بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده : مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک

گروه : نفت

تصویر سازی لرزه ای ساختارهای پیچیده با استفاده از تلفیق کوچ زمانی پیش از بر انبارش و روش بر انبارش سطح بازتاب مشترک

دانشجو:

علی خلیل زاده

استادان راهنما:

دکتر ایرج پیروز

دکتر محمد علی ریاحی

استادان مشاور:

دکتر مهرداد سلیمانی منفرد

مهندس جواد جمالی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

ماه وسال انتشار:

بهمن ۱۳۹۱

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده: مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک

گروه: نفت

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای: علی خلیل زاده

تحت عنوان:

تصویر سازی لرزه ای ساختارهای پیچیده با استفاده از تلفیق کوچ زمانی پیش از بر انبارش و روش بر انبارش سطح بازتاب مشترک

در تاریخ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد مورد ارزیابی و با درجه مورد پذیرش قرار گرفت.

اساتید راهنما	امضاء	اساتید مشاور	امضاء
نام ونام خانوادگی: ایرج پیروز		نام و نام خانوادگی: مهردادسلیمانی	
نام و نام خانوادگی:محمد علی ریاحی		نام و نام خانوادگی: جواد جمالی	

اساتید داور	امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء
نام و نام خانوادگی: ابوالقاسم کامکار روحانی		خانم عابدی	
نام و نام خانوادگی: امین روشندل کاهو			

تقدیم به پیشگاه حضرت ولی عصر –روحی و ارواح العالمین لتراب مقدمه الفداء–

و همه شهدا، بالاخص حضرت سیدالشّهداء (ع)

و پدر ، مادر و خانواده ام

تشکر و قدردانی

پس از حمد و سپاس پروردگار، برخود لازم می دانم بدین وسیله از زحمات تمامی عزیزانی که همواره حامی و پشتیبان اینجانب در مراحل انجام این پایان نامه بودند، تشکر و قدردانی نمایم. در ابتدا از آقایان دکتر پیروز و دکتر ریاحی که پدرانه، زحمت هدایت و راهنمایی این رساله را بر عهده داشتند، و همچنین از زحمات آقایان دکتر سلیمانی و مهندس جمالی که همواره از هدایت‌های ایشان به عنوان استاد مشاور بهره‌مند بودم، کمال تشکر و قدردانی را دارم. همچنین از تمامی دوستان در دانشکده، مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران به خصوص آقایان دکتر عبداللهی فرد و دکتر شرکتی، شرکت دانا به ویژه آقای دکتر ترابی که در همه امور اینجانب را مورد لطف خود قرار دادند، تشکر و سپاسگزاری می‌نمایم. از شرکت ملی نفت به خاطر در اختیار قرار دادن داده‌ها، نرم افزار و اجازه انتشار آن‌ها و از کنسرسیوم WIT برای دسترسی به کدها و مطالب مربوطه کمال امتنان را دارم. و در آخر، نه به دلیل کم اهمیت بودن، بلکه به دلیل نقش نهایی و تعیین کننده، ممنون و مرهونِ صبر و پشتیبانیِ همیشگی پدر و مادرم هستم.

تعهد نامه

اینجانب **علی خلیل زاده** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته **مهندسی نفت-اکتشاف** دانشکده **مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک** دانشگاه صنعتی شاهرود، نویسنده پایان نامه **تصویرسازی لرزه ای ساختارهای پیچیده با استفاده از تلفیق کوچ زمانی پیش از برانبارش و روش برانبارش سطح بازتاب مشترک** تحت راهنمائی **آقایان دکترایرج پیروز و دکتر محمدعلی ریاحی** و مشاوره آقایان **دکترمهرداد سلیمانی و مهندس جواد جمالی**، متعهد می شوم.

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

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

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

چکیده

روش CRS به عنوان روشی مستقل از مدل سرعت و خودکار، از حدود یک دهه پیش، جای خود را در پردازش داده‌های لرزه‌ای باز کرده است و هر روز از مزایای آن در باز کردن گرهی از مشکلات تصویرسازیِ داده‌های لرزه‌ای استفاده می‌گردد. این‌روش، نتایج با نسبت سیگنال به نوفه بالا، پیوستگی بیشتر بازتابنده‌ها و افزایش وضوح جانبی وکیفیت بیشتر تصویر را فراهم می‌کند. با این حال، در مناطق پیچیده‌ی زمین‌شناسی و مسئله تداخل شیب‌ها کارآیی لازم را ندارد و نتایج خیلی خوبی از آن به دست نمی‌آید. لذا بر آن شدیم عملکرد روشهای نوین برانبارش CRSو CDS را بر روی نمونه‌ای از مقاطع لرزه‌ای دو بعدی برداشت شده از این مناطقِ با ساختارهای پیچیده در ایران، ارزیابی نموده و راه حل پیشنهادی خود را برای رفع مشکل این روش، به کار بسته و نتایجش را با روش‌های قبلی مقایسه نماییم.

