در دو روش دستخوش تغییرات خواهد شد. اختلاف این دو مقطع را میتوان با تفاضل آنها از یکدیگر بهتر بیان نمود.

شکل (۴–۴) مقطع تفاضل دو مقطع شکل (۴–۳) و (۴–۲) میباشد. مقطع به دست آمده از تفاضل این دو مقطع به خوبی نشان دهنده این موضوع میباشد که وقتی مقطع حاصل از برانبارش SSR با بازه نقطه میانی کوچک که سبب تقویت بازتابها شده است و پراشها در آن تضعیف شدهاند از مقطع حاصل از برانبارش SSR با بازه نقطه میانی بزرگ که سبب تقویت پراشها شده است کم میشود پراشهای تقویت شده توسط بازه بزرگ نقطه میانی در روش SSR خودنمایی میکنند. در مقطع شکل (۴–۴) بازتابها به شدت تضعیف شده و پیوستگی رویدادهای بازتابی از بین رفته است. این بدین خاطر است که بازتابهای حاصل از روش SSR با بازه نقطه میانی در روش SSR خودنمایی میکنند. در مقطع شکل (۴–۴) بازتابها به شدت تضعیف شده و پیوستگی رویدادهای بازتابی از بین رفته است. این بدین خاطر است که بازتابهای حاصل از روش پروش SSR با بازه نقطه میانی کوچک از مقطع SSR با بازه نقطه میانی بزرگ کم شده است. حاصل این تفریق این میباشد که امواج پراش تقویت شده در مقطع شکل (۴–۴) در مقطع شکل (۴–۴) بازتابهای حاصل از روش (۴–۴) با اینکه امواج پراش تقویت شده در مقطع شکل (۴–۴) در مقطع شکل (۴–۴) بازتاب را این میباشد که امواج پراش تقویت شده در مقطع شکل (۴–۴) در مقطع میانی بزرگ کم شده است. حاصل این تفریق (۴–۴) با اینکه امواج بازتاب حاصل از روش SSR با بازه کوچک نقطه میانی که فقط انرژی امواج بازتاب را دوش SSR با بازه نقطه میانی بزرگ نمیتواند مقطعی با امواج پراش و بدون امواج بازتابی تولید کند و این روش فقط میتواند امواج پراش را تقویت کند و انرژی امواج بازتابی را کاهش دهد.










میانی بزرگ (شکل ۴–۳) را نشان میدهد. در این شکل پراشهای تقویت شده در روش SSR با بازه نقطه میانی بزرگ باقی ماندماند و به خوبی نشان داده شده است.

[s] omit

4-1-4 نتايج برانبارش DSR

همانطور که در فصل قبل بیان شد در روش برانبارش DSR با افزایش بازه نقطه میانی و یا دورافت، پراشها تقویت میشوند و در نتیجه امواج بازتابی تضعیف میشوند و از طرف دیگر با کاهش بازه نقطه میانی و یا دورافت بازتابها تقویت و پراشها تضعیف میشوند.

شکل (۴–۵) نتیجه برانبارش DSR با بازه بزرگ در نقطه میانی در ترکیب با دورافت بزرگ میباشد که بازه بزرگ در این برانبارش سبب افزایش انرژی پراشها شده است. محورهای مقطع حاصل مانند روش SSR در نظر گرفته شده است. کمینه مقدار بازه نقطه میانی در این برانبارش ۷۵۰۰ متر و بیشینه مقدار آن ۸۰۰۰ متر در نظر گرفته شده است. همچنین کمینه مقدار بازه دورافت ۵۰۰ متر و بیشینه مقدار آن ۲۶۰۰۰ متر در نظر گرفته شده است. همچنین کمینه مقدار بازه دورافت ۵۰۰ متر و بیشینه مقدار آن بازتابها از بین رفتهاند و پراشها به شدت تقویت شدهاند. در محدوده ۶ ثانیه بازتابنده بسیار تضعیف شده است و پیوستگی آن از بین رفته است. در مقایسه روش SSR با بازه بزرگ در نقطه میانی (شکل ۴–۵) و است و پیوستگی آن از بین رفته است. در مقایسه روش SSR با بازه بزرگ در نقطه میانی (شکل ۴–۵) و روش SSR با بازه بزرگ در نقطه میانی (شکل ۴–۳) که هر دو آنها سبب تقویت امواج پراش میشوند و امواج بازتابی را تضعیف میکنند، روش DSR قوی تر عمل میکند و امواج پراش را به شدت بیشتری تقویت امواج بازتابی را د

شکل(۴-۶) نتیجه برانبارش به روش DSR با بازه کوچک را نشان میدهد. کمینه مقدار بازه نقطه میانی در این برانبارش ۵۰ متر و بیشینه مقدار آن ۱۰۰ متر در نظر گرفته شده است. همانطور که مشاهده می شود پراشها تضعیف و بازتابها تقویت شدهاند و پیوستگی قابل قبولی دارند. در محدوده ۶ ثانیه بازتابنده نسبت به شکل (۴-۳) تقویت شده است و پیوستگی قابل قبولی دارد. از مقایسه روش DSR با بازه کوچک در نقطه میانی (شکل ۴-۴) و روش SSR با بازه نقطه میانی کوچک (شکل ۴-۱) که هر دو آنها سبب تقویت امواج بازتابی و تضعیف امواج پراش می شود، روش SSR با بازه نقطه میانی کوچک قوی تر عمل می کند و علاوه بر تقویت امواج بازتابی، امواج پراش را نیز تضعیف می کند.

از مقایسه دو شکل (۴–۵) و (۴–۶) میتوان نتیجه گرفت که در روش برانبارش DSR با افزایش بازه در نقطه میانی و دورافت انرژی پراش افزایش یافته و کاهش بازه سبب افزایش بازتابها و پیوستگی بیشتر آنها میشود. برای اثبات این موضوع مانند بخش قبل از تفاضل مقطع حاصل از برانبارش DSR با بازه نقطه میانی و دورافت بزرگ که سبب تقویت امواج پراش شده است از مقطع برانبارش DSR با بازه نقطه میانی کوچک که سبب تقویت امواج بازتابی شده است، میتوان استفاده نمود. شکل (۴–۲) مقطع حاصل از تفاضل دو مقطع شکل (۴–۵) و (۴–۶) میباشد. شکل (۴–۲) پراشهای تقویت شده توسط برانبارش DSR با بازه نقطه میانی بزرگ را به خوبی نشان داده است.

همانطور که بیان گردید روش SSR با بازه نقطه میانی کوچک نسبت به روش DSR با بازه نقطه میانی کوچک در تقویت امواج بازتابی برتری دارد که میتوان این موضوع را با تفاضل مقطع این دو روش نشان داد. شکل (۴–۸) مقطع حاصل از تفاضل برانبارش دو روش گفته شده میباشد و مشاهده میشود روش DSR با بازه نقطه میانی کوچک نتوانسته است به خوبی روش SSR با بازه نقطه میانی کوچک در تضعیف امواج پراش موفق عمل کند و پراشهایی در مقطع شکل (۴–۸) باقیمانده است که با پیکانهای آبی نشان داده شده است.

همچنین در بحث تقویت امواج پراش بیان شد که روش DSR با بازه نقطه میانی و دورافت بزرگ در تقویت امواج پراش نسبت به روش SSR با بازه نقطه میانی بزرگ برتری نسبی دارد که میتوان این موضوع را با تفاضل مقاطع حاصل از این دو روش نشان داد. شکل (۴–۹) مقطع حاصل از تفاضل دو روش بیان شده را نشان میدهد. در شکل (۴–۹) بازتابهایی که روش SSR با بازه نقطه میانی بزرگ نتوانسته است تضعیف کند در مقطع باقیمانده است.







