





دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک مهندسی نفت- اکتشاف

پایان نامه کارشناسی ارشد

شناسایی گنبد نمکی در داده های لرزه ای با استفاده از برانبارش رنگی نشانگرهای لرزه ای

نگارنده : سید سعید حسینی

استاد راهنما

دکتر حمید آقاجانی

استاد مشاور

دکتر امین روشندل کاهو

مهر ماه ۱۳۹۹

شماره: ۹۹۴۲۰۰
تاریخ: ۹۹/۱/۲۱

باسمه تعالی



فرم شماره (۳) صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم / آقای سید سعید حسینی..... با شماره دانشجویی.....۹۷۰۵۷۶۴..... رشته مهندسی نفت..... گرایش اکتشاف..... تحت عنوان شناسایی گنبد نمکی در داده های لرزه ای با استفاده از برآیناراش رنگی نشانگرهای لرزه ای....

که در تاریخ ۹۹/۷/۲۹..... با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

الف) درجه عالی: نمره ۲۰-۱۹ ☐ ب) درجه خیلی خوب: نمره ۱۸/۹۹-۱۸ ☐
ج) درجه خوب: نمره ۱۷/۹۹-۱۶ ☒ د) درجه متوسط: نمره ۱۵/۹۹-۱۴ ☐
ه) کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول و نیاز به دفاع مجدد دارد ☐
نوع تحقیق: نظری ☒ عملی ☐

عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنمای اول	دکتر حمید آقاجانی	دانشیار	
۲- استاد راهنمای دوم			
۳- استاد مشاور	دکتر امین روشندل کاهو	دانشیار	
۴- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر علی نجاتی	دانشیار	
۵- استاد ممتحن اول	دکتر رزار	استاد	
۶- استاد ممتحن دوم	دکتر بهرام رشید	دانشیار	

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده:



تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم:

پروردگارا

نه می توانم موهایشان را که در راه عزت من سفید شد، سیاه کنم و نه برای دستهای پینه بسته شان که ثمره تلاش برای افتخار من است، مرهمی دارم. پس توفیقی ده که هر لحظه شکر گزارشان باشم و ثانیه های عمرم را در عصای دست بودنشان بگذارم.

و تقدیم به:

تمام کسانی که دوستشان دارم....

تشکر و قدردانی

تشکر قلبی و لسانی خود را از استاد گرامی جناب آقای دکتر حمید آقاجانی که زحمت راهنمایی این پایان نامه راعهده دار گردیدند. از جناب آقای دکتر امین روشندل کاهو که در امر مشاوره این رساله مساعدت نمودند و در این امر نهایت مراقبت، توجه و دقت خود را مبذول فرموده اند کمال تشکر و امتنان را دارم و برای ایشان از خداوند سلامت و سعادت ابدی را خواهانم. همچنین از داوران محترم این پایان نامه جناب آقایان دکتر محمد رداد و دکتر مهرداد سلیمانی منفرد که با نظرات سازنده خود موجب اعتلای هر چه بیشتر آن شدند، تقدیر و تشکر می نمایم. و در آخر از تمامی دوستان عزیزم که همواره از همیشینی و همراهی آنان بهره مند شدم تشکر و قدر دانی می نمایم.

تعهدنامه

اینجانب سید سعید حسینی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی اکتشاف نفت دانشکده معدن، نفت، ژئوفیزیک دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده رساله «شناسایی گنبد نمکی در داده های لرزه ای با استفاده از برانبارش رنگی نشانگرهای لرزه ای» تحت راهنمایی آقای دکتر حمید آقاجانی متعهد می شوم:

- تحقیقات در این رساله توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش های محققین دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در این رساله 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 است 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 رساله تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج شده از رساله رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این رساله، در مواردی که از موجود زنده (یا بافت های آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این رساله، 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 افزارها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود است. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در این رساله بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

امروزه شناسایی و اکتشاف گنبد های نمکی به منظور ذخیره مواد هیدروکربنی و اکتشاف منابع هیدروکربنی از اهمیت ویژه برخوردار است. از میان روش های ژئوفیزیکی روش لرزه نگاری بازتابی یکی از بهترین روش ها است که قابلیت شناسایی گنبد های نمکی را داراست، هر چند تعیین دقیق مرزهای گنبد های نمکی به دلیل میرایی شدید انرژی لرزه ای در نمک و تفاوت سرعت بالای انتشار موج در نمک نسبت به رسوبات در برگیرنده آن باعث شده است که شناسایی مستقیم گنبد های نمکی و تعیین مرز آن ها از روی داده های لرزه ای بازتابی کمی مشکل باشد. نشانگرهای لرزه ای به عنوان ابزاری برای استخراج ویژگی های داده های لرزه ای می تواند به تفسیر و شناسایی گنبد های نمکی و تعیین مرزهای آن کمک بسزایی کنند. با توجه به این که هر نشانگر به تنهایی دارای اطلاعات مجزایی است لذا ترکیب و تلفیق نشانگرها یکی از ابزارهایی است که می تواند اطلاعات جامعی از هدف مورد نظر در اختیار مفسر قرار دهد، بنابراین امروزه تکنولوژی ترکیب چند نشانگری با اهداف مختلف در لرزه شناسی مورد استفاده قرار می گیرد. هدف از این پایان نامه، شناسایی گنبد های نمکی به وسیله روش برانبارش رنگی در داده های لرزه ای است. در ابتدا پنج نشانگر نمایش به صورت حجم داده، برش زمانی، خط گیرنده به منظور بررسی توانایی شناسایی گنبد نمکی توسط آن ها تست شده است. که نشانگر ها عبارتند از: تشابه، شباهت، دامنه لحظه ای، تک فرکانس، انرژی در ادامه سه نشانگر که نسبت به سایر نشانگرها به طور دقیق تری گنبد نمکی را نشان می دادند برای برانبارش رنگی بر روی سه مقطع انتخاب شده اند (حجم داده، برش زمانی، خط گیرنده) که عبارتند از: نشانگر دامنه لحظه ای، نشانگر تشابه، نشانگر انرژی و در پایان تلاش شد تا با استفاده از روش برانبارش رنگی گنبد نمکی شناسایی گردد. نتایج بدست آمده از اعمال برانبارش رنگی بر روی داده ها بیان گر این است که این روش با دقت خوبی توانسته محدوده گنبد نمکی را مشخص نماید. سه حالت در نظر گرفته شده (نشانگر دامنه لحظه ای، نشانگر تشابه، نشانگر انرژی) برای رنگ های برانبارش رنگی در تمامی مقطع ها به خوبی گنبد نمکی، لایه های اطراف گنبد نمکی و کف گنبد نمکی را نشان می دهد. البته می توان گفت که حالت اول (خط گیرنده) با وضوح بیشتری مرز گنبد نمکی را نشان داده است.

لغات کلیدی: گنبد نمکی، داده های لرزه ای، نشانگر لرزه ای، برانبارش رنگی

فهرست مطالب

عنوان مطالب

شماره صفحه

فصل اول: مقدمه و کلیات تحقیق.....	۱
۱-۱- مقدمه	۲
۲-۱- تعریف مسئله اصلی تحقیق	۲
۳-۱- اهداف مشخص تحقیق	۳
۴-۱- مروری بر تاریخچه تحقیق	۳
۵-۱- ساختار پایان نامه	۶
فصل دوم: تئوری و مبانی تحقیق	۷
۱-۲- مقدمه	۸
۲-۲- دسته بندی نشانگرها	۹
۱-۲-۲- نشانگرهای پیش برانبارش	۹
۲-۲-۲- نشانگرهای پس برانبارش	۹
۳-۲-۲- نشانگرهای موجک	۱۰
۱-۳-۲-۲- نشانگرهای بازتابنده	۱۰
۲-۳-۲-۲- نشانگرهای انتقال دهنده	۱۰
۴-۲-۲- نشانگرهای فیزیکی	۱۱
۵-۲-۲- نشانگرهای هندسی	۱۱
۳-۲- اصول رنگ	۱۱
۴-۲- مدل های رنگ	۱۳
۱-۴-۲- تصاویر مقیاس خاکستری	۱۳
۲-۴-۲- تصاویر شاخص دار	۱۴
۳-۴-۲- مدل رنگ RGB	۱۵
فصل سوم: نتایج نشانگرها	۱۹
۱-۳- مقدمه	۲۰
۲-۳- داده های لرزه ای مورد استفاده.....	۲۰

۲۲	۳-۲-۱- تشابه.....
۲۳	۳-۲-۲- شباهت.....
۲۴	۳-۲-۳- نشانگرهای دامنه لحظه ای.....
۲۵	۳-۲-۴- نشانگر تک فرکانس (10HZ-50HZ) با استفاده از تبدیل FFT.....
۲۸	۳-۲-۵- انرژی.....
۳۱	فصل چهارم: نتایج بر انبارش رنگی.....
۳۲	۴-۱- مقدمه.....
۳۳	۴-۲- آزمایش کردن نشانگرهای مختلف روی داده.....
۴۳	فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات.....
۴۴	۵-۱- نتایج.....
۴۵	۵-۲- پیشنهادات.....
۴۷	پیوست ها.....
۷۰	منابع.....
۷۷	چکیده انگلیسی.....

فهرست اشکال

عنوان شکل	شماره صفحه
شکل ۱-۱: نمایش طرح وار تشکیل گنبد نمکی (رنگ مشکی نشان دهنده نمک است) (vendeville, 2002).....	۵
شکل ۱-۲: طیف رنگ دیده شده توسط عبور نور سفید از منشور (با تغییر از لطفی زاده و همکاران، ۱۳۹۰).....	۱۲
شکل ۲-۲: یک تصویر مقیاس خاکستری و مقادیر متناظر با پیکسل های آن (خود آموز پردازش تصویر در متلب، ۲۰۰۴).....	۱۴
شکل ۳-۲: شکل شماتیک تصاویر شاخص دار. مقدار هر درایه در ماتریس داده ها متناظر با سطری به شماره همان درایه از ماتریس نگاشت رنگ است (خود آموز پردازش تصویر در متلب، 2004).....	۱۵
شکل ۴-۲: شکل شماتیک مکعب RGB رنگ های اصلی و فرعی به علاوه رنگ های سیاه و سفید، رؤس مکعب را تشکیل می دهند. (لطفی زاده و همکاران، ۱۳۹۰).....	۱۶
شکل ۵-۲: یک تصویر RGB به علاوه ماتریس مولفه های تشکیل دهنده آن (خود آموز پردازش تصویر در متلب، ۲۰۰۴).....	۱۶
شکل ۶-۲: تصویر رنگی RGB و تصاویر مقیاس خاکستری مولفه های تشکیل دهنده آن (صادقی، ۱۳۹۱).....	۱۷
شکل ۷-۲: (الف) تصویر شاخص دار با ماتریس نگاشت ۵۰ رنگی و (ب) تصویر RGB (صادقی، ۱۳۹۱).....	۱۸
شکل ۱-۳: داده استفاده شده (تنگه هرمز).....	۲۰
شکل ۲-۳: داده لرزه ای سه بعدی (اعظم پور، ۱۳۹۳).....	۲۱
شکل ۳-۳: نمای برش خورده ای از داده لرزه ای سه بعدی (اعظم پور، ۱۳۹۳).....	۲۲
شکل ۴-۳: تصویر حاصل از نشانگر تشابه.....	۲۳
شکل ۵-۳: تصویر حاصل از نشانگر شباهت.....	۲۴
شکل ۶-۳: تصویر حاصل از نشانگر دامنه لحظه ای.....	۲۵
شکل ۷-۳: تصویر حاصل برای نشانگر تک فرکانس (۲۰ Hz) با استفاده از تبدیل FFT.....	۲۷
شکل ۸-۳: تصویر حاصل برای نشانگر تک فرکانس (۲۵ Hz) با استفاده از تبدیل FFT.....	۲۷
شکل ۹-۳: تصویر حاصل برای نشانگر تک فرکانس (۳۰ Hz) با استفاده از تبدیل FFT.....	۲۸
شکل ۱۰-۳: تصویر بدست آمده از نشانگر انرژی.....	۳۰
شکل ۱-۴: تصویر حاصل از RGB(in-line).....	۳۴
شکل ۲-۴: تصویر حاصل از RGB(cross-line).....	۳۴

- شکل ۴-۳: تصویر حاصل از RGB(z-slice)..... ۳۵
- شکل ۴-۴: تصویر حاصل از RGB(volume) در volume..... ۳۶
- شکل ۴-۵: تصویر حاصل از RGB(in-line) در volume..... ۳۶
- شکل ۴-۶: تصویر حاصل از RGB(cross-line) در volume..... ۳۷
- شکل ۴-۷: تصویر حاصل از RGB(z-slice) در volume..... ۳۷
- شکل ۴-۸: تصویر حاصل از RGB(volume) در volume..... ۳۸
- شکل ۴-۹: تصویر حاصل از RGB(in-line) در volume..... ۳۹
- شکل ۴-۱۰: تصویر حاصل از RGB(cross-line) در volume..... ۳۹
- شکل ۴-۱۱: تصویر حاصل از RGB(z-slice) در volume..... ۴۰
- شکل ۴-۱۲: تصویر حاصل از RGB(volume) در volume..... ۴۱
- شکل ۴-۱۳: تصویر حاصل از RGB(in-line) در volume..... ۴۱
- شکل ۴-۱۴: تصویر حاصل از RGB(cross-line) در volume..... ۴۲
- شکل ۴-۱۵: تصویر حاصل از RGB(z-slice) در volume..... ۴۲

۴۸.....	شکل الف - ۱) RGB(volume) با استفاده از تبدیل FFT
۴۹.....	شکل الف - ۲) RGB(in-line) با استفاده از تبدیل FFT
۴۹.....	شکل الف - ۳) RGB(cross-line) با استفاده از تبدیل FFT
۵۰.....	شکل الف - ۴) RGB(Z-slice) با استفاده از تبدیل FFT
۵۱.....	شکل الف - ۵) RGB(volume) با استفاده از تبدیل FFT
۵۱.....	شکل الف - ۶) RGB(in-line) با استفاده از تبدیل FFT
۵۲.....	شکل الف - ۷) RGB(cross-line) با استفاده از تبدیل FFT
۵۲.....	شکل الف - ۸) RGB(Z-slice) با استفاده از تبدیل FFT
۵۳.....	شکل الف - ۹) RGB(volume) با استفاده از تبدیل FFT
۵۴.....	شکل الف - ۱۰) RGB(in-line) با استفاده از تبدیل FFT
۵۴.....	شکل الف - ۱۱) RGB(cross-line) با استفاده از تبدیل FFT
۵۵.....	شکل الف - ۱۲) RGB(Z-slice) با استفاده از تبدیل FFT
۵۶.....	شکل الف - ۱۳) RGB(volume) با استفاده از تبدیل FFT
۵۶.....	شکل الف - ۱۴) RGB(in-line) با استفاده از تبدیل FFT
۵۷.....	شکل الف - ۱۵) RGB(cross-line) با استفاده از تبدیل FFT
۵۷.....	شکل الف - ۱۶) RGB(Z-slice) با استفاده از تبدیل FFT
۵۸.....	شکل الف - ۱۷) RGB(volume) با استفاده از تبدیل FFT
۵۹.....	شکل الف - ۱۸) RGB(in-line) با استفاده از تبدیل FFT
۵۹.....	شکل الف - ۱۹) RGB(cross-line) با استفاده از تبدیل FFT
۶۰.....	شکل الف - ۲۰) RGB(Z-slice) با استفاده از تبدیل FFT
۶۱.....	شکل الف - ۲۱) RGB(volume) با استفاده از تبدیل FFT

- شکل الف - ۲۲ RGB(in-line) با استفاده از تبدیل FFT..... ۶۱
- شکل الف - ۲۳ RGB(cross-line) با استفاده از تبدیل FFT..... ۶۲
- شکل الف - ۲۴ RGB(Z-slice) با استفاده از تبدیل FFT..... ۶۲
- شکل الف - ۲۵ RGB(volume) با استفاده از تبدیل FFT..... ۶۳
- شکل الف - ۲۶ RGB(in-line) با استفاده از تبدیل FFT..... ۶۴
- شکل الف - ۲۷ RGB(cross-line) با استفاده از تبدیل FFT..... ۶۴
- شکل الف - ۲۸ RGB(Z-slice) با استفاده از تبدیل FFT..... ۶۵
- شکل الف - ۲۹ RGB(volume) با استفاده از تبدیل FFT..... ۶۶
- شکل الف - ۳۰ RGB(in-line) با استفاده از تبدیل FFT..... ۶۶
- شکل الف - ۳۱ RGB(cross-line) با استفاده از تبدیل FFT..... ۶۷
- شکل الف - ۳۲ RGB(Z-slice) با استفاده از تبدیل FFT..... ۶۷
- شکل الف - ۳۳ RGB(volume) با استفاده از تبدیل FFT..... ۶۸
- شکل الف - ۳۴ RGB(in-line) با استفاده از تبدیل FFT..... ۶۸
- شکل الف - ۳۵ RGB(cross-line) با استفاده از تبدیل FFT..... ۶۹
- شکل الف - ۳۶ RGB(Z-slice) با استفاده از تبدیل FFT..... ۶۹

فصل اول: مقدمه و کلیات تحقیق

لرزه نگاری بازتابی یکی از متداول ترین روش های ژئوفیزیکی می باشد که از اوایل سال ۱۹۸۰ پیشرفت های فراوانی کرده است. این روش برای مطالعات پوسته و بخش های بالایی گوشته تا اعماق ده ها کیلومتر مورد استفاده قرار می گیرد. کاربرد گسترده ی این روش در اکتشاف هیدروکربن ها و مطالعات ساختمانی می باشد. در اکتشاف نفت، مشخص کردن تله های چینه ای و ساختمانی یک امر ضروری می باشد.

یکی از مهمترین نفتگیرهای ساختاری، گنبد های نمکی هستند که دارای ارزش اقتصادی بالایی می باشند. امروزه گنبد های نمکی یکی از ساختارهای اساسی برای ذخیره سازی نفت خام و گاز طبیعی محسوب می شود. درصد بالایی از تولید سولفور و پتاس جهان از گنبد های نمکی است. همچنین شناسایی آن ها به منظور ایجاد فضایی برای سازه های زیرزمینی، ایمن سازی زباله های هسته ای، ایجاد مخزن هوای فشرده ارزشمند است (مزدیان فرد و ندیمی، ۱۳۸۸)

یکی دیگر از مهمترین تله های هیدروکربنی، گسل ها می باشند که شناخت و تعیین محل دقیق آن ها در توصیف مخازن ضروری است. گسل ها با بهبود نفوذپذیری و ایجاد محیط متخلخل در مخازن در عبور و بهره وری از آن ها تأثیرگذار می باشند. گسل ها مسیرهایی با نفوذپذیری بالا را فراهم می کنند که برای استخراج ذخایر موجود در سنگ های ناتراوا استفاده می شود. با شناسایی دقیق گسل ها می توان قبل از حفاری های گران قیمت، روش های مناسبی را برای تخلیه مؤثر مخازن طراحی کرد.

۱-۲- تعریف مسئله اصلی تحقیق

گنبد های نمکی نمونه ای جالب از ساختارهای زمین شناسی گنبدی شکل هستند که هسته مرکزی آن ها از نمک تشکیل شده است. اهمیت اقتصادی آن ها به خاطر تله های هیدروکربنی حاصل از آن ها، منابع سولفیدی، پتاس، آهن و نمک است. گنبد های نمکی مثالی از تغییر شکل پلاستیک یا شکل پذیر می باشند. سطح مقطع گنبد های نمکی، دایره ای و در بعضی موارد بیضی است. روش های لرزه ای، دارای دقت بالا و قدرت تفکیک مناسب و قدرت نفوذ بالا، جزء ابزارهای اصلی برای پیدا کردن گنبد های نمکی و منابع

هیدروکربنی می باشند. به دلایلی امواج لرزه ای سرعت بسیار بالاتری در ساختارهای نمکی نسبت به محیط اطراف خود دارند، می توان این ساختارها را در داده های لرزه ای تشخیص داد. استفاده از نشانگرهای لرزه ای، یک ابزار بسیار متداول در زمینه کشف محدوده گنبد های نمکی در داده های لرزه ای است.

نشانگرهای لرزه ای به دو دسته نشانگرهای قبل از برانبارش و بعد از برانبارش تقسیم می شوند. نشانگرهای قبل از برانبارش در مورد داده های نقطه میانی مشترک یا نقطه عمقی مشترک مورد استفاده قرار می گیرد، که شامل اطلاعات مربوط به آزمون و دور افت می باشد. نشانگرهای بعد از برانبارش و مهاجرت مورد استفاده قرار می گیرند. برانبارش یک میانگین گیری است که آزمون و دور افت را حذف می کند. نشانگرهای لرزه ای ، ابزاری بسیار مهم برای تفسیر لرزه ای و مشخص کردن ویژگی های زمین شناسی هستند که اطلاعات پنهان در داده های لرزه ای بازتابی را آشکار می سازند.

۱-۳- اهداف مشخص تحقیق

هدف از این تحقیق شناسایی گنبدهای نمکی به وسیله روش برانبارش رنگی (RGB) است. نتایج بدست آمده از اعمال برانبارش رنگی بر روی داده ها بیان گر این است که این روش با دقت خوبی توانسته محدوده گنبد نمکی را مشخص نماید. سه حالت در نظر گرفته شده (نشانگر دامنه لحظه ای، نشانگر تجزیه طیفی، نشانگر انرژی) برای رنگ های برانبارش رنگی در تمامی مقطع ها به خوبی گنبد نمکی، لایه های اطراف گنبد نمکی و کف گنبد نمکی را نشان می دهد. البته می توان گفت که حالت اول (درخت) با وضوح بیشتری مرز گنبد نمکی را نشان داده است.

۱-۴- مروری بر تاریخچه تحقیق

امروزه شناسایی گنبد های نمکی یکی از چالش بر انگیزترین بخش ها در تفسیر ساختار های زمین شناسی می باشد. محققان با استفاده از روش های مختلف ژئوفیزیکی به دنبال ابزار های جدیدی هستند که بتوانند کف گنبد نمکی را مشخص کنند. گنبد نمکی توده ای از نمک است که به دلیل چگالی پایین در لایه های بالایی خود نفوذ کرده و به سمت بالا حرکت می کند (Mohret al . , ۲۰۰۷).

در ایران، جریان نمک که در اصطلاح به آن نمکریز گفته می شود، در ارتفاعی بین ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ متر در کمربند زاگرس بالا آمده است (warren, 2006). در شکل ۱-۱ مراحل تشکیل یک گنبد نمکی به طور طرح واره نشان داده شده است (vendeville, 2002).

گنبد های نمکی اغلب از نوع نامتقارن اند و شیب دیواره های آن در جهت های مختلف، متغیر است، اما گونه های متقارن آن نیز به ندرت یافت می شود. سطح مقطع بیشتر گنبد های نمکی دایره ای و در بعضی موارد

بیضی است. گسترش افقی ساختار های گنبد نمکی زیاد بوده و اغلب چندین کیلومتر است. در مکان هایی که گنبد نمکی به وجود می آید، لایه هایی از نمک وجود دارند که به لایه های تغذیه کننده گنبد نمکی معروف هستند و در برخی موارد به ضخامت هزار متر نیز می رسند (صیادی، ۱۳۹۳).

در تصویر سازی لرزه ای برای تعیین مدل سرعت صحیح نیاز به مشخص کردن دقیق مرز های گنبد نمکی است (Berthelot et al., 2013).

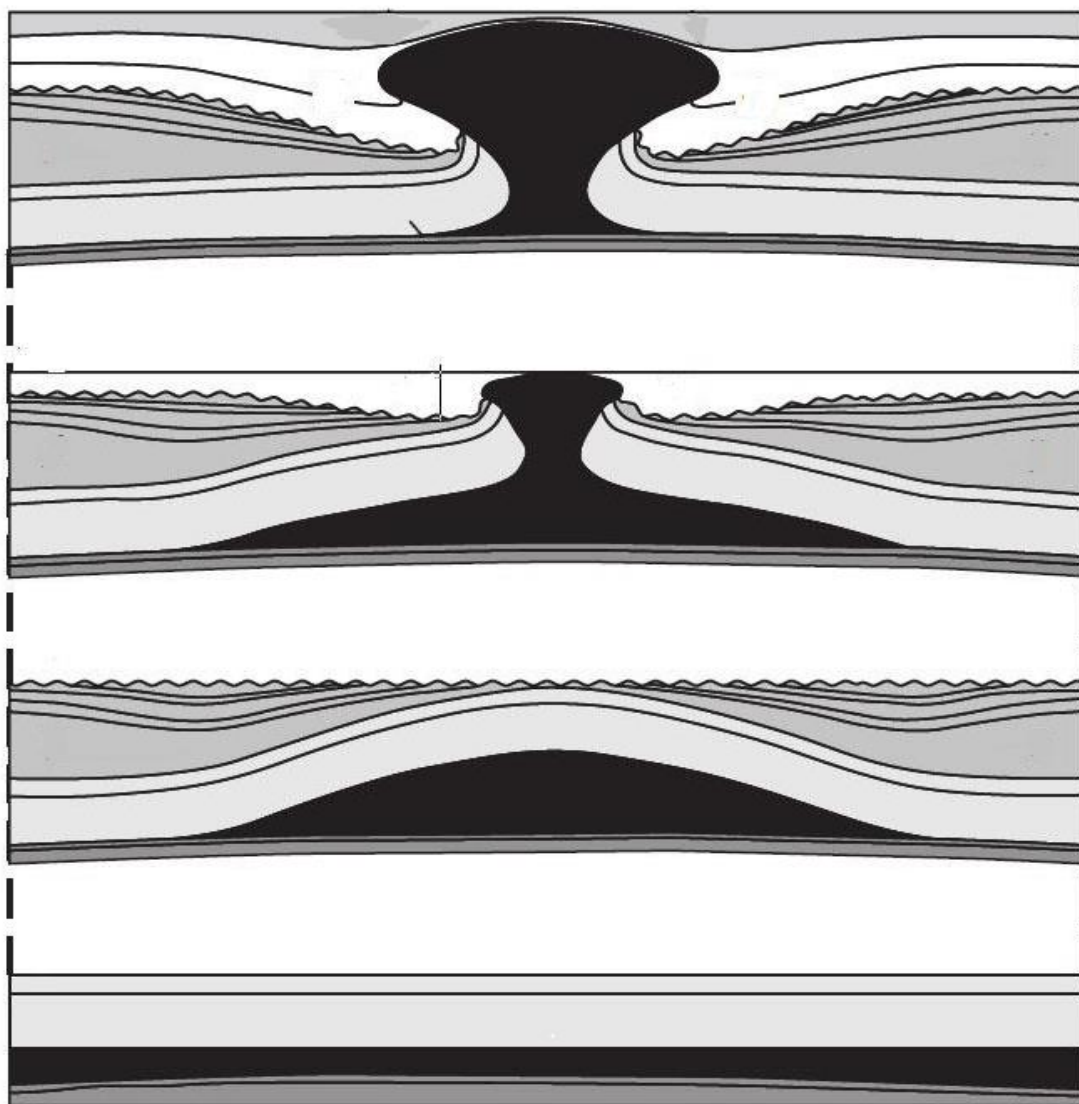
نشانگر لرزه ای یک اندازه گیری کمی از مشخصه لرزه ای هدف مورد علاقه است. نشانگرهای لرزه ای رایج، از روابط ریاضی بر اساس خواص فیزیکی و هندسی زیر سطحی برای آشکار سازی ویژگی های مورد نظر استفاده می کنند. نشانگرهای لرزه ای ابزار مفیدی برای توصیف ویژگی های زمین شناسی در تفسیر داده های لرزه ای هستند که اطلاعات پنهان داده های لرزه ای را آشکار می کنند (صیادی، ۱۳۹۳).