استفاده ازکوچ به عنوان تکمیل کننده‌ی فرآیند تصویرسازی، به خصوص کوچ زمانی پیش از برانبارش، آن هم به دلیل سرعت بالا و کاربرد در مناطق پیچیده‌ی زمین شناسی، روشی پرکاربرد در صنعت است. بنابراین با انجام کوچ زمانی پیش از برانبارش، مسئله تداخل شیب‌ها در این مناطق بهتر تصویرسازی می‌شود و با استفاده از این مجموعه داده‌های با کیفیتِ به دست آمده، ورودی مناسبی برای روش CRS تهیه می‌گردد، در حالی که روند معمولی، استفاده از داده‌های صرفاً پیش پردازش شده برای مرحله اول CRS می‌باشد. به کاربردن این داده‌های با کیفیت در روشCRS، طبیعتاً باعث می‌شود که مقطع به دست آمده از مرحله نهایی بهینه‌سازی CRS، نسبت به مقطع CRS با ورودی‌های عادی، ساختارهای بیشتری را نمایان کند، وضوح و کیفیت بیشتری داشته باشد و بتوان با اطمینان بیشتر و ریسک کمتری، از آن برای مراحل تفسیر استفاده کرد.

کلمات کلیدی: تصویرسازی لرزه‌ای، سطح بازتاب مشترک، سطح پراش مشترک، کوچ زمانی پیش از برانبارش، تداخل شیب‌ها، ساختار پیچیده‌ی زمین شناسی

فهرست مقالات استخراج شده از پایان نامه

1) **Seismic image enhancement using CRS method; a case study from SW Iran**, Istanbul International Geophysical Conference and Oil & Gas Exhibition, Istanbul, Turkey, September 2012.

2) **Seismic imaging in complex region of Zagros thrust fault belt by CRS and CDS stack method**, Istanbul International Geophysical Conference and Oil & Gas Exhibition, Istanbul, Turkey, September 2012.

3) **New imaging methods for improving S/N ratio in the Gorgan region,** VIII AZERBAIJAN INTERNATIONAL GEOPHYSICAL CONFERENCE, Baku, Azerbaijan, October 2012

فهرست مطالب **شماره صفحه**

فصل اول

مقدمه

۱-۱ برداشت داده های لرزه ای بازتابی ۳
۱-۲ پردازش داده های لرزه ای بازتابی ۵
۱-۳ روش های تصویر سازی لرزه ای مبتنی بر داده ۶
۱-۳-۱ روش برانبارش نقطه میانی مشترک ۷
۱-۳-۲ روش کوچ به دور افت صفر ۹
۱-۳-۳ روش برانبارش سطح بازتاب مشترک ۹
۱-۴ روش های تصویر سازی لرزه ای مبتنی بر مدل ۱۰
۱-۵ تاریخچه تصویر سازی در مقاطع پیچیده و مسئله تداخل شیب ها ۱۱
۱-۶ ساختار پایان نامه ۱۶

فصل دوم

روش برانبارش سطح بازتاب مشترک

۲-۱ مقدمه ۱۹
۲-۲ نشانگرهای جنبشی میدان موج ۲۰
۲-۳ عملگر برانبارش CRS ۲۲
۲-۴ روش انجام برانبارش CRS ۲۵
۲-۴-۱ یافتن پارامتر ها ۲۶
۲-۴-۲ بازه در CRS ۲۹
۲-۵ شیب های متداخل ۳۰
۲-۶ استراتژی جستجوی تعمیم یافته در روش برانبارش CRS ۳۲
۲-۷ روش سطح پراش مشترک CDS ۳۵
۲-۷-۱ بر طرف کردن مسئله تداخل شیب ها توسط CDS ۳۶
۲-۷-۲ عملگر برانبارش CDS ۳۷
۲-۷-۳ استراتژی جستجوی بهینه شده ۳۸