شکل (۴-۶) مقطع برانبارش DSR با بازه نقطه میانی کوچک. کمینه مقدار بازه نقطه میانی ۵۰ متر و بیشینه مقدار آن ۱۰۰ متر مىباشد. در اين شكل امواج پراش تضعيف و امواج بازتابى تقويت شدهاند.













۲-۴– پردازش دادههای صحرایی

همانطور که در بخش قبل بیان گردید روش برانبارش SSR با بازه نقطه میانی کوچک در ترکیب با بازه دورافت بزرگ در تقویت بازتابها نسبت به روش برانبارش DSR با بازه نقطه میانی کوچک بهتر عمل کرده و همچنین در بحث تقویت پراشها روش برانبارش SRR با بازه نقطه میانی و دورافت بزرگ نسبت به روش برانبارش SSR با بازه نقطه میانی بزرگ بهتر عمل کرده است. به همین منظور در این بخش به جهت تقویت پراشها از روش برانبارش DSR با بازه نقطه میانی و دورافت بزرگ و به جهت تقویت امواج بازتابی از روش

۲-۴-۱ اعمال برانبارش SSR بر روی داده صحرایی

داده صحرایی به صورت دوبعدی 2D به منظور مطالعات ژئوترمال و بررسی دقیق ساختارهای زیرسطحی در تعیین محل بازتابندههای مهم و جانمایی گسلها تا عمق ۳ کیلومتر توسط یک شرکت تولید کننده انرژی، برداشت گردیده است. پردازشهای هرتوک^۱ (۲۰۰۴) اطلاعاتی در مورد گسلهای کوچکتر در اختیار قرار داده است. به منظور بررسیهای لازم، دو پروفیل برداشت دوبعدی به طول ۱۲ کیلومتر طراحی و برداشت شده است که در این تحقیق تنها از یکی از پروفیلهای آن استفاده گردیده است. چشمه موج استفاده شده برای این برداشت، سه کامیون تولید کننده موج^۲ بودند. زمان تولید موج خطی^۲در هر بار برابر ۱۰ ثانیه و موج از فرکانس ۱۲ هرتز تا ۱۰۰ هرتز تولید شده است. فاصله چشمهها از هم برابر ۵۰ متر و از ۶ چشمه برای برانبارش در سرزمین استفاده شده است. تعداد ۲۵۰ گروه گیرنده ۲۱ تایی ژئوفون در طول پروفیل و به فاصلههای ۵۰ متر چیده شد است. در هر ژئوفون، موجهای بازتابی با زمان نمونه برداری ۲

¹- Hertweck ²- Vibrator

شده است. همانطور که در بخش قبل بحث گردید به دلیل قدرت بیشتر روش SSR با بازه کوچک در نقطه میانی در تقویت امواج بازتابی و روش DSR با بازه بزرگ در نقطه میانی در تقویت امواج پراش، در پردازش دادههای صحرایی فقط از این دو روش به منظور تقویت و تضعیف پراشها و بازتابها و اعمال کوچ بر روی آنها استفاده می شود.

پیش پردازشهای مرسوم نیز بر روی دادهها صورت گرفته که شامل تعیین هندسه ردها، ویرایش ردها، واپیچش، تصحیح توزیع هندسی، تصحیح استاتیک و فیلتر کردن دادهها میباشد. ساختارهای زیر سطحی شامل لایههای تقریبا افقی با شیب ملایم و بسیار گسل خورده است. در پردازش به روش SSR با بازه نقطه میانی کوچک، به دلیل وجود مساله تداخل شیبها، تعیین کردن محل دقیق گسلها و لایههای گسل خورده امکان پذیر نمیباشد. در این بخش از عملگر برانبارش NSR با بازه نقطه میانی بزرگ برای بدست آوردن مقطع برانبارش شده دورافت صفر استفاده شده است. پارامترهای پردازش SSR در جدول (۴–۳) آوردن مقطع برانبارش شده دورافت صفر استفاده شده است. پارامترهای پردازش SSR در جدول (۴–۳) آورده شده است. مقطع سرعت برانبارش بدست آمده از گام اول، در شکل (۴–۱۰) نشان داده شده است. این سرعت به صورت تدریجی با افزایش عمق، افزایش میباشد. البته در قسمتهای کوچکی از مقطع این سرعت، ناهمگونیهایی در سرعت دیده میشود که به دلیل توزیع کمتر انرژی در آن مناطق است. البته بازه جستجوی سرعت برانبارش برای این داده قدری بزرگتر از حد معمول نشان میدهد، ولی باید دقت کرد که این سرعت، بیانگر سرعت واقعی حرکت موج در محیط نمیباشد، ولی مقدار سرعت سطحی، دقت کرد که این سرعت ایش موج در نزدیک سطح زمین است. سرعت برانبارش با شیب لایه در دورافت صفر رابطه دارد.

برای رخدادهای ساده افقی، مقدار بهینه زاویه ورود پرتوی مرکزی برابر صفر بوده ($\alpha = 0$) و بنابراین سرعت برانبارش تقریبا معادل میانگین سرعت روباره بالای بازتابنده میباشد. این حالت برای مقطع سرعت برانبارش شکل (۴–۱۰) تا زمان تقریبا ۱/۵ ثانیه دیده می شود. برای زمان سیرهای بیشتر، لایه ها شیب کمی به سمت راست از خود نشان می دهند. بنابراین سرعت برانبارش، مقدار بیشتری را از خود نشان خواهد داد.

جدول (۴–۲) پارامترهای هندسی مربوط به برداشت دادههای صحرایی. در هر انفجار، گیرنده اول منطبق بر نقطه انفجار بوده است.

هندسه نقطه میانی و دورافت		هندسه چشمه و گیرنده	
477	تعداد شبکه CMP	74.	تعداد چشمەھا
۴۷	حداکثر چینش CMP	۵۰ متر	فاصله چشمەھا
۲۵ متر	فاصله بین شبکه CMP	۲۵۰	تعداد گیرندهها
۰ تا ۴۰۰۰ متر	بازه دورافت	۵۰ متر	فاصله گیرندهها
محتوای فرکانس		پارامترهای ثبت	
۱۲ تا ۱۰۰ هرتز	فركانس	۴ ثانیه	زمان ثبت
۱۰ ثانیه	زمان افزایش فرکانس	۲ میلی ثانیه	فاصله نمونه برداري

در این مقطع، سرعت برانبارش به حداکثر ۵۰۰۰۳/s میرسد، در حالی که سرعت واقعی موج در آن قسمت برابر ۳۵۰۰ m/s است. در این مقطع، تغییرات شدید سرعت دیده نمی شود، زیرا که تغییرات شدیدی در جنس لایه ها رخ نداده و تغییرات زمین شناسی مهمی نیز دیده نمی شود.

مقطع بهینه زاویه ورود، ۵، در شکل (۴–۱۱) نشان داده شده است. سطح مقطع بیشتر توسط رنگ قرمز کمرنگ که مربوط به زاویه ورود بسیار کوچکΩ≤ م پوشیده شده است. بنابراین میتوان نتیجه گرفت که اغلب رخدادها دارای شیب اندکی به سمت راست مقطع هستند.

از این مقطع می توان نتیجه گرفت که انتخاب زاویه جستجوی بین ۲۰- و ۲۰+ درجه منطقی می باشد. مقادیر غیر واقعی زوایا با رنگ خاکستری پوشانده شدهاند.