نشانگرهای لرزه ای را می توان این گونه تعریف کرد که نشانگر های لرزه ای دارای تمام اطلاعات بر گرفته از داده های لرزه ای هستند که به صورت مستقیم اندازه گیری شده اند. تحلیل نشانگرها برای تفسیر داده های لرزه ای بازتابی از دهه ۱۹۳۰ آغاز شد. پیشرفت در زمینه ریاضیات، الکترونیک و رایانه نقش قابل توجهی در محاسبه و استخراج نشانگرهای جدید بازی می کند. در حال حاضر بیش از پنجاه نشانگر لرزه ای از داده های لرزه ای استخراج می شود و برای تفسیر ساختار های زمین شناسی، رخساره های چینه شناسی و خصوصیات مایعات درون حفره ای یا سنگ ها مورد استفاده قرار می گیرد (Tanner, 1992).

نشانگر لرزه ای یک اندازه گیری کمی از مشخصه لرزه ای هدف مورد مطالعه است. در حال حاضر بیش از پنجاه نشانگر لرزه ای متفاوت از داده های لرزه ای محاسبه شده و برای تفسیر های زمین شناسی، چینه شناسی و خواص تخلخل و اشباع سنگ ها بکار برده شده اند. استفاده از نشانگر های لرزه ای، ابزار بسیار مهم در کشف محدوده گنبد های نمکی در داده های لرزه ای است. تاکنون چندین نشانگر لرزه ای برای شناسایی گنبد های نمکی استفاده شده است. گنبد های نمکی دارای سرعت بالای انتشار موج در مقاطع لرزه ای می باشند که خصوصیتی از خود به جای می گذارند که باعث ایجاد تفاوت الگو و بافت این ساختار با سایر مناطق در بر گیرنده آن در داده های لرزه ای می شود. (sheriff and Geldart, 1995). تصاویر RGB با استفاده از بر انبارش رنگی به روش های مختلفی قابل تولید است. یکی از این روش ها تولید تصاویر RGB با استفاده از بر انبارش رنگی سه مولفه تک فرکانس است. در این روش تصاویر سه مقطع تک فرکانس مجزا (فرکانس پایین به عنوان مولفه قرمز، فرکانس میانی به عنوان مولفه سبز و فرکانس بالا به عنوان مولفه آبی) تهیه شده است (لیو و مارفوت، ۲۰۰۷).

کیفیت تصاویر این روش ها به مراکز فرکانسی مختلف و پهنای مختلف توابع پایه بستگی دارد. لیو و مارفوت (۲۰۰۷) از توابع پایه به گونه دیگری نیز استفاده نمودند، آن ها با استفاده از یکسری از روش ها روش

کمترین مربعات خطای خطی را به عنوان مولفه های رنگی قرمز، سبز و آبی در نظر گرفتند و به یک مکعب RGB هم بعد داده های لرزه ای دست یافتند. اگر چه با استفاده از این روش انرژی باقیمانده کمینه می شود، اما هنوز هم کیفیت رنگی مکعب های به پهنای توابع وابسته است. بنابراین می توان با بر انبارش رنگی سه مولفه اصلی قسمت اعظمی از اطلاعات موجود در داده های لرزه ای را تنها با استفاده از یک تصویر و بدو وابستگی به انتخاب فرکانس خاصی نمایش داد (صادقی، ۱۳۹۱).



شکل ۱-۱ نمایش طرح وار تشکیل گنبد نمکی (رنگ مشکی نشان دهنده نمک است)
(vendeville, 2002).

۱-۵- ساختار پایان نامه

در فصل اول ابتدا مقدمه ای در ارتباط با لرزه نگاری و ویژگی های آن بیان شد و در ادامه مباحثی برای آشنایی هرچه بیشتر با آن به بیان مسئله، محدودیت ها و اهمیت و ضرورت تحقیق پرداخته می شود، تا مقدمه خوبی برای فصل های آتی شود. در فصل دوم ابتدا به بررسی مبانی نظری و سوابق تحقیق پرداخته می شود، روابط و مدل های مختلف در ارتباط با لرزه نگاری بیان می گردد. در فصل سوم روش های انجام تحقیق که همان بررسی برانبارش رنگی می باشد، به صورت تئوری با ذکر جزئیات کار مورد بررسی قرار داده می شود، و راه های بهبود نتایج حاصل از آن بیان می گردد.

در فصل چهارم که شامل بخش اصلی و کارهای انجام شده در پژوهش خواهد بود، به بررسی راهکارها و ابزار های مورد نیاز برای رسیدن به بهترین نتیجه پرداخته می شود، با استفاده از داده های استخراج شده از گزارشات چاه مورد نظر، داده ها را مورد تجزیه و تحلیل قرار می گردد و تحلیل ها با استفاده از نمودارها و شکل های مربوطه ذکر می گردند. در فصل پنجم نیز به بیان نتایج حاصل و ذکر پیشنهاد هایی برای بهبود وضعیت پژوهش در آینده پرداخته می شود.

فصل دوم: تئوری و مبانی تحقیق

۲-۱- مقدمه

یکی از اهداف مهم لرزه نگاری بازتابی پیش بینی رخساره های لیتولوژیکی، قسمت بندی مخزن و خواص سنگ از قبیل تخلخل و ضخامت با استفاده از تحلیل شکل موج و دامنه لرزه ای است. تحلیل نشانگرهای لرزه ای روشی است که معمولاً به وسیله صنعت نفت برای مشخص کردن ویژگی های چینه شناسی و ساختاری مورد استفاده قرار می گیرد. نشانگرهای لرزه ای به ویژه برای تقویت و قابل دید ساختن ویژگی های ریز به کار می روند.

گنبد های نمکی نمونه ای جالب از ساختارهای زمین شناسی گنبدی شکل هستند که هسته مرکزی آن ها از نمک تشکیل شده است. اهمیت اقتصادی آن ها به خاطر تله های هیدروکربنی حاصل از آن ها، منابع سولفیدی، پتاس، آهن و نمک در آن ها است و همچنین در مورد ذخیره سازی زیرزمینی نفت و گاز، این ساختارها از جایگاه ویژه ای برخوردارند. همچنین این ساختارها برای ایزوله کردن زباله های هسته ای، معدن کاری انحلال، ایجاد فضایی برای سازه های زیرزمینی و ایجاد مخزن هوای فشرده نیز ارزشمند هستند (مزدیان فرد و ندیمی، ۱۳۸۸). از نظر ساز و کار و تغییر شکل، گنبد های نمکی نمونه ای از تغییر شکل پلاستیک یا شکل پذیر هستند. حرکت مواد به طرف بالا و اطراف سبب تولید چین خوردگی، گسل های شعاعی و ناودیس های حاشیه ای می شود.

ساختارهای نمکی ممکن است به صورت طاقدیس نمکی، بالش های نمکی، برجستگی های تیغه مانند نمکی، امواج نمکی و غیره باشند. شکل گنبد های نمکی متغیر است و دیواره های آن دارای شیبی تا حدود ۸۰ یا ۹۰ درجه هستند. گنبد های نمکی متقارن، کمیاب اند و اغلب گنبدها نامتقارن می باشند و شیب دیواره های آن در جهت های مختلف، متغیر است. سطح مقطع بیشتر گنبد های نمکی، دایره ای و در بعضی موارد بیضی است. گسترش افقی این ساختارها متغیر است و اغلب چندین کیلومتر می باشند. در مکان هایی که گنبد نمکی به وجود می آید، لایه هایی از نمک که در برخی از موارد به ضخامت هزار متر می رسند نیز وجود دارد که به لایه های تغذیه کننده گنبد نمکی معروف هستند (پایگاه ملی داده های علوم زمین، ۱۳۹۳).

امروزه از گنبد های نمکی استفاده های زیادی می شود که برخی از آن ها عبارتند از: ذخیره سازی مواد هیدروکربنی، اکتشاف منابع هیدروکربنی، ایزوله کردن زباله های هسته ای، معدن کاری انحلال، ایجاد فضایی برای سازه های زیرزمینی و ایجاد مخزن هوای فشرده، به همین دلیل شناسایی این ساختار زیرزمینی از جایگاه و اهمیت ویژه ای برخوردار است. با توجه به اینکه خصوصیات گنبد های نمکی با رسوبات دربرگیرنده آن ها متفاوت است و به دلیل سرعت بالای انتشار امواج لرزه ای در نمک نسبت به رسوبات اطراف گنبد، یک مرز مناسب برای بازتاب امواج لرزه ای ایجاد می شود. لذا از میان روش های ژئوفیزیکی، روش

لرزه‌نگاری بازتابی یکی از بهترین روش‌هایی است که قابلیت شناسایی گنبد نمکی را دارا می‌باشد. مشخص کردن دقیق مرزهای گنبد نمکی به دلیل میرایی شدید انرژی لرزه‌ای در نمک و تفاوت سرعت بالای انتشار موج در نمک نسبت به رسوبات دربرگیرنده آن، باعث شده است که شناسایی مستقیم گنبدهای نمکی و تعیین مرز آن‌ها از روی داده‌های لرزه‌ای بازتابی کمی مشکل باشد. نشانگرهای لرزه‌ای به عنوان ابزاری برای استخراج ویژگی‌های داده لرزه‌ای می‌تواند به تفسیر و شناسایی گنبدهای نمکی و تعیین مرزهای آن کمک به سزایی بکند. باتوجه به اینکه هر نشانگر به تنهایی دارای اطلاعات مجزایی می‌باشد، لذا ترکیب و تلفیق نشانگرها یکی از ابزارهایی می‌باشد که می‌تواند اطلاعات جامعی از هدف موردنظر در اختیار مفسر قرار دهد. لذا امروزه تکنولوژی ترکیب چند نشانگری با اهداف مختلف در لرزه‌شناسی مورد استفاده قرار می‌گیرند. یکی از مهم‌ترین وظایف در تفسیر داده‌های لرزه‌ای تشخیص اجسام نمکی است. گنبد‌های نمکی عمدتاً ساختارهای زمین‌شناسی زیر سطحی هستند که از اجسام استوانه‌ای مانند نمک تشکیل شده‌اند، که انباشته شدن نفت و گاز با گنبد‌های نمکی مرتبط می‌باشند. تشخیص گنبد نمکی در مورد داده‌های لرزه‌ای کاری دشوار و زمانبر می‌باشد. (Berthelot et. al., 2016)

۲-۲- دسته بندی نشانگرها

نشانگرها می‌توانند قبل یا بعد از زمان کوچ دادن، از داده‌های پیش برانبارش یا پس برانبارش محاسبه شوند. با این حال، در تمام آن‌ها روش‌های مشابهی وجود دارد. در طول سه دهه‌ی گذشته با رشد نشانگرهای لرزه‌ای در تعداد، تنوع، ذات و نحوه‌ی استخراج، بسیاری از نویسندگان با هدف نهائی درک و کاربرد بهتر، تلاش کرده‌اند تا آن‌ها را در خانواده‌هایی طبقه‌بندی کنند و هر یک مبنای خاصی برای طبقه‌بندی خود در نظر گرفتند. دسته‌بندی نشانگرها بر اساس مشخصه دامنه در ادامه توضیح داده می‌شود:

۲-۲-۱- نشانگرهای پیش برانبارش

برای این نشانگرها، ورودی داده‌ها یا بصورت نقطه عمقی مشترک است و یا تصویری از مجموع ردلرزه هاست. این نشانگرها باید جهت (آزیموت) و اطلاعات مربوط به افست را داشته باشند. این محاسبات، حجم بسیار عظیمی از داده‌ها را تولید می‌کند؛ از این رو برای مطالعات اولیه عملی نیستند. با این حال، آن‌ها حاوی مقادیر قابل توجهی از اطلاعات‌اند که می‌توانند مستقیماً به محتوای سیال و جهت شکستگی وابسته باشند. AVO سرعت‌ها و تنوع آزیموتی تمام نشانگرها در این دسته گنجانده شده است.

۲-۲-۲- نشانگرهای پس برانبارش

انبارش یک فرآیند میانگین‌گیری است که اطلاعات مربوط به آزیموت و افست را حذف می‌کند. ورود داده‌ها می‌تواند بصورت CDP انبارش شده یا کوچ داده شده باشد. باید توجه داشت که داده‌های کوچ داده

شده ی زمانی روابط زمانی شان را حفظ خواهند کرد، از اینرو متغیرهای زمانی نظیر فرکانس، ابعاد فیزیکی آن ها را نیز حفظ می کند. برای عمق بخش های کوچ یافته، فرکانس با عدد موج که تابعی از سرعت انتشار و فرکانس است رابطه دارد. نشانگرهای پس برانبارش یک رویکرد قابل مدیریت بیشتری برای مشاهده ی مقادیر زیادی از داده ها در تحقیقات اکتشافی اولیه هستند. برای مطالعات دقیق تر، ممکن است نشانگرهای پیش برانبارش گنجانده شده باشد. با این وجود، نشانگرها یا ویژگی های محاسباتی شان ممکن است بیشتر دسته بندی شوند.

۲-۲-۳- نشانگرهای موجک

این کلاس شامل آن دسته از نشانگرهای آنی است که در اوج پوش ردلرزه محاسبه می شوند و رابطه ای مستقیم با تبدیل فوریه ی موجک اطراف اوج پوش دارد. به عنوان مثال، فرکانس لحظه ای در اوج پوش برابر با فرکانس متوسط دامنه ی طیفی موجک است. فاز لحظه ای مربوط به رهگیری فاز موجک است. این نشانگر نیز "نشانگر پاسخ (واکنش)" نامیده می شود (بودین ۱۹۸۴). بنابراین، می توان علاوه بر این نشانگرها را در دو دسته ی زیر گروه به شرح زیر تقسیم کرد:

۲-۳-۲-۱- نشانگرهای بازتابنده

نشانگرها با ویژگی های سطوح جدایش (لایه ها) متناظراند. تمام نشانگرهای آنی و موجک می توانند در زیر این گروه گنجانده شوند. نشانگرهای پیش برانبارش نظیر AVO نیز نشانگرهای بازتابنده اند، زیرا AVO زاویه ی وابسته ی پاسخ قرینه ی یک سطح جدایش را مطالعه می کند.

۲-۳-۲-۲- نشانگرهای انتقال دهنده

نشانگرهای انتقال دهنده مربوط به ویژگی های یک لایه در بین دو سطح جدایش است. فاصله RMS و سرعت میانگین، Q، جذب و پراکندگی تحت این دسته آمده است. از آنجائیکه نشانگرهای انفرادی ممکن است معرف برخی شرایط ممکن باشد؛ محققان در تلاش اند تا عدم قطعیت ذاتی یا غیر منحصر بفرد را با ترکیب چند نشانگر در یک چارچوب منطقی به حداقل برسانند. نشانگرهای انفرادی که تنها کمیت را اندازه گیری می کنند، نشانگرهای "اولیه" نامیده می شوند. این نشانگرهای اولیه که ممکن است منطقی، آماری یا بصورت ریاضی باشند، به فرم نشانگرهای هیبریدی ترکیب می شوند. رایج ترین ابزار برای انجام این ترکیب، از طریق استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی است.

نشانگرها می توانند بر اساس رابطه شان با زمین شناسی در دو دسته ی زیر گروه به شرح ذیل تقسیم شوند:

۴-۲-۲- نشانگرهای فیزیکی

نشانگرهای فیزیکی با کیفیت و کمیت های فیزیکی در ارتباط است. بطور مثال اندازه ی پوش خط لرزه با اختلاف مقاومت صوتی، و همچنین فرکانس های مربوط به ضخامت لایه و کف، جذب و پراکندگی امواج رابطه ی مستقیم دارد. از آنجا که سرعت متوسط (میانگین) و آنی (لحظه ای) به طور مستقیم با خواص سنگ ارتباط دارند، می توان از این نوع از نشانگرها برای تقسیم بندی های لیتولوژی و تشخیص خصوصیات مخزن بهره برد.

۵-۲-۲- نشانگرهای هندسی

نشانگرهای هندسی، ارتباط فضایی و زمانی تمام نشانگرهای دیگر را نشان می دهند. پیوستگی و تداوم جانبی از روی ظاهر برای تشخیص و شناسایی شباهت لایه ها همانند ناپیوستگی ها بسیار مناسب می باشد. شیب و انحنا ی لایه بندی اطلاعات رسوبگذاری را می دهد. اگرچه نشانگرهای هندسی برای شناسایی ویژگی پدیده ها و ارتباط فضایی آن ها و همچنین تعیین ریخت هایی که مستقیماً در تشخیص الگوی رسوب گذاری و لیتولوژی نقش دارند حائز اهمیت هستند. بسیاری از نشانگرها، آنی یا موجک، تابع توصیفات موجک لرزه ای منعکس شده است. به این دلیل از نظر تتر رابطه ای بین دو لایه وجود دارد. با این حال، سرعت و جذب و دفع بصورت کمی بین دو سطح یا درون یک لایه محاسبه می شود.

۳-۲-۳- اصول رنگ

انگیزه استفاده از رنگ در پردازش تصویر به دو دلیل می باشد. اول آنکه رنگ یک توصیفگر قدرتمند است که تشخیص هدف و استخراج آن را از یک صحنه، ساده می نماید، ثانياً انسان قادر است هزاران درجه رنگ و شدت های آن را در مقایسه با فقط حدود بیست و چهار درجه رنگ خاکستری تمییز دهد. عامل دوم در تحلیل دستی تصاویر (زمانی که تحلیل توسط مغز انسان انجام می شود) اهمیت ویژه ای دارد (گونزالز^۱ و وودز^۲، ۲۰۰۱).

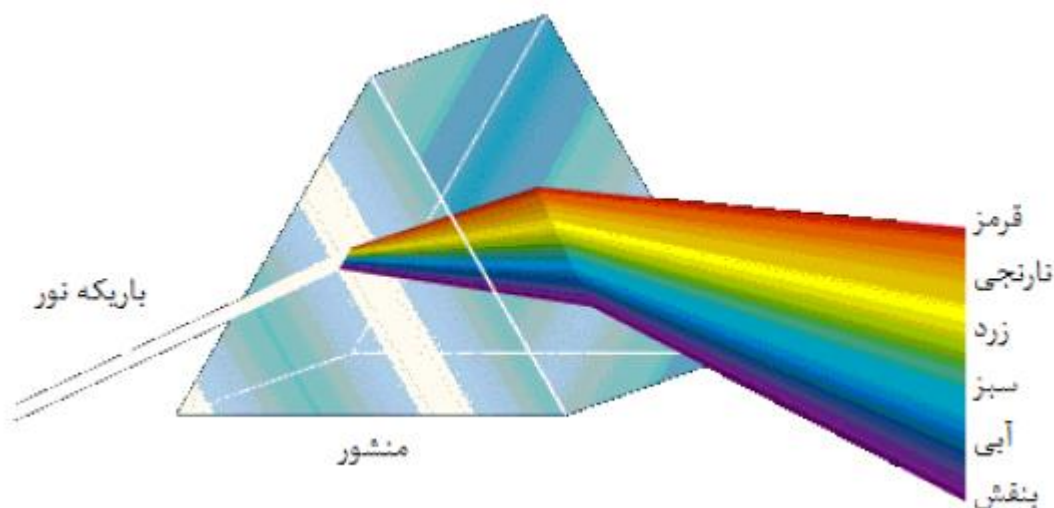
استفاده از تصاویر رنگی کاربرد فراوانی در لرزه شناسی بخصوص تفسیر داده های لرزه ای بازتابی دارد. تصاویر رنگی در نمایش رنگی نشانگرهای لرزه ای، برانبارش رنگی تصاویر تک فرکانس، برانبارش رنگی دور افت های نزدیک، میانه و دور و... کاربردهای زیادی دارد. از مهم ترین مدل های نمایش تصاویر رنگی، تصاویر رنگی مدل قرمز، سبز و آبی (RGB) و تصاویر رنگی مدل فام، اشباع و شدت رنگ (HSI) است. مدل RGB در برانبارش رنگی نشانگرهای لرزه ای هم نوع مانند مقاطع تک فرکانس و دورافت های نزدیک، میانه و دور کاربرد دارد. درحالی که مدل HSI در نمایش نشانگرهایی که یکدیگر را مدوله می نمایند، مانند اندازه شیب و آریموت شیب و یا قله فرکانس و فاز متناظر با قله فرکانس، بکار می رود (گوو^۳ و همکاران، ۲۰۰۸).

¹ Gonzalez

² Woods

³ Guo

در سال ۱۶۶۶، نیوتون^۴ کشف کرد که اگر پرتویی از نور خورشید از یک منشور شیشه‌ای عبور نماید، اشعه نور خارج شده سفید نیست، بلکه شامل طیف پیوسته‌ای از رنگ‌ها است که از رنگ بنفش در یک طرف طیف آغاز شده و به رنگ قرمز در طرف دیگر آن منتهی می‌شود. طیف رنگ به شش ناحیه وسیع بنفش، آبی، سبز، زرد، نارنجی و قرمز تقسیم می‌شود که در شکل ۱-۲ نشان داده شده است (گونزالز و وودز، ۲۰۰۱).



شکل ۱-۲: طیف رنگ دیده شده توسط عبور نور سفید از منشور (با تغییر از لطفی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰).

نور مرئی متشکل از یک باند نسبتاً تاریک از فرکانس‌هایی است که در طیف الکترومغناطیس وجود دارند. طول موج نور رنگی در محدوده طیف الکترومغناطیس از محدوده ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر است. سه کیفیت پایه تشعشع^۴، روشنایی^۵ و درخشندگی^۶ برای توصیف کیفیت یک چشمه نور رنگی استفاده می‌شود. تشعشع میزان کل انرژی است که از منبع نور ساطع شده و معمولاً برحسب وات (W) بیان می‌شود. روشنایی که برحسب لومنس^۷ (lm) اندازه‌گیری می‌شود، معیاری از مقدار انرژی که یک ناظر از منبع نور دریافت می‌کند، می‌باشد. درخشندگی یک توصیف‌گر سلیقه‌ای است که دربردارنده مفهوم بیرنگی شدت روشنایی است و یکی از عوامل کلیدی در توصیف حس و تاثیر رنگ است. نور بیرنگ همان چیزی است که بینندگان روی گیرنده‌های سیاه و سفید می‌بینند.

در سال ۱۹۳۱، کمیسیون بین‌المللی روشنایی^۸ (CIE)، مقادیر طول موج ۴۳۵/۸، ۵۴۶/۱ و ۷۰۰ نانومتر را بترتیب به سه رنگ اولیه آبی، سبز و قرمز تخصیص داد. رنگ‌های اولیه یا اصلی می‌توانند ترکیب شده و رنگ‌های ثانویه شامل سرخابی (قرمز بعلاوه آبی)، فیروزه‌ای (سبز بعلاوه آبی) و زرد (قرمز بعلاوه سبز) را تولید نمایند. مخلوط نمودن سه رنگ اصلی و یا یک رنگ ثانویه با رنگ اصلی مخالف خود با شدت روشنایی صحیح، نور سفید را تولید می‌نماید.

⁴ radiance

⁵ luminance

⁶ brightness

⁷ lumens

⁸ Commission Internationale de l'Eclairage

مشخصه‌هایی که عموماً برای تمایز یک رنگ از دیگری استفاده می‌شوند، درخشندگی، اشباع و فام می‌باشد. همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، درخشندگی دربردارنده مفهوم بی‌رنگی شدت روشنایی است. فام صفتی است که مرتبط با طول موج غالب در مخلوطی از امواج نور است. عبارت دیگر، فام بیانگر رنگ غالبی است که توسط ناظر دریافت و مشاهده می‌شود. اشباع بیانگر خلوص نسبی یا مقدار رنگ سفیدی است که با فام مخلوط می‌گردد. طیف خالص رنگ‌ها به طور کامل اشباع شده‌اند. رنگ‌هایی مانند صورتی (قرمز و سفید) و بنفش کمرنگ (بنفش و سفید) کمتر اشباع شده‌اند که درجه اشباع آن‌ها با مقدار نور سفیدی که در آن‌ها جمع شده رابطه عکس دارد (گونزالز و وودز، ۲۰۰۱).

۲-۴- مدل‌های رنگ

هدف یک مدل رنگ (که فضای رنگ^۹ یا سیستم رنگ^{۱۰} نیز نامیده می‌شود) این است که مشخصه‌دهی رنگ‌ها را به طریقه‌ای استاندارد تسهیل می‌نماید. یک فضای رنگ، اساساً نوعی مشخصه سازی از یک سیستم مختصات^{۱۱} و یک زیرفضای^{۱۲} داخل آن می‌باشد که در آن هر رنگ توسط یک نقطه نمایش داده می‌شود. بیشتر مدل‌های رنگی که امروزه استفاده می‌شوند، به سمت سخت‌افزار (نمایش‌گرها و چاپ‌گرهای رنگی) و یا کاربردهایی که در آنها دستکاری رنگ (تولید گرافیک رنگی برای تصاویر متحرک) مورد نظر می‌باشد، می‌روند. امروزه از مدل‌های رنگ متعددی که شامل جنبه‌های کاربردی فراوانی می‌باشد، استفاده می‌شود (گونزالز و وودز، ۲۰۰۱)؛ در ادامه تعدادی از این مدل‌ها معرفی می‌شوند.

۲-۴-۱- تصاویر مقیاس خاکستری^{۱۳}

یک تصویر مقیاس خاکستری (که تصویر سطح خاکستری^{۱۴} و یا تصاویر شدتی^{۱۵} نیز نامیده می‌شود) شامل یک ماتریس است که مقادیر آن نشان دهنده شدت رنگ در هر پیکسل می‌باشد. شدت رنگ در هر پیکسل بین صفر و یک متغیر است که عدد صفر متناظر با رنگ سیاه و عدد یک متناظر با رنگ سفید است (خودآموز پردازش تصویر در متلب، ۲۰۰۴). شکل ۲-۲ یک تصویر مقیاس خاکستری و مقادیر متناظر با پیکسل‌های آن را نشان می‌دهد که مقدار هر پیکسل عددی بین صفر و یک است.

