

مدل سازی پتروفیزیکی بخش زیرین سازند رتاوی با بکارگیری شبکه عصبی در تلفیق داده های لرزه ای و نمودارهای چاه پیمایی

جاوید حناچی^۱، علیرضا بشری^{۲*}

۱- زمین شناس ارشد شرکت نفت فلات قاره

۲- رئیس انجمن زمین شناسی نفت ایران، تهران، ایران و هیات علمی بازنشسته پژوهشگاه صنعت نفت

*a_bashari@yahoo.com

دریافت تیر ۱۴۰۲، پذیرش مرداد ۱۴۰۲

چکیده

میدان نفتی اسفندیار در بخش شمالی خلیج فارس و شمال میدان فروزان واقع شده است. این میدان یک ناقدیس بزرگ، که در بخش عرب به آن لوءء می گویند. طول بخش ایرانی میدان ۲۰ و عرض آن ۷ کیلومتر می باشد. این میدان در سال ۱۹۶۶ با حفر چاه E1 در شمال آن کشف گردید. در سال های بعد چاه های E2 و E3 در جنوب آن حفر شد. آزمایشات ساق مته و تولید در چاه E1 لایه ای ۱۵ متری در بالای رتاوی زیرین را حاوی نفت نشان داد. چاه E3 خشک ارزیابی گردید و آزمایش چاه E2 نیز موفق نبود. چاه E4 در لایه بورگان وجود نفت را تأیید نمود و همانند چاه E1 لایه بالای رتاوی زیرین حاوی نفت بود ضمن اینکه ۱۴ متری از بخش زیرین لایه رتاوی زیرین نیز نفت دار گزارش شد، در بخش عربی میدان لایه تولید کننده نفت یاماما می باشد که در رتاوی زیرین قرار دارد. این لایه در نمودارهای چاه پیمایی بخش ایرانی نیز دارای نفت ارزیابی گردید. مدل سازی استاتیک زون های A و B در لایه رتاوی زیرین با استفاده از داده های لاگ و برداشت های لرزه ای برای رفع ابهامات موجود در این میدان می تواند گشا باشد. در این مدل سازی در افق مورد مطالعه داده های چاه پیمایی و لرزه نگاری به کمک نرم افزارهای پتروفیزیکی و ژئوفیزیکی نظیر ژئولاگ و همپسون راسل تفسیر و مدل شده است. در بسط اطلاعات پتروفیزیکی به کمک داده های لرزه ای از روش شبکه عصبی استفاده گردیده است. به کمک این مدل بخش های مناسب مخزنی و محل های مناسب جهت حفاری قابل پیش بینی خواهد بود.

کلید واژه ها: پتروفیزیک، اطلاعات لرزه ای، سازند رتاوی زیرین، میدان اسفندیار، شبکه عصبی، خلیج فارس

۱- مقدمه

در ارزیابی کمی و کیفی مخازن هیدروکربوری، آگاهی از زمین شناسی زیرزمینی و خصوصیات پتروفیزیکی آنها یکی از ضروریات است. بکارگیری داده‌های زیرزمینی براساس بررسی و پردازش اطلاعات مختلف نظیر اطلاعات لرزه نگاری منطقه، مغزه‌ها (Core)، مطالعات سنگ‌شناسی و رسوب‌شناسی بر روی خرده‌های حفاری (Cuttings) و یا چاه‌های همجوار، و تفسیر نمودارهای پتروفیزیکی، چاه‌های نزدیک ارزش مهمی دارد. به کمک ارتباط داده‌های لرزه‌ای با اطلاعات نمودارهای چاه پیمایی و دیگر اطلاعات زمین شناسی، خصوصیات پتروفیزیکی و مخزنی میدان با منطقه مجاور مورد مطالعه تعمیم می‌یابد. چنانچه از اطلاعات لرزه‌ای به همراه اطلاعات زمین شناسی اعم از اطلاعات پتروفیزیکی، رسوب شناسی و سنگ شناسی و سایر اطلاعات بدست آمده از چاه‌ها برای تعمیم اطلاعات زمین شناسی در نقاط دیگری از میدان که دارای چاه و اطلاعات نمودارگیری زمین شناسی نیست استفاده شود. در نتیجه با تلفیق تمامی اطلاعات فوق می‌توان به مدل زمین شناسی استاتیک مطلوب میدان مورد نظر دست یافت.