مقدار	پارامتر پردازش	نوع پارامتر
۶۰ هرتز	فركانس غالب	
شباهت	معيار همدوسی شباهت	
ردهای اصلی	دادههای مورد استفاده در آنالیز همدوسی	
۵۶ میلی ثانیه	عرض نوار همدوسی	
۱۷۰۰ متر بر ثانیه	سرعت نزدیک سطح	سرعت و مرزهای
۱۰۰۰ تا ۵۰۰۰ متر بر ثانیه	سرعت برانبارش تحت جستجو	جستجوی سرعت بهینه
۰ تا ۴ ثانیه	زمان سیر شبیه سازی شده در ZO	
۲ میلی ثانیه	فاصله نمونه برداری در شبیه سازی	منطقه هدف
۲۰۵۳	ت ع داد ردهای شبیه سازی شده در ZO	
۵۰ متر	فاصله بین ردها در شبیهسازی ZO	
۵۰ متر در ۰/۲ ثانیه	حداقل بازه ZO	
۵۰۰ متر در ۱/۲ ثانیه	حداکثر بازه ZO	بازه جستجوی بین ردها
۲۰۰ متر در ۲/۲ ثانیه	حداقل بازه CMP	
۲۰۰۰ متر در ۱/۲ ثانیه	حداکثر بازه CMP	
۲. ۳۰	ابعاد تعميم بازه	
۱۶ میلی ثانیه	اولین برونراند نرمال برای بزر گترین دورافت	برانبارش خودکار CMP
٣	تعداد مراتب كاهش ابعاد شبكه	
۲۰- تا ۲۰ درجه	بازه زاویه مورد جستجو	
۱ درجه	گام بین زاویههای مورد جستجو	جستجوی خطی ZO
٣	مراتب تكرار در بهینه كردن جستجو	
۸ میلی ثانیه	اولين برونراند براي بزرگترين فاصله ZO	جستجوی هذلولوی ZO
٣	مراتب تكرار در بهينه كردن جستجو	
۸ میلی ثانیه	اولین برونراند نرمال برای بزرگترین دورافت	جستجوی هذلولوی در
٣	مراتب تكرار در بهینه كردن جستجو	CS/CR
•/•٢	آستانه همدوسی برای بزرگترین زمان سیر	

جدول (۴–۳) پارامترهای پردازش که برای شبیهسازی مقطع دورافت صفر برای داده صحرایی استفاده شده است.

مقدار صفر برای ۱/R_N مربوط به رخدادهای مسطح است. در این صورت مقطع عکس شعاع موج نرمال برای داده صحرایی که در شکل (۴–۱۲) نشان داده شده، بیشتر توسط مقادیر نزدیک صفر احاطه شده است. مقادیر غیر واقعی نیز با رنگ خاکستری پوشیده شدهاند. شکل (۴–۱۳) مقطع بهینه شعاع موج عمود در نقطه ورود R_{NIP}، را برای داده صحرایی نشان میدهد. مقدار R_{NIP} با سرعت برانبارش در ارتباط است، بنابراین انتظار میرود که این دو مقطع تقریبا شبیه یکدیگر باشند. مقدار R_{NIP} تا زمان سیر نزدیک ۲ ثانیه به صورت تدریجی پیش میرود، ولی از این زمان به بعد مقدار R_{NIP} به صورت ناگهانی افزایش پیدا میکند.

در نهایت مقطع همدوسی در شکل (۴–۱۴) آورده شده است. هرچه مقدار همدوسی برای یک نمونه در مقطع دورافت صفر بیشتر باشد، در آن صورت مقادیر نشانگرهای جنبشی میدان موج بدست آمده برای آن نقطه نیز معتبرتر خواهند بود. به دلیل وجود مقداری نوفه زمینه در این دادهها، میزان همدوسی حداکثر در این مقطع بین صفر تا ۱۵/۵ تغییر می کند. در این مقطع، میزان همدوسی بالایی برای زمانهای کمتر از ۱/۵ ثانیه مشاهده می شود ولی برای نمونههای واقع در زمان سیرهای بالای این زمان، مقدار همدوسی کاهش می یابد. در حالت کلی، میزان همدوسی برای اغلب نقاط بالای ۱/۵

مقطع نهایی بدست آمده از پردازش SSR، مقطع بهینه برانبارش شده است که در شکل (۴–۱۵) نشان داده شده است. در این برانبارش از بازه کوچک در نقطه میانی در ترکیب با بازه دورافت بزرگ استفاده شده است. همانطور که در جدول (۴–۳) ذکر شده است کمینه مقدار بازه نقطه میانی ۲۰۰ متر و بیشینه مقدار آن ۲۰۰۰ متر میباشد. همچنین کمینه مقدار بازه دورافت ۵۰ متر و بیشینه مقدار آن ۵۰۰ متر میباشد. علاوه بر میزان بالای نسبت سیگنال به نوفه در این مقطع، رخدادهای بازتابی در زمان سیرهای کمتر از ۱/۵ ثانیه به خوبی آشکارسازی شدهاند که به دلیل استفاده از بازه کوچک نقطه میانی و بازه بزرگ دورافت در پردازش SSR میباشد. سه رخداد اصلی و بسیار واضح که در سرتاسر مقطع نیز دیده میشوند، در زمانهای یک گسل بسیار بزرگ و یک گسل بزرگ در فاصله قدری کمتر از ۲ کیلومتر و قدری بیشتر از ۲ کیلومتر به ترتیب در فواصل زمانی ۲/۰ ثانیه تا نزدیک ۱/۵ ثانیه دیده می شوند



Stacking velocity [km/s] from automatic CMP stack





Emergence angle [°] of dominant events

شکل (۴–۱۱) مقطع بهینه زاویه ورود پرتوی مرکزی مربوط به رخدادهای اصلی بدست آمده در برانبارش SSR بر روی داده صحرایی.



شکل (۴–۱۲) مقطع بهینه شعاع موج نرمال مربوط به رخدادهای اصلی بدست آمده در برانبارش SSR بر روی داده صحرایی.



شکل (۴–۱۳) مقطع بهینه شعاع موج NIP مربوط به رخدادهای اصلی بدست آمده در برانبارش SSR بر روی داده صحرایی.



Coherence of dominant events from optimized CRS stack شکل (۴–۴) مقطع همدوسی مربوط به برانبارش نهایی به روش برانبارش SSR در داده صحرایی.

اگرچه برخی از نقاط سفید رنگ در این محدودهها مربوط به کمتر بودن انرژی در آن مناطق است، ولی جابجایی رخدادها در اثر گسله شدن در دو طرف گسل به خوبی آشکار است. لازم به ذکر است که محل دقیق گسلها در زیر سطح باید در مقطع کوچ مشخص شود. با این حال مقطع برانبارش نیز میتواند در شناسایی محلهای گسل خورده و آن چیزی که در مقطع کوچ داده شده انتظار آن را داریم، کمک نماید. بنابراین میتوانیم در مقطع کوچ داده شده، گسلهای کوچ کو داده شده انتظار آن را داریم، کمک ماید. در فرای این میتواند در شناسایی محلهای گسل خورده و آن چیزی که در مقطع کوچ داده شده انتظار آن را داریم، کمک نماید. در فرای این میتوانیم در مقطع کوچ داده شده انتظار آن را داریم، کمک نماید. در فرای این میتوانیم در مقطع کوچ داده شده انتظار آن را داریم، کمک نماید. در فرای این میتوانیم در مقطع کوچ داده شده، گسلهای کوچکتر ولی به تعداد زیادی را در عمقهای کم و در فاصله بین ۶ تا ۱۲ کیلومتری انتظار داشته باشیم. گسل بزرگ دیگر در فاصله ۲۶۰ کیلومتری و در زمان





روش NIP توموگرافی از تئوری امواج NIP و همچنین نشانگرهای R_{NIP} و α به منظور معکوسسازی و تهیه مدل سرعت استفاده میکند. یکی از بزرگترین مزیتهای این روش آن است که به دلیل در دسترس بودن مقطع همدوسی، میتوان دستچین کردن نقاط را به صورت کاملا اتوماتیک انجام داد.