^۹ Color Space

^{۱۰} Color System

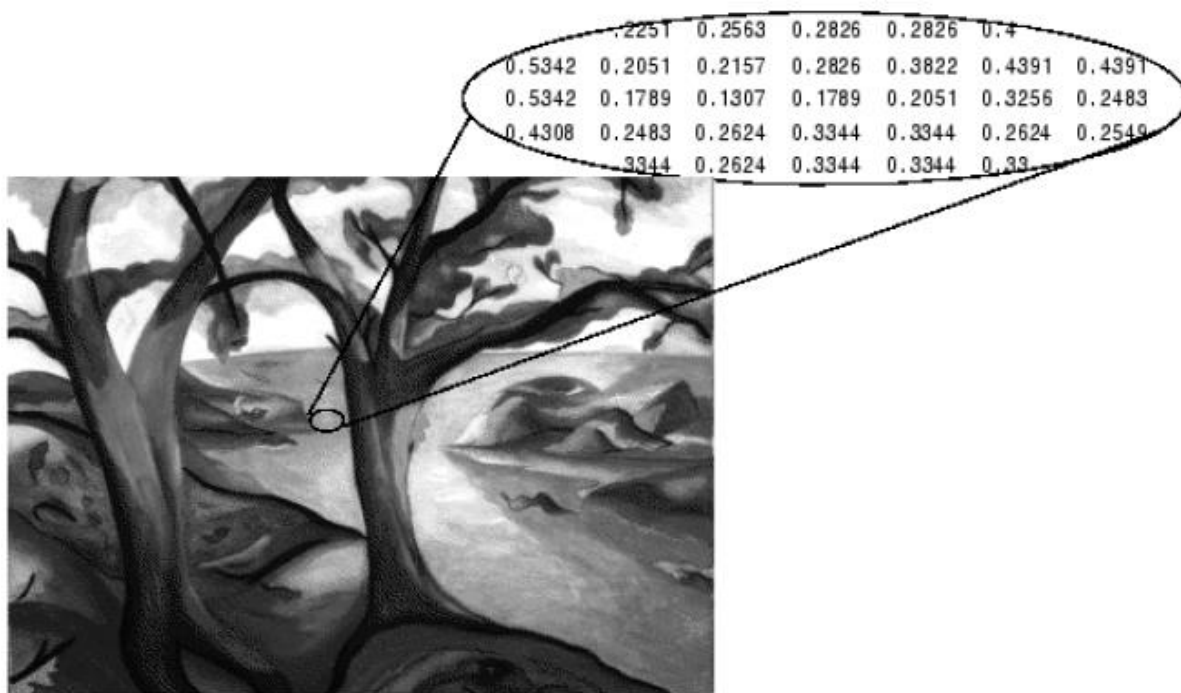
^{۱۱} Coordinate System

^{۱۲} Subspace

^{۱۳} Gray Scale

^{۱۴} gray level

^{۱۵} intensity images



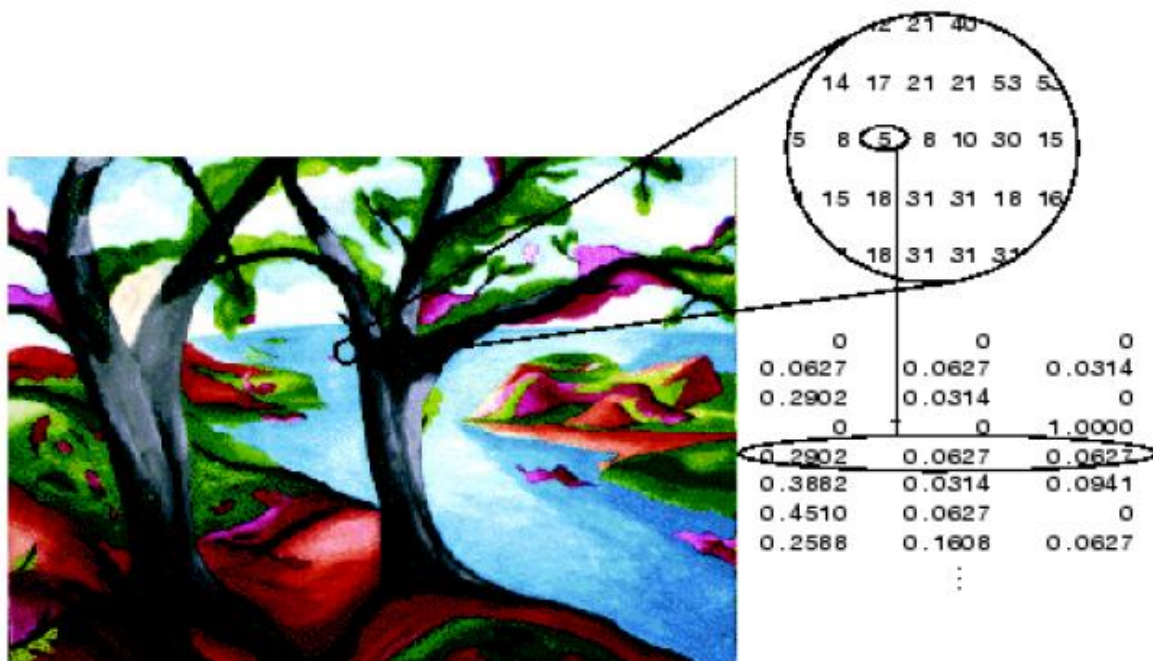
شکل ۲-۲: یک تصویر مقیاس خاکستری و مقادیر متناظر با پیکسل‌های آن (خودآموز پردازش تصویر در متلب، ۲۰۰۴).

۲-۴-۲- تصاویر شاخص‌دار^{۱۶}

هر تصویر شاخص‌دار شامل ماتریس داده‌های X و ماتریس نگاشت رنگ^{۱۷} است. ماتریس نگاشت رنگ یک آرایه $M \times 3$ حاوی مقادیر بین صفر و یک است. طول ماتریس نگاشت رنگ برابر تعداد رنگ‌هایی است که تولید می‌کند. و هر سطر این ماتریس شامل مولفه‌های قرمز، سبز و آبی یک رنگ است. در صورت برابر بودن این سه مقدار، نگاشت رنگی به نگاشت مقیاس خاکستری تبدیل می‌شود. مطابق شکل ۲-۳ رنگ هر پیکسل برابر با رنگ عدد متناظر با شدت آن پیکسل در ماتریس نگاشت رنگ است. بنابراین رنگ هر پیکسل با استفاده از مقدار متناظر ماتریس X بعنوان شاخص تعیین می‌شود و به همین علت آن را تصویر شاخص‌دار می‌گویند (خودآموز پردازش تصویر در متلب، ۲۰۰۴).

¹⁶ Indexed Images

¹⁷ Color Map



شکل ۲-۳: شکل شماتیک تصاویر شاخص‌دار. مقدار هر درایه در ماتریس داده‌ها متناظر با سطری به شماره همان درایه از ماتریس نگاشت رنگ است (خودآموز پردازش تصویر در متلب، ۲۰۰۴).

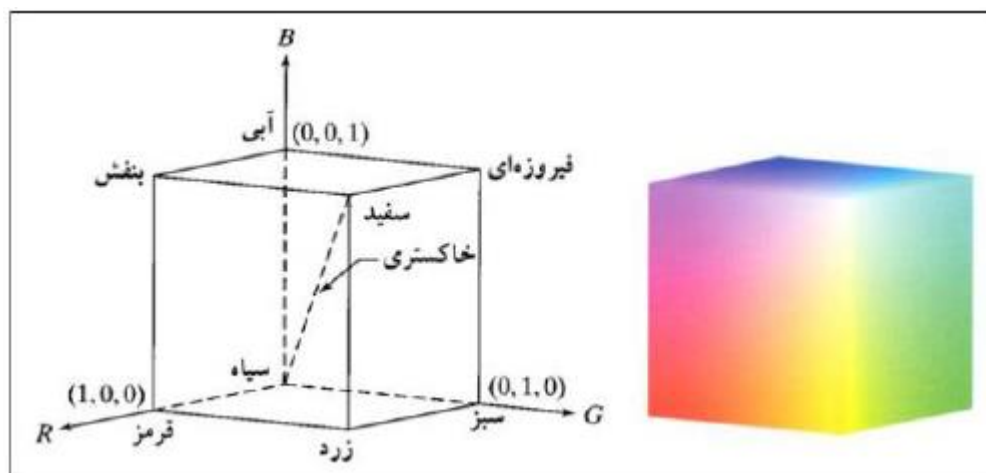
۲-۳-۴-۲- مدل رنگ RGB

تصاویر RGB که گاهی اوقات به عنوان تصاویر با رنگ حقیقی نیز شناخته می‌شوند به صورت یک آرایه $M \times N \times 3$ تعریف می‌شوند که R بیان‌کننده مولفه قرمز، G مولفه سبز و B مولفه آبی هر پیکسل می‌باشد (خودآموز پردازش تصویر در متلب، ۲۰۰۴).

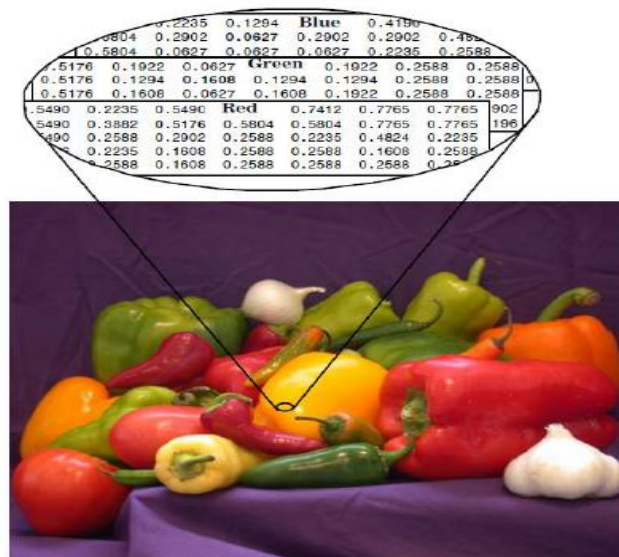
در مدل RGB، هر رنگ، در مولفه‌های طیفی اصلی سبز، قرمز و آبی ظاهر می‌شود. این مدل براساس دستگاه مختصات دکارتی است. زیرفضای رنگ موردنظر، مکعبی است که مقادیر اصلی در سه گوشه هستند و رنگ‌های ثانویه فیروزه‌ای، سرخابی و زرد در سه گوشه دیگر می‌باشند. رنگ سیاه در مبدا و سفید در گوشه‌ای که نسبت به مبدا دورترین فاصله را دارد، قرار گرفته است. در این مدل سطح خاکستری (نقاط دارای RGB یکسان) از سیاه تا سفید، در امتداد خطی که این دو نقطه را به هم متصل می‌نماید، گسترش یافته است. در این مدل، رنگ‌های مختلف در امتداد نقاطی هستند که در داخل یا روی مکعب واقع شده‌اند و توسط بردارهایی که از مبدا کشیده شده‌اند، مشخص می‌شوند. برای سادگی فرض می‌شود که تمام مقادیر رنگ طوری نرمال شده‌اند که مکعب مذکور با ابعاد واحد باشد. بعبارت دیگر مطابق شکل ۲-۴ تمامی مقادیر R، G و B بین صفر و یک می‌باشند. بنابراین $(0,0,0)$ بیانگر رنگ سیاه و $(1,1,1)$ بیانگر رنگ سفید برای یک پیکسل مشخص خواهد بود. تعداد بیت‌های مورد استفاده در نمایش هر پیکسل در فضای RGB، عمق پیکسل نامیده می‌شود. هر یک از مولفه‌های RGB، یک تصویر ۸ بیتی است، بنابراین می‌توان گفت که هر پیکسل یک تصویر RGB دارای عمق ۲۴ بیت خواهد بود. عبارت تمام رنگ نیز معمولاً در مورد تصاویر

RGB رنگی ۲۴ بیتی استفاده می‌شود. تعداد کل رنگ‌ها در یک تصویر RGB برابر $2^{24} = 16777216$ است. که این مقدار توان بالای تصاویر RGB در تولید رنگ‌های مختلف را نشان می‌دهد. در نهایت می‌توان گفت مدل رنگی RGB برای تولید تصویر رنگی (همانند تصویربرداری توسط دوربین رنگی و یا نمایش تصویر در صفحه نمایشگرها) بسیار ایده آل است (گونزالز و وودز، ۲۰۰۱).

شکل ۲-۴ مکعب RGB رنگ‌های اصلی و فرعی را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود رنگ‌های اصلی و فرعی به اضافه رنگ سیاه و سفید رئوس مکعب را تشکیل می‌دهند. شکل ۴۵ یک تصویر RGB و ماتریس مولفه‌های تشکیل دهنده آن را نشان می‌دهد. مطابق این شکل تمامی مولفه‌ها مقادیری بین صفر و یک دارند.

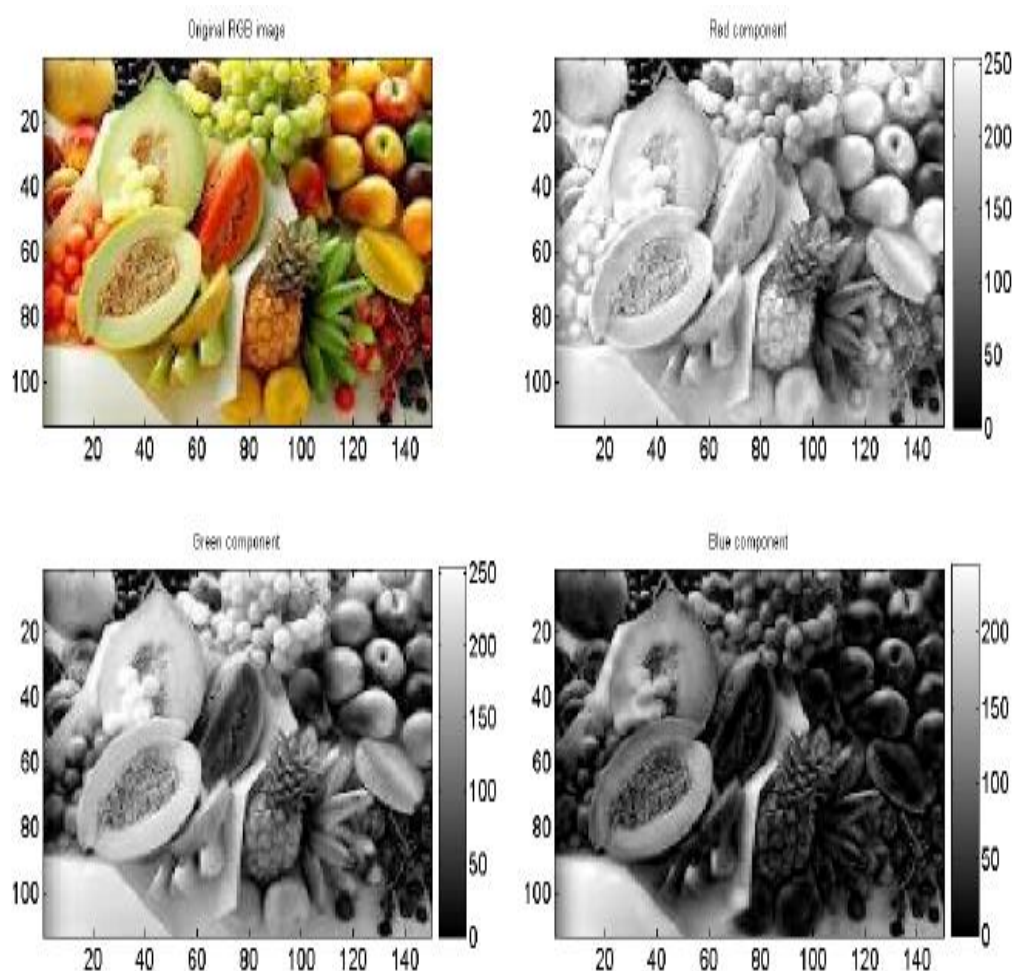


شکل ۲-۴: شکل شماتیک مکعب RGB رنگ‌های اصلی و فرعی به‌علاوه رنگ‌های سیاه و سفید، رئوس مکعب را تشکیل می‌دهد (لطفی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰).



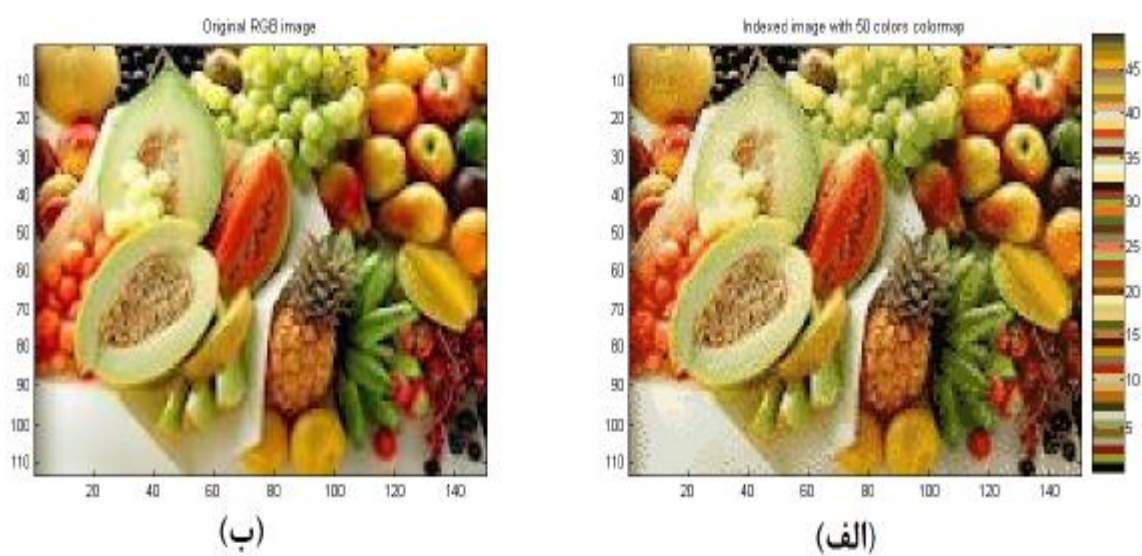
شکل ۲-۵: یک تصویر RGB به‌علاوه ماتریس مولفه‌های تشکیل دهنده آن (خودآموز پردازش تصویر در متلب، ۲۰۰۴).

شکل ۲-۶ یک تصویر RGB و تصویر مقیاس خاکستری مولفه‌های تشکیل دهنده آن را نشان می‌دهد. همان‌گونه که پیداست هر تصویر RGB از برانبارش رنگی سه مولفه قرمز، سبز و آبی با شدت‌های رنگ متفاوت ساخته شده است.



شکل ۲-۶: تصویر رنگی RGB و تصاویر مقیاس خاکستری مولفه‌های تشکیل دهنده آن. (صادقی، ۱۳۹۱)

شکل ۲-۷ یک تصویر RGB و تصویر شاخص‌دار با ماتریس نگاشت ۵۰ رنگی متناظر با آن را نشان می‌دهد. همان‌گونه که پیداست تصویر RGB توانایی بسیار بالاتری در تولید رنگ دارد. نکته قابل توجه که اگر طول ماتریس نگاشت رنگی ۶۵۳۶۵ در نظر گرفته شود، تصویر شاخص‌دار و RGB یکی خواهند بود (خودآموز پردازش تصویر در متلب، ۲۰۰۴). بنابراین می‌توان برای کاهش حجم تصویر RGB از تصویر شاخص با تعداد رنگ کمتری استفاده نمود.



شکل ۲-۷: (الف) تصویر شاخص‌دار با ماتریس نگاشت ۵۰ رنگی و (ب) تصویر RGB (صادقی، ۱۳۹۱)

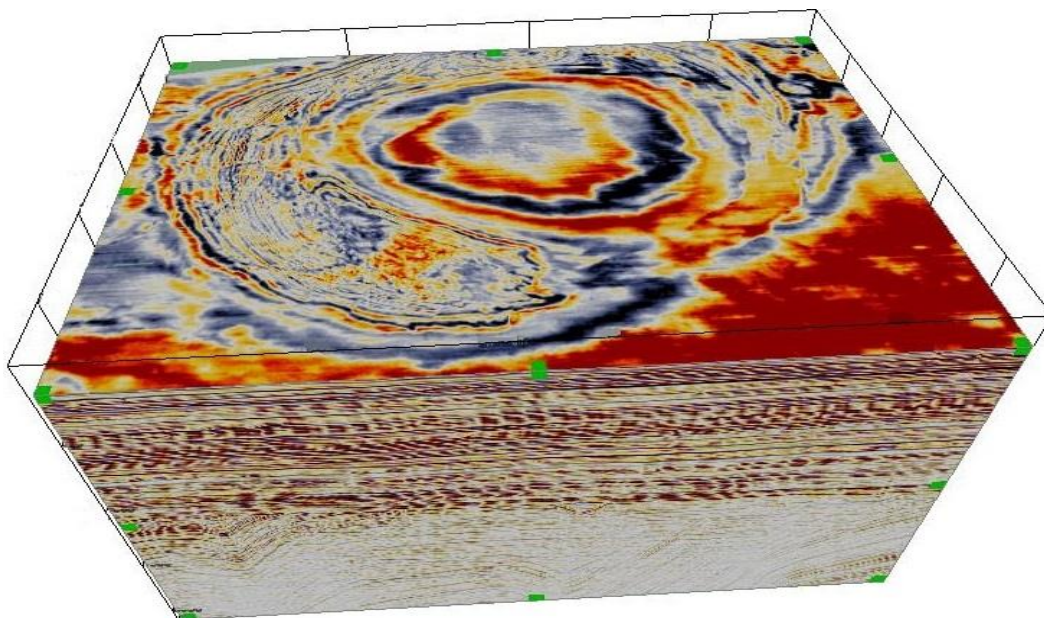
فصل سوم: نتایج نشانگرها

۳-۱- مقدمه

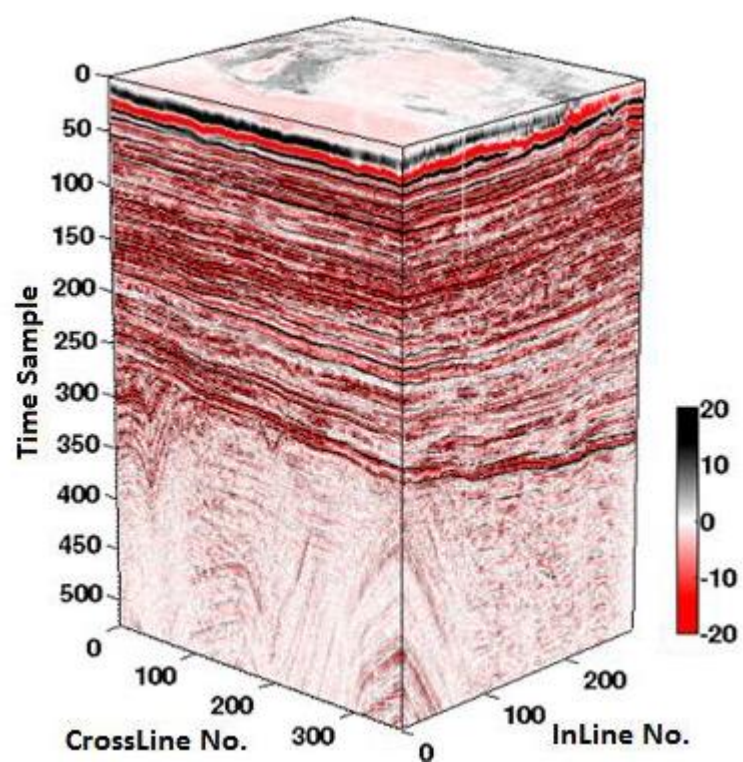
نشانگر لرزه ای به صورت ((کمیت های اندازه گیری شده یا محاسبه شده که از داده های لرزه ای به دست می آیند)) تعریف می گردد (تانر، ۲۰۰۱). نشانگر های لرزه ای از مهم ترین ابزار مورد استفاده در تفسیر داده های لرزه ای می باشند. نشانگرهای لرزه ای در واقع اطلاعاتی را به وسیله روابط ریاضی در حیطه زمان یا فرکانس از داده های لرزه ای استخراج می کنند که این اطلاعات می توانند مانند نشانگر فرکانس لحظه ای به صورت لحظه ای باشند و یا مانند نشانگر های تشابه به صورت پنجره ای محاسبه گردند (سوبرحمانیام، ۲۰۰۸). به طور کلی ما پنج نشانگر را روی کل داده (تنگه هرمز) به منظور بررسی توانایی شناسایی گنبد نمکی توسط نشانگر های ذیل آزمایش کردیم و نتایج آن ها در ادامه آمده است.

۳-۲- داده های لرزه ای مورد استفاده

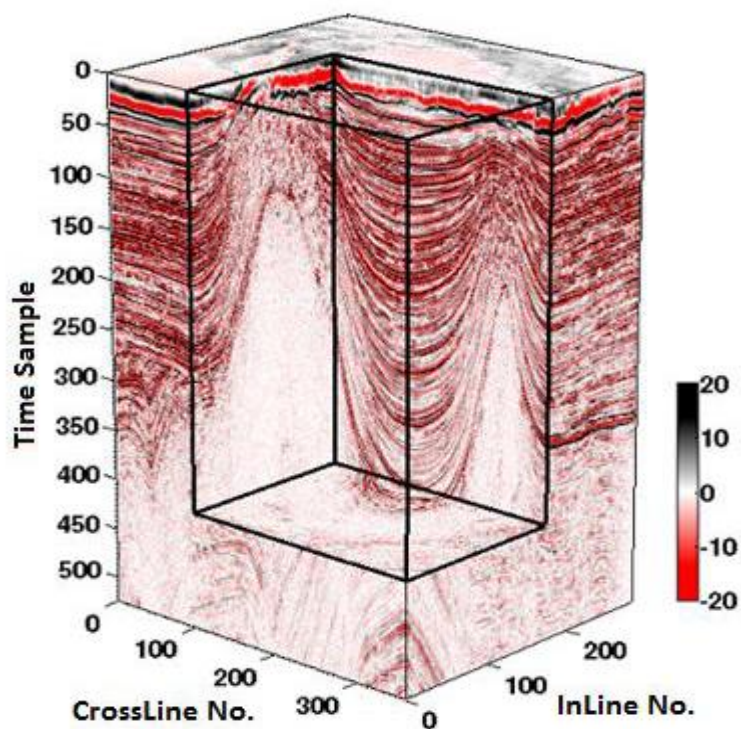
داده ی لرزه ای مورد استفاده مربوط به تنگه هرمز می باشد. که دامنه in-line آن بین ۲۶۰۰ تا ۳۷۴۰ و دامنه cross line آن بین ۱ تا ۳۵۷ و مقاطع زمانی بین ۰ تا ۲۱۰۰ میلی ثانیه و گام نمونه برداری آن ۴ میلی ثانیه می باشد. مکعب داده لرزه ای فوق به همراه نمای برش خورده آن در شکل زیر نمایش داده شده است.



شکل ۳-۱- داده استفاده شده



شکل ۲-۳ داده لرزه ای سه بعدی (اعظم پور، ۱۳۹۳)



شکل ۳-۳ نمای برش خورده ای از داده لرزه ای سه بعدی (اعظم پور، ۱۳۹۳)

۳-۲-۱- تشابه^{۱۸}

تشابه نوع خاصی از نشانگر پیوستگی است که مشخص می کند چه مقدار دو رد لرزه به هم شبیه اند. این نشانگر مقادیری بین صفر و یک را در برگرفته و در صورتی که مقدار عددی این نشانگر برابر یک باشد بدین معنی است که دو رد لرزه به طور کامل از نظر شکل و دامنه با هم برابرند و مقدار صفر نشان دهنده ی عدم وجود هیچ گونه تشابه ای بین دو رد لرزه می باشد. به عبارت دیگر مقدار صفر برای نشانگر تشابه زمانی حاصل می شود که یک رد لرزه نسبت به خودش به اندازه ۱۸۰ درجه تغییر فاز داشته باشد.

