

# برگردان داده های لرزه ای سه بعدی به امپدانس صوتی در یکی از میادین نفتی جنوب غربی ایران

زویا فرج پور<sup>۱</sup>، دکتر مجید نبی بیدهندی<sup>۲</sup> و محمود رضاترابی<sup>۳</sup>

## چکیده

اهمیت و نقش تعیین کننده خواص پتروفیزیکی در بررسی مخازن نفت و گاز، ایجاب می کند که از هرگونه اطلاعاتی برای پی بردن به این خواص استفاده نمود. راه مستقیم دستیابی به خواص مخزنی حفر چاه می باشد. از آنجائیکه حفر چاه مخارج زیادی دارد و با توجه به اینکه داده های لرزه ای تنها اطلاعات برداشت شده از سطح می باشند، همواره تلاش برای استخراج خواص پتروفیزیکی از دل رد های لرزه ای وجود داشته است. برای دستیابی به این مهم روشهای متعددی وجود دارد که هر یک مزایا و معایب خاص خود را دارا می باشند. با استفاده از هر یک از این روشها تنها بخشی از اطلاعات را می توان بدست آورد، از این میان، برگردان لرزه ای اطلاعات زیادی فراهم می کند. در برگردان لرزه ای با ترکیب سایر اطلاعات مانند اطلاعات زمین شناسی و نگارهای چاه با داده های لرزه ای، سعی می شود اطلاعاتی بدست آید که با استفاده از آنها بتوان تغییرات زمین شناسی، رخساره ای و پتروفیزیکی (از قبیل سنگ شناسی، تخلخل، اشباع شدگی، شکستگی، نوع سیال، دانسیته و...) را بررسی کرد که امپدانس صوتی یکی از مهمترین این اطلاعات است.

در مطالعه حاضر روش برگردان بر پایه مدل بر روی داده های سه بعدی لرزه ای یکی از میادین نفتی جنوب غربی کشور بکار گرفته شد و در نهایت یک مکعب امپدانس صوتی حاصل گردید که مقاطع تولید شده از آن با کارهای قبلی که با روش بر مبنای خارهای پراکنده (sparse spike) انجام گرفته بود، هماهنگی بسیار خوبی را از خود نشان می دهد و ساختار ریفی را در افق های مخزنی تفسیر شده بخوبی نشان می دهد.

کلید واژه ها: برگردان لرزه ای، داده های لرزه ای باند محدود، مدل امپدانس صوتی، موجک لرزه ای.

## Inversion of 3-D Seismic Data to Acoustic Impedance in one of the south-west oil field of Iran

Zoya Farajpour, Dr. Majid Nabi-Bidhendi and Mahmood -Reza Torabi

### Abstract

Oil companies are trying to increase production rate by improved recovery methods. Typically, oil and gas fields have been penetrated by lots of wells. The seismic inversion

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد ژئوفیزیک ( لرزه شناسی) دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

۲- عضو هیئت علمی موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران

۳- کارشناس ارشد ژئوفیزیک مخزن مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران

method is a powerful technique. This project is about inversion of 3-D seismic data to acoustic impedance in one of the south-west oil field of Iran. In this study we checked other different inversion methods such as sparse spike and model based. We applied model based inversion method in the studied area. The input data includes seismic data, well log data, and structural interpreted data. Knowledge of the seismic wavelet is also necessary. In this study we integrated available information from seismic data, well logs and the knowledge of regional and local geology to produce detailed, spatially consistent, 3-D impedance models. The results of this study reveal that there are several reefal structures in the main reservoirs.

**Keywords:** Inversion, Band limited seismic data, Acoustic impedance model, Wavelet.

#### مقدمه:

می شوند. روشهای بعد از برانبارش عبارتند از:

#### ۱- برگردان بازگشتی (recursive inversion) یا روش

باند محدود: ساده ترین روش برگردان داده های لرزه ای است و به این دلیل که ردهای نهایی مقاومت صوتی، حاوی پهنای فرکانسی مشابه با داده های لرزه ای می باشند، به این روش باند محدود گفته می شود.

#### ۲- برگردان به روش خارهای پراکنده (sparse spike):

در این روش یک مدل برای ضرایب بازتاب فرض شده و تخمین موجک بر اساس مدل ضرایب بازتاب انجام می گیرد. در برگردان به روش خارهای پراکنده هدف بدست آوردن سری ضرایب بازتاب از رد لرزه ای و بازسازی کامل باند فرکانسی مدل زمین است. بگونه ای که دارای فرکانس های بالا و پائین نیز باشد.

#### ۳- برگردان زمان عبور موج (travel time inversion):

در این روش پیگیری مسیر و زمان سیر موج ابزار اصلی می باشند.

#### ۴- برگردان زمین آماری: اطلاعات اصلی در این

روش به جای داده های لرزه ای از نگارهای چاه و اطلاعات زمین شناسی تأمین می شود. با این اطلاعات مدل اولیه زمین ساخته و برای افزودن اطلاعات تفصیلی تر به مدل از داده های لرزه ای استفاده می شود.

#### ۵- برگردان بر مبنای مدل: روشی که در این مطالعه

به کار گرفته شده برگردان بر مبنای مدل می باشد که در این روش یک مدل اولیه با داده های لرزه ای مقایسه می شود. سپس اختلاف این دو در مدل تصحیح شده، و این عمل تا زمانی تکرار می شود که مدل با داده های لرزه ای همخوانی قابل قبولی داشته باشد.

تکنیک برگردان لرزه ای (seismic inversion) یکی از ابزارهای بسیار مناسب جهت توصیف لرزه ای مخزن می باشد. برگردان ژئوفیزیکی (geophysical inversion) شامل به نقشه در آوردن ساختمان فیزیکی و اطلاعات زیر سطحی زمین با استفاده از اندازه گیریهای کمی است که در روی سطح زمین انجام می شود. این تعریف جامعی است و عملاً همه کارهای انجام شده در تحلیل لرزه ای و تفسیر را دربر می گیرد.

هدف از برگردان لرزه ای، تبدیل داده های لرزه ای باند محدود (band limited) به شبه نگارهای امپدانس صوتی (pseudo acoustic impedance Logs) باند پهن (broad band) در هر رد لرزه (seismic trace) زمین با استفاده از داده های لرزه ای (بعنوان ورودی) می باشد. که این می تواند شبیه تکنیک مدل سازی رو به جلو (forward)، منتها در جهت عکس در نظر گرفته شود. (راسل، ۱۹۹۸)

اهمیت برگردان لرزه ای به خاطر این است که در این پروسه داده های گوناگون شامل اطلاعات لرزه ای و اطلاعات نگار چاه و نتایج بدست آمده از مخزن و اطلاعات زمین شناسی با هم تلفیق شده و تفکیک پذیری و صحت و اعتبار مدل مخزن را بالا می برد و باعث میشود برای بهره برداری مخازن از چاههای کمتر در محلهای بهتر استفاده کنیم و این کمک عمده در جهت کنترل هزینه اکتشاف و تولید می باشد.