نتیجه پردازش NIP توموگرافی بر روی این مدل، تعداد ۲۱ نقطه اصلی (B - Spline) در جهت x، تعداد ۱۹ نقطه اصلی (B - Spline) در جهت z و تعداد ۱۱۲۰ نقطه دستچین شده بر روی مقطع بود. مدل سرعت نرم، (x,z) در شکل (۴–۱۶) نشان داده شده است. این مدل شباهتهایی با مدل سرعت برانبارش بدست آمده در گام اولِ برانبارش خودکار CMP دارا میباشد. سرعت با افزایش عمق به صورت تدریجی افزایش پیدا می کند. هیچگونه تغییرات بزرگ جانبی سرعت در مدل دیده نمیشود. میزان جابجایی لایهها در دو طرف گسل نیز چندان زیاد نیست که تغییرات جانبی سرعت در مدل دیده نمیشود. میزان دارجایی لایهها در دو سرعت در مدل مربوط به لایه انتهایی و برابر ۳/۱۶ است، در حالی که این مقدار در مقطع سرعت برانبارش، برابر m/s بدست آمده بود. بنابراین میتوان نشان داد که مقطع سرعت برانبارش، نمیتواند



شکل (۴–۱۶) مدل هموار شده سرعت v(x,z) بدست آمده از روش NIP توموگرافی معکوس بر اساس نشانگرهای جنبشی میدان موج حاصل از برانبارش SSR برای داده صحرایی.

از مدل سرعتی v(x,z) که توسط روش NIP توموگرافی بدست میآید، در بخش بعد برای انجام کوچ استفاده میشود.

۲-۲-۴ اعمال برانبارش DSR بر روی داده صحرایی

همانگونه که قبلا نیز بدان اشاره شد، هدف اصلی از برداشت این داده، بدست آوردن محل دقیق گسلهای کوچک و بزرگ در منطقه به منظور مطالعات ژئوترمال بوده است. در پردازش DSR با بازه کوچک در نقطه میانی، تعیین محل دقیق گسلها و مرزهای آنها به دلیل تقویت بازتابها و تضعیف پراشها در روش DSR و همچنین به دلیل وجود مساله تداخل شیبها در رخدادهای پراش حاصل از نوک گسل، دشوار است. بنابراین به منظور تقویت پراشها از روش DSR با بازه بزرگ نقطه میانی و دورافت استفاده شده است. اگرچه طول پروفیل داده صحرایی طولانی میباشد، ولی ساختار آن در سرتاسر طول پروفیل تغییرات چندانی ندارد. علاوه بر آن زمان ثبت نیز ۴ ثانیه میباشد که زمان محاسبات را چندان طولانی نمی کند.

در دادههای صحرایی، تمام طول برداشتِ زمانی، مورد پردازش قرار گرفت، هر چند در زمانهای بیشتر از ۲ ثانیه، عملا رخدادهای خاصی انتظار نمی فت. بیشتر بازتابندههای زیرسطحی به شکل تقریبا افقی هستند و شیب کمی به سمت راست مقطع دارند. بنابراین میتوان از بازه زاویه کوچکتری برای مقادیر زاویه ورود پرتوی مرکزی استفاده کرد. در پردازش DSR بازه زاویه بین ۲۰- درجه و ۲۰+ درجه انتخاب شده است. گام افزایش زاویه نیز مانند داده AS یوای برابر یک درجه در نظر گرفته شده است. سایر پارامترهایی که برای پردازش SSR انتخاب شدهاند، مشابه پارامترهای متناظرشان در پردازش SSR بودهاند. پارامترهایی مورد استفاده برای پردازش در جدول (۴–۴) آورده شدهاند. در این پردازش کمینه مقدار بازه نقطه میانی ۲۰۰ متر و بیشینه مقدار آن ۱۰۰۰۰ متر میباشد. همچنین کمینه مقدار بازه دورافت مانند

مقدار	پارامتر پردازش	نوع پارامتر
۶۰ هرتز	فركانس غالب	
شباهت	معيار همدوسى	پارامترهای عمومی
ردهای اصلی	دادههای مورد استفاده در آنالیز همدوسی	-
۵۶ میلی ثانیه	عرض نوار همدوسی	-
۱۷۰۰ متر بر ثانیه	سرعت نزدیک سطح	سرعت و مرزهای جستجوی
۱۰۰۰ تا ۵۰۰۰ متر بر ثانیه	سرعت برانبارش تحت جستجو	سرعت بهينه
۰ تا ۴ ثانیه	زمان سیر شبیه سازی شده در ZO	
۲ میلی ثانیه	فاصله نمونه برداری در شبیه سازی	منطقه هدف
۲۰۵۳	تعداد ردهای شبیه سازی شده در ZO	_
۵۰ متر	فاصله بین ردها در شبیهسازی ZO	_
۵۰ متر در ۰/۲ ثانیه	حداقل بازه ZO	
۵۰۰ متر در ۱/۲ ثانیه	حداکثر بازه ZO	۔ بازہ جستجوی بین ردھا
۲۰۰ متر در ۰/۲ ثانیه	حداقل بازه CMP	_
۱۰۰۰۰ متر در ۱/۲ ثانیه	حداکثر بازه CMP	_
٪ ۳۰	ابعاد تعميم بازه	_
٣	مراتب تکرار در بهینه کردن جستجو	-
۲۰ - تا ۲۰+ درجه	بازه زاویه مورد جستجو	
۱ درجه	گام افزایش زاویههای مورد جستجو	پارامترهای DSR
۲ میلی ثانیه	فرکانس جستجو در ورداشت انفجاری	
۱۴۳/۶۴۷ ساعت	زمان پردازش برای قسمت چپ	

جدول (۴-۴) پارامترهای مورد استفاده در پردازش داده صحرایی به روش DSR.