فصل سوم

کوچ

۳-۱ مقدمه ۴۱
۳-۲ تصویر سازی داده های لرزه نگاری ۴۵
۳-۳ اصول کوچ ۴۹
۳-۴ روش های کوچ ۵۰
۳-۵ کوچ زمانی پس از برانبارش ۵۶
۳-۵-۱ مزایا و معایب کوچ زمانی ۵۷
۳-۶ عملگر هرم خئوپس ۵۸
۳-۷ کوچ زمانی پیش از برانبارش ۶۱

فهرست مطالب **شماره صفحه**

۳-۸ تحلیل سرعت در توالی پردازشی PSTM به روش کیرشهف ۶۶
۳-۹ مزایا و محدودیت های روش PSTM ۷۲
۳-۱۰ کوچ عمقی (PreSDM) ۷۳
۳-۱۱ کوچ عمقی پس از برانبارش ۷۷

فصل چهارم

اِعمال پردازش معمول و روش CRS بر روی داده های واقعی

۴-۱ مقدمه ۸۰
۴-۲ محل مورد مطالعه و مشخصات برداشت ۸۰
۴-۳ پیش پردازش ۸۴
۴-۴ پردازش به روش مرسوم ۸۵
۴-۴-۱ اِعمال برون راند شیب ۸۶
۴-۵ پردازش به روش CRS ۸۹
۴-۵-۱ تعیین بازه CRS ۹۱
۴-۵-۲ برانبارش خودکار CMP ۹۳
۴-۵-۳ برانبارش خودکار CRS ۹۵
۴-۶ مقایسه مقطع CRS با مقطع CMP ۱۰۱
۴-۷ پردازش به روش CDS ۱۰۳

فصل پنجم

تلفیق PSTM و CRS بر روی داده های واقعی

۵-۱ مقدمه ۱۰۸
۵-۲ انجام کوچ زمانی پیش از برانبارش ۱۰۹
۵-۳ انجام روش CRSبر روی خروجی PSTM ۱۱۶
۵-۴ مقایسه مقاطع به دست آمده در این بخش ۱۱۸

فصل ششم

خلاصه، نتیجه گیری وپیشنهادات

۶-۱ خلاصه ۱۲۱
۶-۲ نتیجه گیری ۱۲۳
۶-۳ پیشنهادات ۱۲۶

فصل هفتم

منابع و مراجع

منابع و مآخذ ۱۳۱

فهرست اشکال **شماره صفحه**

فصل اول – مقدمه

۱-۱ روند کلی در استفاده از لرزه نگاری بازتابی. ۳

فصل دوم – روش سطح بازتاب مشترکCRS

۲-۱ مقطع دو بعدی موج عمود و پرتوهای عمود مرتبط با آزمایش دورافت صفر. ۲۱
۲-۲ مقطع دو بعدی موج NIP و پرتوهای غیراسنلی در آزمایش CMP. ۲۱
۲-۳ نشانگر های جنبشی میدان موج برای یک مدل یک لایه ای ۲۲
۲-۴ بازتابنده تاقدیسی شکل‌در حوزه‌عمق‌و سطح حاصل‌از زمان‌سیرهای دورافت مشترک و سطح بازتاب مشترک ۲۴
۲-۵ نمودار استراتژی جستجوی عملی. ۲۸
۲-۶ بازه در CRS ۲۹
۲-۷ بازه CRS که به صورت یک بیضی شکل در حوزه دورافت-CMP می باشد ۳۰
۲-۸ پدیده‌ی تداخل شیب‌ها ۳۱
۲-۹ همدوسی به عنوان تابعی از زاویه ورودیα که در راستای یک عملگر خطی در مقطع برانبارش شده CMP، برای یک نمونه ZO منتخب، محاسبه شده است ۳۳
۲-۱۰ نمودار ساده شده استراتژی جستجوی تعمیم یافته ۳۴
۲-۱۱ شکل عملگرهای CDS برای تمام زوایای ممکن ۳۸
۲-۱۲ نمودار ساده شده استراتژی جدید توسعه داده شده ۳۹