۲- اهداف تحقیق

هدف از تحقیق، ساخت مدل زمین شناسی در افق رتاوی زیرین (فهلین) در میدان اسفندیار با استفاده از داده‌های لرزه‌ای و نمودارهای پتروفیزیکی چاه‌های این میدان می‌باشد. نتایج بدست آمده از مراحل ساخت این مدل به طور خلاصه در عبارات ذیل بیان گردیده که لازم به ذکر است مدل تخلخل، مدل نهایی مورد توجه در پایان تحقیق خواهد بود؛

- ۱) تعیین سنگ شناسی با استفاده از داده مغزه‌ای، خرده سنگ‌های بدست آمده در هنگام حفاری و بکارگیری‌های نمودارهای پتروفیزیکی، تعیین میزان تخلخل مؤثر با استفاده از نمودارهای پتروفیزیکی.
- ۲) تعیین میزان اشباع شدگی آب در قسمت‌های مختلف مخزن
- ۳) تعیین نسبت ضخامت مفید به ضخامت کل $Net / Gross$
- ۴) تهیه مدل زمین شناسی از تخلخل مخزن رتاوی زیرین با استفاده از عمل وارون سازی داده‌های لرزه‌ای

۳- موقعیت جغرافیایی و پیشینه تحقیق در ناحیه مورد مطالعه

میدان اسفندیار در شمال باختری خلیج فارس، در ۳۰ کیلومتری شمال باختری میدان فروزان، در ۹۵ کیلومتری جنوب باختری خارگ (شکل ۱) در آب‌های خلیج فارس در عمق متوسط ۴۶ متری واقع شده است، بخش ایرانی، این میدان یک تاقدیس منفرد با طول ۲۰ و عرض ۷ کیلومتر و وسعت ۱۴۰ کیلومتر مربع می‌باشد که خط مرز آبی ایران و عربستان با امتداد شمال باختر - جنوب خاوری آن را قطع کرده است. براساس تعبیر و تفسیر

داده‌های لرزه‌ای بدست آمده تا سال ۱۹۶۵ تله ساختمانی نفتی اسفندیار به یک تاقدیس نفتی بوده که همانند میداين فروزان و درود از روند شمالی جنوبی پیروی می کند (شکل ۱) و مساحتی قریب به ۳۴۰ کیلومتر مربع را در مجموع ایرانی و عربی پوشش می دهد در سال ۱۳۶۶ عملیات لرزه‌نگاری ۲ بعدی (2D) و در سال ۱۳۸۱ (۲۰۰۲)، به منظور انجام مطالعات فاز توسعه‌ای میدان، عملیات لرزه‌نگاری سه بعدی (3D) انجام شد که در سازند رتاوی زیرین از این مطالعات مورد استفاده قرار گرفت همچنین توسط پژوهشگران در کشور های کویت و عربستان با توجه به همجواری و اشتراک این میدان مورد بهره برداری قرار گرفته شده [۴، ۱۱، ۲۰، ۲۳، ۲۹].

تعداد ۴ حلقه چاه اکتشافی - توصیفی (جدول ۱) در این میدان حفاری شده است که به ترتیب E-1 و E-4 در شمال میدان و E-2 و E-3 در جنوب آن قرار دارند. در چاه شماره ۱ تا عمق نهایی ۴۰۰۸ متری در طبقات ژوراسیک زیرین، حفاری گردید، وجود نفت با حفر اولین حلقه چاه در سازند فهلیان (Lower Ratawi) تائید شد. (توان تولید ۴۰۶۰ تا ۴۲۰۰ بشکه در روز و با چگالی ۳۱/۵ ، API). در چاه شماره ۳ که بلند ترین نقطه ساختمانی اسفندیار می باشد، به منظور بررسی پتانسیل مخزنی سازندهای بورگان و فهلیان، حفاری شد، آزمایشات در سازند فهلیان (Ratawi Lower) تخلخل مناسبی را نشان نداد. این چاه قادر به تولید نبوده و به عنوان چاه خشک رها گردید. چاه شماره ۲، در نزدیکترین محل به خط مرزی حفاری شد. نتایج حفاری در لایه فهلیان، تولید نفت معادل ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ بشکه در روز را نشان داده است.

چاه شماره ۴ نیز به منظور بررسی پتانسیل تولیدی افق‌های پائین سازند فهلیان (لایه یاماما) در سال ۲۰۰۵ تا عمق نهایی ۲۹۰۰ متری در لایه یاماما حفاری شد. در چاه لوءلوء ۱ (LuLu-1) که در آب‌های عربستان سعودی قرار دارد حاوی ۷۰ پا ستون نفت بوده و توان تولید آن در آزمایش ساق مته تا ۳۰۰۰ بشکه در روز گزارش شده است. در این چاه میزان تخلخل لایه هم ارز رتاوی زیرین بسیار پائین بوده و چاه تولیدی محسوب نمی گردد. لایه تولیدی متخلخل یاماما گزارش شده است.