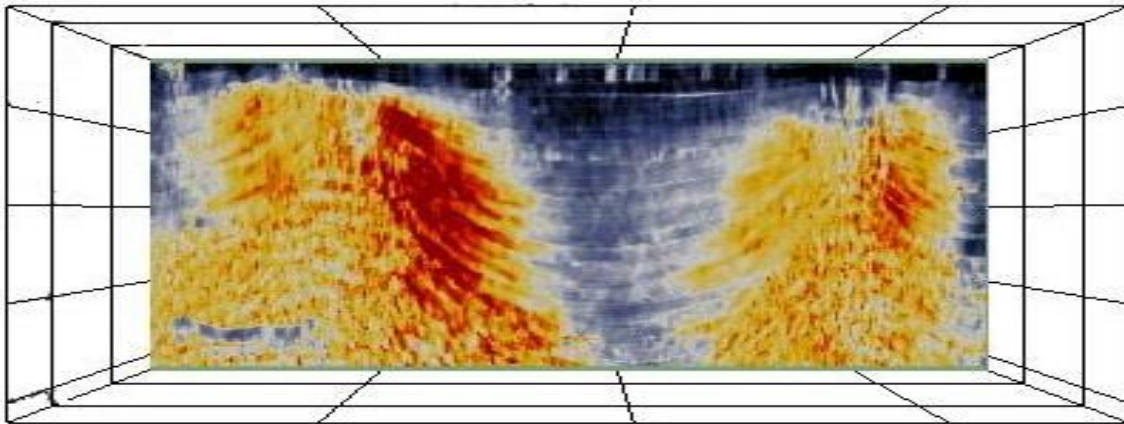
امروزه از این نشانگر به صورت برجسته برای شناسایی دیاپیرهای نمکی، گسل ها و شکستگی ها استفاده می شود. این نشانگر شباهت بین رد لرزه ها و محدوده لایه بندی را نشان می دهد در تصویر می بینیم گنبد نمکی را به خوبی نشان داده است. نشانگر تشابه از رابطه ذیل بدست می آید.

$$sim = 1 - \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2} + \sqrt{\sum_{i=1}^n y_i^2}}$$

رابطه (۳-۱)

¹⁸ Similarity

که X و Y دو رد لرزه هستند که در صورت کسر میزان فاصله اقلیدسی این دو برابر محاسبه شده و به مجموع طول بردار ها تقسیم میشود.



شکل ۳-۴ تصویر حاصل از نشانگر تشابه

۳-۲-۲- شباهت^{۱۹}

این نشانگر نشانه ای که یک مقدار (ضریب تشابه) که مقیاسی از انسجام (به هم پیوستگی) است را بازتاب می دهد.

این نشانگر ضریب تشابه را محاسبه خواهد کرد و مقداری بین صفر (کاملاً متضاد) و یک (کاملاً متشابه) را بازتاب می دهد. این عملیات با محاسبه مجموع مربع های انرژی های میان انبار و تقسیم شدن بر مجموع آن انرژی ها انجام می شود.

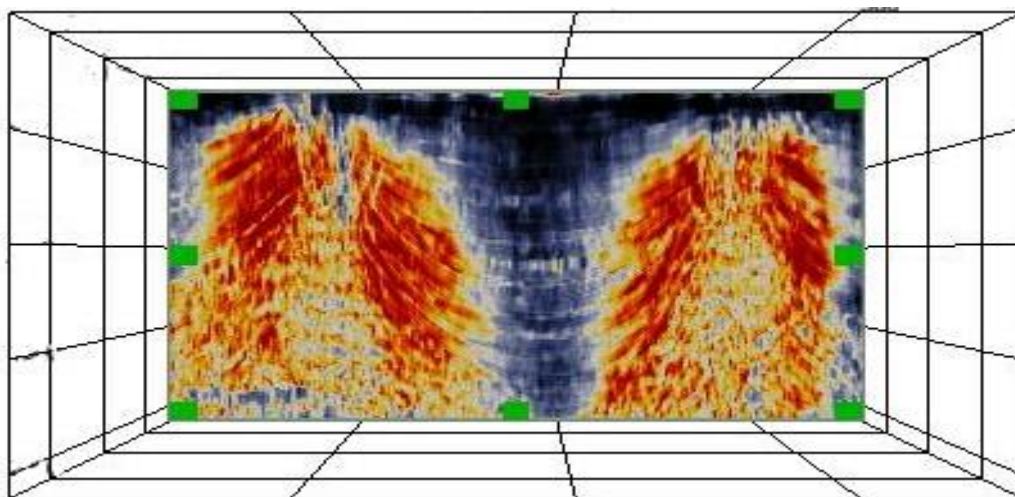
از آنجایی که مشابه بودن نشانه ها با مقایسه جفت (دوتایی) در موقعیت های داده شده انجام می شود، تشابه در همه ی نقاط میان پنجره ها (لایه ها) برای علامت گذاری استفاده می شود به بیان ساده تر این نشانگر در تطابق و مقایسه ی جفت نشان ها عملکرد مناسب و قابل قبولی دارد. این نشانگر بی نظمی ناشی از گنبد نمکی را به خوبی نشان می دهد. شکل ۳-۶ تصویر حاصل از نشانگر شباهت در نرم افزار را نشان می دهد. نشانگر شباهت از رابطه ذیل محاسبه می شود.

$$\sigma = (t, p, q) = \frac{[\sum_{j+1}^J u(t + px_j + qy_j \cdot x_j \cdot y_j)]^2 + [\sum_{j+1}^J u^H(t + px_j + qy_j \cdot x_j \cdot y_j)]^2}{j \sum_{j+1}^J \{[u(t - px_j - qy_j, x_j, y_j)]^2 + [u^H(t - px_j - qy_j, x_j, y_j)]^2\}}$$

¹⁹ Semblance

رابطه (۲-۳)

که t یک رخداد صفحه ای محلی در زمان T بر حسب ثانیه، p و q شیب های ظاهری در راستاهای x و y بر حسب میلی ثانیه بر متر و u^H تبدیل هیلبرت رد لرزه واقعی u هستند .



شکل ۳-۵ تصویر حاصل از نشانگر شباهت

۳-۲-۳- نشانگرهای دامنه لحظه ای

نشانگرهای دامنه لحظه ای بصورت نمونه به نمونه محاسبه شده و نشان دهنده ی تغییرات لحظه ای پارامترهای مختلف است. مقادیر دامنه لحظه ای نشانگرها نظیر پوش ردلرزه، مشتقات آن، فرکانس و فاز ممکن است با رد لرزه های پیچیده تخمین زده شده باشند. این نشانگر می تواند نشان دهنده ی اختلاف امیدانس صوتی و در نتیجه میزان بازتاب شود. همچنین می توان از آن ها برای تعیین نقاط روشن و به تبع آن تشخیص تجمعات احتمالی گازی استفاده نمود. ضمناً می تواند به عنوان یک تشخیص دهنده ی موثر فصل مشترک توالی های زمین شناسی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین این نشانگر بر روی پیوستگی یا عدم پیوستگی فضایی بازتاب ها تمرکز دارد. از آنجایی که این نشانگر توصیف کننده ی موقعیت حوادث بر روی اثر لرزه ای بوده و منجر به محاسبه ی مقادیر نشانگرهای دامنه لحظه ای دیگر می شود، لذا دارای اهمیت ویژه ای می باشد. نشانگر دامنه لحظه ای، باعث تقویت و مشخص تر شدن حوادث قویتر شده و در نشان دادن ناپیوستگی بازتاب کننده ها بسیار کار آمد هستند.

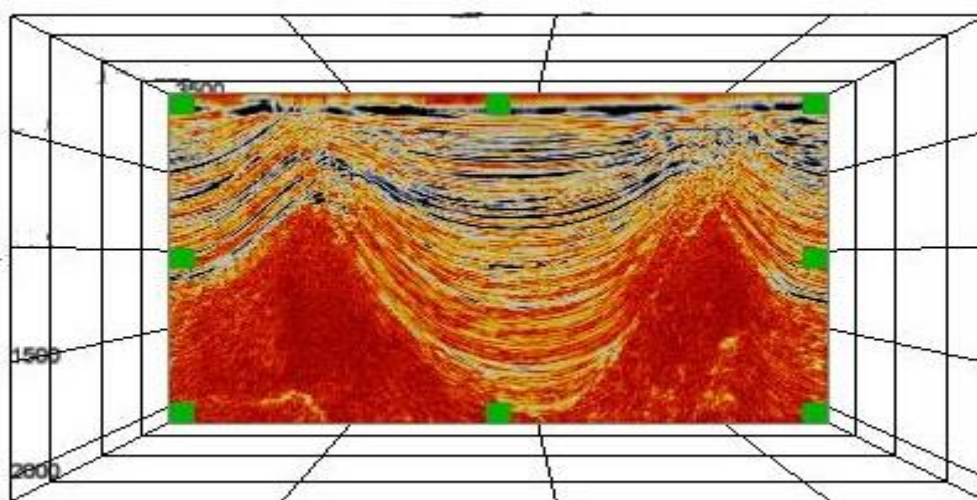
فصل مشترک توالی های لرزه ای و الگو های لایه بندی رسوبی نیز معمولاً با کمک این نشانگر وضوح بیشتری پیدا می کند. نشانگر دامنه لحظه ای از رابطه ذیل محاسبه می شود .

$$a(t) = \sqrt{x(t)^2 + y(t)^2}$$

رابطه (۳-۳)

همانطور که در شکل ۷-۳ هم مشاهده میشود. $X(t)$ نشان دهنده ی تغییرات دامنه ی رد لرزه در راستای محور X و $Y(t)$ نشان دهنده ی تغییرات دامنه رد لرزه در راستای محور Y تعریف می شود.

این نشانگر نسبت به سایر نشانگرهای دیگر گنبد نمکی، مرزهای گنبد نمکی و لایه بندی اطراف گنبد نمکی را با وضوح بیشتری نشان داده است.



شکل ۳-۶ تصویر حاصله از نشانگردامنه لحظه ای

۳-۲-۴- نشانگر تک فرکانس (10Hz-50Hz) با استفاده از تبدیل FFT

این نشانگر، سیگنال های لرزه ای را به فرکانس های تشکیل دهنده اش تفکیک می کند و از آن برای تفسیر داده های لرزه ای مربوط به برداشت هایی با قابلیت تفکیک پایین، تخمین ضخامت ماسه ها و تشخیص ساختار گنبد ها استفاده می شود.

تجزیه طیفی داده های لرزه ای، حجم زیادی از داده در فرکانس های مختلف تولید می نماید که می توان آن ها را به صورت مکعب های تک فرکانس تجزیه نمود. بنابراین، به ازای هر فرکانس می توان مکعبی سه بعدی ایجاد نمود که حاوی اطلاعات سودمندی از روندهای زمین شناسی و نهشته های رسوبی می باشد. هر داده لرزه ای بین ۱۰ تا ۱۰۰ مکعب تک فرکانس تولید می نماید (گوآ و همکاران، ۲۰۰۹)، بنابراین بررسی همزمان این حجم زیاد داده، هم از نظر محاسباتی و هم از نظر تفسیری بسیار مشکل می باشد. به منظور حل این مشکل می توان مقاطع تک فرکانس را با ایجاد برش های زمانی در افق زمانی هدف، ایجاد نموده و

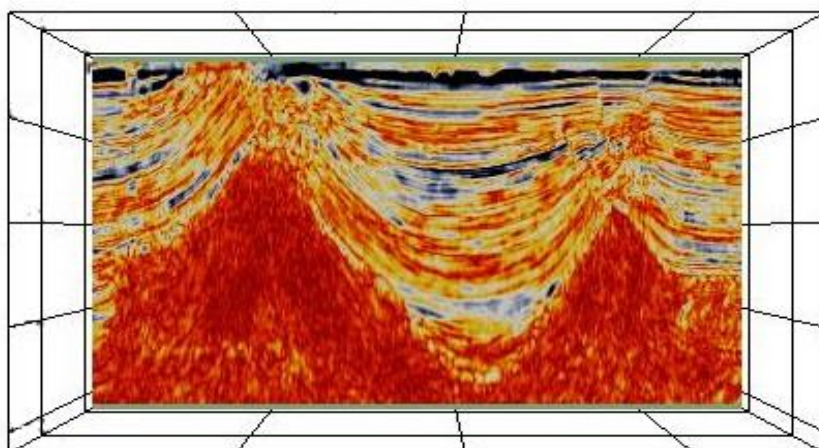
بررسی نمود. روش بررسی مقاطع تک فرکانس حجم بسیار کمتری نسبت به روش مکعب های تک فرکانس اشغال می کند و سریع تر است (فهمی و همکاران، ۲۰۰۵).

- تبدیل فوریه سریع^{۲۰}: این تبدیل به یک پنجره کوتاه و یک طول گام بین فرکانس های تحلیل شده نیاز دارد. این طول گام می تواند به عنوان دقت فرکانس تعبیر شود.

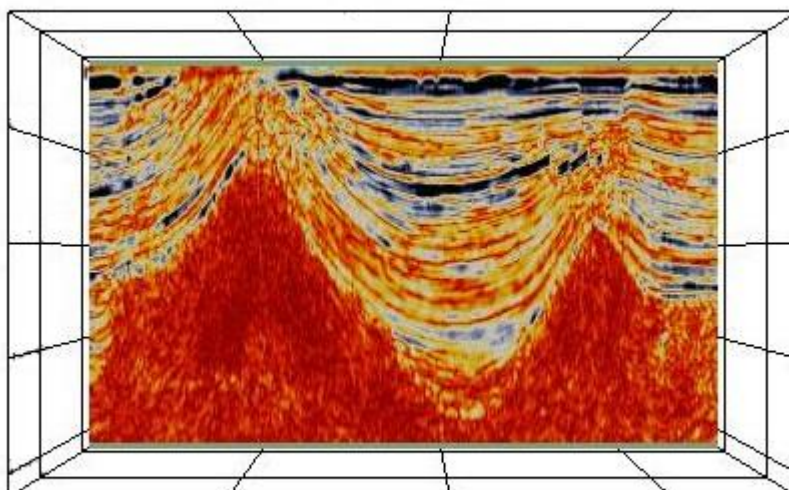
در تبدیل FFT فقط سیگنال درون پنجره یا درپچه زمانی به دامنه فرکانس انتقال پیدا می کند و طول گام داده شده دقت خروجی را مشخص می کند و در صورت لزوم برای به دست آوردن دقت لازم صفرهایی به آن اضافه می شود. طیف دامنه لرزه برای فرکانس خواسته شده محاسبه می شود. درپچه زمانی به منظور پوشاندن سیگنال کامل از بالا به پایین می لغزد. که در یک موقعیت ایده آل درپچه زمانی یک رخداد لرزه ای را احاطه می کند که ممکن است یک برهم نهش از رخدادهای زمین شناسی چندگانه باشد که در نشانه لرزه ای مداخله کرده است.

نشانه های تک فرکانس حجم زیادی از حافظه رایانه را اشغال می کنند و بررسی تک تک آن ها کار بسیار دشواری است. از این رو تصاویر تک فرکانس را به صورت مجزا استخراج می نماییم. شکل ۳-۸، شکل ۳-۹ و شکل ۳-۱۰ تبدیل فوریه سریع از مکعب های تک فرکانس ۲۰، ۳۰، ۲۵ هرتز را نشان می دهد. همان طور که می بینید دامنه فرکانسی رویدادهای موجود به ازای فرکانس های مختلف، متفاوت است، به گونه ای که در تصاویر با فرکانس پایین، محتوای گنبد نمکی با دامنه بالایی قابل مشاهده هستند. بیشترین دامنه محتوای گنبد نمکی در فرکانس ۲۰ هرتز مشاهده می شود، این نکته به این معنی است که محتوای گنبد نمکی فرکانس های بالاتر را جذب کرده اند، که به دلیل تداخل بالاتر و فشردگی پایین تر محتوای گنبد نمکی نسبت به اطراف است. تصاویر با فرکانس بالاتر نسبت به تغییرات ناگهانی محیط به خصوص مرزهای گنبد نمکی حساس می باشند. که این امر به وضوح در مقطع تک فرکانس ۳۰ هرتز به علت جذب فرکانس های بالا که توسط پایین بودن مقدار دامنه تک فرکانس نشان داده می شود، مشاهده می شود. همان طور که می بینید، در این تصویر مرزهای گنبد نمکی به راحتی قابل تشخیص هستند. نکته قابل توجه آن است که تصاویر تک فرکانس حاصل با استفاده از تبدیل فوریه سریع به علت تمرکز فرکانسی بهتر، کیفیت بهتری دارند.

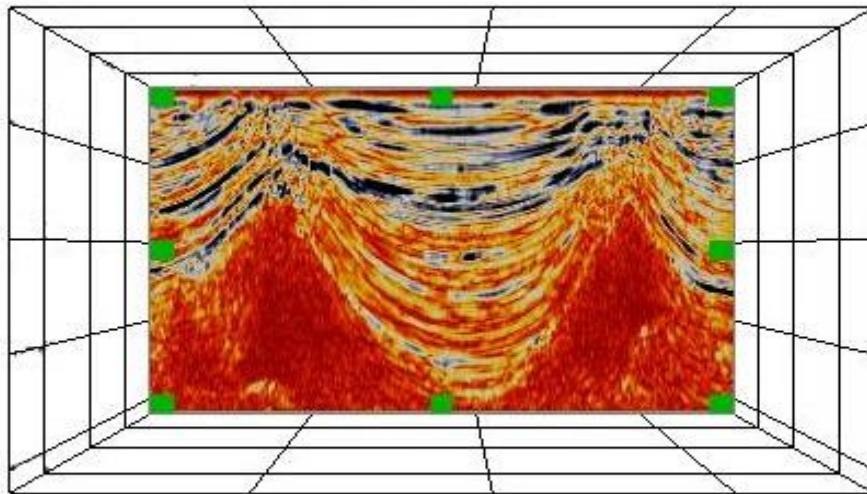
²⁰ Fast Fourier Transform (FFT)



شکل ۳-۷ تصویر حاصل برای نشانگر تک فرکانس 20Hz با استفاده از تبدیل FFT



شکل ۳-۸ تصویر حاصل برای نشانگر تک فرکانس 25Hz با استفاده از تبدیل FFT



شکل ۳-۹ تصویر حاصل برای نشانگر تک فرکانس 30Hz با استفاده از تبدیل FFT

به علت تعدد اشکال مربوط به این نشانگر، از آوردن تمامی آن ها در اینجا خودداری شده است و مابقی به صورت کامل در پیوست آورده خواهند شد.

۳-۲-۵- انرژی

مجموع مربعات میزان بازتاب نمونه های موجود در یک بازه ی زمانی مشخص را محاسبه کرده و بر تعداد نمونه ها در آن بازه تقسیم می کند. هر چه انرژی بیشتر باشد، دامنه نیز بیشتر است. به بیان ساده تر در انرژی مقیاسی از انعکاس و بازتاب نشان ها در یک بازه ی زمانی خاص می باشد که چنانچه این انعکاس و بازتاب در بازه ی زمانی مورد نظر بیشتر باشد (یعنی چنانچه انرژی در بازه ی زمانی مورد نظر بیشتر باشد)، دامنه ی لرزه ای بیشتر خواهد بود و همین امر موجب تمایز نشانگر انرژی با دیگر نشانگرها که کیفیت و وضوح کمتری دارند می باشد. این تشدید خاصیت (افزایش خاصیت) در بین سایرین، تغییر جانبی (افقی) در بین رخدادهای لرزه ای محسوب می شود در نتیجه برای شناسایی شیء لرزه ای مفید است (شناسایی دودکش) این واکنش انرژی همچنین ویژگی های سنگ های صوتی و ضخامت بستر آن ها را مشخص می کند. نشانگر انرژی از رابطه ذیل محاسبه می شود.

$$E(t, x, y, t_1, t_2) = \sum_{T=t_1}^{t_2} u(t + T, x, y)^2$$

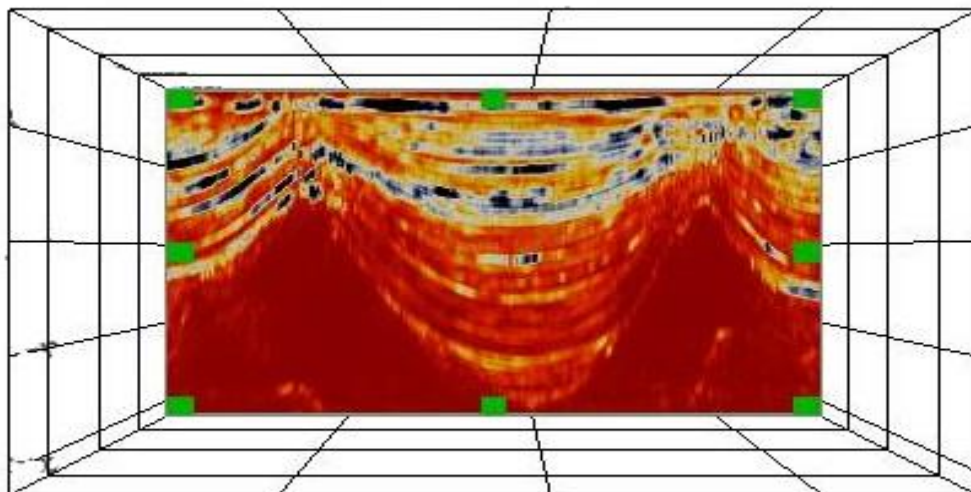
رابطه (۳-۴)

همانطور که در رابطه ی (۳-۱۰) دیده می شود مقدار انرژی از مجموع مربعات دامنه ها در محدوده پنجره زمانی t_1 و t_2 به دست می آید و T برابر با همگام های درون پنجره زمانی است . نکته ای که از آن در تعیین دود کش های گازی استفاده می شود این است که مقدار انرژی در درون دودکش نسبت به محیط های پیرامون شدیداً کاهش می یابد. هم چنین اگر گاز از طریق گنبد نمکی مهاجرت نماید، قسمتی از آن ممکن است شکاف های موجود در طول گنبد نمکی را اشغال نماید و مجدداً دودکش گازی را به وجود آورد. دودکش های گازی در داده های لرزه ای به صورت آشفتگی های ستونی، که در آن ها بازتابنده ها کم و دامنه بازتاب ضعیف تر از نواحی مجاور است دیده می شود. نشانگر انرژی همگنی یک تصویر را اندازه می گیرد، این نشانگر با اندازه دامنه بازتاب ها سروکار ندارند، بنابراین نباید با آن انرژی که ژئوفیزیکدانان در ذهن دارند اشتباه گرفته شود.

نشانگرهای انرژی قادر به نشان دادن تغییرات جانبی در مقطع لرزه ای می باشد، بنابراین از آنها می توان در تشخیص عوارض لرزه ای همانند دودکش گازی استفاده نمود، این نشانگرها هم چنین می توانند نشان دهنده ی خصوصیات سنگ ها و ضخامت لایه ها باشند.

با گرفتن جزر و لگاریتم از مقادیر انرژی، دو نشانگر این خانواده به دست می آیند. از آنجایی که این نشانگرها می توانند خصوصیات سنگ ها را نیز نشان دهند، لذا احتمالاً بتوانند ارتباطی با تخلخل و ابعاد حفرات داشته باشند.

شکل ۳-۱۰ تصویر حاصله از نشانگر انرژی را در نرم افزار نشان می‌دهد. این نشانگر گنبد نمکی، مرزهای گنبد نمکی و لایه بندی اطراف گنبد نمکی را به خوبی نشان داده است.



شکل ۳-۱۰ تصویر بدست آمده از نشانگر انرژی

فصل چهارم: نتایج بر انبارش رنگی

نمایش مخلوطی از رنگ ها:

blending attribute display یا RGB(A)

از این ویژگی برای برای پدید آوردن یک نمایش مختلط رنگ ها که نرمال هم شده است استفاده می شود که اغلب ویژگی ها را با وضوح خیلی بیشتر نمایش داده و جزئیات نقشه را بهتر نشان می دهد. در این ویژگی معمولاً فرکانس ها با پاسخ های (واکنش های) یکسان باهم ترکیب شوند (یعنی تجزیه طیفی صورت گیرد) اما یک کاربر می تواند ۲ یا ۴ ویژگی (نشان) مختلف را با هم ترکیب کرده و در نتیجه یک طیف قابل مقایسه تعریف کند به بیان ساده تر معمولاً اصل بر این است که کاربر نشان هایی که دارای طیف فرکانسی یکسانی هستند را با هم ترکیب کند اما چنانچه دو با بیشتر از دو نشان با طیف فرکانسی مختلف، با یکدیگر ترکیب گردند نیز کار اشتباهی نبوده و یک طیف فرکانسی که قابلیت مقایسه ای دارد تعریف می شود. به عنوان مثال خروجی تجزیه طیفی، دامنه لرزه ای در فرکانس های جداگانه است، بنابراین خروجی یکسان ارائه خواهد داد. (واحد= دامنه لرزه)

بر اساس یک شرط (اصل) زمین شناسی و یا هدف مورد نظر یکی از تبدیل های FFT یا CWT می تواند انتخاب شوند. نتایج طبق برش های زمان/خطا افق به بهترین شکل قابل نمایش هستند.

در این قسمت ۳ نشانگر که نسبت به سایر نشانگرها به طور دقیق تری گنبد نمکی را نشان می دادند برای برآیند رنگی بر روی ۳ مقطع انتخاب شده اند که عبارتند از:



دامنه لحظه ای

از آنجایی که جبهه موج به عنوان خطوط با فاز ثابت تعریف می شود، نشانگر فاز یک نشانگر فیزیکی است و می تواند به طور مثال به عنوان یک تفکیک کننده برای طبقه بندی اشکال هندسی استفاده شود. خصوصیات نشانگر فاز لحظه ای که باعث می شوند انتخاب خوبی برای شناسایی گنبد نمکی باشند عبارتند از: ۱- شاخص خوبی از تداوم جانبی است. ۲- در ارتباط با مولفه های فاز انتشار موج است. ۳- برای محاسبه سرعت فاز به کار می روند. ۴- فاقد اطلاعات دامنه اند. ۵- تجسم دقیقی از عناصر چینه شناسی می باشند.