روشهای برگردان به روشهای قبل از برانبارش (pre stack) و بعد از برانبارش (post stack) تقسیم

محیط کم عمق می باشد. چنین محیطی رسوبات کربناته را تحت دیاژنز آبهای زیرزمینی قرار می دهد که باعث افزایش تخلخل می شود. ۵ چاه در میدان مورد مطالعه حفاری شده است و این چاه ها به داخل گروه بنگستان و خامی و حتی عمیق تر نفوذ کرده اند و ارتفاع محل سطح چاه از دریای آزاد ۸ متر می باشد. مطالعه ما بر پایه این ۵ چاه و مقطع لرزه نگاری سه بعدی این میدان استوار است. این منطقه تقریباً تخت و پوشیده از رسوبات کواترنری است، بنابراین اطلاعات لرزه ای و نتایج حفاری چاه ها ابزار کلیدی برای تعیین لایه های زیر سطحی است. کاربرد اطلاعات مقطع لرزه ای سه بعدی اجازه می دهد که تغییرات ساختاری و چینه شناسی شبیه سازی شود و محل چاههای آینده بهتر ارزیابی شوند. در این تحقیق بعضی از افق های مهم در مخزن برای تفسیر چینه شناسی و ساختاری انتخاب شده اند. بعد از این که نشانگرهای سرسازندها توسط شلیک کنترل (check shot) بر روی مقطع لرزه ای قرارگرفتند چند افق از جمله افق سر سازند فهلیمان و پنج افق داخلی سازند فهلیمان با نامهای افق ۱، افق ۲، افق ۳، افق ۴ و افق ۵ تفسیر شدند. زیرا هدف اصلی، وارون سازی بر روی سازند فهلیمان است. شکل ۱ افق های تفسیر شده بر روی مقطع لرزه ای در محل چاه شماره ۱ را نشان می دهد. قبل از شروع به وارون سازی ابتدا باید تصحیح مربوط به شلیک کنترل بر روی نگار سرعت صورت بگیرد انجام این عمل باید بسیار با دقت صورت بگیرد زیرا این عمل سبب تغییرات ماهیت نگار سرعت می شود و می تواند اثر بسیار نامطلوب در وارون سازی ایجاد نماید. برای تبدیل داده های نگار چاه از مقیاس عمقی به زمانی از مقطع لرزه نگاری عمودی استفاده شده است. با توجه به این که داده های لرزه ای قائم در تمام چاه های مورد استفاده، موجود بود تصحیح در تمام چاهها با این اطلاعات صورت گرفته است. پس از تفسیر و بررسی افق ها نقشه زمانی مربوط به هر افق بدست آمده است در اینجا نقشه زمانی مربوط به افق فهلیمان در شکل ۲ نشان داده شده است. همچنین نقشه

در این پروژه اطلاعات لرزه نگاری سه بعدی کوچک داده شده و داده های حاصل از نگارهای چاههای موجود در محدوده مورد مطالعه شامل نگارهای چگالی، صوتی و پرتو گاما در دسترس بود. نگارهای صوتی و چگالی برای بدست آوردن مقاومت صوتی ضروری است. نگار گاما به طور مستقیم وارد وارون سازی نمی شود. داده های لرزه ای بصورت تقریباً فاز صفر پردازش شده اند و کیفیت اطلاعات لرزه ای مناسب ارزیابی شده است و دارای نرخ بالای سیگنال به نوفه می باشند. روش برگردان بر پایه مدل به این دلیل که به طور مستقیم از اطلاعات لرزه ای استفاده نمی کند بسیار مورد توجه است.

### تفسیر و زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

میدان مورد مطالعه در جنوب غرب ایران در فرورفتگی دزفول واقع شده است. این ساختمان قسمتی از ناحیه زمین شناسی دشت آبادان است. روند ساختمانی این میدان شمالی-جنوبی بوده و متفاوت از روند شمال غربی-جنوب شرقی زاگرس بوده و مشابه ساختمانهای عربی می باشد. این ساختمان موازی با طاقدیزی با روند شمالی است که از عربستان سعودی تا میدان بورگان در کویت کشیده شده است. این ساختمان مانند دیگر ساختمانهای دشت آبادان در آسماری بستگی ساختمانی ندارد.

تفسیر های لرزه ای و برگردان لرزه ای، ساختمان قابل توجهی را در سازند فهلیمان نشان می دهند که دارای روند شمالی-جنوبی است و تخلخل بالایی را برای این ساختمان پیش بینی می کنند سازند فهلیمان غالباً کربناته و دارای تغییرات جانبی رخساره است. نشانه های مختلف لرزه ای ساختمانی بیضوی با روند شمالی-جنوبی را نشان می دهد. به نظر می رسد شکل گیری این آتول ناشی از فعالیت گسلهای پی سنگ باشد که در دوره کرتاسه فعال بوده اند و با فعالیت در زمان رسوبگذاری فهلیمان موقعیت مناسبی برای رسوبگذاری برآمدگیهای کربنات ایجاد کرده اند همچنین سطوح فرسایش نشان دهنده رسوبگذاری در

زمین شناختی باعث ایجاد چنین نتیجه ای شده است. به عبارت دیگر بر اساس یکسری مشاهدات ژئوفیزیکی، این روش مدل زمین شناسی را که بهترین برازش را با این مشاهدات بر اساس کمترین مربعات خطا داشته باشد را استخراج میکنند. اگر ما مدل و مشاهدات را به صورت بردار بیان کنیم:

بردار پارامتر های مدل،  $M$  بصورت زیر بیان می گردد.

$$M = (m_1, m_2, \dots, m_k)^T \quad (1)$$

و بردار مشاهدات  $T$  بصورت زیر بیان می گردد.

$$T = (t_1, t_2, \dots, t_n)^T \quad (2)$$

سپس میتوانیم رابطه بین مدل و مشاهدات را به صورت تابع زیر نشان دهیم:

$$t_i = F(m_1, m_2, \dots, m_k) \quad i = 1, \dots, n \quad (3)$$

تا هنگامیکه ارتباط تابعی بین مدل و مشاهدات استخراج شده وجود داشته باشد. هر مجموعه از پارامترهای مدل می توانند یک خروجی تولید کنند. این روش بر اساس آنالیزخطای بین مدل خروجی و مشاهدات و تغییر پارامترهای مدل به طوریکه ایجاد یک خروجی با خطای کمتر را بنماید، نیاز به سعی و خطا را مرتفع می سازد. به طور ریاضی:

$$F(M) = F(M_0) + \frac{\partial F(M_0)}{\partial M} \Delta M \quad (4)$$

که در آن:

$M_0$ : مدل اولیه

$M$ : مدل واقعی زمین

$\Delta M$ : تغییر در پارامترهای مدل

$F(M)$ : مقادیر مشاهدات

$F(M_0)$ : مقادیر محاسبه شده از مدل اولیه

$\frac{\partial F(M_0)}{\partial M}$ : تغییر در مقادیر محاسبه شده می باشد.

خطای بین مشاهدات و مقادیر محاسبه شده برابر

است با:

$$\Delta F = F(M) - F(M_0) \quad (5)$$

زمانی مربوط به افق های ۲ و ۳ به ترتیب در شکل های ۳ و ۴ نشان داده شده است.