فصل سوم – کوچ

۳-۱ کوچ قبل از برانبارش دو بعدی با یک چشمه ۴۷
۳-۲ اصول انتگرال گیری کیرشهف ۴۸
۳-۳ اصول کوچ ۴۹
۳-۴ ساختار و سرعت های ساده و پیچیده و روش های مناسب کوچ برای آن ها ۵۴
۳-۵ مراحل گام به گام کوچ زمانی کیرشهف در مقطع دورافت صفر و مدل سرعت کوچ ۵۸
۳-۶ برداشت ساده داده ها در حالت دوبعدی ۵۹
۳-۷ مرتب کردن داده ها در برداشت ها و مقاطع مختلف در مختصات متفاوت ۵۹
۳-۸ هرم خئوپس که هذلولی های پراش در مختصات های متفاوت را نشان می دهد ۶۰
۳-۹ مراحل انجام روش Moves ۶۲
۳-۱۰ مراحل مختلف کوچ PSTM ۶۶
۳-۱۱ تحلیل سرعت به روش تصحیح برون راند باقی مانده ۶۸
۳-۱۲ تحلیل سرعت به روش پویش سرعت ها در کوچ زمانی پیش از بر انبارش ۷۰
۳-۱۳ مراحل پردازش PreSDM در حالت برداشت انفجار مشترک ۷۴
۳-۱۴ مراحل کوچ PreSDM در حالت مقطع دورافت مشترک ۷۶
۳-۱۵ چگونگی انجام تکنیک دنبال کردن پرتو در دورافت ثابت ۷۶
۳-۱۶ کوچ عمقی پس از بر انبارش، در حالت دورافت صفر ۷۸

فهرست اشکال **شماره صفحه**

فصل چهارم – اِعمال پردازش معمول و روش CRS بر روی داده های واقعی

۴-۱ موقعیت جغرافیایی نفت شهر و میدان نفت شهر ۸۱
۴-۲ توزیع فولد و دورافت در نقاط میانی مشترک برداشت دوبعدی ساختار پیچیده ۸۳
۴-۳ طیف‌های‌سرعت‌به ازای‌هر ۴۰ نقطه میانی‌مشترک برای‌خط برداشت دوبعدی‌ساختار پیچیده. ۸۵
۴-۴ مدل سرعت بدست آمده از تحلیل سرعت در پردازش به روش مرسوم(NMO/Stack) داده‌های دو بعدی ساختار پیچیده ۸۷
۴-۵ مقطع دورافت صفرحاصل از پردازش به روش مرسوم (NMO/Stack) ساختار پیچیده ۸۷
۴-۶ طیف های سرعت بدست آمده از تحلیل سرعت بعد از انجام NMOو DMO ۸۸
۴- ۷ مدل سرعت به دست آمده برای انجام تصحیح DMO ۸۸
۴-۸ مقطع دورافت صفرحاصل‌از NMO/DMO/Stack ، مقطع دوبعدی مربوط به ساختار پیچیده ۸۹
۴-۹ ناحیه فرسنل ۹۲
۴-۱۰ مقطع همدوسی مربوط به داده های ساختار پیچیده در مرحله برانبارش خودکار CMP ۹۴
۴-۱۱ مقطع دورافت صفر حاصل از برانبارش خودکار CMP مربوط به داده های ساختار پیچیده ۹۴
۴-۱۲ مقطع دورافت صفر حاصل از برانبارش CRS داده های ساختار پیچیده ۹۶
۴-۱۳ مقطع همدوسی CRS ، داده های مربوط به ساختار پیچیده ۹۶
۴-۱۴ مقطع زاویه (α) حاصل از پردازش CRS داده های مربوط به ساختار پیچیده ۹۷
۴-۱۵ مقطع R_{NIP} حاصل از پردازش CRS داده های مربوط به ساختار پیچیده ۹۸
۴-۱۶ مقطع R_N حاصل از پردازش CRSداده های مربوط به ساختار پیچیده ۹۹
۴-۱۷ تعدادردهای استفاده‌شده در روش برانبارش CMP برای‌تصویرکردن‌یک نقطه در مقطع ZO ۱۰۰
۴-۱۸ تعدادردهای استفاده‌شده در روش برانبارش CRS برای‌تصویرکردن‌یک نقطه در مقطع ZO ۱۰۰
۴-۱۹ بخشی از مقاطع برانبارش CRS و CMP داده های با ساختار پیچیده ۱۰۲
۴-۲۰ بخشی از مقاطع برانبارش CRS و CMP داده های با ساختار پیچیده ۱۰۲
۴-۲۱ مقطع CDS مربوط به داده‌های ساختارپیچیده‌که اثر گسل با بیضی در آن نشان‌داده‌شده ۱۰۵
۴-۲۲ مقایسه مقاطع CDS ، CRS و CMP در مواجهه با مسئله تداخل شیب‌ها ۱۰۶