شکل (۴–۱۷) و (۴–۱۸) نتیجه برانبارش به روش DSR با بازه نقطه میانی و دورافت بزرگ بر روی داده صحرایی را نشان میدهد. کمینه مقدار بازه نقطه میانی ۲۰۰ متر و بیشینه مقدار آن ۱۰۰۰۰ متر در نظر گرفته شده است. همانگونه که مشاهده می شود، رخدادهای پراش در شکل (۴–۱۷) تا حدودی آشکار شدهاند و همچنین اثر گسلها بر روی رخدادها بهتر دیده میشوند. البته مقطع برانبارش نمیتواند به عنوان تنها مقطع شاهد استفاده شود. مناطق سفید خالی در زمان سیرهای کم در برخی از نقاط در مقطع دیده می شوند که به دلیل کمبود پوشش انرژی در آن مناطق است. در طول مقطع نیز رخدادهایی دیده میشوند که از دامنه کوچکی برخوردارند که احتمالا به دلیل پراش انرژی در اثر گسل و کمبود پوشش انرژی در آن محلها میباشند و در شکل (۴–۱۸) به خوبی مشاهده می شود که رخدادهای پراش تقویت شدهاند و اثری از رخدادهای بازتابی وجود ندارد. دلیل این مساله این است که بازه نقطه میانی در مقطع (۴–۱۸) بسیار بزرگ در نظر گرفته شده است و کمینه مقدار آن ۲۰۰ متر و بیشینه مقدار آن ۲۰۰۰۰ متر در نظر گرفته شده است. اگرچه نسبت به داده Sigsbee 2A تعداد پراش کمتری در مقطع به چشم میخورد، ولی وجود گسلها باعث شده که پیوستگی رخدادها در برخی نقاط از بین رفته و همچنین رخدادها در برخی محلها شکستگی پیدا کنند. در مقطع برانبارش شده به روش SSR (شکل ۴–۱۵) نسبت سیگنال به نوفه بالا بود، به گونهای که به راحتی می توانستیم ردها را در آن مقطع دنبال کنیم. در مقطع برانبارش شده به روش SSR، نوفه زمینه در زمان سیرهای کمتر از ۰/۲ ثانیه به خوبی به چشم میخورد، ولی همین نوفه در مقطع برانبارش شده به روش DSR قوی شده و تا نزدیک ۵/۰ ثانیه آشکارا دیده می شود. بنابراین به آسانی می توان عنوان کرد که نسبت سیگنال به نوفه در مقطع برانبارش شده به روش SSR، نسبت به مقطع برانبارش شده به روش DSR بیشتر است.

در شکل (۴–۱۷) زیر قسمت نوفهدار، رخدادهای تقریبا افقی دیده می شوند که دارای شیب اندکی به سمت راست هستند. رخدادهای زیرسطحی تا حد زیادی تحت تاثیر گسل ها قرار گرفتهاند که با دنبال کردن قسمتهای مخدوش شده رخدادها، میتوان آنها را مشاهده کرد. در بین آنها، یک رخداد بسیار بارز در بین زمانهای ۱/۳ تا ۱/۴ ثانیه که در تمام طول مقطع امتداد دارد، به آسانی دیده میشود. در فواصلی مانند ۱ کیلومتر، ۴ کیلومتر و ۸ کیلومتر، ناپیوستگیهایی در این رخداد به چشم میخورد که در این نقاط میتوان انتظار وجود مساله تداخل شیبها را داشت.

مقطع شـکل (۴–۱۷) بیشـتر توسـط رخدادهای بازتابی پوشـیده شـده اسـت تا رخدادهای پراش. بنابراین تفاوتهای بین مقاطع برانبارش SSR و برانبارش DSR چندان بارز نمی باشـد. به این دلیل فرآیند کوچ پس از برانبارش بر روی دادها انجام گرفت تا تفاوتها بهتر دیده شـوند. ولی مقطع شـکل (۴–۱۸) کاملا توسط پراشها پوشیده شده است و اثری از رخدادهای بازتابی نیست.









۴-۳- اعمال کوچ کیرشهف بر روی داده صحرایی

۴-۳-۱ مقدمه

همانطور که در فصل قبل بیان شد کوچ عملگری است که تصویر ساختارهای بازتاب شده زمین از انرژی موج الاستیکی را که به صورت ردهای لرزهای ثبت شده است احیا و بازسازی می کند. در تصویرسازی لرزهای، پردازش متداول چنین صورت می گیرد: ابتدا مقاطعی از برانبارش ردهای لرزهای گروههای نقطه میانی مشترک تهیه، سپس عملگر کوچ روی این مقاطع اعمال می شود. این روش به کوچ پس از برانبارش موسوم است. در حالی که در کوچ قبل از برانبارش، ابتدا ردلرزهها یکی یکی کوچ داده شده و سپس برانبارش می شوند و انرژی گروههای بازتاب مشترک به سطح زمین منتقل می شوند.

هدف اصلی تصویرسازی لرزهای بازتابی، بدست آوردن اطلاعات جزئی از ساختارهای زمینشناسی به شکل یک تصویر عمقی لرزهای است. چنین تصویری را میتوان از طریق اعمال فرآیند کوچ عمقی یا تصویرسازی عمقی روی دادههای لرزهای پردازش شده بدست آورد. کوچ کیرشهف به عنوان یک روش انعطاف پذیر و کارآمد در مهاجرت عمقی شناخته میشود.

۴-۳-۲ اعمال کوچ بر روی دادههای صحرایی

مدل سرعت (شکل ۴–۱۶) دادههای صحرایی به منظور انجام کوچ دادههای صحرایی در دسترس میباشد. با استفاده از مدل سرعت به دست آمده به روش توموگرافی (شکل ۴–۱۶) کوچ به روش کیرشهف بر روی مقطع برانبارش شده SSR و DSR به صورت یکسانی انجام شد.

شکل (۴–۱۹) نتیجه انجام کوچ عمقی پس از برانبارش بر روی مقطع برانبارش شده به روش SSR را نشان میدهد. شکل (۴–۲۰) نیز نتیجه همین روش کوچ ولی بر روی مقطع بدست آمده به روش برانبارش DSR میباشد.









در هر دو مقطع حاصل از کوچ، پیوستگی بازتابندهها و همچنین جانمایی محل گسلها با کیفیت بهتری نسبت به مقاطع برانبارش شده آنها انجام شده است. در کوچهای عمقی، بازتابندههای غیر واقعی بیضی شکلی در مقطع ایجاد شدهاند. اثر مرزی در مقاطع کوچ داده شده شایع است. این اثر در هر دو مقطع به مقداری در نزدیکی محور چپ مقطع دیده میشود. در رابطه با پیوستگی بازتابندهها، هر دو مقطع کوچ انجام گرفته بر روی مقاطع برانبارش شده SSR و SSR پیوستگی خوبی در بازتابندهها هر دو مقطع کوچ مورد نسبت سیگنال به نوفه نیز، مقطع کوچ بر روی نتیجه برانبارش SSR کیفیت بالاتری را نسبت به مقطع SSR از خود نشان میدهد. محل تفاوت این دو روش با پیکان در شکل (۴–۲۰) نشان داده شدهاند. بیشترین تفاوتها بر روی بازتابندهای که در فواصل بین ۱۵۰۰ متری تا ۲۰۰۰ متری در عمق و در طول پروفیل از صفر تا ۱۲ کیلومتر دیده میشود. این بازتابنده در نقاط زیادی دستخوش تغییر شده اند. این محلهای آشفته در مقطع کوچ انجام گرفته بر روی مقطع برانبارش شده SSR یا دیده نمیشوند و یا به

در شکل (۴–۲۰)، مناطقی نیز با مربعهایی نشان داده شده است که در آنها بازتابندهها حالت منحنی شکل پیدا کردهاند. جدا از اینکه این بازتابندهها در این مقطع به عنوان نوفه شناخته میشوند یا خیر، این بازتابندهها در مربع سمت چپ مقطع کوچ انجام گرفته و بر روی برانبارش DSR به خوبی دیده میشوند در حالی که در مقطع کوچ برانبارش SSR به خوبی تصویر نشدهاند. دو مربع دیگر نیز در واقع همین حالت را نشان میدهند با این تفاوت که این محلها در مقطع دیگر به صورت مرز تیز دیده میشوند. شکل (۴–۲۱) مقاطع کوچک حاصل از دو نتیجه کوچ را نشان میدهد. نرم شدگی بازتابندهها در مقطع کوچ بر روی مقطع SSR به خوبی دیده میشود. بازتابندهها در شکل (۴–۲۱) (چپ)، بیشتر به صورت منحنی دیده میشوند تا در شکل (۴–۲۱) (راست). بنابراین در جاهایی که بازتابندهها گسل خورده شدهاند، امتداد بازتابنده را در مقطع کوچ انجام گرفته بر روی مقطع دیگر، هم میتوان دنبال کرد تا بر روی مقطع دیگر. یکی دیگر از مقاطعی که میتوان آن را با مقطع کوچ نهایی مقایسه کرد، مقطع کوچ عمقی پیش از برانبارش است. این مقطع در شکل (۴–۲۲) نشان داده شده است. اگرچه ساختار زیرسطحی چندان پیچیده نیست و همچنین تغییرات جانبی سرعت و ناهمنگی نیز آنچنان بزرگ نمیباشد، ولی میتوان انتظار داشت که مقطع کوچ عمقی پیش از برانبارش نیز تصویر خوبی از ساختارهای زیرسطحی ارائه دهد.