## برگردان بر پایه مدل

در روش برگردان بر پایه مدل ابتدا یک مدل زمین شناسی ساخته شده، سپس این مدل با اطلاعات لرزه ای مقایسه می شود. از نتیجه مقایسه اطلاعات واقعی و مدل برای تصحیح مکرر مدل استفاده می کنیم تا با اطلاعات لرزه ای تطابق بهتری داشته باشد. از طرف دیگر در این روش ممکن است یک مدل سازگاری خوبی با داده های لرزه ای داشته باشد ولی مدل واقعی نباشد. مدلی که به عنوان هسته فرایند تلفیق اطلاعات پیشنهاد می شود از ترکیب مدل زمین شناسی با نگارهای چاه و سایر داده ها ساخته شده است. از این رو جهت ساختن چنین مدلی مراحل ارائه شده توسط هاس و فری (۲۰۰۵) برای برگردان داده های لرزه ای و بدست آوردن مقاومت صوتی طی شده است.

این مراحل شامل:

- ۱- تفسیر لرزه ای زونهای اصلی مورد علاقه.
- ۲- کالیبره کردن چاه با داده های درون چاهی.
- ۳- تخمین موجک.

۴- ساخت مدل زمین شناسی سه بعدی با درونیابی امپدانس صوتی نگارهای چاهها در هر واحد زمین شناسی، مؤلفه فرکانس پائین این مدل اغلب یک گزینه معتبر برای برگردان می باشد. ۵- تفسیر جزئیات واحدهای چینه شناسی مخزن با استفاده از مکعب برگردان لیتولوژی لرزه ای تلفیق شده با مدل زمین شناسی.

برای روشن شدن این مطلب که چه رابطه ریاضی بین اطلاعات مدل و اطلاعات لرزه ای وجود دارد و مدل را چگونه تصحیح کنیم روش برگردان خطی تعمیم یافته ارائه داده شده توسط کوک و اشنایدر (۱۹۸۳) توضیح داده می شود. این روش می تواند به هر مجموعه داده های لرزه ای اعمال گردد تا تعیین کند که چه مدل

با روش برگردان انتخاب شده میباشد. مراحل انجام شده عبارتند از:

### ۱. استخراج موجک

استخراج موجک در قلب هر تکنیک برگردان لرزه ای قرار می گیرد و شکل موجک استنتاج شده لرزه ای شدیداً ارزیابی کیفیت مخزن را تحت تاثیر قرار می دهد. لذا دانش کافی در مورد موجک موجود در داده های لرزه ای، یکی از اساسی ترین اصول برگردان را تشکیل می دهد.

روش مورد استفاده در این مطالعه جهت تخمین موجک بر اساس تکنیک برگردان بر مبنای مدل استوار است و آن روشی است که هم اطلاعات چاه و هم داده های لرزه ای در ساختن موجک درگیر هستند. لذا با استفاده از اطلاعات نگارهای چگالی و صوتی، مدلی از سری ضرایب بازتاب در محل چاه ساخته می شود. ابتدا با اعمال موجک تخمینی که در شکل ۶ نشان داده شده است، نداشت لرزه ای مصنوعی ساخته می شود و این نداشت با نداشت لرزه ای در محل چاه مطابقت داده می شود (شکل ۵). اگر خطا زیاد باشد موجک تغییر داده می شود تا خطا کاهش یابد این عمل تا زمانی ادامه می یابد که تطابق بین نداشت مصنوعی و لرزه ای مطلوب باشد. (براون و همکاران، ۱۹۸۸)

معمولاً بین نداشت مصنوعی و نداشت لرزه ای تطابق کاملی حاصل نمی شود که ناشی از موارد زیر است:

- موجک بکار رفته در ایجاد نداشت مصنوعی دقیق نیست.

- وجود بازتاب های چندگانه در داده های لرزه ای.
- تبدیل داده های عمقی چاه به زمان دقیق نمی باشند.
- ناهمگن بودن مواد سازنده لایه ها.

فرکانس حداکثر موجک از روی طیف دامنه ای داده های لرزه ای تعیین گردیده است و از تغییر مکرر طول و مشاهده نتیجه، طول نهایی موجک تعیین می شود. پس از تعیین طیف دامنه ای موجک، نوبت به تعیین فاز ثابت موجک می رسد. در این مرحله ابتدا از روی نگار

بنابراین رابطه ما می تواند به صورت یک معادله ماتریکسی بیان گردد:

$$\Delta F = A \Delta M \quad (6)$$

که در آن  $A$  ماتریکس مشتق ها شامل  $n$  ردیف و  $k$  ستون است. برای حل رابطه می توان نوشت:

$$\Delta M = A^{-1} \Delta F \quad (7)$$

که  $A^{-1}$  ماتریکس معکوس  $A$  می باشد. ولی از آنجائیکه تعداد مشاهدات بیشتر از تعداد پارامترهاست: ( $n > k$ )، ماتریکس  $A$  یک ماتریکس مربعی نبوده و معکوس صحیحی ندارد. این مطلب یک حالت فوق تعیینی (over determined) ایجاد می نماید. برای حل این معادله در این حالت از روش حل کمترین مربعات استفاده می شود:

$$\Delta M = (A^T A)^{-1} A^T \Delta F \quad (8)$$

با این حال بایستی رابطه تابعی لازم برای ارتباط بین مدل و مشاهدات مشخص شود. ساده ترین تابع، مدل همامیختی موجک لرزه ای و ضرایب بازتاب است.

$$S(t) = w(t) * r(t) \quad (9)$$

مزایای روش برگردان بر مبنای مدل شامل موارد زیر می باشد:

۱- اطلاعات فرکانس پائین در این روش قابلیت بازیابی دارند.

۲- خطاهای محاسبه شده در سرتاسر جواب سرشکن می شوند.

۳- بازتابهای چندگانه می توانند مدل شوند. اما نقص این روش این است که ممکن است بیش از یک مدل صحیح با اطلاعات مطابقت داشته باشد.

### شرح کار

در این تحقیق از نرم افزار *Russell (7.1)* -

*Hampson* که یک نرم افزار تجاری است برای تفسیر و برگردان لرزه ای استفاده شده است. این نرم افزار یک نرم افزار بسیار تخصصی است و استفاده از آن نیازمند آشنائی

همانگونه که ذکر شد، جواب برگردان یکتا نیست و مدل‌های بیشماری که از نظر ریاضی موجه هستند، وجود دارد. در مدل زمین شناسی شرطهای محدود کننده در هر عمق ایجاد می شوند و جواب برگردان محدود به این شرطها می شود. مزیت دوم مدل زمین شناسی ایجاد اطلاعات فرکانس پائین است. معمولاً نتیجه برگردان در فرکانس های پائین تر از باند داده های لرزه ای به خوبی محدود نمی شود که می توانیم با استفاده از مدل زمین شناسی این داده ها را جایگزین کنیم. برای ساخت مدل از داده های نمودار امیدانس، افقهای تفسیر شده و اطلاعات بزرگ مقیاس زمین شناسی مانند ناپیوستگی ها و توالی لایه ها استفاده شده است. برای ساخت مدل ابتدا افقهای فلهیان و ۵ افق درونی تفسیر شد. بعد از ایجاد مدل زمین شناسی، مدل امیدانس صوتی زمین تولید شد. روند تغییرات و محدوده تغییرات امیدانس در کل مقطع از روی تغییرات نگار امیدانس در محل چاهها تعیین و به کل مقطع تعمیم داده شدند. شکل ۹ مدل اولیه امیدانس را در محل چاه شماره ۱ نشان می دهد.