فصل پنجم – تلفیق PSTM و CRS بر روی داده های واقعی

۵-۱ مدل سرعت اولیه برای کوچ زمانی پیش از برانبارش کیرشهف. ۱۱۱
۵-۲ مقطع نهایی کوچ زمانی پیش از برانبارش، با مدل سرعت اولیه ۱۱۲
۵-۳ مقاطع‌ورداشت‌تصویرمشترک‌ِکوچ‌زمانی‌پیش‌ازبرانبارش‌باسرعت‌اولیه،بعدازحذف‌کشیدگی‌ها ۱۱۳
۵-۴ مدل سرعت به روز شده به دست آمده از تحلیل برون راند باقی مانده. ۱۱۴
۵-۵ مقطع کوچ زمانی پیش از برانبارش با استفاده از مدل سرعت به روز شده ۱۱۵
۵-۶ مقاطع‌ورداشت‌تصویرمشترک‌ِکوچ‌زمانی‌پیش‌ازبرانبارش‌باسرعت‌به‌روز،بعدازحذف کشیدگی‌ها ۱۱۵
۵-۷ استفاده از روش برانبارش CRS به جای برانبارش(جمع) معمول ۱۱۶
۵-۸ نمودار ساده شده‌ی روش تلفیقی PSTM و CRS ۱۱۷
۵-۹ مقطع برانبارش شده و بهینه‌ی CRS بر روی داده‌های کوچ داده شده ۱۱۸

فهرست جداول **شماره صفحه**

فصل چهارم – اِعمال پردازش معمول و روش CRS بر روی داده های واقعی

۴-۱ پارامترهای هندسی مربوط به برداشت داده‌های ساختار پیچیده ۸۳

۴-۲ پارامترهای پردازشCRS برای‌شبیه‌سازی‌مقطع دورافت‌صفر داده‌های‌مربوط‌به‌ساختار پیچیده ۹۰

۴-۳ پارامترهای مورد استفاده در پردازش داده های ساختار پیچیده به روش CDS ۱۰۴

فهرست اختصارات به کار رفته در متن:

AGC : Automatic Gain Control.(تابع تقویت خودکار)

CDP: Common Depth Point. (نقطه عمقی مشترک)

CDS*:* Common Diffraction Surface. (سطح پراش مشترک)

CMP*: Common*-Mid-Point. (نقطه میانی مشترک)

CRP: Common Reflection Point. (نقطه بازتاب مشترک)

CRS*:* Common Reflection Surface. (سطح بازتاب مشترک)

CS*/****CR****:* Common Shot / Common Receiver. (چشمه مشترک/گیرنده مشترک)

CVS: Constant Velocity Stack (برانبارش با سرعت ثابت)

DMO :Dip Move-Out . (برون راند شیب)

MZO: Migration to Zero Offset. (کوچ به دورافت صفر)

NIP*:* Normal Incidence Point. (نقطه ورود عمود)

NMO: Normal Move-Out. (برون راند نرمال)

PostSDM: Post-Stack Depth Migration. (کوچ عمقی پس از برانبارش)

PreSDM: Pre-Stack Depth Migration. (کوچ عمقی پیش از برانبارش)

RMS : Root Mean Square. (جذر میانگین مربعات)

RMO : Residual Move Out (برون راند باقی‌مانده)

ZO*:* Zero Offset. (دورافت صفر)