شکل (۴–۲۱) دو مقطع کوچک از نتایج کوچ عمقی بر روی دو مقطع برانبارش شده به دو روش متفاوت. چپ) کوچ بر روی مقطع برانبارش SSR و راست) کوچ بر روی مقطع برانبارش DSR .

تفاوتهای مقطع بدست آمده از کوچ عمقی پیش از برانبارش (شکل ۴–۲۲) و مقطع بدست آمده از کوچ عمقی پس از برانبارش بر روی نتایج برانبارش DSR را میتوان در نقاطی که بازتابندهها گسله شدهاند، دنبال کرد. به دلیل آن که تنها تفاوتهای کوچکی بین این دو مقطع دیده میشود، در نگاه اول نمیتوان عنوان کرد که کدام مقطع بهتر است. برخی از تفاوتهایی که بین این دو مقطع دیده میشود، در نگاه اول نمیتوان عنوان گسلها است. بازتابندهها در مقطع پیش از برانبارش، نرم شدهاند در حالی که در مقطع پس از برانبارش، بازتابندهها تیزتر تغییر شیب دادهاند. تفسیر بر روی مقطع پس از برانبارش نشان میدهد که این مقطع بازتابندهها را به صورت بارزتری آشکار کرده است. به عنوان مثال گرابن بزرگی در مقطع پس از برانبارش دیده میشود که شاخههای آن در طول ۶ کیلومتر و ۱۱ کیلومتر در سطح آغاز شده و در طول ۲/۸ کیلومتری و عمق ۲۸۰۰ متری به هم میرسند. این گرابن در مقطع پیش از برانبارش دیده نمیشود. البته تفاوتهای بارزتر بین این دو روش باید در مناطقی با پیچیدگی ساختاری بالاتری مورد بررسی قرار گیرد. مزیت دیگر این روش این است که مقطع کوچ عمقی پس از برانبارش که بر روی نتایج بدست آمده از برانبارش DSR حاصل شده است، از یک مدل هموار شده و سادهٔ سرعت استفاده شده است و نتیجه بهتری را نیز بدست آورده است.

بنابراین هیچگونه نیازی به داشتن یک مدل سرعت با دقت بالا و به روز رسانی چندباره آن وجود ندارد. کاربرد دیگر این روش، تعیین دقیق محل گسلهای کوچک و بزرگ در مقطع عمقی است.





فصل پنجم نتیجهگیری و پیشنهادات

۵–۱– نتیجه گیری

در این تحقیق با استفاده از عملگرهای زمان سیر SSR و DSR به تقویت رخدادهای بازتاب و پراش پرداخته شد. همانطور که در فصل چهارم بیان گردید وضوح بازتابندهها و پیوستگی آنها و کاهش نوفه تنها تحت تاثیر زمان سیر نمیباشد بلکه به انتخاب بازه مناسب به منظور برانبارش وابسته است لذا زون فرنل تصویر شده و تاثیر آن بر روی انتخاب بازه مناسب جهت تقویت بازتابها و پراشها مورد بررسی قرار گرفت.

در این تحقیق امواج پراش و روش تقویت آن مورد بررسی قرار گرفت زیرا امواج پراش در تهیه تصویر از جزئیات ساختارهای کوچک مقیاس و ناهمگنیهای زیر سطح زمین نظیر گسلها و شکستگیها در تفسیر مقاطع لرزهای در اکتشاف و توسعه ذخایر نفت و گاز بسیار حیاتی میباشد.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان دهنده یتاثیر افزایش و کاهش بازه نقطه میانی و دورافت بر روی بازتابها و پراشها در هر دو عملگر SSR و DSR بود به این صورت که کاهش بازه در نقطه میانی در ترکیب با افزایش دورافت بر روی عملگر SSR سبب تقویت بازتابها و کاهش پراشها شد در حالی که با افزایش بازه نقطه میانی بر روی عملگر SSR سبب تقویت بازتابها و کاهش پراش ها شد در حالی که با افزایش بازه نقطه میانی بر روی همین عملگر بازتابها تضعیف و پراش ها تقویت شدند. همچنین نسبت سیگنال به بازه نقطه میانی در ترکیب با بازه نقطه میانی بر روی همین عملگر بازتابها تضعیف و پراش ها تقویت شدند. همچنین نسبت سیگنال به نوفه کاهش پیدا کرد. عملگر SSR با بازه نقطه میانی کوچک در ترکیب با بازه دورافت بزرگ به منظور تقویت بازتابها و تضعیف پراش ها مورد استفاده قرار میگیرد. با توجه به اهمیت امواج پراش و اطلاعاتی که از آنها استخراج می شود در ادامه با استفاده از عملگر SSR به تقویت امواج پراش پرداخته شد. نتایج حاصل از آنها استخراج می شود در ادامه با استفاده از عملگر SSR به تقویت امواج پراش پرداخته شد. نتایج حاصل از آنها استخراج می شود در ادامه با استفاده از عملگر SSR به تقویت امواج پراش پرداخته شد. نتایج حاصل میگر SSR نه می ترکی به میانی کوچک در ترکیب با بازه دورافت بازه در اطلاعاتی که از آنها استخراج می شود در ادامه با استفاده از عملگر SSR به تقویت امواج پراش پرداخته شد. نتایج حاصل می پراش می گردد و شکستگیها به خوبی نمایان می شود و امواج بازتابی مستهلک می شوند و در مقابل با کاهش بازه در نقطه میانی و دورافت امواج بازتابی تقویت و پراش ها تضعیف می یابند.

در مقایسه دو روش SSR با بازه کوچک نقطه میانی در ترکیب با دورافت بزرگ و DSR با بازه کوچک در نقطه میانی و دورافت که هر دو این روشها بازتابها را تقویت میکنند روش SSR قویتر عمل میکند
و نتیجه می شود که برای تقویت بازتاب ها روش SSR با بازه نقطه میانی کوچک مناسب تر خواهد بود زیرا هم زمان محاسبات کمتری دارد و هم بازتاب ها را بهتر نمایش داده است.

در مقایسه دو روش DSR با بازه بزرگ در نقطه میانی و دورافت و روش SSR با بازه بزرگ در نقطه میانی که هر دو آنها سبب تقویت پراشها می شوند روش DSR عملکرد بهتری دارد و سبب تقویت بیشتر پراش ها نسبت به روش دیگر می شود. از نظر زمان محاسبات روش DSR نسبت به روش SSR زمان بیشتری می برد.