### ۳. برگردان داده های لرزه ای

جهت انجام وارون سازی بر روی داده های سه بعدی این میدان از دو روش بر مبنای مدل و خارهای پراکنده استفاده شده است. در این بخش کل داده های لرزه ای به امیدانس صوتی تبدیل شدند. پارامترهای مهمی که در برگردان بر مبنای مدل باید مشخص شوند عبارتند از مرز سخت بالا و پایین، اندازه میانگین بلوک و تعداد تکرار. چنانچه این پارامتر کم انتخاب شود به دلیل اینکه اجازه تغییرات کافی به ضرایب بازتاب نمی دهد ممکن است مدل مناسبی بدست نیاید.

پارامتر مهم دیگر اندازه میانگین بلوک می باشد. اندازه بلوک باید مضرب صحیحی از نمونه برداری داده های لرزه ای باشد. برای مقادیر کوچک قدرت تفکیک بالاتر در نظر گرفته می شود. پارامتر دیگر تکرار است. معمولاً بعد از ۴-۵ بار تکرار نتایج قابل قبولی بدست می آید اما ممکن است به تکرارهای بالا نیاز باشد.

امیدانس صوتی در محدوده زمانی تعیین شده، بازتابها تعیین می شوند، سپس با اعمال موجک با طیف دامنه معین شده در مرحله قبل و فاز ثابت دلخواه (بر این بازتابها)، لرزه نگاشت مصنوعی ساخته می شود. با تغییر فاز موجک سعی می شود تا مربعات خطا بین نگاشت مصنوعی و داده های لرزه ای کمینه گردد. پس از بدست آوردن طیف دامنه ای و فاز ثابت موجک با ادغام این دو، موجک نهایی بدست می آید. با استفاده از موجک حاصل، در محل نگاشت های نزدیک به موقعیت چاه اقدام به تهیه نگاشتهای مصنوعی گردید و همبستگی متقابل، نسبت سیگنال به نوفه بین این نگاشت ها و نگاشت های لرزه ای محاسبه گردید. این عمل برای تمام چاهها صورت گرفت و در نهایت یک موجک میانگین برای انجام برگردان انتخاب گردید. لازم به توضیح است به دلیل وجود نویز و بازتاب های چندگانه در داده های لرزه ای و نیز عدم هماهنگی کامل نگار امیدانس با واقعیت زمین و همچنین همزمان نبودن برداشت های لرزه نگاری و نگارهای پتروفیزیکی و تغییر وضعیت چاهها از نظر نوع سیال در طول سالها باعث گردیده تا مقادیر باقیمانده کاملاً حذف نشود و شکل موجک استنتاج شده کاملاً فاز صفر نگردهد. شکل ۵ موجک نهائی که در برگردان لرزه ای استفاده شده است را نشان میدهد. شکل ۷ پارامترهای بکار رفته در تخمین موجک نهایی (از جمله طول موجک و پنجره زمانی استخراج موجک) را نشان می دهد. شکل ۸ طیف فاز و دامنه مربوط به موجک نهایی را نشان می دهد.

### ۲. ساخت مدل اولیه (مدل امیدانسی)

پس از استخراج موجک با استفاده از چاه و مقطع لرزه ای یک مدل فرضی اولیه از اطلاعات لرزه ای و نگارها ساخته شد. این مدل اولیه یک مدل امیدانسی است که با درونیابی امیدانس صوتی نگارهای چاهها در هر واحد زمین شناسی بدست آمده و مؤلفه فرکانس پائین این مدل اغلب یک گزینه معتبر برای برگردان می باشد. کاربرد مدل زمین شناسی در برگردان دو مزیت دارد: مزیت اول آن، محدود کردن جوابهای ممکن در برگردان است، زیرا

شماره ۱ در محلی با امپدانس پایین و چاه شماره ۲ در محلی با امپدانس بالا حفر شده است. در اطراف چاه شماره ۱ پتانسیل مخزن بالاست. لازم به ذکر است در شکل ۱۴، محدوده گسترش ساختار ریفی در زون مخزنی شماره ۵، به صورت یک محدوده با امپدانس صوتی پائین (محدوده خاکستری تیره) به خوبی قابل مشاهده است.

### نتیجه گیری:

در این تحقیق با استفاده از داده های لرزه ای سه بعدی و چاهی و با کاربرد برگردان لرزه ای نتایج زیر حاصل گردید:

۱- روشهای برگردان لرزه ای در شناسایی سرشت مخازن یک روش بسیار مهم می باشد که با استفاده از آن علاوه بر دستیابی به تفسیر دقیق افقهای مخزنی و موردنظر پارامترهای مهم دیگر حاصل می شود.

۲- با مقایسه روشهای مختلف برگردان لرزه ای، برگردان بر مبنای مدل به عنوان روش مناسب بوده که برای برگردان داده های لرزه ای، داده های در دسترس در نظر گرفته شد. همچنین هماهنگی خوبی بین مقاومت صوتی حاصل از برگردان و نمودار مقاومت بدست آمده از چاه وجود دارد.

۳- روش برگردان بر پایه مدل برای شناسایی ساختارهای ریفی و ساختارهای با تخلخل بالا کاربرد خوبی دارد.

۴- در منطقه مورد مطالعه در بعضی قسمتها بازتابنده ها دچار پایین افتادگی شدند که این بخاطر کاهش سرعت ناشی از وجود ساختارهای ریفی و وجود سیالات با چگالی پائین در این ساختارها می باشد.

در جدول ۱ پارامترهای بکار رفته برای برگردان مبنای مدل در محل چاههای شماره ۱ و ۲ را نشان می دهد.

جدول ۱- پارامترهای بکار رفته برای برگردان بر مبنای مدل در محل چاهها.

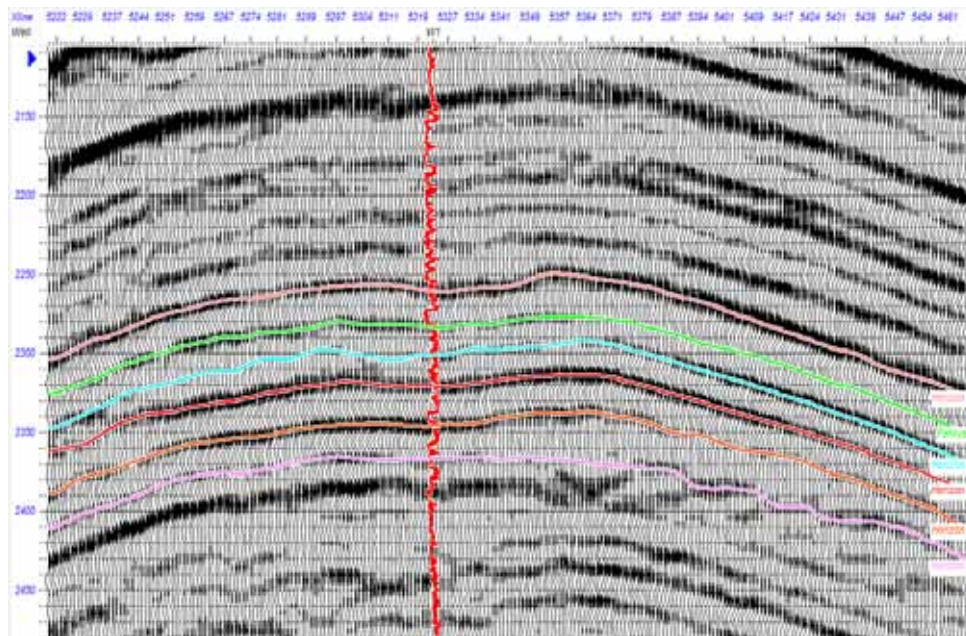
Average block size	4ms
Prewhitening	1%
Number of iteration	20
Processing sample interval	4ms