فصل اول

مقدمه

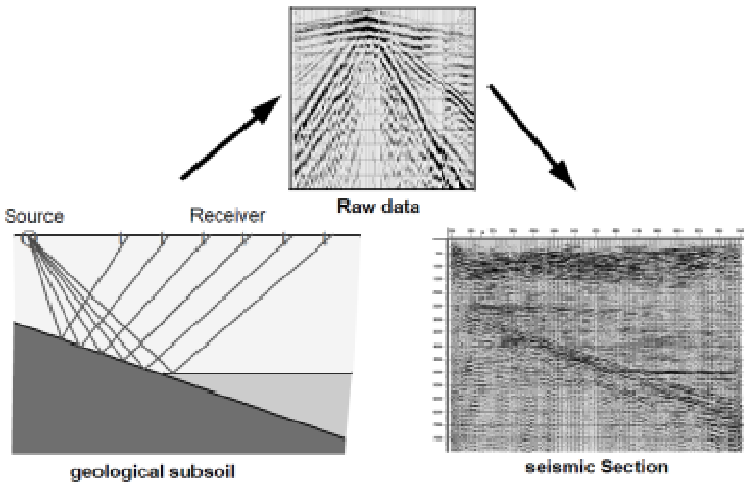
فصل اول

مقدمه

هدف نهایی از برداشت داده های لرزه ای و انجام مراحل پردازش بر روی این داده ها به دست آوردن تصاویر هر چه دقیق تر و واقعی تر از زیر سطح زمین می باشد، که در دو حوزه زمان و عمق تحویل مفسر می شوند. علاوه بر این سعی می‌گرددتا درکنار تهیه تصاویراز زیر سطح‌زمین(شکل۱-۱)، اطلاعات حاصل از وارون سازی دامنه ها (AVO)[۱]، نشانگرهای لرزه ای و مقاطع امپدانس صوتی را نیز فراهم کرد. در ادامه از تمامی این داده‌ها در کنار داده‌های پتروفیزیکی حاصل از چاه‌نگاری، برای تفسیر زمین شناسی و تصمیم گیری در مورد محل حفاری چاه‌ها، وضعیت مخزن و مطالعاتی از این قبیل استفاده می شود. بنا براین با روشن شدن اهمیت تصویر سازی لرزه‌ای زیر سطح در ابتدای بخش بالا دستی صنعت نفت، لزوم به دست آوردن تصاویر عمقی یا زمانی با کیفیت هر چه بیشتر و با نسبت سیگنال به نوفه بالاتر و هم چنین از نظر اقتصادی مقرون به صرفه‌تر، بر ما آشکار می‌گردد. روش برانبارش نقطه میانی مشترک (CMP)[۲]همراه با تصحیح برون راند نرمال (NMO)[۳]و تصحیح برون راند شیب (DMO)[۴]برای نیل به چنین هدفی درفاصله‌ای نه چندان دور از شروع فعالیت‌های اکتشاف لرزه ای ابداع گردید. ولی این روش در محیط هایی که با بازتابنده‌های پر شیب، متداخل و یا تغییرات جانبی سرعت در محیط انتشار موج مواجه هستیم (زمین شناسی پیچیده)، قادر به استفاده از تمام داده‌های سهیم در بازتاب از یک نقطه نمی‌باشد و در نتیجه نسبت سیگنال به نوفه پایین‌تری در تصویر به دست آمده خواهیم داشت. با افزودن اطلاعات دیگری از شکل بازتابنده‌ها مثل شیب و انحنای بازتابنده به عملگر پردازش، می‌توان از روش برانبارش سطح بازتاب مشترک (CRS)[۵]برای به دست آوردن تصویری با نسبت سیگنال به نوفه بالاتر و پیوستگی بیشتر بازتابنده‌ها استفاده کرد. با

[1]- Amplitude versus offset
[2]- Common Mid Point stack
[3]- Normal Move Out correction
[4]- Dip Move Out correction
[5]- Common Reflection Surface stack

وجود این‌که استفاده از روش CRS، نتایج بهتری را حاصل می‌کند، اما در تصویر کردن شیب‌های متداخل با نقص‌هایی همراه است. کوچ زمانی با مزیت‌های فراوان و مدتِ کوتاهی که برای انجامش صرف می‌شود، نتایج قابل قبولی را در مناطق با زمین شناسی پیچیده، فراهم می‌نماید. بنابراین، به نظر می‌رسد، کوچ زمانی پیش از برانبارش و سپس انجام برانبارش با استفاده از عملگر CRS، بتواند مشکل روش CRS را تا حدودی برطرف نماید. در ادامه این فصل پس از اشاره‌ای به برداشت داده‌های لرزه‌ای بازتابی، مرور مختصری بر پردازش مرسوم داده‌های لرزه‌ای بازتابی خواهیم داشت و بعد از آن به تاریخچه گذرایی در مورد تصویر سازی مقاطع پیچیده و مسئله تداخل شیب‌ها و در آخر به ساختار پایان نامه خواهیم پرداخت.



(شکل ۱-۱) روند کلی در استفاده از لرزه نگاری بازتابی. تهیه مقطع لرزه ای به کمک ارسال امواج لرزه ای به درون زمین، بازتاب آنها از لایه ها و آشکار سازی ساختارهای زمین شناسی به کمک پردازش داده های لرزه ای.