انرژی

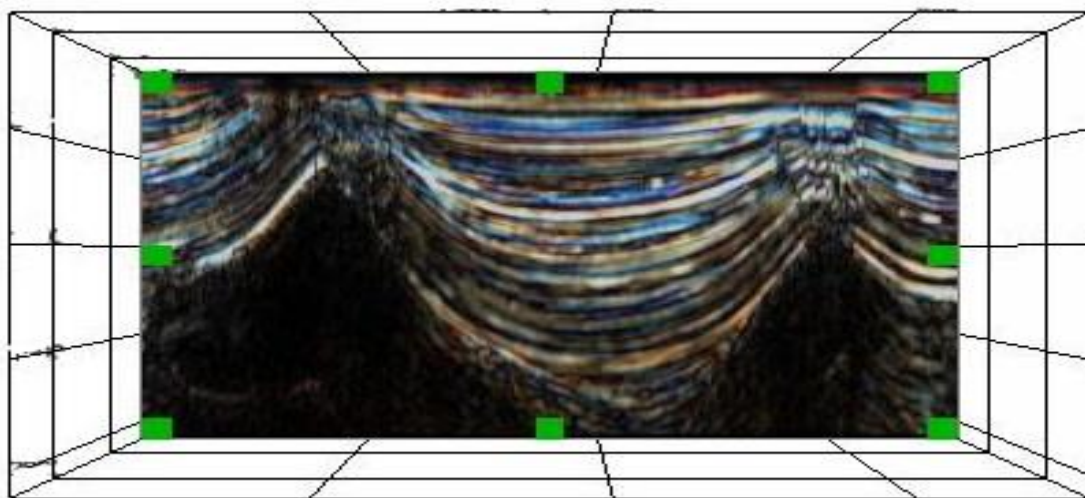
نشانگر انرژی بیانگر میزان یکنواختی بافت در یک بازتاب لرزه ای می باشد و در تعیین انومالی های دامنه، قدرت بازتاب، تشخیص پیوستگی و هندسه بازتابنده ها سودمند است. چون گنبدهای نمکی همگنی بیشتری نسبت به رسوبات اطرافش دارد، لذا این نشانگر محدوده گنبد نمکی را با مقادیر بالا نشان می دهد.



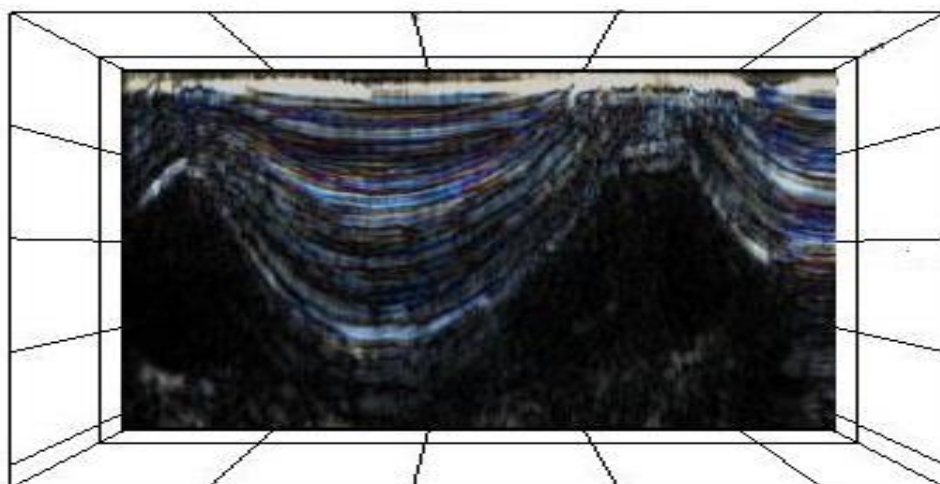
تشابه نوع خاصی از نشانگر پیوستگی است که مشخص می کند چه مقدار دو رد لرزه به هم شبیه اند. این نشانگر مقادیری بین صفر و یک را در بر گرفته و در صورتی که مقدار عددی این نشانگر برابر یک باشد بدین معنی است که دو رد لرزه به طور کامل از نظر شکل و دامنه با هم برابرند و مقدار صفر نشان دهنده ی عدم وجود هیچ گونه تشابه ای بین دو رد لرزه می باشد.

۴-۲- آزمایش کردن نشانگر های مختلف روی داده:

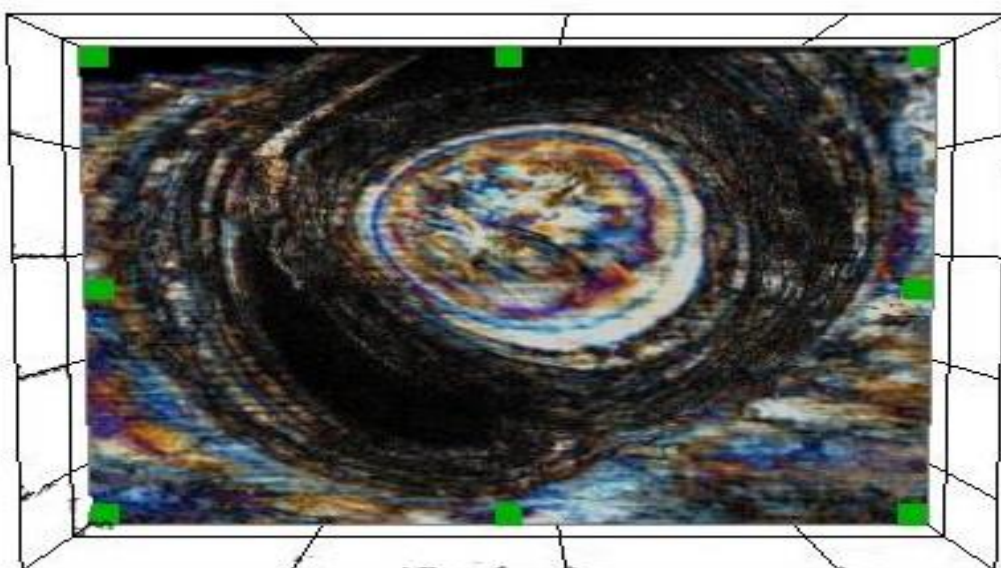
تصاویری از مقاطع لرزه ای که ساختار نمکی در آن مشخص شده است. این ساختار نمکی باعث ایجاد گنبد های نمکی و شکستگی ها بر روی واحد های زمین شناسی شده است. با استفاده از نرم افزار OpendText نشانگرهای مورد اشاره (تشابه، دامنه لحظه ای، انرژی) از روی داده های لرزه ای استخراج و به صورت یک فایل اولیه تهیه می شود. سه متغیر ورودی شامل نشانگرهای تشابه، دامنه لحظه ای، انرژی می باشند. ابتدا این سه نشانگر در یک محیط رنگی سه گانه قرمز، سبز و آبی (RGB) تصویر رنگی برای شناسایی گنبد های نمکی ساخته شده است. بنابراین می توان با ترکیب رنگی سه مولفه اصلی در سیستم RGB، قسمت اعظمی از اطلاعات موجود در داده های لرزه ای را تنها با استفاده از یک تصویر استخراج کرد. ترکیب سه نشانگری را که بالاترین شاخص بهینه را داشته باشد می توان برای ایجاد بهترین ترکیب تصویری انتخاب کرد زیرا بیشترین اطلاعات را در خود جای داده است. شکل ۴-۱ نمونه ای از ترکیب رنگی در سه نشانگر لرزه ای تشابه، دامنه لحظه ای، انرژی در محیط RGB است. که سبب بهبود در تفسیر داده های لرزه ای شده است. مقطع شکل ۴-۱ دید بسیار خوب و نسبتاً کاملی از مدل گنبد های نمکی منطقه را نشان می دهد. شکل مورد نظر لایه بندی اطراف گنبد نمکی را به خوبی نشان می دهد. شکل ۴-۲ این ترکیب رنگی گنبد نمکی و مرز های آن را بطور ضعیفی نشان داده است، اما لایه بندی درون و اطراف گنبد نمکی را به خوبی نشان داده است. شکل ۴-۳ این نشانگر نسبت به سایر نشانگرهای دیگر گنبد نمکی، مرزهای گنبد نمکی و لایه بندی اطراف گنبد نمکی را با وضوح بیشتری نشان داده است.



شکل ۴-۱ تصویر حاصل از RGB (In-line)



شکل ۴-۲ تصویر حاصل از RGB (Cross-line)



شکل ۳-۴ تصویر حاصل از RGB (Z-Slice)

گنبد نمکی در ۳ مقطع به خوبی دیده شد. در این قسمت سه حالت برای رنگ های برانبارش رنگی به منظور بررسی وضوح بهتر گنبد نمکی روی مقطع volume در نظر گرفته شد. که این سه حالت شامل جابه جایی نشانگرها در هر سه رنگ (قرمز، سبز، آبی) می باشد.

حالت اول:

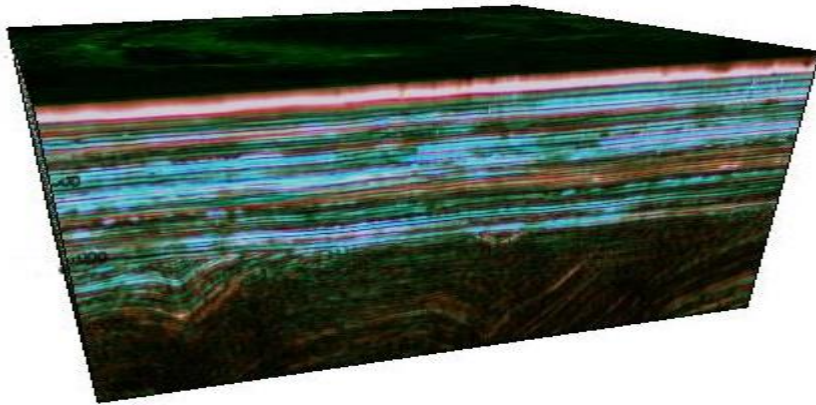
در این حالت نشانگر تشابه را با رنگ قرمز نشانگر دامنه لحظه ای را با رنگ سبز و نشانگر انرژی را با رنگ آبی در نظر گرفته ایم. سپس ترکیب رنگی (RGB) در حالت volume را روی سه نشانگر مورد نظر اعمال می کنیم. در شکل ۴-۴ لایه بندی و رمز نمونه ها به خوبی نشان داده شده است. در شکل ۵-۴ گنبد نمکی و مرزهای گنبد نمکی را به خوبی نشان می دهد. شکل ۶-۴ بی نظمی ناشی از گنبد های نمکی را تا حدودی نشان می دهد. شکل ۷-۴ کف گنبد نمکی را به خوبی نشان می دهد.

تشابه

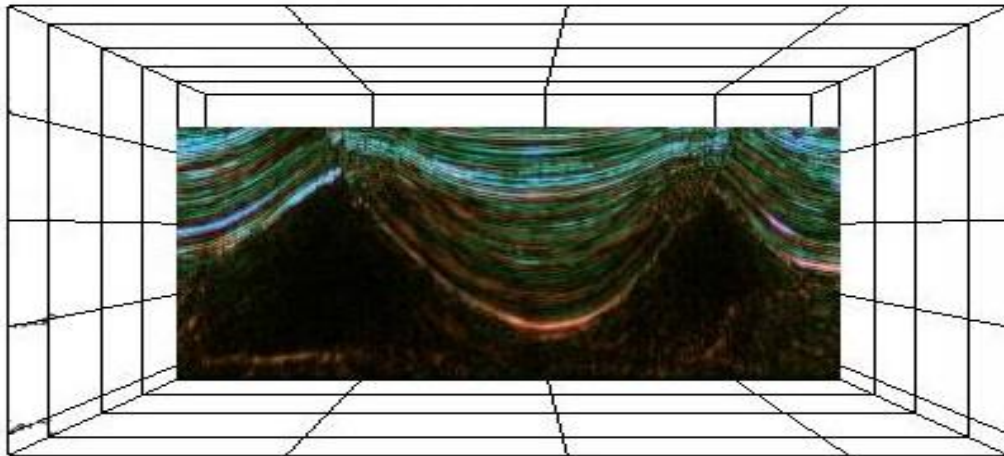
دامنه لحظه ای

انرژی

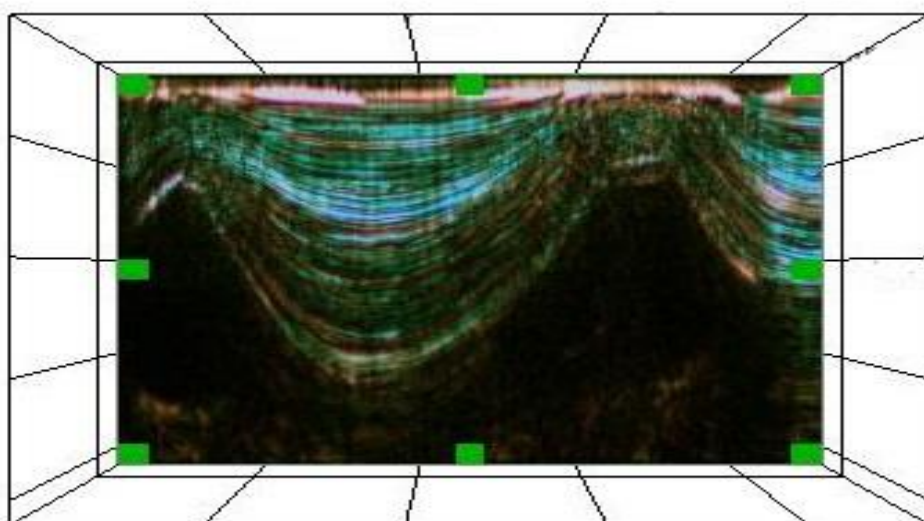




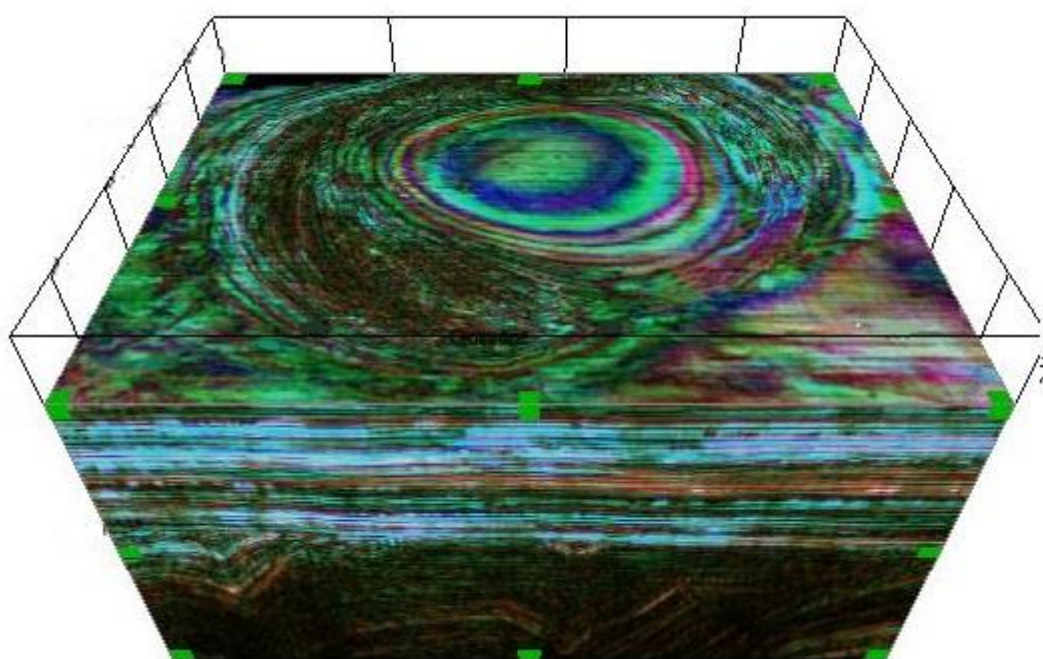
شکل ۴-۴ تصویر حاصل از RGB(volume) در volume



شکل ۴-۵ تصویر حاصل از RGB(in-line) در volume



شکل ۴-۶ تصویر حاصل از RGB (Cross-line) در volume



شکل ۴-۷ تصویر حاصل از RGB (Z-Slice) در volume

حالت دوم:

در این حالت نشانگر انرژی را با رنگ قرمز نشانگر دامنه لحظه ای با رنگ سبز و نشانگر تشابه را با رنگ آبی نشان می دهیم. سپس ترکیب رنگی (RGB) در حالت volume را روی سه نشانگر مورد نظر اعمال می کنیم. شکل ۴-۸ لایه بندی مرز و گنبد نمکی را به خوبی نشان می دهد. شکل ۴-۹ گنبد نمکی و مرز های آن را بطور ضعیفی نشان داده است، اما لایه بندی درون و اطراف گنبد نمکی را به خوبی نشان داده است. شکل ۴-۱۰ مرزهای گنبد نمکی و گنبد نمکی را به خوبی نشان می دهد. شکل ۴-۱۱ ترکیب بندی رنگی را به خوبی نشان داده است و کف گنبد نمکی را به خوبی نشان می دهد.

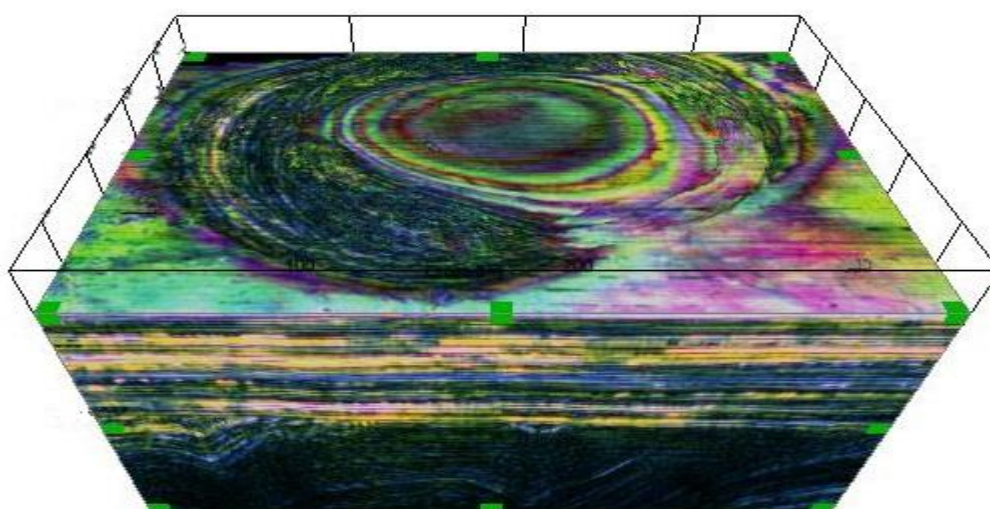
انرژی



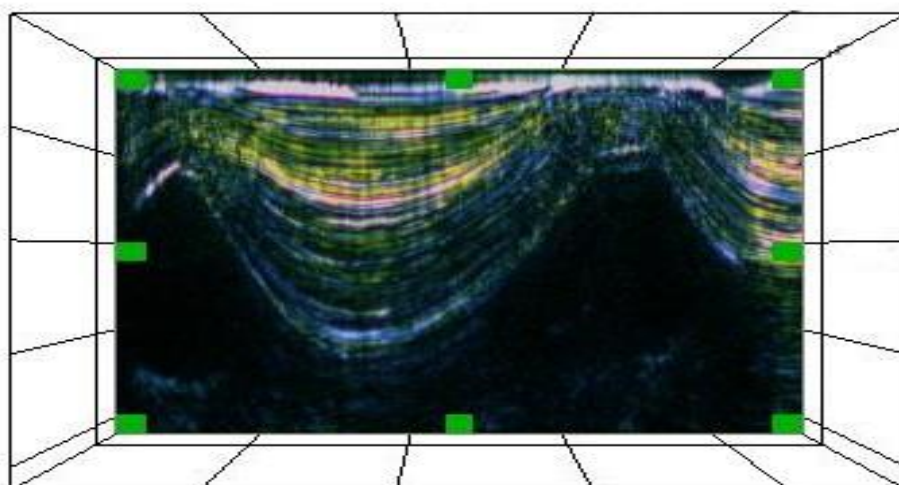
دامنه لحظه ای



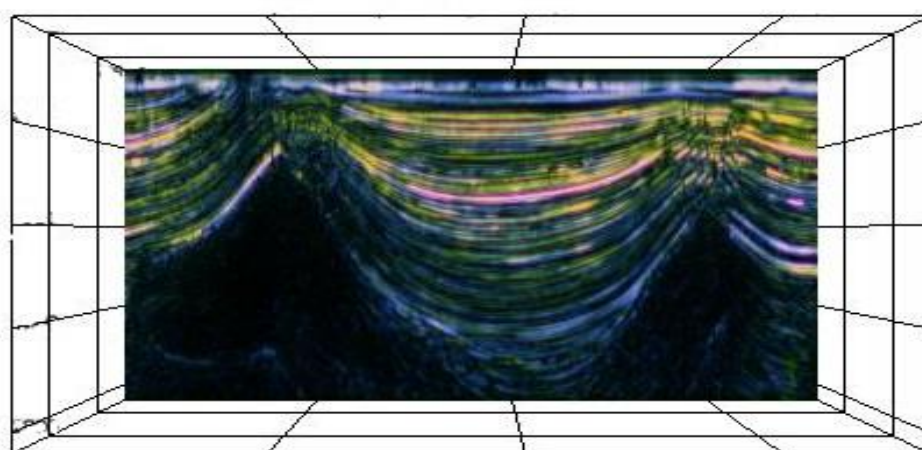
تشابه



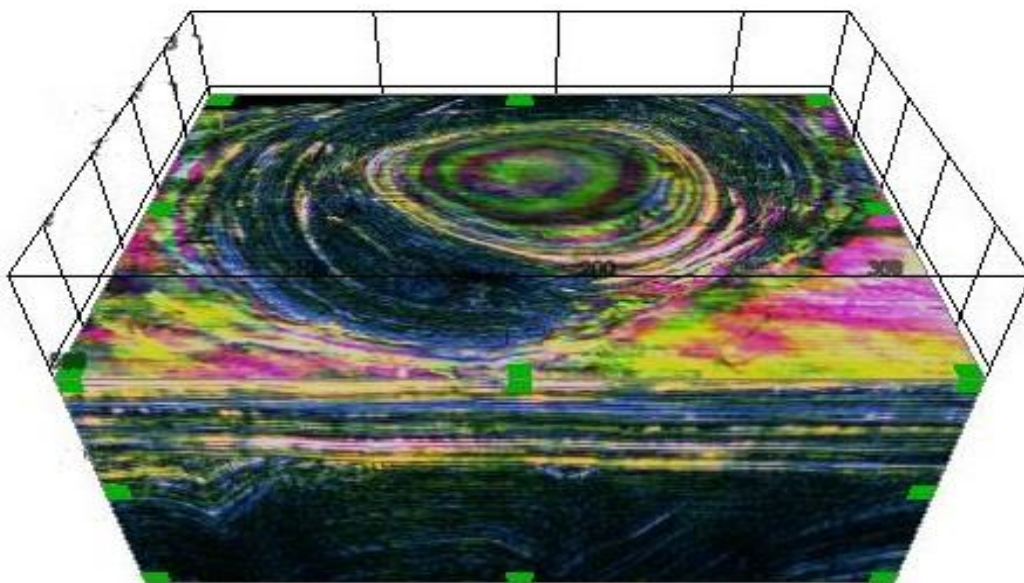
شکل ۴-۸ تصویر حاصل از RGB(volume) در volume



شکل ۹-۴ تصویر حاصل از RGB(in-line) در volume



شکل ۱۰-۴ تصویر حاصل از RGB (Cross-line) در volume



شکل ۱۱-۴ تصویر حاصل از RGB (Z-Slice) در volume

حالت سوم:

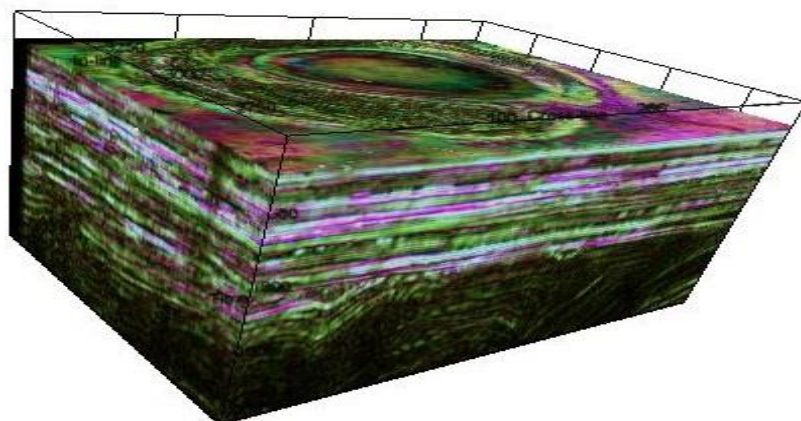
در این حالت نشانگر دامنه لحظه ای را با رنگ قرمز نشانگر تشابه با رنگ سبز و نشانگر انرژی را با رنگ آبی نشان می دهیم. سپس ترکیب رنگی (RGB) در حالت volume را روی سه نشانگر مورد نظر اعمال می کنیم. شکل ۱۲-۴ مرزبندی لایه ها را به خوبی نشان می دهد. شکل ۱۳-۴ اطراف گنبد نمکی را به خوبی نشان می دهد. شکل ۱۴-۴ مرزهای گنبد نمکی و لایه ها را به خوبی نشان می دهد. شکل ۱۵-۴ گنبد نمکی، مرز و لایه بندی اطراف گنبد نمکی را به خوبی نشان می دهد.