شکل شماره ۱۰ و ۱۱ برگردان بر مبنای مدل به ترتیب در محل چاههای شماره ۱ و ۲ و شکل ۱۲ نتیجه برگردان به روش خارهای پراکنده در موقعیت چاه شماره ۱ را نشان می دهد. بر اساس شکلهای ۱۰ و ۱۲ کاملاً مشخص است که نتیجه برگردان بر مبنای مدل دارای دقت و قدرت تفکیک بالاتری نسبت به نتیجه روش خارهای پراکنده می باشد. همانطور که در شکل ۱۰ می بینیم نزدیک چاه شماره ۱ چون ساختار ریفی وجود دارد و در این میدان سیال مخزن سبک است افق های مخزنی و پائین مخزن در اثر کاهش سرعت دچار پایین افتادگی (Pull down) شده اند.

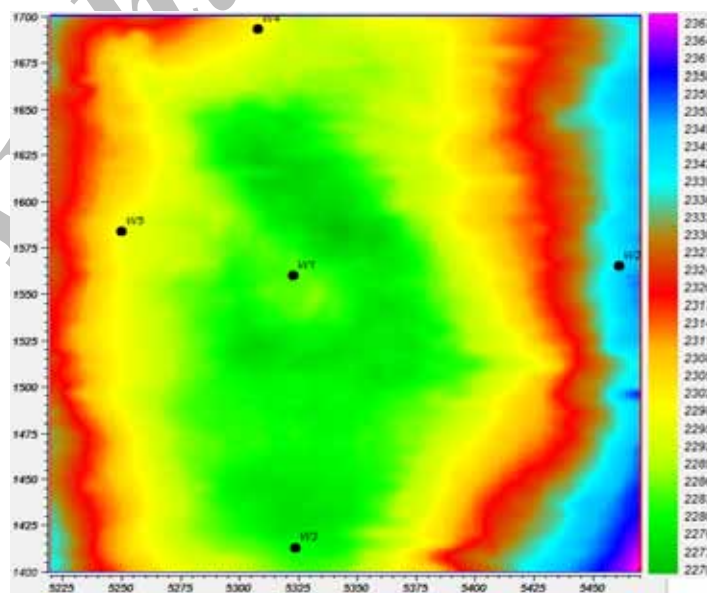
شکل ۱۳ برش مقاومت صوتی ۵ میلی ثانیه زیر افق مخزنی شماره ۴ و شکل ۱۴ برش مقاومت صوتی ۲۵ میلی ثانیه بالای افق مخزنی شماره ۵ را نشان می دهد که علت انتخاب این زمانها موقعیت قرارگیری افق های ۴ و ۵ نسبت به زون مخزنی مورد نظر می باشد. رنگهای خاکستری تیره و روشن نشان دهنده مقاومت صوتی پائین تری هستند که دارای کیفیت مخزنی خوبی و تخلخل بالا می باشند. همانطور که از این دو شکل مشخص است چاه

**References**

- Brown, R. L., McElhattan, W., and Santiago, D. j., 1988, Wavelet estimation: An interpretive approach: Geophysics: The leading edge of exploration, pp. 16-19.
- Cooke, D. A., and Schneider, W. A., 1983, Generalized linear inversion of reflection seismic data: Geophysics, Vol.48, NO.6, pp.665-676.
- Huuse, M., and Feary, D. A., 2005, Seismic inversion for acoustic impedance and porosity of cenozoic cool-water carbonate on the upper continental slope of the Great Australian Bight: Marine Geology 215, pp.123-134.
- Russell, B.H., 1998, Introduction to Seismic inversion methods: Course notes series, Vol.2

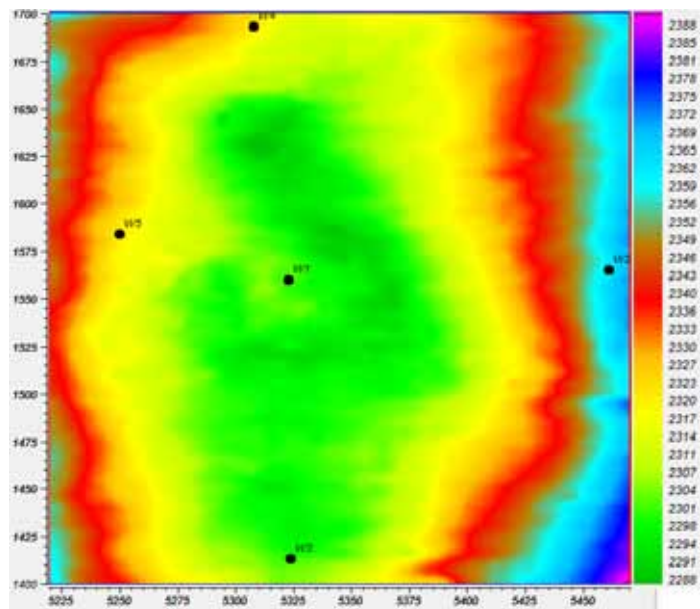


شکل ۱- مقطع لرزه ای با افق های تفسیر شده.