۱-۱ برداشت داده‌های لرزه‌ای بازتابی

داده‌های لرزه‌نگاری بازتابی در محیط‌های مختلف مانند خشکی، نواحی گذار[1] و در محیط‌های دریایی کم عمق تا آب‌های بسیار عمیق و با هندسه[2] (اشکال) مختلف برداشت می‌شوند. تجهیزات لرزه‌نگاری به کار گرفته شده در این مناطق، محدوده وسیعی از دستگاه‌ها و ابزار را شامل می‌شوند که

[1]- Transition zones
[2]- Geometry

اجازه مطالعه زیر سطح زمین را از نزدیک سطح تا عمق چند کیلومتری، میسّر می‌سازند. در برداشت‌های بزرگ مقیاس در خشکی، امواج لرزه‌ای معمولاً به وسیله مواد انفجاری و یا ویبراتور[1]های هیدرولیکی به وجود می‌آیند. میدان موج بازتاب شده، توسط گیرنده‌ها (ژئوفون‌ها)[2]به عنوان تابعی از زمان، پس ازگسیل انرژی لرزه‌ای از چشمه ثبت می‌گردد. مقدار اندازه گیری شده، یک یا سه مؤلفه از جابجایی ذره، سرعت یا شتاب است.

در طراحی برداشت‌های لرزه‌ای معمول، میدان موجی که توسط یک چشمه ایجاد می‌شود به وسیله تعداد زیادی گیرنده، ثبت می‌شود. به دلیل ابهام زیاد در مسئله معکوس سازی لرزه‌ای[3]، انجام چندین عدد از این آزمایش‌های ثبت شده با چشمه مشترک، با موقعیت‌های متغیر چشمه و گیرنده، برای جمع‌آوری اطلاعات فراوان و به دست آوردن داده‌هایی هم‌پوشانی شده[4]، از ساختارهای زیر سطح، لازم به نظر می‌رسد. مجموعه داده‌های دارای هم‌پوشانیِ به‌دست آمده، از سری‌های زمانی گسسته برای هر جفت چشمه و گیرنده که معمولاً به آن‌ها ردلرزه[5] گفته می‌شود، تشکیل‌شده‌است و به هر مجموعه از این رد لرزه‌ها با یک هندسه مشخص، ورداشت[6] می‌گویند. معمول ترین این مجموعه ها که هر کدام در قسمتی از پردازش به کار می‌آیند، ورداشت‌های (نقطه میانی مشترک)CMP، (دورافت مشترک) CO[7]، (دورافت صفر) ZO[8]، (چشمه مشترک)CS[9] و (گیرنده مشترک)CR[10] می‌باشند. طراحی برداشت، همان‌طور که به هدفِ اجرای روش لرزه‌ای بستگی دارد، به میزان پیچیدگی ساختار زیر سطح و شرایط محیطی نیز وابسته است. اطلاعات بیشتر در مورد طراحی برداشت لرزه‌ای را می‌توان در ورمیر[11](۲۰۰۲) یافت.

---

[1]- Vibrator
[2]- Geophones
[3]- Seismic inversion
[4]- Multi coverage data
[5]- Trace
[6]- Gather
[7]- Common offset
[8]- Zero offset
[9]- Common source(shot)
[10]- Common receiver
[11]- Vermeer

۱-۲ پردازش مرسوم داده‌های لرزه‌ای بازتابی

مقصود از پردازش داده‌های لرزه‌ای، تبدیل داده‌های برداشت شده به تصویری از زیر سطح زمین است که معرّفِ توزیعِ فصل مشترک[۱]های زمین شناسی باشد. پردازش داده‌های لرزه‌ای معمولاً از همان محل برداشت داده‌ها آغاز می‌شود و ردهای لرزه‌ای ثبت شده از چشمه‌ها و گیرنده‌های مجاور با هم ترکیب می‌شوند تا نسبت سیگنال به نوفه[۲] را افزایش دهند. در داده‌های خشکی، تصحیحات استاتیک[۳]، معمولاً برای تصحیح ارتفاعِ پستی و بلندی‌ها و تاثیر لایه هوازده انجام می‌گیرد. برای کسب کسب اطلاعات و توضیحات بیشتر در مورد پردازش داده‌های لرزه‌ای می‌توان برای مثال به ایلماز[۴](۲۰۰۱)، شِریف و جِلدارت[۵](۱۹۹۵) یا کِری و همکاران[۶](۲۰۰۲) مراجعه نمود.