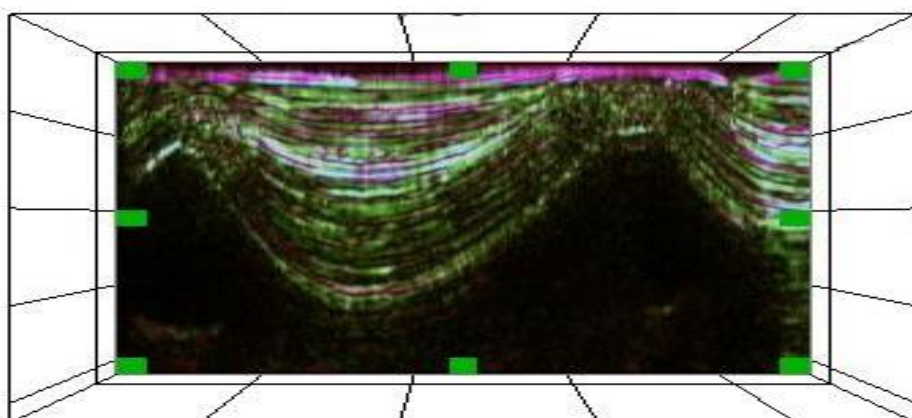
دامنه لحظه ای

تشابه

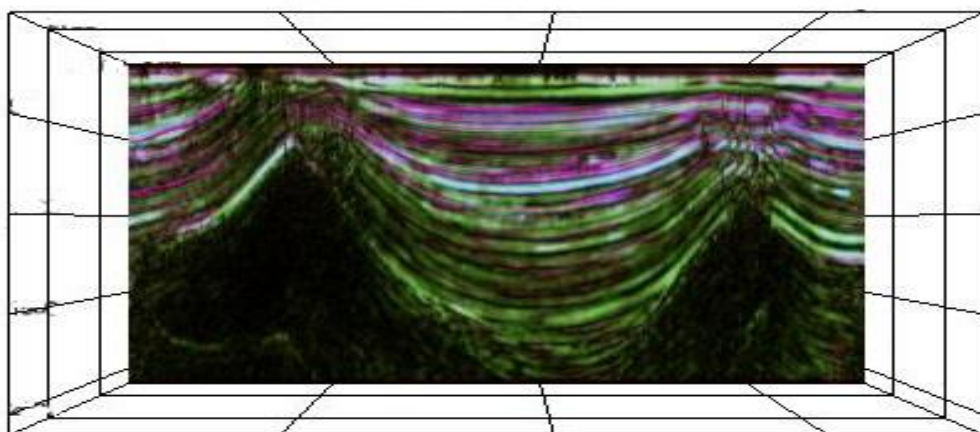
انرژی



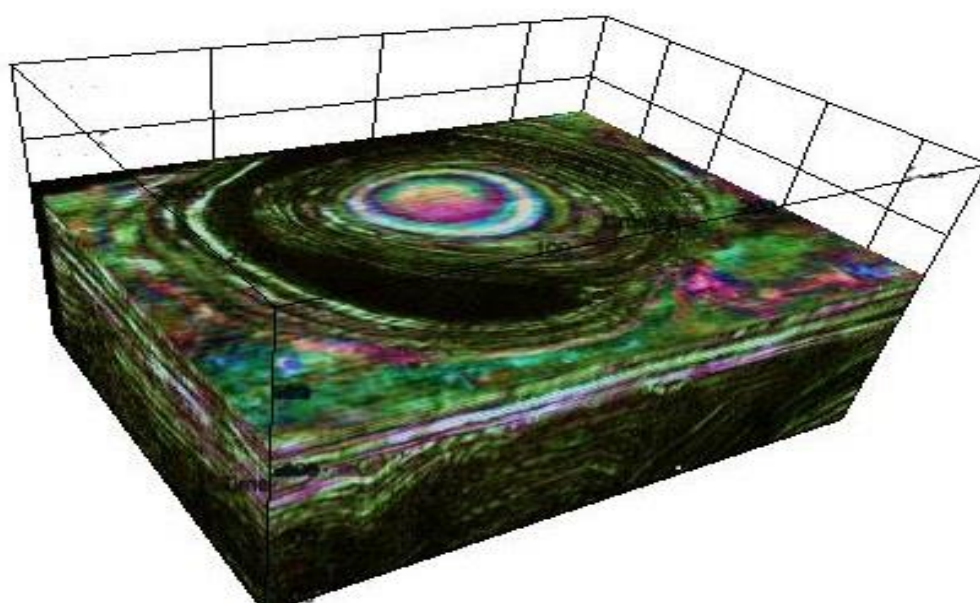
شکل ۴-۱۲ تصویر حاصل از RGB(volume) در volume



شکل ۴-۱۳ تصویر حاصل از RGB(in-line) در volume



شکل ۴-۱۴ تصویر حاصل از (Cross-line) RGB در volume



شکل ۴-۱۵ تصویر حاصل از (Z-Slice) RGB در volume

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۵-۱- نتایج

در این پایان نامه از نشانگرهای لرزه ای کار آمد در راستای شناسایی گنبد نمکی استفاده شده است که نشانگرهای تشابه، دامنه لحظه ای، انرژی، شباهت و تک فرکانس برای تشخیص گنبد های نمکی مناسب بودند. که دو روش برای رسیدن به هدف مورد نظر استفاده شده است.

۱- نمایش نشانگرها به طریق یک برانبارش رنگی در سیستم رنگی RGB

۲- روش شناسایی گنبد نمکی و نمایش RGB رنگی روی نشانگر های تشابه، دامنه لحظه ای، انرژی، شباهت و تک فرکانس.

اگر بخواهیم روش های مورد استفاده در این پایان نامه را به طور خلاصه توضیح دهیم، در روش اول شناسایی گنبد نمکی در داده های لرزه ای می باشد.

روش دوم نشانگر های لرزه ای را با سیستم رنگی RGB به نمایش در آوردیم. در حقیقت با روش شناسایی گنبد نمکی می توان نشانگرهای جدیدی ساخت و این نشانگر ها را با سیستم RGB به نمایش در آورد. روش شناسایی گنبد نمکی با کاهش اطلاعات تکراری و نمایش داده ها در ابعاد کمتر و با حفظ اطلاعات به صورت کامل روش ایده آل تری تا روش ترکیب رنگی نشانگرها است. زیرا در ترکیب رنگی مقداری از اطلاعات در سیستم رنگی RGB از دست می رود. از نتایج مهم دیگری که می توان در این پایان نامه به آن اشاره کرد:

- برخی از این نشانگرها از قبیل نشانگر انرژی، تشابه، دامنه لحظه ای، علاوه بر مرزهای جانبی در آشکارسازی کف گنبد نمکی نیز نتایج خوبی بدست می دهند.
- نشانگر های معرفی شده برای تفکیک و جدا سازی مرز های جانبی، یعنی تفکیک گنبد نمکی از داده لرزه ای، قدرتمند عمل کرده اند.

۵-۲- پیشنهادات

در انتهای این پایان نامه، موضوعات زیر به منظور مطالعه و بررسی بیشتر به افراد علاقمند در این زمینه پیشنهاد می شود:

- از آنجایی که این مطالعه مرتبط بودن نشانگرهای مذکور را اثبات نمود، بهتر است در مراحل بعدی، مدل های ارائه شده را برای داده هایی که پیچیدگی زمین شناسی را نشان می دهند، مورد استفاده قرار گیرند.
- اعمال نشانگرهای معرفی شده برای شناسایی گسل ها، کانال های مدفون و دودکش های گازی پیشنهاد می شود.
- اعمال نشانگرهای معرفی شده بر روی خروجی نشانگرهای دیگر مانند سوبل و غیره توصیه می شود.
- استفاده از روش های نمایش رنگی مانند روش های HSI,CMY در نمایش تغییرات مختلف لرزه ای که ابزار مناسبی برای بهبود تفسیر داده های لرزه ای در مطالعات آینده پیشنهاد می شود.

پیوست ها

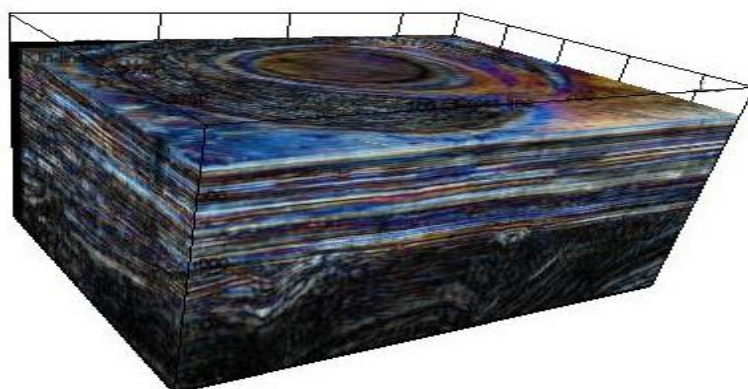
حالت اول:

تصاویر حاصل از روش بر انبارش رنگی سه تصویر تک فرکانس، با فرکانس های ۱۰، ۱۵ و ۲۰ هرتز را با استفاده مدل RGB نشان می دهد. همان گونه که پیداست تصویر حاصل از روش RGB جزئیات را بهتر نشان می دهد.

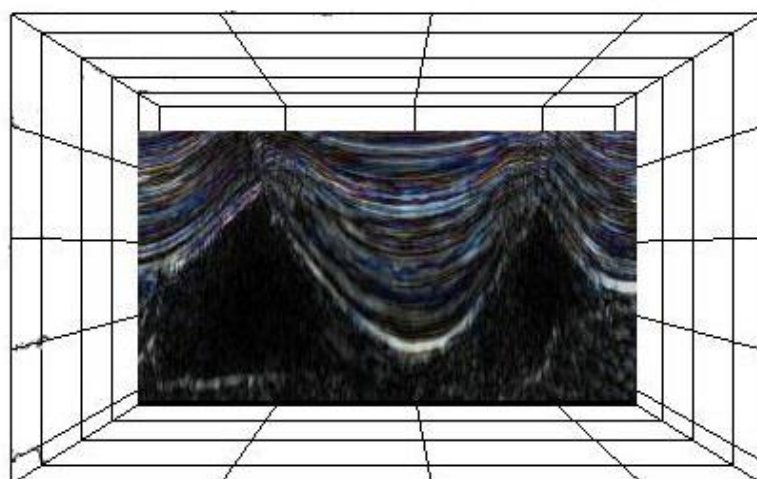
■ $\text{FFT}(10\text{Hz})$

■ $\text{FFT}(15\text{Hz})$

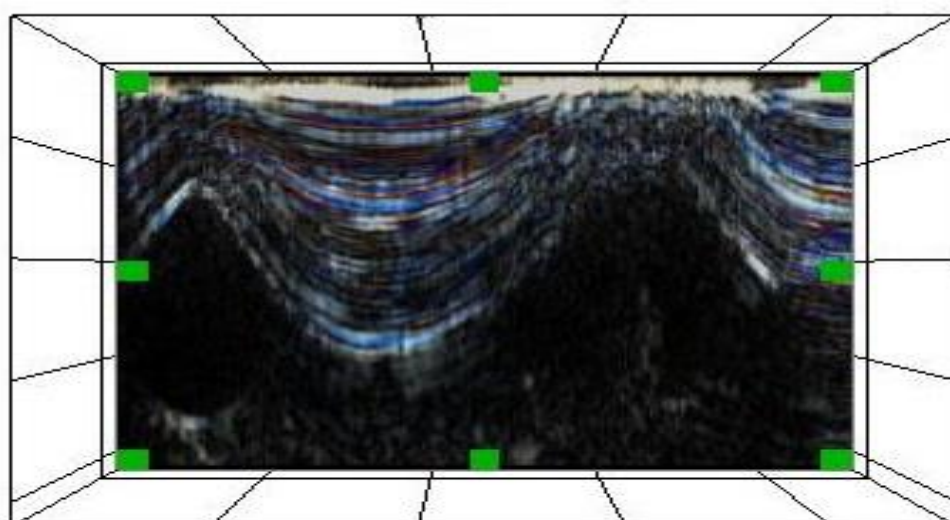
■ $\text{FFT}(20\text{Hz})$



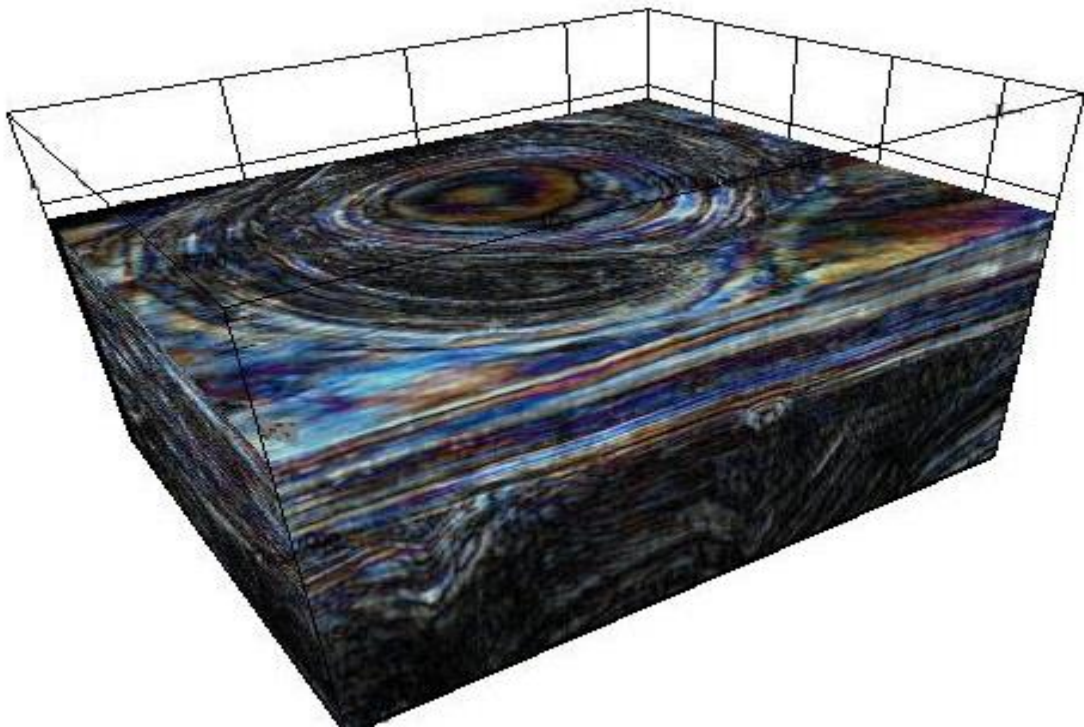
شکل الف - ۱ RGB(volume) با استفاده از تبدیل FFT



شکل الف- ۲ RGB(in-line) با استفاده از تبدیل FFT



شکل الف- ۳ RGB(cross-line) با استفاده از تبدیل FFT



شکل الف- ۴ RGB(Z-slice) با استفاده از تبدیل FFT

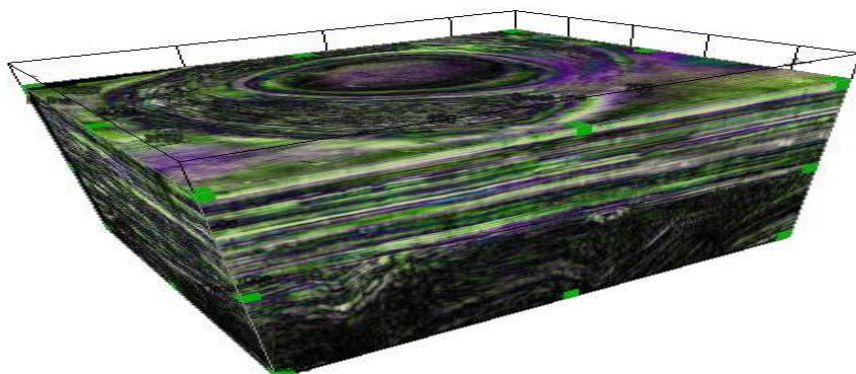
حالت دوم:

تصاویر حاصل از روش بر انبارش رنگی سه تصویر تک فرکانس، با فرکانس های ۱۵،۲۰ و ۱۰ هرتز را با استفاده مدل RGB نشان می دهد. همان گونه که پیداست تصویر حاصل از روش RGB جزئیات را بهتر نشان می دهد. در صورتی که با برانبارش رنگی مناسب مقاطع با فرکانس های مختلف اطلاعات بیشتری می دهند.

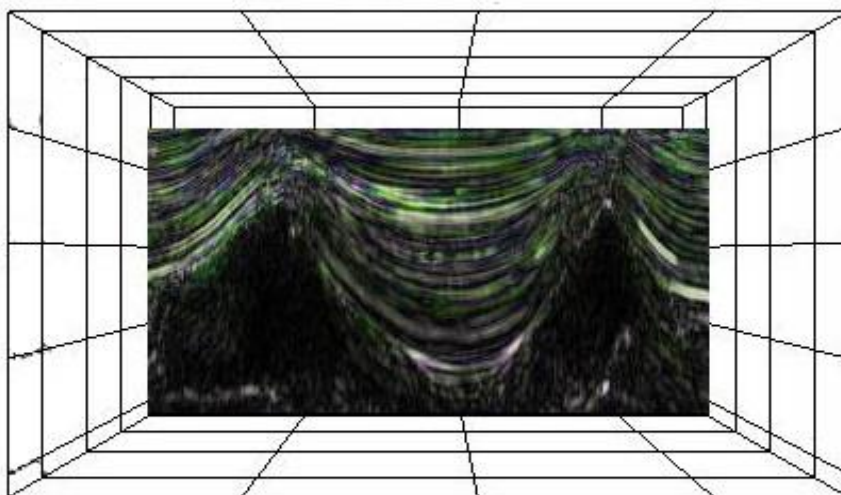
■ FFT(۱۵Hz)

■ FFT(۲۰Hz)

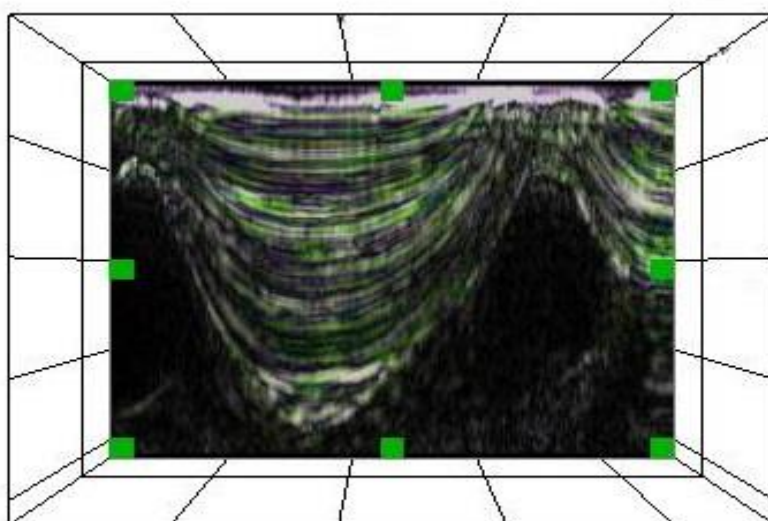
■ FFT(۱۰Hz)



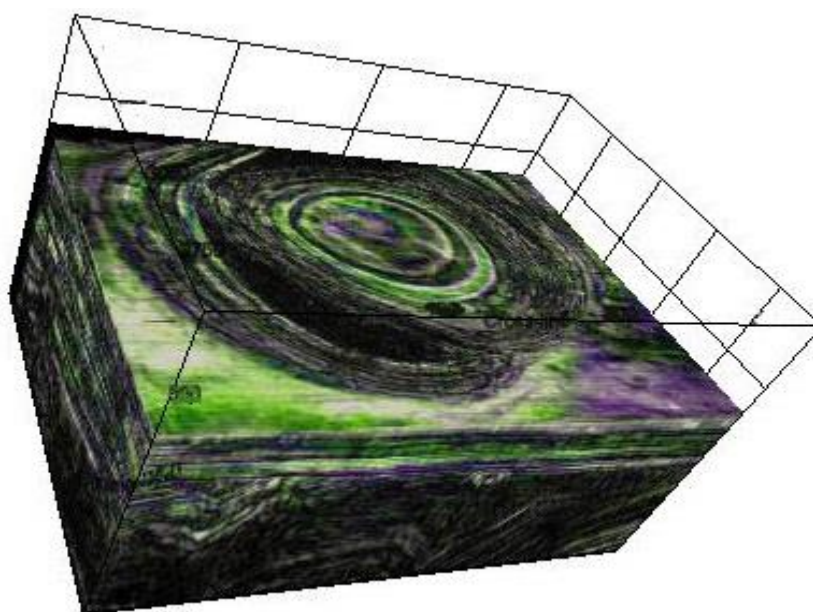
شکل الف - ۵ RGB(volume) با استفاده از تبدیل FFT



شکل الف - ۶ RGB(in-line) با استفاده از تبدیل FFT



شکل الف - ۷ **RGB(cross-line)** با استفاده از تبدیل **FFT**



شکل الف - ۸ **RGB(Z-slice)** با استفاده از تبدیل **FFT**

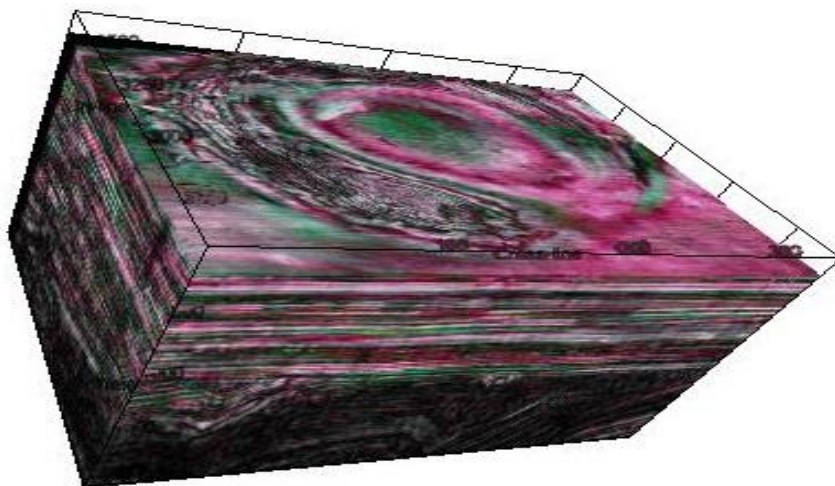
حالت سوم:

تصاویر حاصل از روش بر انبارش رنگی سه تصویر تک فرکانس، با فرکانس های ۲۰، ۱۰ و ۱۵ هرتز را با استفاده مدل RGB نشان می دهد. همان گونه که پیداست تصویر حاصل از روش RGB جزئیات را بهتر نشان می دهد. در صورتی که با برانبارش رنگی مناسب مقاطع با فرکانس بالاتر می توان به ترکیب رنگی مناسبی با جزئیات بیشتر نایل آمد.

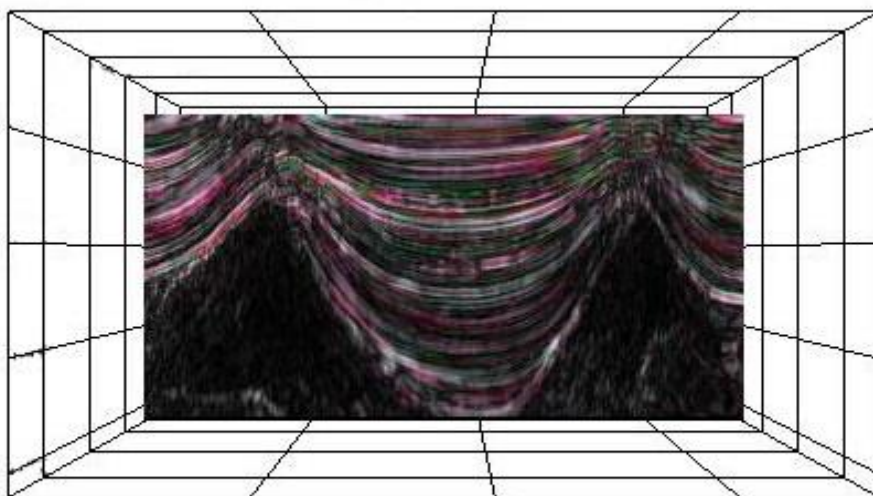
■ FFT(۲۰Hz)

■ FFT(۱۰Hz)

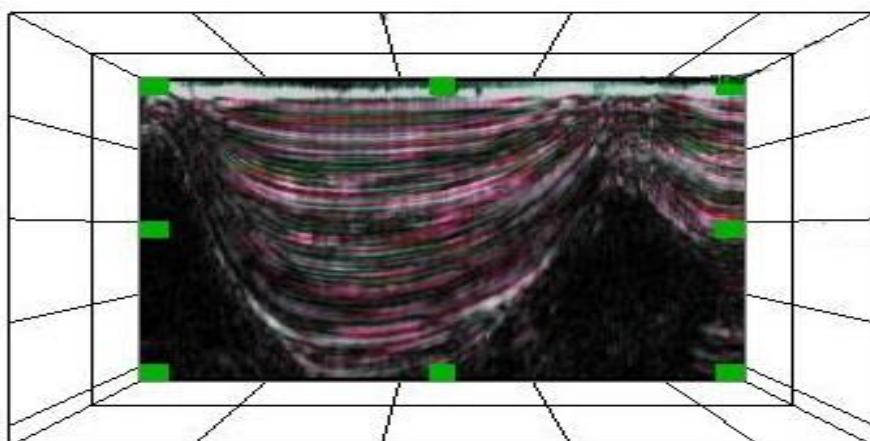
■ FFT(۱۵Hz)



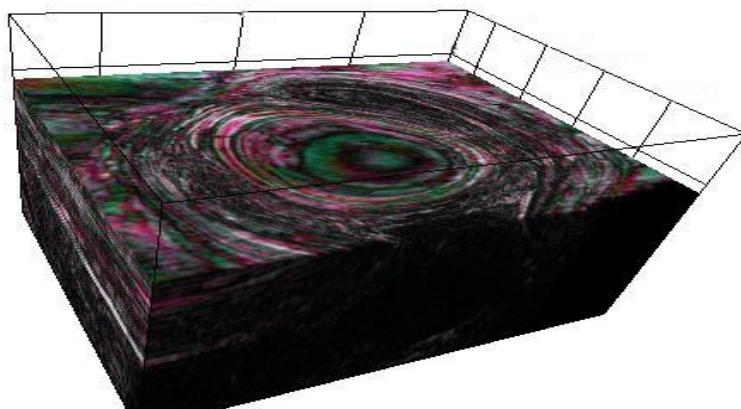
شکل الف ۹- RGB(volume) با استفاده از تبدیل FFT



شکل الف - ۱۰ RGB(in-line) با استفاده از تبدیل FFT



شکل الف - ۱۱ RGB(cross-line) با استفاده از تبدیل FFT



شکل الف - ۱۲ RGB(Z-slice) با استفاده از تبدیل FFT

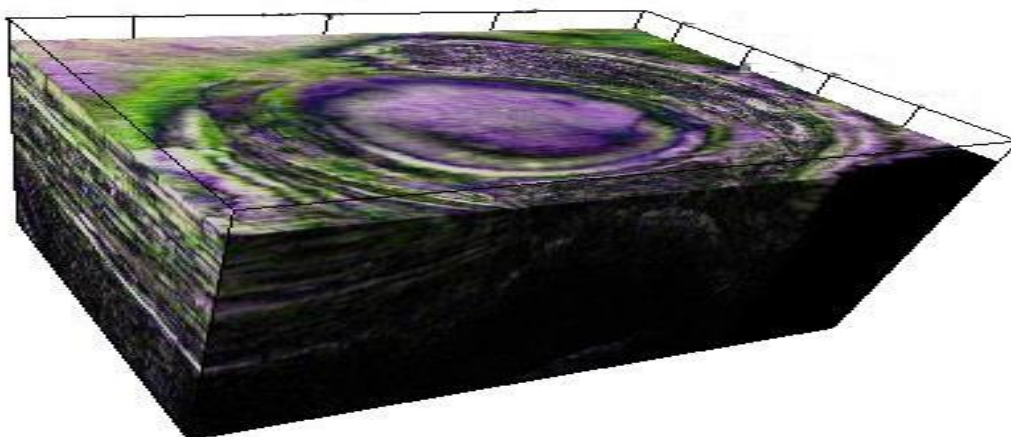
حالت چهارم:

با بر انبارش رنگی مقاطع تک فرکانس در محدوده فرکانسی ۳۵ تا ۳۰ هرتز می توان تصاویر با کیفیت مناسبی که همزمان خصوصیات فرکانس های بالا و پایین را دارند، تولید نمود. هر چه از این محدوده به سمت فرکانس های بالا یا پایین برویم کیفیت تصاویر به سمت همان فرکانس ها گرایش پیدا می کند.