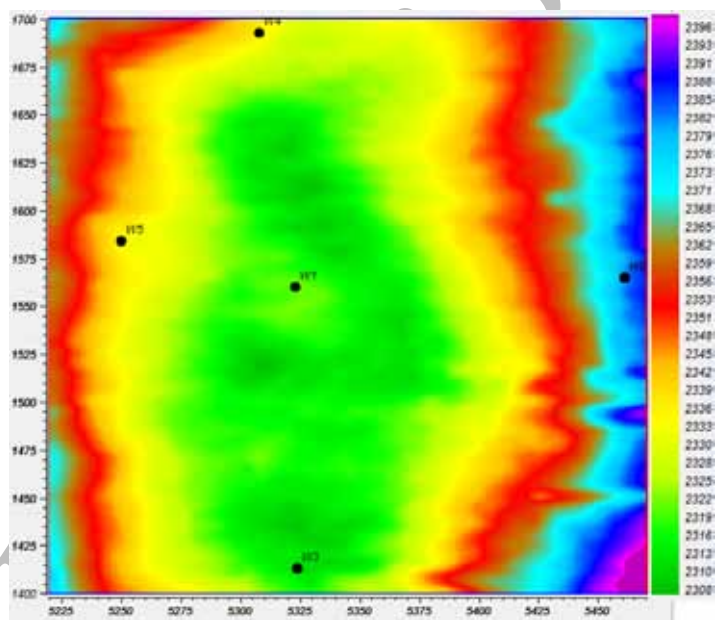


شکل ۲- نقشه زمانی افق فهلپان

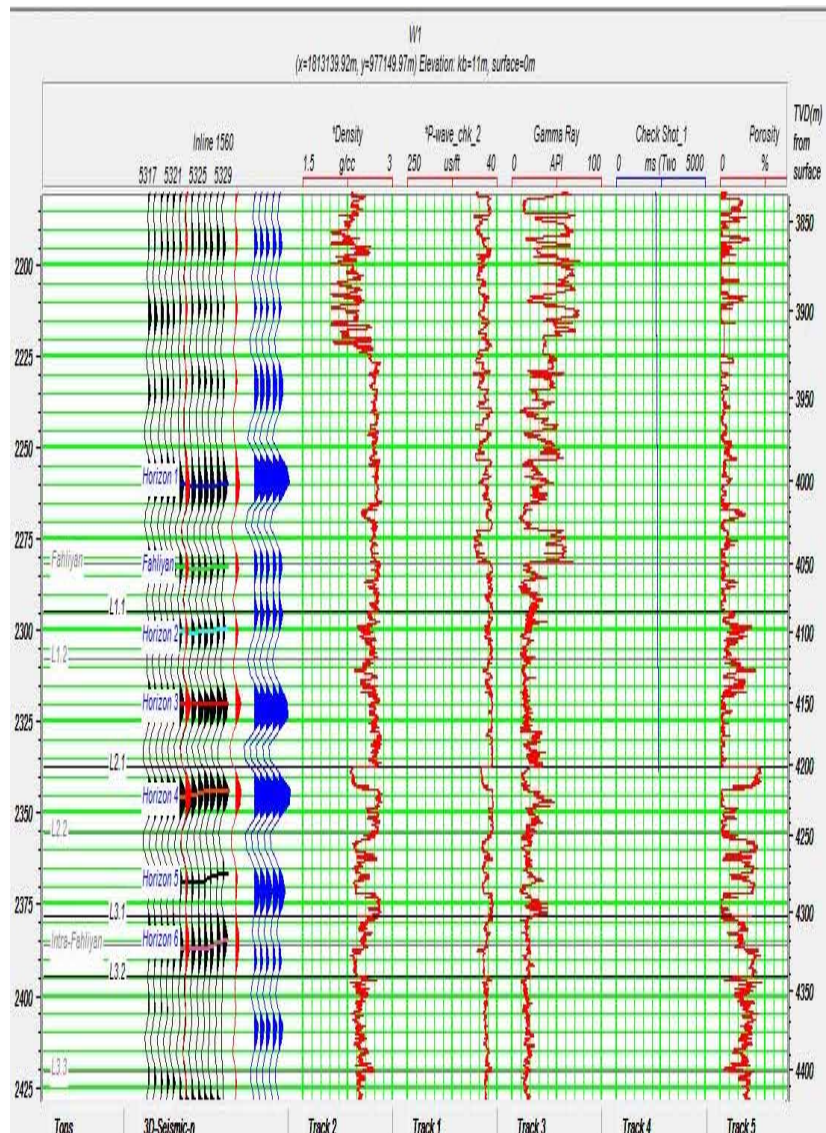




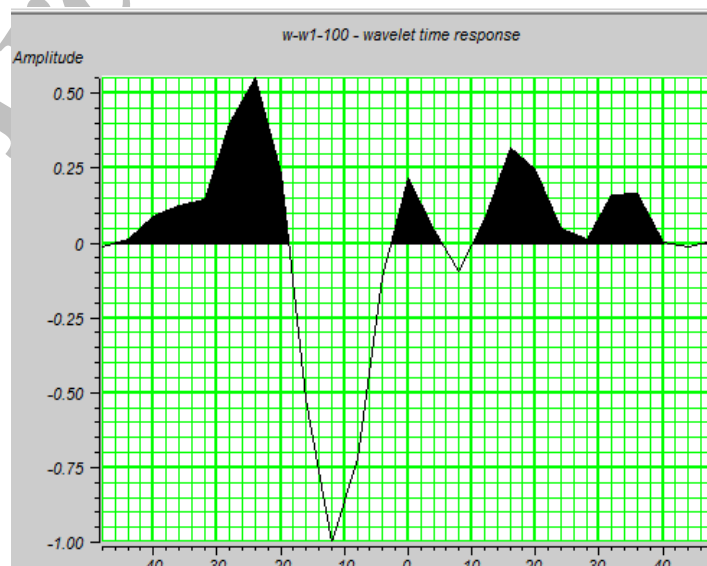
شکل ۳- نقشه زمانی افق ۲



شکل ۴- نقشه زمانی افق ۳



شکل ۵- ساخت لرزه نگاشت مصنوعی درمحل چاه شماره ۱



شکل ۶- موجک نهائی که در برگردان لرزه ای استفاده شده است

### Wavelet History

#### Wavelet History

=====

Peak = Increase in Acoustic Impedance (NORMAL)

Wells used in Wavelet Extraction:

W1

#### Composite Trace Extraction Parameters:

Seismic volume path:

C:\HRS-Thesis\HRS-Strata\3D-Seismic-n\3D-Seismic-n.vol

Time From: 2100 To: 2500 ms

Capture option: Neighbors

Neighborhood radius: 5

#### Extracted Wavelet Parameters:

Output Wavelet Name: w-w1-100

Wavelet Length: 100 ms

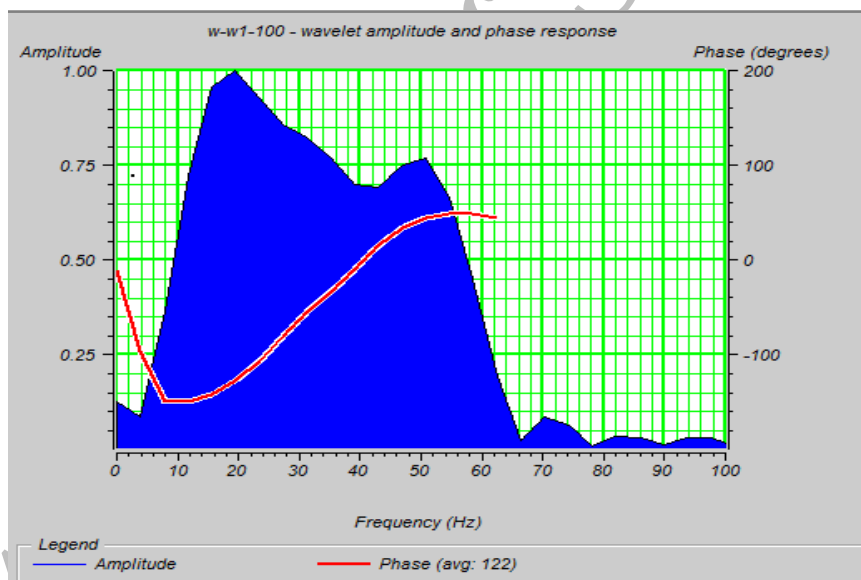
Taper Length: 20 ms

Sample Rate: 4 ms

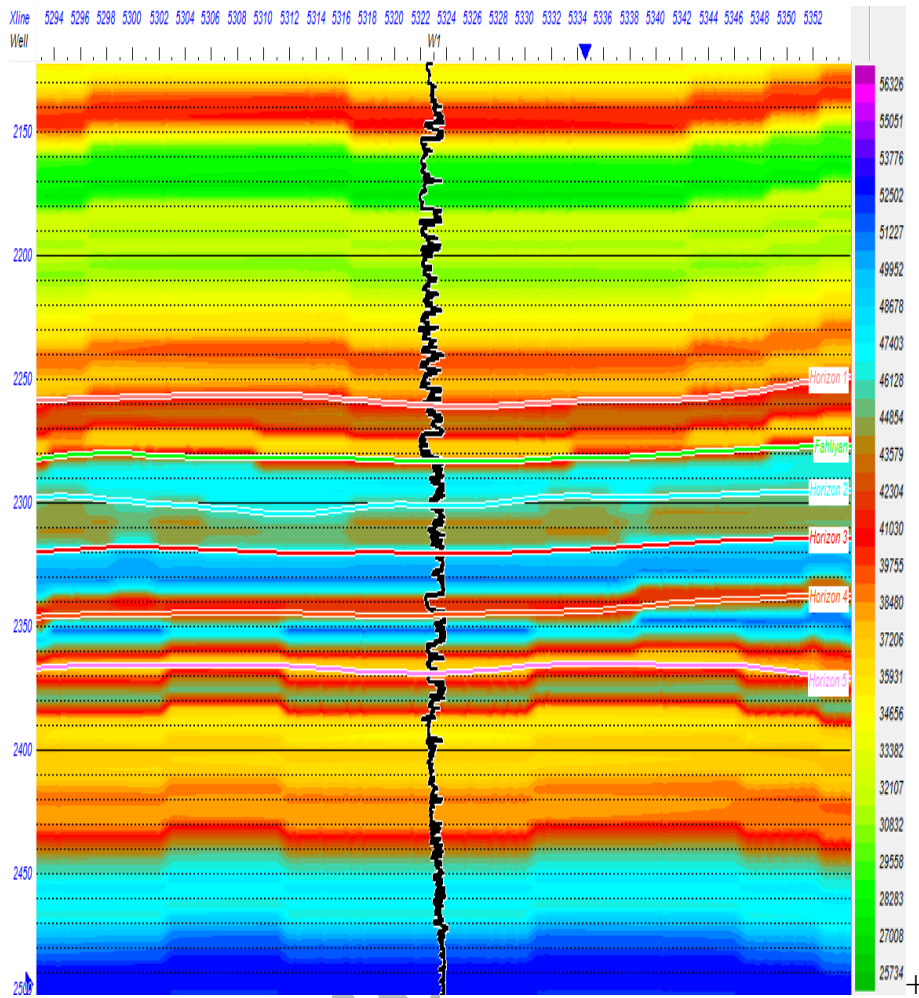
Extraction Type: Full Wavelet

Time created: Jul 14, 14:09

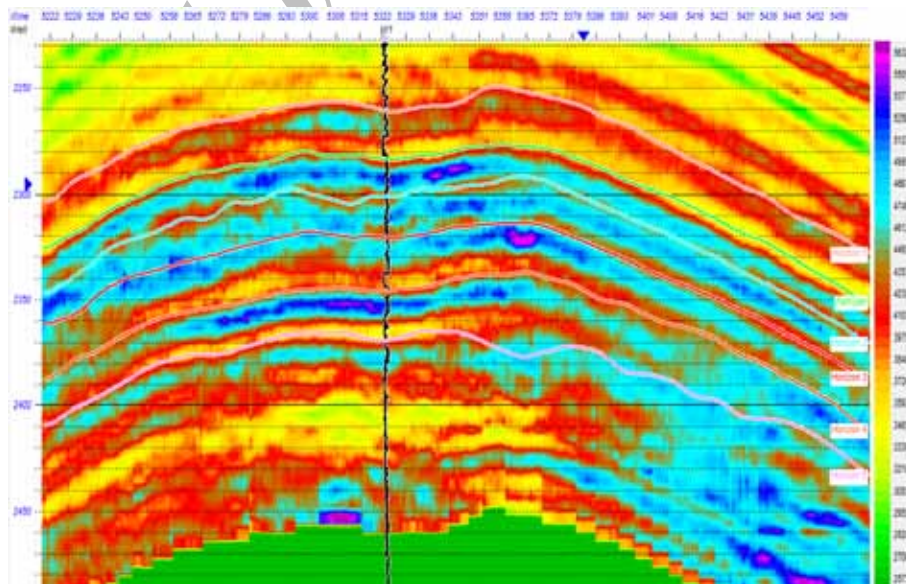
شکل ۷- پارامترهای بکار رفته در تخمین موجک نهایی را نشان می دهد .



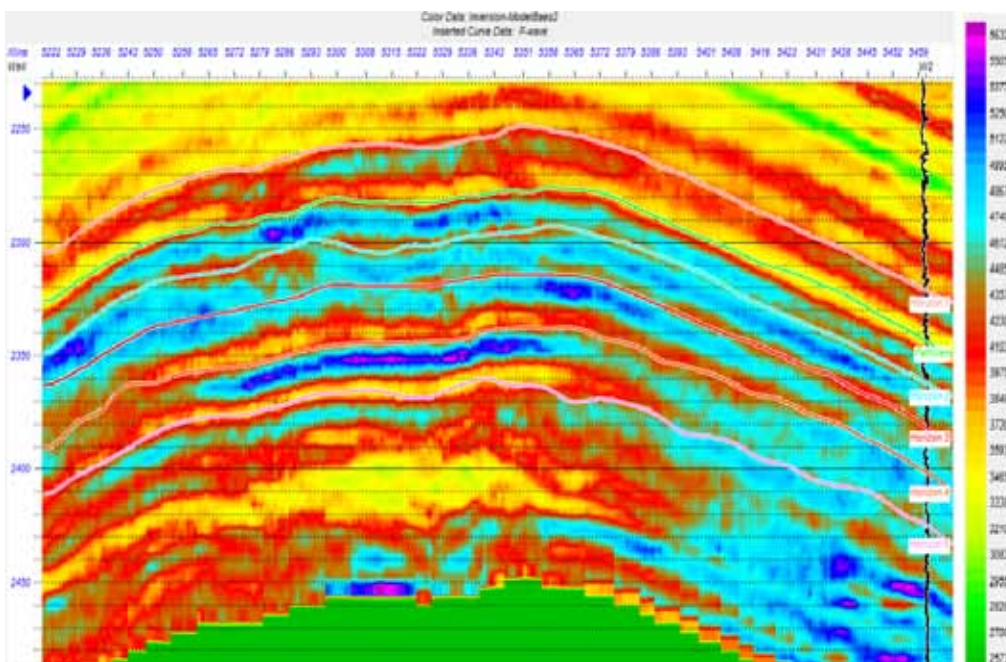
شکل ۸ - طیف فاز و دامنه مربوط به موجک نهایی را نشان می دهد.