پیش از تصویرسازی لرزه‌ای، داده‌های خام برداشت شده باید برای مراحل بعدی آماده، یا به عبارتی پیش پردازش شوند. ابتدا ردلرزه‌های معیوب حذف می‌شوند و هندسه برداشت داده‌ها در سرِزمین[۷]، مثلاً مختصات چشمه‌ها و گیرنده‌ها، برای سربرگِ[۸]ردها مشخص و معلوم می‌شوند. به کمک اِعمال فیلترهای مختلف، نوفه همدوس[۹]یا نوفه‌هایی که خارج از محدوده فرکانسِ در نظر گرفته شده هستند، هستند، کاهش می‌یابند. توابع تقویت خودکار[۱۰]هم، برای جبرانِ واگرایی کروی[۱۱]و فرآیند جذب انرژی و کاهیدگیِ[۱۲]امواج، با اهداف نمایشی، به کار می‌روند. سپس نوبت به واهمآمیخت[۱۳]می‌رسد که می‌توان آن‌را نوعی فیلتر معکوس برای حذف اثرات موج منبع دانست. در نتیجه‌ی انجام این فرآیند طول پالس لرزه‌ای کاهش یافته و به فاز صفر تبدیل می‌شود، که وضوح عمودی یا زمانی را در پی خواهد داشت.

---

[1]- Interface
[2]- Signal to noise ratio (SNR)
[3]- Static correction
[4]- Yilmaz
[5]- Sheriff and Geldart
[6]- Kearey
[7]- Field
[8]- Header
[9]- Coherent noise
[10]- Automatic gain functions
[11]- Spherical divergence
[12]- Energy absorption and attenuation
[13]- Deconvolution

برای توضیحات بیشتر ریاضی و روش‌های مختلف واهمآمیخت، می‌توانید به بوتکوس[1](۲۰۰۰) مراجعه نمایید. دسته‌بندی کردن داده‌ها برحسبCMP، انجام تحلیل سرعت[2]و به دست آوردن میدان سرعت برون راند نرمال و استفاده از آن در تصحیح برون راند نرمال، اِعمال تصحیح برون راند شیب، اِعمال استاتیک باقیمانده[3] که مرتبط با تغییرات کوچک مقیاسِ سرعت نزدیک به سطح است، برانبارش ردها ردها در ورداشت‌های CMP و به دست آوردن مقطع برانبارش شده در حوزه زمان، از برجسته ترین مراحل روش مرسوم پردازش می‌باشند. مراحل ذکر شده، نوفه‌های همدوس و تصادفی و حجم داده‌ها را برای پردازش‌های بعدی کاهش می‌دهند. از سرعت‌های برانبارش حاصل از تحلیل سرعت نیز می‌توان به عنوان پایه‌ای برای ساخت مدل سرعت مورد نیاز کوچ[4] به منظور به دست آوردن تصویر واقعی از ساختارهای زیر سطحی، استفاده کرد.

به دلیل تعدد و تنوع روش های تصویرسازی لرزه‌ای، دسته‌بندی دقیق آن‌ها کاری مشکل است ولی به طور کلی می‌توان دو دسته را برای آن‌ها ترسیم کرد: روش‌هایی که برای مراحل بعدی پردازش، به اطلاعاتی از خواص الاستیکِ لایه های زیر سطح زمین نیاز دارند، به اصطلاح روش‌های مبتنی بر مدل[5] و روش‌هایی که به این قبیل اطلاعات نیازی ندارند و تنها از داده‌های برداشت شده برای مراحل بعدی پردازش‌استفاده می‌کنند (روش‌های مبتنی بر داده[6]). در بخش‌های پیش‌رو با در نظر گرفتن دسته‌بندی ذکر شده، به طوراجمالی با آنها آشنا می‌شویم.

۱-۳روش‌های تصویر سازی لرزه‌ای مبتنی بر داده

تصویرسازی لرزه‌ای بازتابی را می‌توان بدون دانستن اطلاعاتی در مورد مدل سرعت لایه‌های زیرِزمین انجام داد و این کار تنها با استفاده از اطلاعاتی امکان پذیر است که مستقیماً از داده‌های

[1]- Buttkus
[2]- Velocity analysis
[3]- Residual static
[4]- Migration
[5]- Model-based
[6]- Data-based or Data-driven