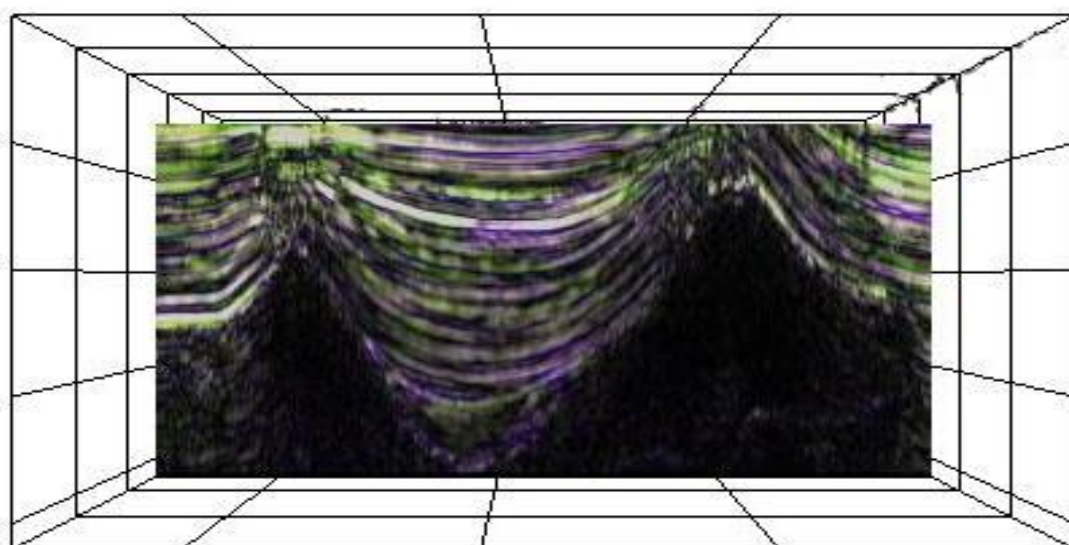
■ FFT(۳۰Hz)

■ FFT(۳۵Hz)

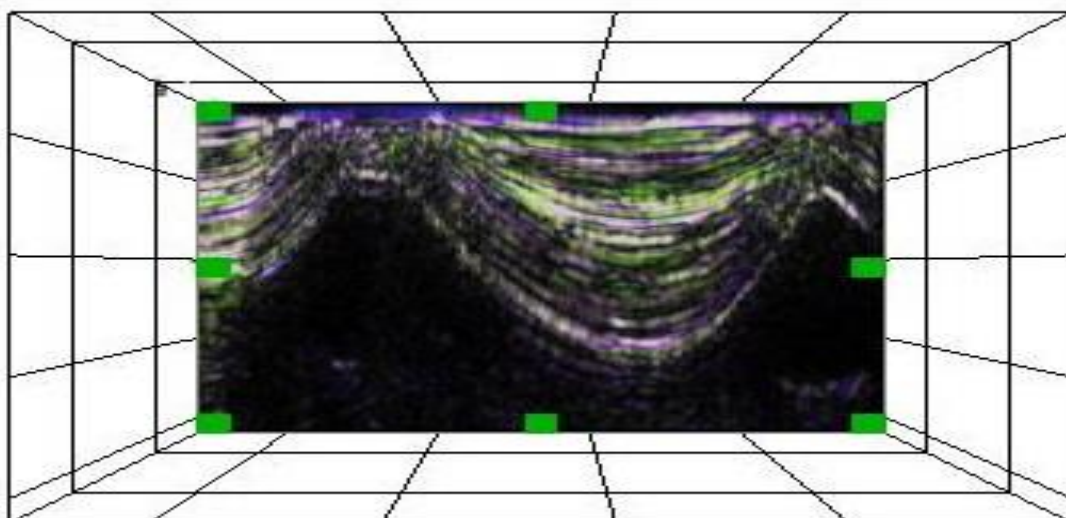
■ FFT(۲۵Hz)



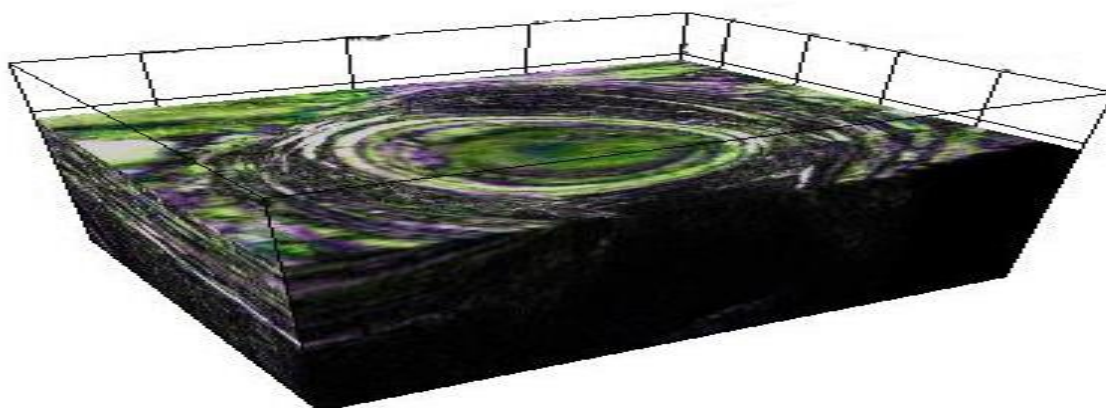
شکل الف - ۱۳ RGB(volume) با استفاده از تبدیل FFT



شکل الف - ۱۴ RGB(in-line) با استفاده از تبدیل FFT



شکل الف - ۱۵ RGB(cross-line) با استفاده از تبدیل FFT



شکل الف - ۱۶ RGB(Z-slice) با استفاده از تبدیل FFT

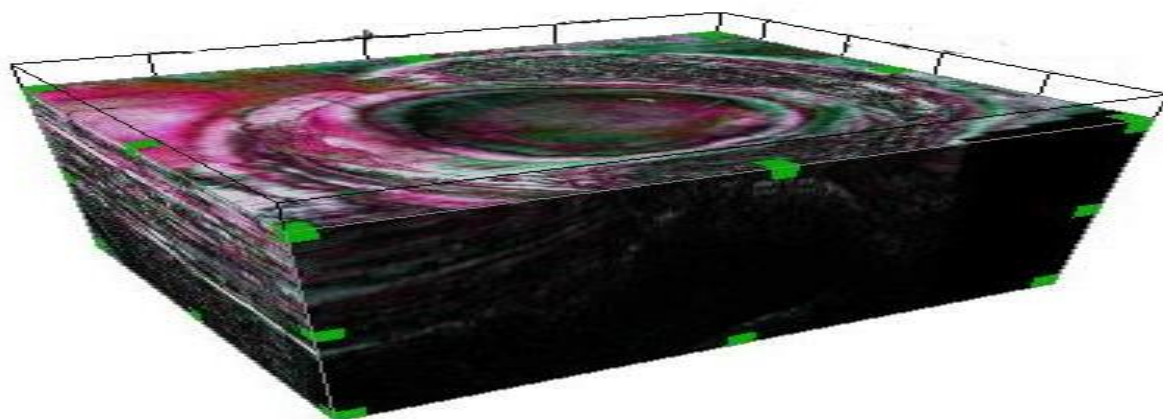
حالت پنجم:

با بر انبارش رنگی مقاطع تک فرکانس در محدوده فرکانسی ۳۵ تا ۲۵ هرتز می توان در تصاویر در محدوده فرکانسی بالا، دامنه محتوای کانال پایین است و در تصاویر در محدوده فرکانسی پایین، جزئیات مشخص نیستند.

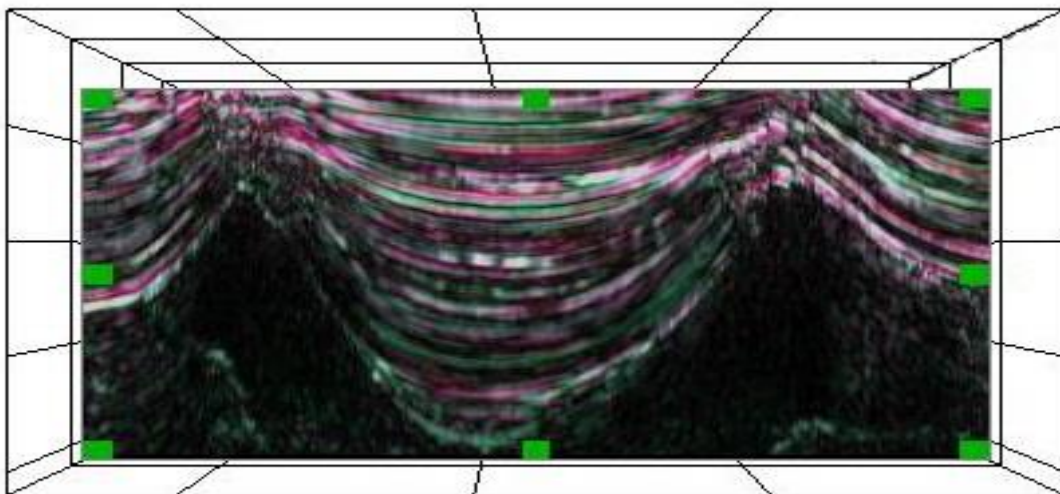
■ FFT(۳۵Hz)

■ FFT(۲۵Hz)

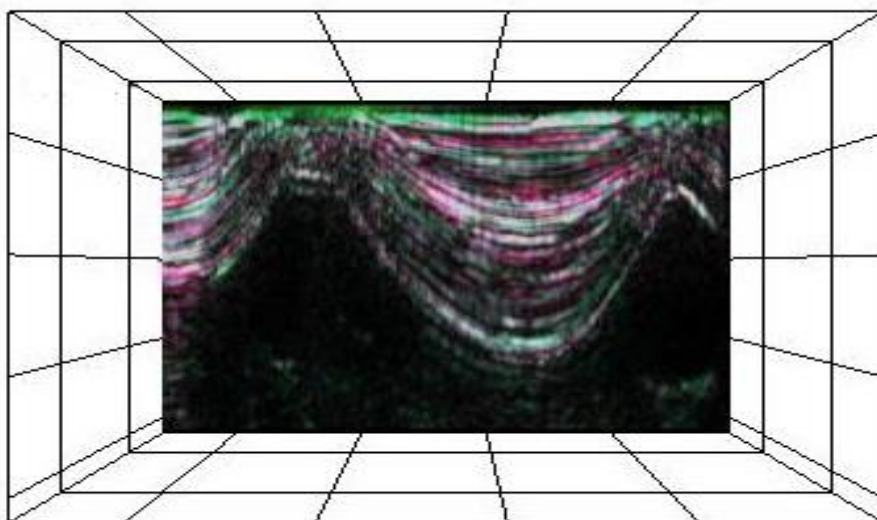
■ FFT(۳۰Hz)



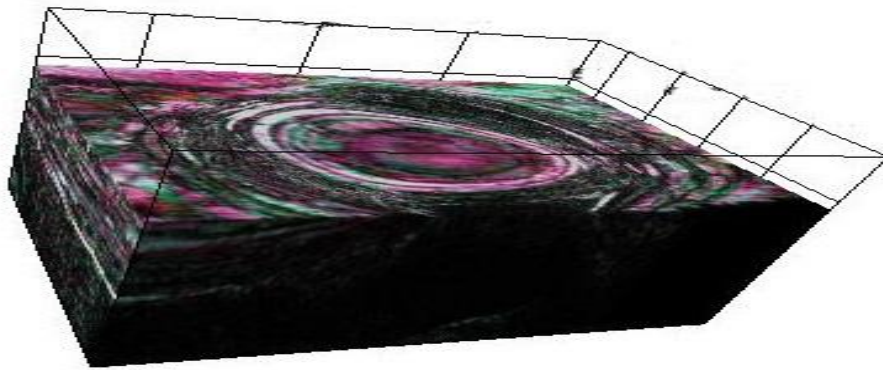
شکل الف - ۱۷ RGB(volume) با استفاده از تبدیل FFT



شکل الف - ۱۸ **RGB(in-line)** با استفاده از تبدیل **FFT**



شکل الف - ۱۹ **RGB(cross-line)** با استفاده از تبدیل **FFT**



شکل الف - ۲۰ RGB(Z-slice) با استفاده از تبدیل FFT

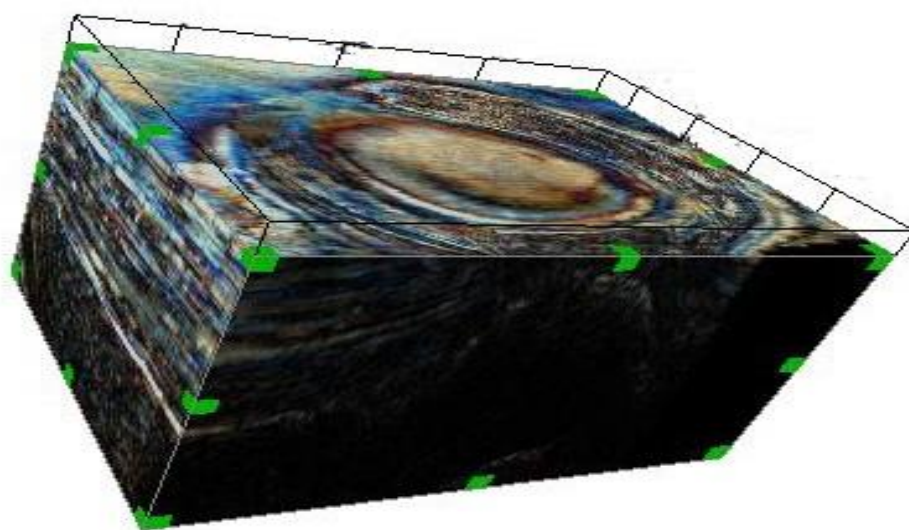
حالت ششم:

با بر انبارش رنگی مقاطع تک فرکانس در محدوده فرکانسی ۲۵ تا ۳۵ هرتز می توان تصاویر حاصل از روش های تک فرکانس مختلف مشاهده می شود. بنابراین تفکیک پذیری مرزهای گنبد نمکی در تصاویر این روش بهتر است.

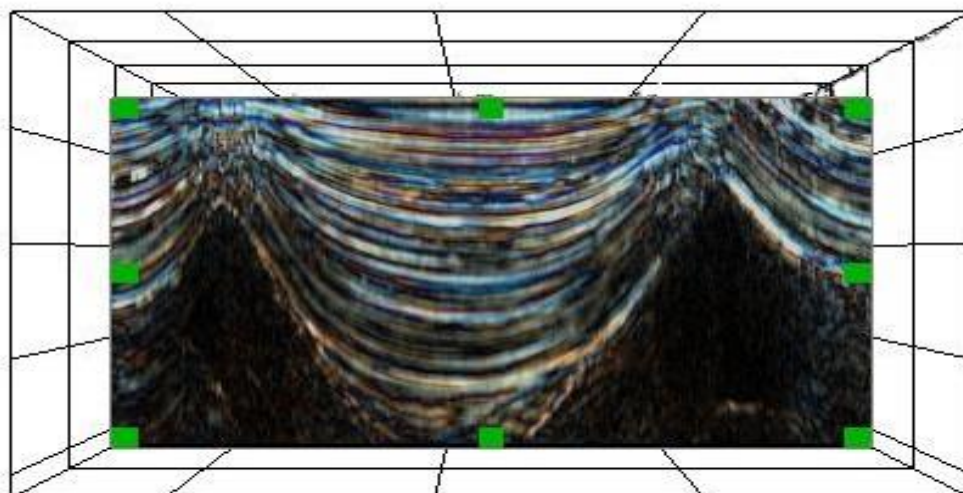
■ FFT(۲۵Hz)

■ FFT(۳۰Hz)

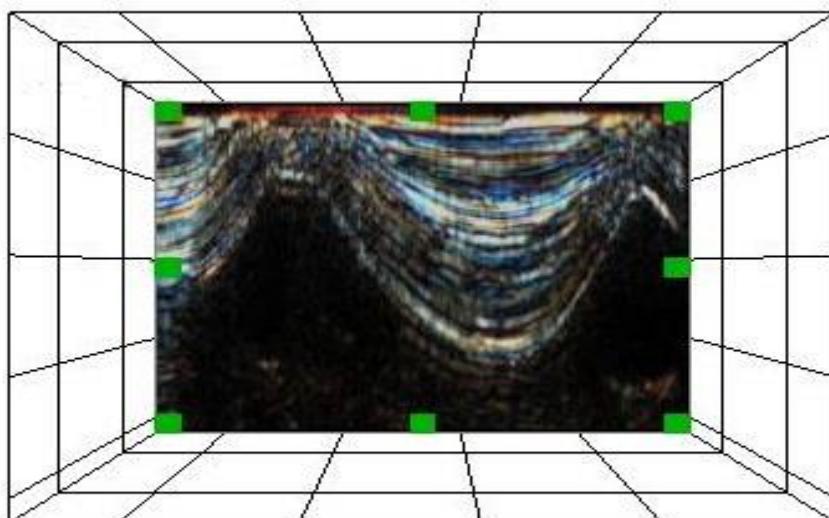
■ FFT(۳۵Hz)



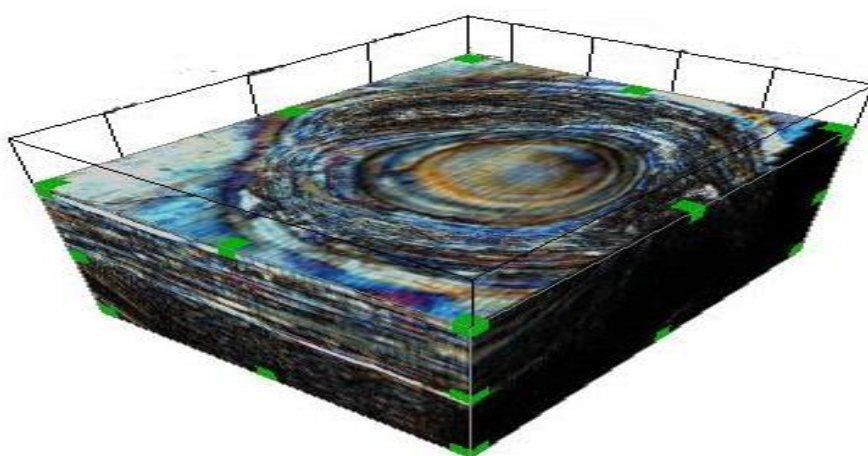
شکل الف - ۲۱) RGB(volume) با استفاده از تبدیل FFT



شکل الف - ۲۲) RGB(in-line) با استفاده از تبدیل FFT



شکل الف - ۲۳ RGB(cross-line) با استفاده از تبدیل FFT



شکل الف - ۲۴ RGB(Z-slice) با استفاده از تبدیل FFT

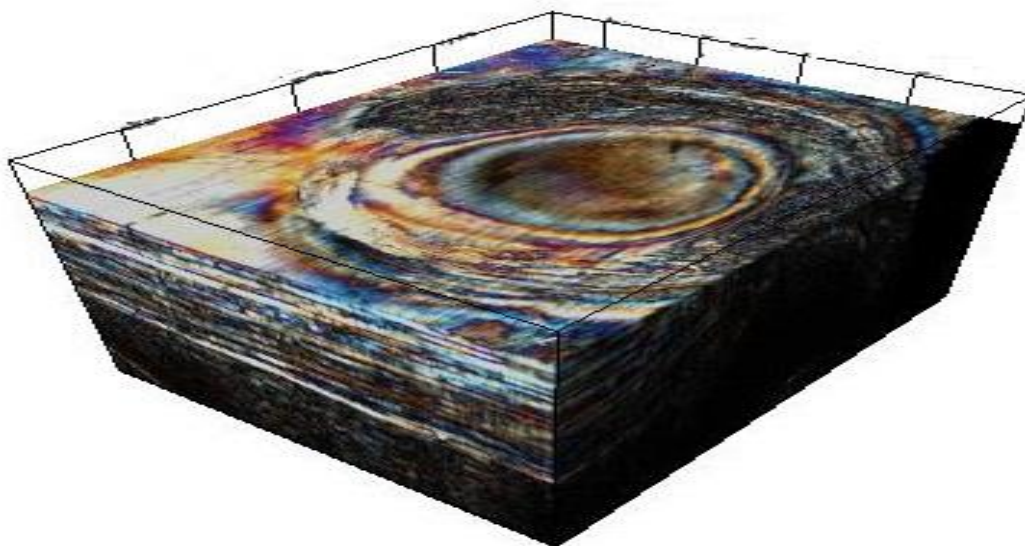
حالت هفتم:

استفاده از روش بر انبارش رنگی با استفاده از سه مقطع تک فرکانس در محدوده فرکانسی ۴۰ تا ۵۰ هرتز موجب می شود که قسمت اعظمی از پهنای باند فرکانسی در عمل بدون استفاده باقی بماند. که از کیفیت رنگی بهتر و جزییات بیشتری برخوردارند.

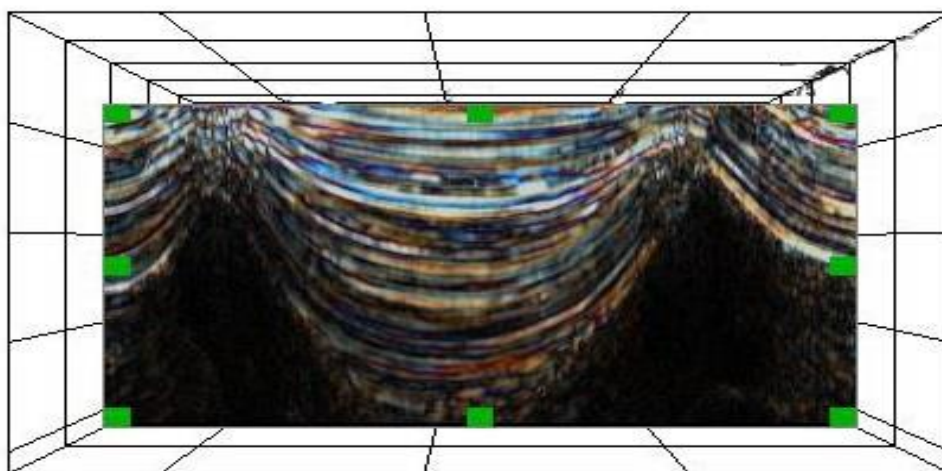
■ FFT(۴۰.Hz)

■ FFT(۴۵.Hz)

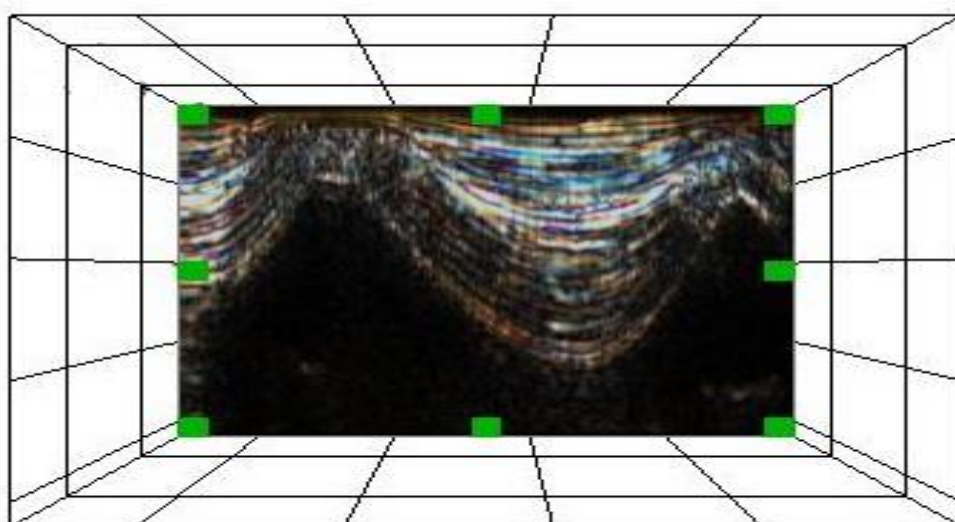
■ FFT(۵۰.Hz)



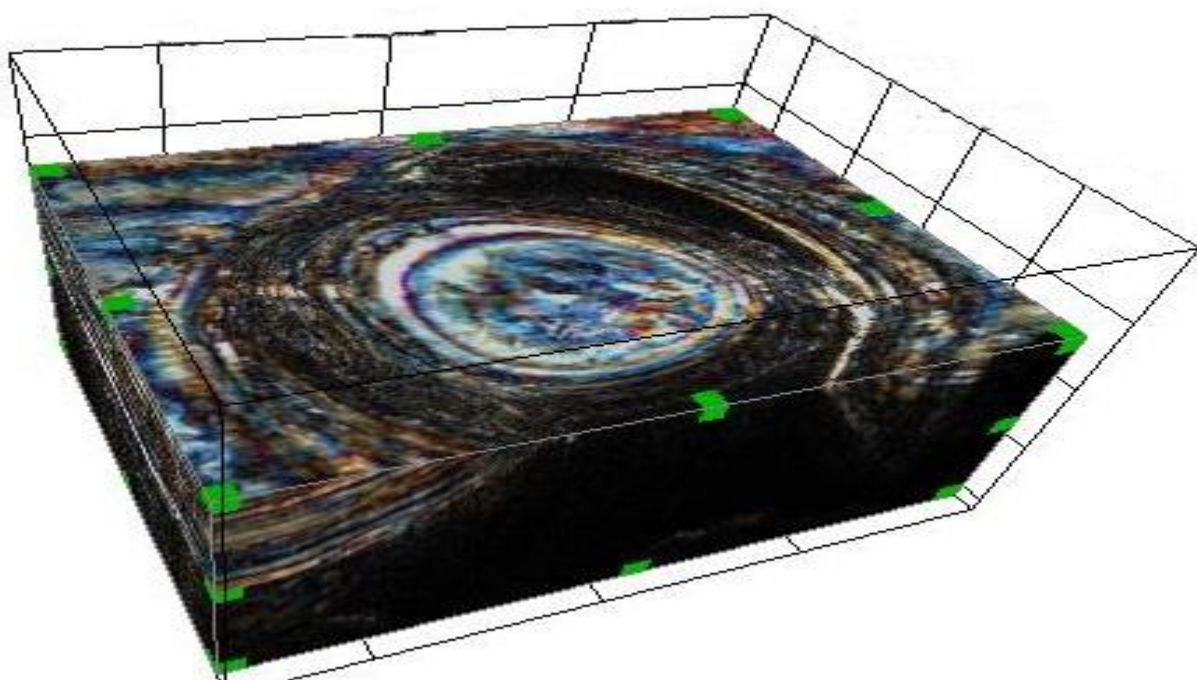
شکل الف- ۲۵ RGB(volume) با استفاده از تبدیل FFT



شکل الف - ۲۶ **RGB(in-line)** با استفاده از تبدیل **FFT**



شکل الف - ۲۷ **RGB(cross-line)** با استفاده از تبدیل **FFT**



شکل الف - ۲۸ RGB(Z-slice) با استفاده از تبدیل FFT

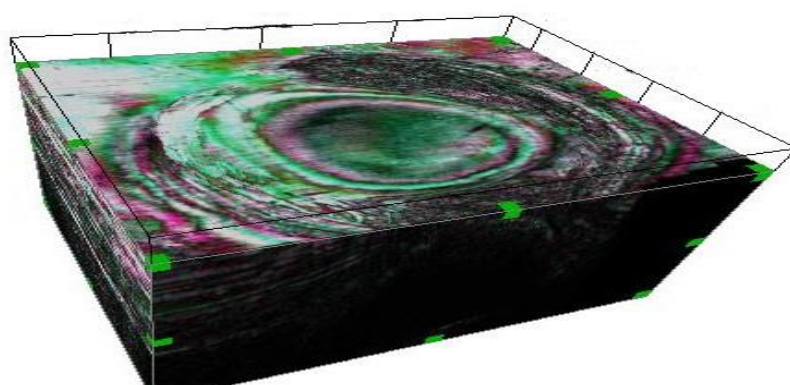
حالت هشتم:

استفاده از روش بر انبارش رنگی با استفاده از سه مقطع تک فرکانس در محدوده فرکانسی ۴۰ تا ۵۰ هرتز تصاویر با مراکز فرکانسی بالاتر اثر محتوای گنبد نمکی را تا حدودی نشان می دهد.