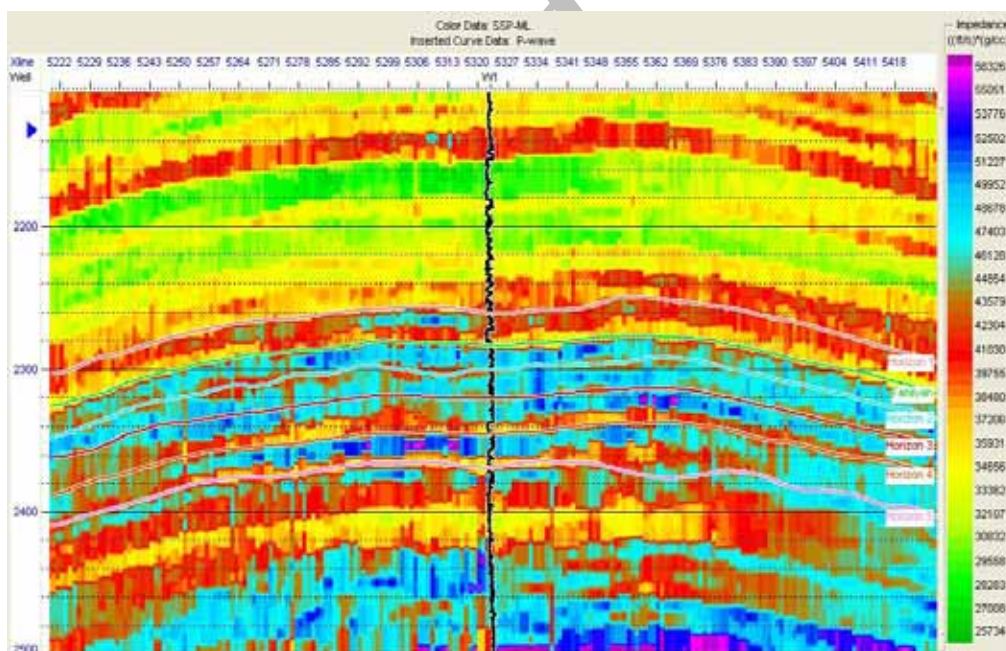
شکل ۹- مدل اولیه امپدانس در محل چاه شماره ۱



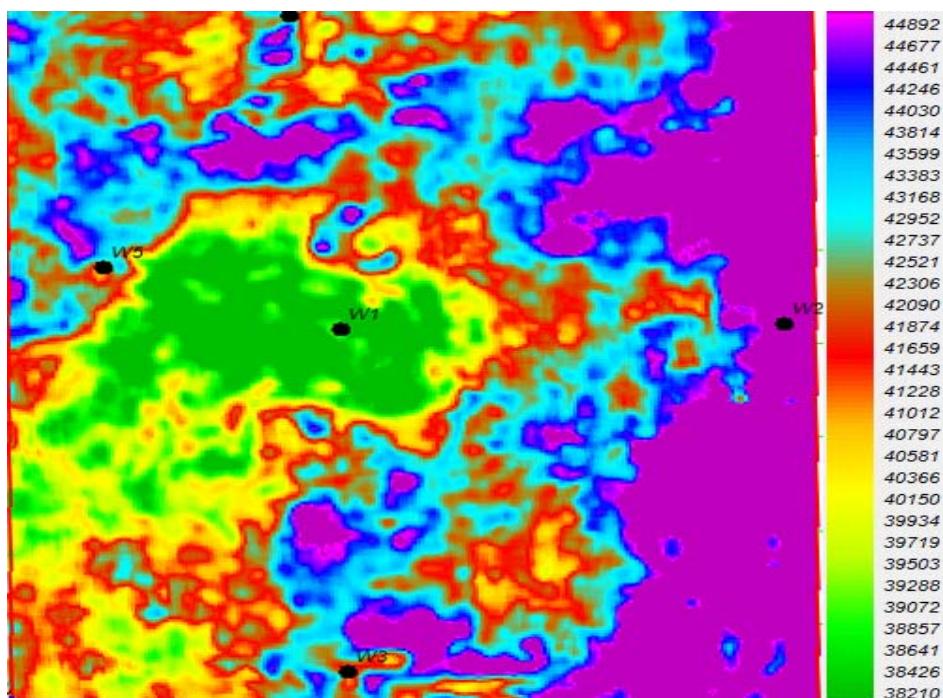
شکل ۱۰- برگردان بر مبنای مدل در محل چاه شماره ۱



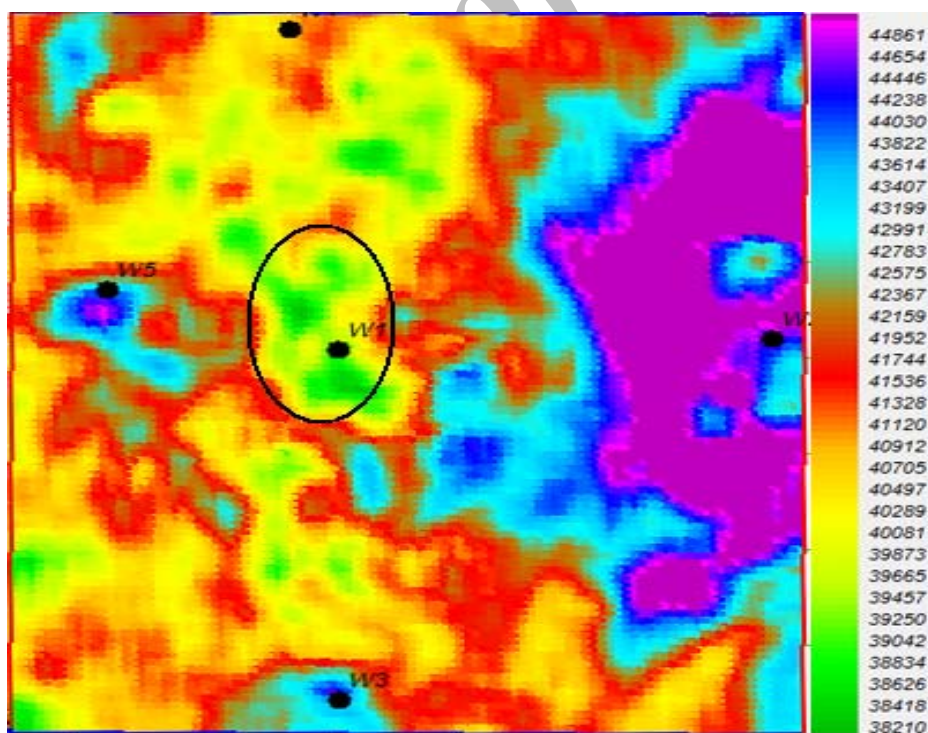
شکل ۱۱- برگردان بر مبنای مدل در محل چاه شماره ۲



شکل ۱۲- برگردان به روش خارهای پراکنده در موقعیت چاه شماره ۱



شکل ۱۳- برش مقاومت صوتی ۵ میلی ثانیه زیر افق مخزنی ۴



شکل ۱۴- برش مقاومت صوتی ۲۵ میلی ثانیه بالای افق مخزنی ۵