روش برانبارش DSR به دلیل تمرکز بر روی امواج پراش ساختارهای کوچک مقیاس مانند گسلها را نسبت به روش برانبارش SSR که تمرکز آن بر روی امواج بازتاب است به شکل واضحتری نشان داده است.

در پایان نیز با اعمال کوچ عمقی پیش و پس از برانبارش بر روی دادههای صحرایی حاصل از روش برانبارش SSR و DSR به بررسی مقاطع پرداخته شد. در روش برانبارش SSR نسبت سیگنال به نوفه، بالاتر از روش برانبارش DSR میباشد.

۲-۵- پیشنهادات

در این تحقیق هدف از روش DSR تقویت پراشها در کنار امواج بازتاب بود. با این حال میتوان با اعمال محدودیتهای بیشتر، مقاطعی که فقط رخدادهای پراش را نشان میدهند، تولید کرد. این مهم میتواند موضوعی برای تحقیق در آینده باشد.

تمرکز بر روی هر یک از پارامترهای دیگر برانبارش به تنهایی و تاثیر تغییرات آنها بر میزان انرژی امواج بازتاب و پراش و به طور کلی بر روی نتایج برانبارش میتواند هدف تحقیقهای آتی باشد.

استفاده از کوچ پیش از برانبارش را میتوان بر روی دادههای SSR مورد بررسی قرار داد و نتایج را با کوچ پس از برانبارش مقایسه نمود. همچنین میتوان روشهای دیگر کوچ را بر روی دادههای برانبارش شده اعمال نمود و تاثیر انواع کوچ بر روی این برانبارش را مورد بررسی قرار داد. ادیبی، ۱، سلیمانی منفرد، م.، سکوتی، م.ر. و پیروز، ۱.، (۱۳۸۹)، انتخاب بازه بهینه به منظور افزایش نسبت سیگنال به نوفه پیوستگی پدیدهها در روشهای پردازش CRS و CDS، چهاردهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران، تهران. بالارستاقی، م. (۱۳۹۱). تصویرسازی ساختارهای پیچیده با روش FO CRS، پایاننامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شاهرود. خلیل زاده، ع. (۱۳۹۱). تصویرسازی لرزهای ساختارهای پیچیده با استفاده از تلفیق کوچ زمانی پیش از برانبارش و روش برانبارش سطح بازتاب مشترک، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شاهرود. سلیمانی منفرد، م.، (۱۳۸۸)، برانبارش سطح پراش مشترک، ارائه یک روش نوین در حل مساله تداخل شیبها، پایان نامه دکتری، دانشگاه صنعتی شاهرود.

- Albertin, U., Kapoor, J., Randall, R., Smith, M., Brown, G., Soufleris, C., Kemme, M. (2002). The time for depth imaging. Oilfield Review, 14(1), 2-15.
- Asgedom, E., Gelius, L., and Tygel, M. (2001). A new approach to post-stack diffraction separation. Extended Abstract. 81st SEG. San Antonio, Texas, USA.
- Asgedom, E. G., Gelius, L. J., and Tygel, M. (2013). 2D common-offset traveltime based diffraction enhancement and imaging. Geophysical Prospecting, 61:1178–1193.
- Bakhtiari Rad, P., Schwarz, B., Vanelle, C., and Gajewski, D. (2014). Common reflection surface (CRS) based pre-stack diffraction separation. In SEG Technical Program Expanded Abstracts 2014, 4208-4212.
- Bancroft, J.C., (1998), A Practical understanding of Pre and Post stack migrations, Vols1, 2, Society of Exploration Geophysics., Tulsa, USA.
- Bauer, A., Schwarz, B., and Gajewski, D. (2014). From ZO to CO with diffractions: Theory. 18th Annual WIT report.
- Baykulov, M., (2009), Seismic Imaging in Complex Media with the Common Reflection Surface Stack: Ph. D Thesis, Hamburg University.
- Baykulov, M., and Gajewski, D. (2009). Prestack seismic data enhancement with partial common reflection surface (CRS) stack. Geophysics, 49(6), 49-58.
- Berkovitch, A., Belfer, I., Hassin, Y., and Landa, E. (2009). Diffraction imaging by multifocusing. Geophysics, 74(6), 75-81.

- Dell, S., and Gajewski, D. (2011). Common-reflection-surface-based workflow for diffraction imaging. Geophysics, 76(5), S187–S195.
- Dell, S., Vanelle, C., and Gajewski, D. (2012). Prestack time migration by common migrated-reflector element stacking. Geophysics, 77(3), S73–S82.
- Farmer, P., Gray, S., Hodgkiss, G., Pieprzak, A., Ratcliff, D., and Whitcombe, D., (1993), Structural Imaging: Toward a shaper subsurface view, Oilfield review, 24(3), 28-41.
- Faccipieri, J. H., Rueda, D. S., Gelius, L. J. and Tygel, M., (2013). Recovering diffractions in CRS stacked sections. First Break, 31(5), 27-31.
- Faccipieri, J. H., Coimbra, T. A., Tygel, M. and Gelius, L.J. (2014). Common-Refection-Surface (CRS) Stacking with Diffraction Moveouts of Varying Aperture, 76nd EAGE Conference and Exhibition, Amsterdam RAI, The Netherlands.
- Faccipieri, J. H., Coimbra, T. A., Gelius, L.J. and Tygel, M. (2015). Bi-parametric traveltimes and stacking apertures for reflection and diffraction enhancement, 14th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil.
- Fomel, S., Landa, E. and Moser, T. (2006). Poststack velocity analysis by separation and imaging of seismic diffractions. Geophysics, 72(6), U89-U94.
- Garabito, G., Oliva, P. C., and Cruz, J. C. (2011). Numerical analysis of the finite-offset common-reflection-surface traveltime approximations. Journal of Applied Geophysics, 74(2), 89-99.
- Hertweck, T., (2004), True-amplitude Kirchhoff Migration: Analytical and Geometrical Considerations: Logos Verlag, Berlin.
- Hocht, G. (1998). The Common Reflection Surface stack, Master's thesis, University of Karlsruhe.
- Hubral, P. (1983). Computing true amplitude reflections in a laterally inhomogeneous earth. 48(8), 1051-1062. doi:10.1190/1.1441528.
- Hubral, P. (1999), Macro model independent seismic reflection imaging Journal of Applied Geophysics., 42(3-4).
- Jager, R. (1999). The Common Reflection Surface stack theory and applications, Master's thesis, University of Karlsruhe.
- Jäger, R., Mann, J., Höcht, G., and Hubral, P., (2001). Common-reflection-surface stack: image and attributes. Geophysics, 66(1), 97-109.
- Kearey, P., Books, M. and Hill, I., (2002), An Introduction to geophysical exploration, Blackwell science Ltd, Third edition.