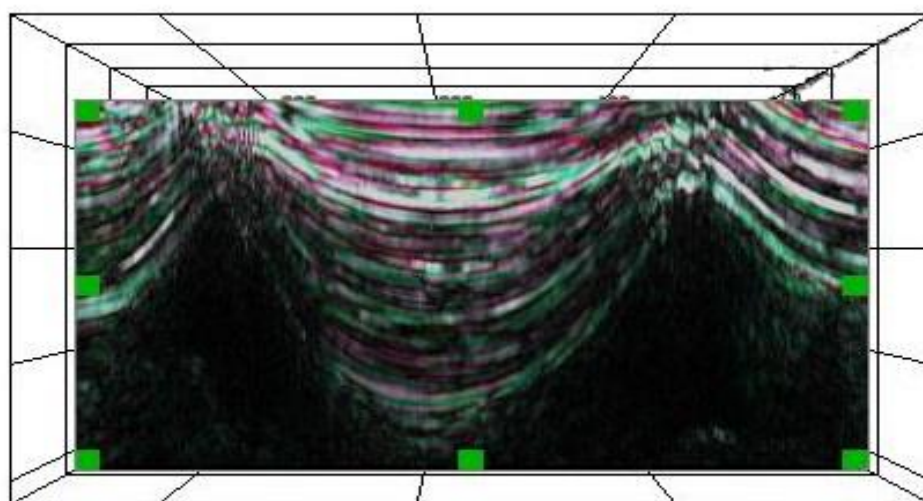
■ FFT(۵۰Hz)

■ FFT(۴۰Hz)

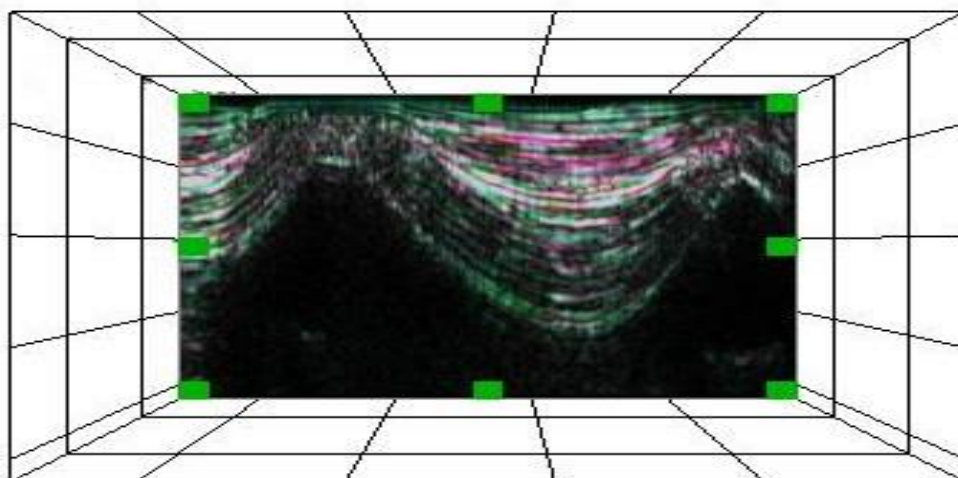
■ FFT(۴۵Hz)



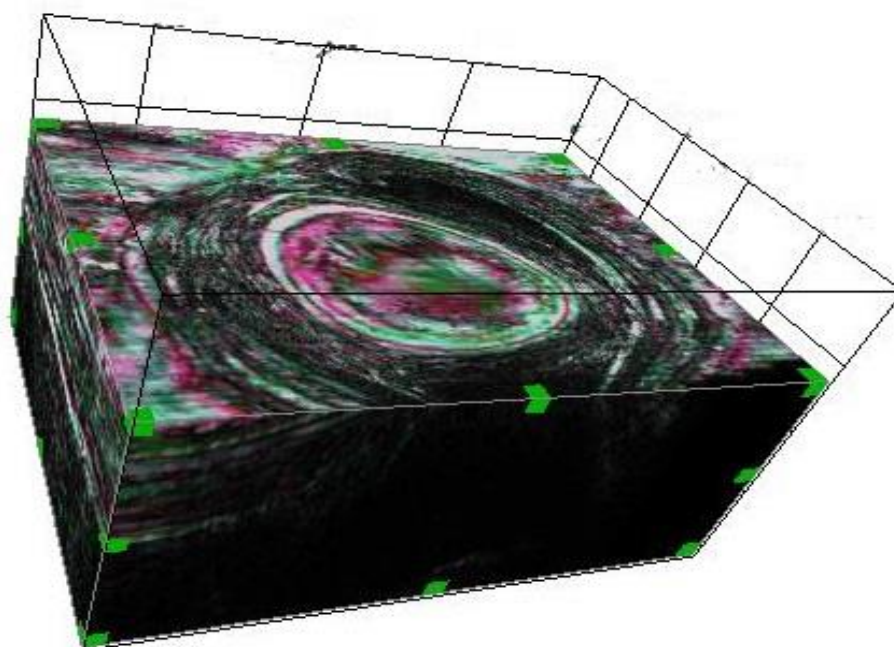
شکل الف - ۲۹ RGB(volume) با استفاده از تبدیل FFT



شکل الف - ۳۰ RGB(in-line) با استفاده از تبدیل FFT



شکل الف - ۳۱ RGB(cross-line) با استفاده از تبدیل FFT



شکل الف - ۳۲ RGB(Z-slice) با استفاده از تبدیل FFT

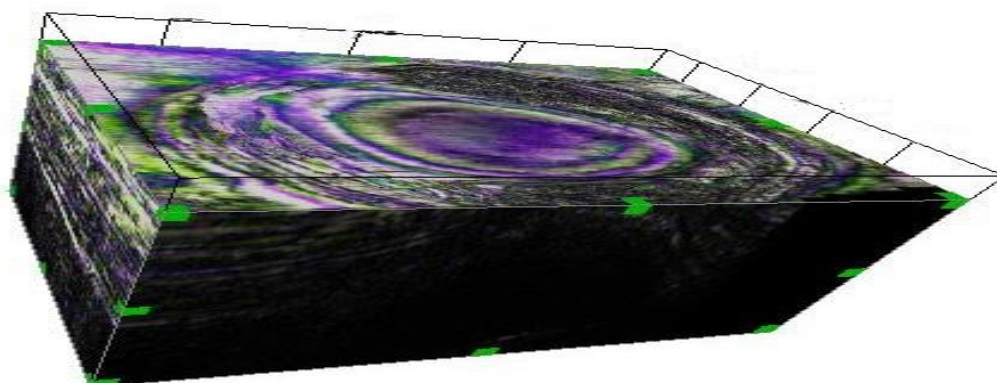
حالت نهم:

استفاده از روش بر انبارش رنگی با استفاده از سه مقطع تک فرکانس در محدوده فرکانسی ۴۰ تا ۵۰ هرتز با تولید مقاطع تک فرکانس موفق به کاهش حجم داده ها شدیم، در حالی که تصاویر حاصل از روش تک فرکانس نتایج تقریباً یکسانی دارند.

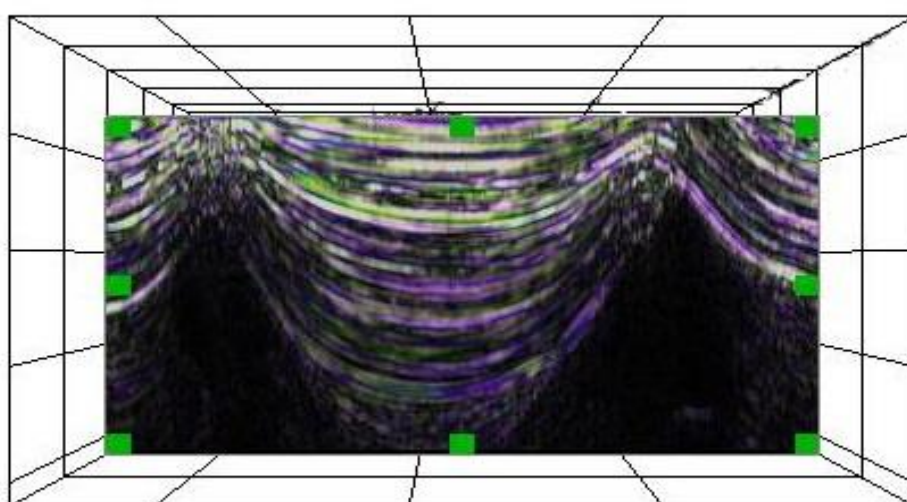
■ FFT(۴۵Hz)

■ FFT(۵۰.Hz)

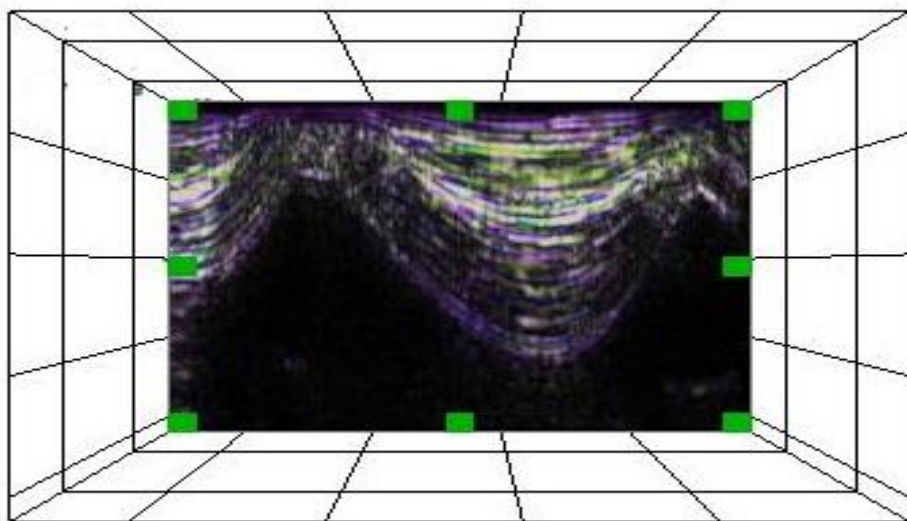
■ FFT(۴۰.Hz)



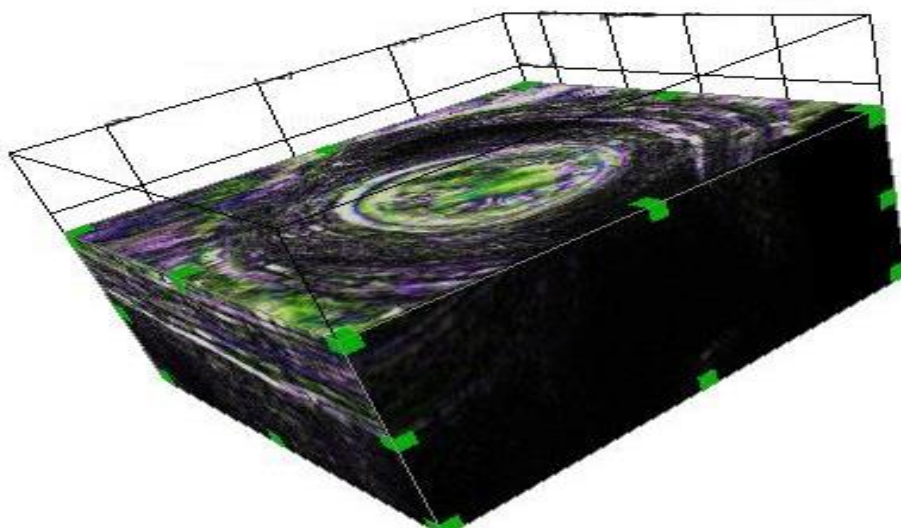
شکل الف - ۳۳ RGB(volume) با استفاده از تبدیل FFT



شکل الف - ۳۴ RGB(in-line) با استفاده از تبدیل FFT



شکل الف - ۳۵ RGB(cross-line) با استفاده از تبدیل FFT



شکل الف - ۳۶ RGB(Z-slice) با استفاده از تبدیل FFT

مزدیان فرد، م. ر.، ندیمی، ص.، (۱۳۸۸) " استفاده از گنبد های نمکی برای تولید بهینه الکتروسیته"، نشریه انرژی ایران، ۱۲، ۴۵-۶۰.

پایگاه ملی داده های علوم زمین، ۱۳۹۳.

Angelo, S. M., Matos, M., and Marfurt, K. J., (2009), Integrated seismic texture segmentation and clustering analysis to improved delineation of reservoir geometry: 79th Annual International Meeting, SEG, Expanded Abstracts, 1107.

Aqrawi, A. A., Boe, T. H., Barros, S., (2011), Detecting salt domes using a dip guided 3D Sobel seismic attribute. SEG Technical Program Expanded Abstracts 30, 1014– 1018.

Bahorich, M., and Farmer, S., (1995), 3-D seismic discontinuity for fault and stratigraphic features: The coherence cube: The Leading Edge, 14, 1053–1058.

Bakker, P., van Vliet, L. j., and Verbeek, P. W., (1999), Edge-preserving orientation adaptive filtering: Proceediigs of the IEEE-CS Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 535-540.

Barnes, A. E., (1996), Theory of two-dimensional complex seismic trace analysis:Geophysics, 61, 264-272.

Berthelot, A., Solberg, A. H. S., and Gelius, L.-J., (2013), Texture attributes for detection of salt: Journal of Applied Geophysics, 88, 52-69.

Berthelot, A., Solberg, A. H. S., Morisbak, E., Gelius, L.-J., (2011) Salt diapirs without well defined boundaries — a feasibility study of semi-automatic detection: Geophysical Prospecting 59, 682–696.

Beyer (2007), Internet site.

Boe, T. H., and Daber, R., (2010), Seismic features and the human eye: RGB blending of azimuthal curvatures for enhancement of fault and fracture interpretation, SEG Technical Program Expanded Abstracts, 1535-1539.

Boser, B. E., Guyon, I. M., and Vapnik. V., (1992), A training algorithm for optimal margin classifiers: Fifth Annual Workshop on Computational Learning Theory, pages 144–152, Pittsburgh, ACM.

Brown, A. R., (2004), Interpretation of three-dimensional seismic data, (6th edition).

Burges, C. J. C., and Scholkopf, B., (1997), Improving the accuracy and speed of support vector learning machines. In M. Mozer, M. Jordan, and T. Petsche, editors, *Advances in Neural Information Processing Systems 9*, pages 375–381, Cambridge, MA. MIT Press.

Burges, C. J. C., (1998), *A Tutorial on Support Vector Machines for Pattern Recognition*: Kluwer Academic Publishers, Boston. Manufactured in The Netherlands. 2, 121-167.

Chen, Q., and Sidney, S., (1997), Seismic attribute technology for reservoir forecasting and monitoring: *The Leading Edge*, 16, 445–456, doi:10.1190/1.1437657.

Chopra, S., and V. Alexeev, 2006, Applications of texture attribute analysis to 3D seismic data: *The Leading Edge*, 25, 934–940, doi: 10.1190/1.2335155.

Chopra, S., and Marfurt, K. J., (2005), Seismic attributes — A historical perspective: *Geophysics*, 70, 3SO–28SO.

Chopra, S., and Marfurt, K. J., (2007), Seismic attributes for prospect identification and reservoir characterization: SEG.

Chopra, S., and Alexeev, V., (2005), Application of texture attributes analysis to 3D seismic data: 75th Annual International Meeting, SEG, Expanded Abstracts, 24, 767–770.

Chopra, S., Marfurt, K.J., (2011) Structural curvature versus amplitude curvature. *SEG Technical Program Expanded Abstracts* 30, 980–984.

Clausi, D. A., and Jernigan, M. E., (1998), A fast method to determine cooccurrence texture features, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 36 (1), 298-300.

Connors, R. W., Trivedi, M. M., Harlow, C. A., (1984), Segmentation of a high-resolution urban scene using texture operators: *Computer Vision, Graphics, and Image Processing* 25, 273–310.

Cortes, C., and Vapnik, V., (1995), Support vector networks: *Machine Learning*, 20:273–297.

Drucker, H., Burges, C. J. C., Kaufman, L., Smola, A., and Vapnik V., (1997), Support vector regression machines: Advances in Neural Information Processing Systems, 9:155–161.

Eichkitz, C. G., Amtmann, J., Schreilechner, M. G., (2013), Calculation of grey level co-occurrence matrix-based seismic attribute in three dimensions: Computers & Geosciences, 60, 176–183.

Eichkitz, C. G., Amtmann, J., Schreilechner, M. G., (2012), Facies Characterization by Seismic Texture Analysis Using Grey Level Co-occurrence Matrix Based Attributes: EAGE Conference & Exhibition incorporating SPE EUROPEC, Copenhagen, Denmark, 4-7.

Finn, C. J., (1986), Estimation of three dimensional dip and curvature from reflection seismic data: University of Texas at Austin.

Gadkari, D., (2000), Image quality analysis using GLCM: B.S.E.E. University of Pune. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Modeling and Simulation in the College of Arts and Sciences at the University of Central Florida.

Gao, D., (1999), 3-D VCM seismic textures: A new technology to quantify seismic interpretation: 69th Annual International Meeting, SEG, Expanded Abstracts, 1037–1039.

Gao, D., (1999a), The first-order and the second-order seismic textures: AAPG Abstracts with Programs, 8, A45.

Gao, D., (2003), Volume texture extraction for 3D seismic visualization and interpretation: Geophysics, 68, 1294–1302, doi:10.1190/1.1598122.

Gao, D., (2004), Texture model regression for effective feature discrimination: Application to seismic facies visualization and interpretation: Geophysics, 69, 958–967, doi:10.1190/1.1778239.

Gao, D., (2006a), Structure-oriented texture model regression for seismic structure visualization and interpretation: GCAGS Transactions, 56, 207–216.

Gao, D., (2006b), Theory and methodology for seismic texture analysis: Implications for seismic facies visualization and interpretation: GCAGS Transactions, 56, 217–226.

Gao, D., (2007), Application of three-dimensional seismic texture analysis with special reference to deep-marine facies discrimination and interpretation:

Offshore Angola, west Africa AAPG Bulletin, 91, 1665–1683, doi: 10.1306/08020706101.

Gao, D., (2011), Latest developments in seismic texture analysis for subsurface structure, facies, and reservoir characterization: A review. GEOPHYSICS, VOL. 76, NO. 2. Gonzalez, R. C., and Woods, R. E., (2008), Digital Image Processing: Pearson/Prentice Hall.

Halpert, A. D., Clapp, R. G., Biondi, B., (2009), Seismic image segmentation with multiple attributes: SEG Technical Program Expanded Abstracts 28, 3700–3704.

Haralick, R. M., Shanmugam, K., and Dinstein, I., (1973), Textural features for image classification: IEEE Tran. Systems, Man, and Cybernetics, SMC-3, 610–621.

Hoecker, C., and Fehmers, G., (2002), Fast structural interpretation with structure-oriented filtering: The Leading Edge, 21, 238-243.

Iske, A., and Randen, T., (2005), Mathematical methods and modelling in hydrocarbon exploration and production: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Jian, Y., (2010), Texture Image Segmentation Based on Gaussian Mixture Models and Gray Level Co-occurrence Matrix: IEEE, DOI 10.1109/ISISE.2010.9.

Kaizer, H., (1955), A quantification of textures on aerial photographs: M.S. thesis, Boston University: The Leading Edge, 25(8), 934-940.

Kearey, P., Brooks, M., and Hill, I., (2002), An Introduction to Geophysical Exploration, Wiley.

Liang, M., (2012), 3D co-occurrence matrix based texture analysis applied to cervical cancer screening: Institutionen for informations teknologi, IT, 12, 041.

Lomask, J., Clapp, R. G., Biondi, B., (2007), Application of image segmentation to tracking 3D salt boundaries: Geophysics, 72, 47–56.

Love, P.L., Simaan, M., (1984), Segmentation of stacked seismic data by the classification of image texture: SEG Technical Program Expanded Abstracts 3, 480–482.

Luo, Y., Higgs, W. G., and Kowalik, W. S., (1996), Edge detection and stratigraphic analysis using 3-D seismic data: 66th Annual International Meeting, SEG, 324-327.

Marfurt, K. J., Kirlin, R. L., Farmer, S. L., and Bahorich, M. S., (1998), 3-D seismic attributes using a semblance-based coherency algorithm: *Geophysics*, VOL. 63, 1150–1165.

Matos, M. C. de., Yenugu, M., Angelo, S. M., Marfurt, K. j., (2011), Integrated seismic texture segmentation and cluster analysis applied to channel delineation and chert reservoir characterization: Society of Exploration Geophysicists. All rights reserved.

Peeters, M., (2001), Physical reservoir models: from pictures to properties: *Petroleum Geoscience*, 7, 57–62, doi:10.1144/petgeo.7.1.57.

Randen, T., and Husoy, J. H., (1999), Filtering for texture classification: comparative study: *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 21, 291–310, doi:10.1109/34.761261.

Randen, T., Monsen, E., Signer, C., Abrahamsen A., Hansen, J. O., Saeter, T., and Schlaf, J., (2000), Three dimensional texture attributes for seismic data analysis: 70th Annual International Meeting, SEG, Expanded Abstracts, 668–671.

Randen, T., Husoy, J., (1999), Filtering for texture classification: a comparative study.

IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 21, 291 -310.

Randen, T., Sonneland, L., (2005), Atlas of 3D seismic attributes. *Mathematical Methods and Modelling in Hydrocarbon Exploration and Production*: Springer Verlag, pp. 23–46.

Reed, T. B., and Hussong, D., (1989), Digital image processing techniques for enhancement and classification of Sea MARC II side-scan sonar imagery:

Journal of Geophysical Research, 94, B6, 7469–7490, doi: 10.1029/JB094iB06p07469.

Reed, T. R., and duBuf, J. M. H., (1993), A review of recent texture segmentation and feature extraction techniques: *Computer Vision Graphics and Image Processing*, 57, 359–372, doi:10.1006/cviu.1993. 1024.

Rosenfeld, A., and Troy, E. B., (1970), Visual texture analysis, in Conference record for symposium on feature extraction and selection in pattern recognition: IEEE Publication 70C-51C, 115– 124.

Russell, B., and Hampson, D., (2006), The old and the new in seismic inversion: CSEG Recorder, December, 5–11.

Sebastian V, B., Unnikrishnan, A., Balakrishnan, K., (2012), Grey Level CO-Occurrence Matrices: Generalisation and some new features. International Journal of Computer Science, Engineering and Information Technology (IJCSEIT), Vol.2, No.2.

Sheriff, R. E., (2002), Encyclopedia dictionary of applied geophysics, 4th ed.: SEG, Geophysical References Series 13.

Sheriff, R. E., and Geldart, L. P., (1995), Exploration Seismology, 2 ed.: Cambridge University Press.

Simaan, M., Zhang, Z., and Love, P. L., (1987), Image processing and knowledge-based methods for segmentation of a seismic section based on signal character: in Pattern Recognition and Image Processing in Oil Exploration, Aminzadeh, F., Editor, Geophysical Press, Amsterdam, Holland, 389- 425.

Taner, M. T., and Sheriff, R. E., (1977), Application of amplitude, frequency, and other attributes to stratigraphic and hydrocarbon determination, in Payton, C. E., Editor, Seismic stratigraphy applications to hydrocarbon exploration: AAPG Memoir, 26, 301–327.

Taner, M. T., Koehler, F., and Sheriff, R. E., (1979), Complex seismic trace analysis: Geophysics, 44, 1041–1063, doi:10.1190/1.1440994.

Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E., (1990), Applied Geophysics, Second Edition: Cambridge University Press.

Tuceryan, M., Jain, A. K., (1993), Texture analysis. Handbook of Pattern Recognition and Computer Vision: World Scientific Pub Co Inc., pp. 235–276.

Van Bemmelen, P. P., Pepper, R. E. F., (2000), Seismic signal processing and apparatus for generating a cube of variance values: U.S. Patent, No. 6151555.

Vinther, R., (1997), Seismic texture classification applied to processed 2-D and 3-D seismic data: 67th Annual International Meeting, SEG, Expanded Abstracts, 721–724.

Wallet, B. C., Pepper, R. E. F., (2013), Using mathematical morphology in an attributeworkflow to improve the interpretability of salt bodies in the Gulf of Mexico: SEG, DOI <http://dx.doi.org/10.1190/segam2013-0941.1>

Wang, H., Dong, F., (2009), Image Features Extraction of Gas/liquid Two-Phase Flow in Horizontal Pipeline by GLCM and GLGCM: The Ninth International Conference on Electronic Measurement & Instruments (ICEMI).

Wang, Z., Yin, Ch., (2011), GLCM parameters of channel texture analysis: SEG San Antonio 2011 Annual Meeting.

West, B. P., May, S. R., Eastwood, J. E., and Rossen, C., (2002), Interactive seismic facies classification using textural attributes and neural networks: The Leading Edge, 21, 1042–1049, doi:10.1190/1.1518444.

Zhang, X., Yu, P., Tang, R., Xiang, Y., and Zhao, C.-J., (2014), Edge enhancement of potential field data using an enhanced tilt angle: Exploration Geophysics.

Abstract

Today, the identification and exploration of salt domes in order to store hydrocarbons and explore hydrocarbon resources is of particular importance. Among the geophysical methods, the reflective seismic method is one of the best methods that has the ability to identify salt domes, although accurate determination of salt dome boundaries due to strong damping of seismic energy in salt and high speed wave propagation in salt ratio. The sediments around it have made it a little difficult to directly identify the salt domes and delineate them from the reflected seismic data. Seismic markers as a tool to extract the characteristics of seismic data can help to interpret and identify salt domes and determine its boundaries. Due to the fact that each marker has separate information, so the combination of markers is one of the tools that can provide comprehensive information of the intended purpose to the interpreter, so today the technology of combining multiple markers with different purposes in seismology is used. The aim of this dissertation is to identify salt domes by color elongation method in seismic data. Initially, five display attributes in the form of data volume, time slice, receiver line were tested by them to evaluate the ability to identify the salt dome. The attributes are: similarity, semblance, instantaneous attributes, single frequency, energy. The following three attributes, which showed the salt dome more accurately than other attributes, were selected for color storage on three sections (volume Data, time slice, receiver line) which are: instantaneous amplitude attributes, similarity attributes, energy attributes and finally an attempt was made to identify the salt dome using the method on color storage. The results obtained from applying color storage on the data indicate that this method has been able to determine the range of the salt dome with good accuracy. The three considered modes (instantaneous amplitude attributes, similarity attributes, energy attributes) for the colors on the color storage in all sections show well the salt dome, the layers around the salt dome and the bottom of the salt dome. Of course, it can be said that the first case (receiver line) has shown the salt dome border more clearly.

Key words: Salt dome, seismic data, seismic attributes, colored precipitation



Shahrood university of technology

Faculty of mining,petroleum and Geophysics Engineering

Master of science Thesis

Salt dome identification in seismic data using color stacking of seismic attributes

By:

Seyed Saeed Hoseini

supervisor

Dr.Hamid Aghajani

advisor

Dr.Amin Roshandel Kahoo

Oct2020