- Khaidukov, V., Lannda, E., and Moser, T. (2004). Diffraction imaging by focusingdefocusing: An outlook on seismic superresolution. Geophysics, 69(6), 1478-1490.
- Landa, E., and Keydar, S. (1998). Seismic monitoring of diffraction imaging for detection of local heterogeneities. Geophysics, 63(3), 1093-1100.
- Landa, E., Shtivelman, V., and Gelchinsky, B. (1987). A method for detection of diffracted waves on common-offset sections. Geophysical Prospecting, 35(4), 359-373.
- Liu, Q. and Gu, Y. J., (2012), Seismic imaging: From classical to adjoint tomography, Tectonophysics, 566-567, 31-66, doi:0.1016/j. tecto. 2012.07.006.
- Mann, J., Jager, R., Muller, T., Hocht, G., and Hubral, P. (1999). Common reflection surface stack a real data example. Journal of Applied Geophysics, 42(3), 301–318.
- Mann, J. (2001). Extensions and Applications of the Common-Reflection-Surface Stack Method.PhD thesis.
- Mann, J. (2002). Extensions and applications of the common-reflection-surface stack method. Logos Verlag, Berlin.
- Mann, J., and Spinner, S. (2006). True-amplitude CRS-based Kirchhoff time migration for AVO/AVA analysis. Journal of Seismic Exploration, 15(1), 133 -152.
- Mayne, W. H., 1962, Common reflection point horizontal data stacking techniques: Geophysics, 27(6), 927–938.
- Moser, T. J., and Howard, C. B. (2008). Diffraction imaging in depth. Geophysical Prospecting, 56(5), 627-641.
- Mueller, N. A., and Spinner, M. (2010). Improving Prestack Migration with CRS Techniques-A Case Study. 72nd EAGE Conference and Exhibition incorporating SPE EUROPEC. doi:10.3997/2214-4609.201400734.
- Muller, T. (1999). The Common Reflection Surface Stack Method-Seismic imaging without explicit knowledge of the velocity model. PhD thesis. Universitat Karlsruhe.
- Neidell, N.S., and Taner, M. T. (1971), Semblance and other coherency measures for multichannel data. Geophysics, 36(3), 482-497
- Nelder, J.A. and Mead, R. (1965), A simplex method for function minimization. Computer Journal. 7(4), 308-313
- Robein, E. (2010). Seismic imaging A review of the techniques their principles, Merits and limitation. EAGE Publication.

- Shahsavani, H., Mann, J., Piruz, I., and Hubral, P. (2011). A Model-Based Approach to the Common-Diffraction-Surface Stack Method – A Synthetic Case Study. 12th International Congress of the Brazilian Geophysical Society. SBGF.
- Sava, P. and Fomel, S., (2006), Time-shift imaging condition in seismic migration, Geophysics, 71(6), S209-S217, doi: 10.1190/1.2338824.
- Sava, P. and Hill, S., (2009), Overview and classification of wavefield seismic imaging methods, The Leading edge, 28(2), 170-183, doi: 10.1190/1.3086052.
- Soleimani, M. and Piruz, I., (2007), NIP tomography inversion, a new improved method for velocity model estimation; synthetic data example. The 19th International Geophysical Conference & Exhibition of Australian Society of Exploration Geophysists (ASEG), Australia, Perth.
- Soleimani, M. and Mann, J., (2008), Merging aspects of DMO correction and CRS stack to account for conflicting dip situations, Annual WIT Report, 159-166.
- Soleimani, M., Piruz, I., Mann, J., and Hubral, P. (2009). Common Reflection Surface Stack, accounting for conflicting dip situations by considering all possible dips. Journal of Seismic Exploration, 18(3), 271-288.
- Soleimani, M., Mann, J., Adibi Sedeh, E., and Piruz, I. (2010). Improving the seismic image quality in semi-complex structures in North East Iran by the CDS stack method. In Extended abstracts. 72nd Conference EAGE Session P398.
- Scales, J. A., (1997), Theory of Seismic Imaging, Samizdat Press, Golden, CO, USA.
- Schleicher, J., Hubral, P., Tygel, M and Jaya, M. S (1997), Minimum apertures and Fresnel zones in migration and demigration, Geophysics, 62(1), 183-194.
- Schleicher, J., Tygel, M., and Hubral, P. (2007). Seismic True-Amplitude Imaging. Society Exploration Geophysics., Tulsa.
- Stolt, R. H. (2002). Seismic data mapping and reconstruction. Geophysics, 67(3), 890-908. doi:10.1190/1.1484532.
- Schwarz, B., Vanelle, C., Gajewski, D. and Kashtan, B. (2014b) Curvatures and inhomogeneities: An improved common-reflection-surface approach. Geophysics, 79(5), S231–S240, doi:10.1190/geo2013–0196.1.
- Taner, M.T., and Koehler, F., (1969), Velocity spectra. Digital computer derivation and applications of velocity function, Geophysics, 34(6), 859-881
- Taner, M., Fomel, S., and Landa, E. (2006). Prestack separation of seismic diffractions using planewave decomposition. SEG, Expanded Abstracts, 2401-2404.

- Tygel, M., Muller, T., Hubral, P., and Schleicher, J. (1997), Eigenwave based multiparameter traveltime expansions, In Expanded abstracts, 67th Annual International Meeting., Expanded Abstracts 1770-1773. Society Exploration Geophysics.
- Yilmaz, Ö., (1987). Seismic data processing, 2, Society Exploration Geophysics.
- Yilmaz. (2001). Seismic data analysis Processing, inversion, and interpretation of seismic data. Society Exploration Geophysics.
- Zhang, Y., Bergler, S., and Hubral, P. (2001). Common-reflection-surface (CRS) stack for common offset. Geophysical Prospecting, 49(6), 709 -718.
- Zhao, D., Huang, Z., Umino, N., Hasegawa, A. and Yoshida, T., (2011), Seismic imaging of the Amur–Okhotsk plate boundary zone in the Japan Sea, Physics of the Earth and Planetary Interiors, 188, 82-95, doi: 10.1016/j.pepi.2011.06.013.

Abstract

In this research, the methods of preparing high-quality seismic section using single square root (SSR) and double square root (DSR) of time process, and selecting the appropriate intervals to amplify reflection waves and diffraction waves were considered. In these methods, small and large interval of the midpoint was used to reinforce reflections and diffractions. The Common Reflection Surface (CRS) is a method independent of speed and automation model which has been used in processing seismic data since the past decade, the progressions of this method play an important role in solving seismic data imaging problems. This method provided seismic images with a high signal- to- noise, more association between reflectors, increased side clarity and high quality. The quality of stacking outcomes, such as event continuity and noise reduction, is not only influenced by the choice of the time process, but rather depends on the choice of an appropriate range for stacking. SSR (single square root) operator and DSR (double square root) operator were used as a specific time process of stacking in different intervals based on Project Frensel Zone (PFZ). In this study, DSR equation is obtained by SSR equation to compare the output sections in terms of quality (reflection/diffraction) by helping these two methods and applying them on the data.

In this research, both SSR and DSR stacking methods with a small and large midpoint interval was applied on real and unreal data. The sections obtained from these were compared to small and large midpoint interval in unreal data by means of section difference. The results of these two methods showed that the SSR with a small midpoint was effective in amplifying the reflection waves and partially undermine the diffraction waves. On the other hand, in order to projecting the geological structures with more details, using diffraction waves was taken into account, during which DSR operator that amplify diffraction waves was used. DSR with the large midpoint interval had the best performance in amplifying the diffraction waves and had been

able to undermine refection waves. The method had the capability of presenting a more detailed image of producer structures of diffractions, especially the complex geological structures. In the following, the results of these two stacking method were compared on field data, for better comparison, they were done on Kirchhoff 'method. The results of Kirchhoff 'migration indicated that DSR with large midpoint interval showed fractions and faults better due to the amplifying diffraction waves, and showed an image with more details and better quality.

Keywords: stacking, common reflection surface, diffraction, project Fresnel zone, zero offset, seismic imaging



Shahrood University of Technology Faculty of Mining, Petroleum and Geophysics Enginearing M.S.c Thesis in seismology

Data quality improved with increasing levels of migration in the light of the periods for compliance DSR operator SSR to the diffraction and reflection

By: Mohammad Reza Ramezani

Supervisor:

Dr. Mehrdad Soleimani Monfared

September 2017