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی چاه‌ها در میدان اسفندیار

Well Name	X	Y	TD (m)
(E1A)	354174.70	3194207.24	4007.90
(E2)	355799.16	3182457.03	300.00
(E3)	357062.05	3184413.01	3192.60
(E4)	355465.00	3194473.00	2900.00

۴- زمین شناسی و زمین ساخت میدان اسفندیار

سه عامل اساسی تاثیر گذار در شکل گیری ساختمان‌های زمین شناسی در حوضه خلیج فارس و میدانی مجاور قابل مشاهده است، عبارتند از:

- ۱- حرکت نمک‌های پرکامبرین هرمز که منجر به تشکیل ساختمان‌های زمین شناسی گنبدی شکل گردید.
 - ۲- حرکت و فشار بر روی سنگ‌های قاعده ای (چین خوردگی های عربی)، که منجر به ایجاد چین خوردگی‌هایی با امتداد شمالی جنوبی در رسوبات بالایی گردید (شکل ۱).
 - ۳- کوهزایی زاگرس در ترشیری پایانی (آلپین)، که منجر به تشکیل چین های تیز و کشیده با روند شمال غرب - جنوب شرق به موازات کمربند چین خوردگی زاگرس می‌گردد [1].
- برخی از مخازن هیدرو کربوری عظیم جهان که حاوی نفت با چگالی بالا هستند در خلیج فارس قرار دارند. بخش اعظم نفت و گاز این ناحیه متعلق به دوران‌های پرمین، تریاس، ژوراسیک و کرتاسه است اغلب سنگ‌های مخزنی این ناحیه از رخساره‌های گرینستون‌های بایوکلاستیک پلتی-اوولیتی و یا ریف‌های آهکی که تخلخل و تراوایی اولیه بالایی دارند تشکیل شده‌اند. سنگ پوش‌های این مخازن از جنس آهک متراکم یا انیدریت‌های توده‌ای و یا شیل هستند. تجمعات نفت سنگین و آسفالت طبیعی در سمت ایرانی خلیج فارس، در طول کمان قطر دارای امتداد شمال شرقی - جنوب غربی می‌باشند [15].



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی میدان نفتی اسفندیار

اولین حرکت قابل تشخیص در ژئوسینکلاین خلیج فارس از ژوراسیک آغاز شد. در این زمان گسل خوردگی بلوکی پی سنگ و یا جریان نمک‌های کامبرین باعث تشکیل بسیاری از ساختمان‌هایی شد که امروزه شناخته شده هستند

[15] بالا آمدگی سطحی ژوراسیک پایانی و کرتاسه آغازین ناحیه شرق و شمال شرق، صفحه عربی را تحت تاثیر قرار داده است.

در کرتاسه زیرین تا میانی، ساختمان‌های زمین شناسی در ناحیه دریایی کویت شیب ملایم ناحیه‌ای به سمت شمال-شرق دارد و در فاصله بین کمان بورگان در غرب و کمان خفجی-نوروز در شرق هیچ ساختمانی ساخته نشده است و بنابر این تمام چاه‌های دریایی آن‌ها تا به امروز نیز، بر روی ساختمان‌های نه چندان برجسته حفاری شده‌اند. کمان خفجی-نوروز که با روند شمال-شمال شرق در انتهای شرقی مرز دریایی کویت واقع شده است [1]، یک ساختمان نامتقارن با شیب آرام به سمت شمال-شمال شرق و یال غربی شیب‌دارتر بوده و دارای یک فصل مشترک با کمان بورگان است. حرکات صفحه آفریقا-عربی در طول تاریخ زمین شناسی، بر روی زمین شناسی و توالی چینه شناسی کویت تاثیر بسزایی داشته است [17].

در ادامه کرتاسه این ناحیه یکی از پایدارترین نواحی از نظر تکتونیکی بوده است. در طی بریاسین و والانژینین محیط رسوبی در کویت به طور جانبی تدریجاً از یک پوسته کم عمق به یک محیط عمیق تر در عراق تغییر می کند. این تغییر محیط با تغییر رخساره از سازند رتاوی (والانژینین-هوتریوین) به سازند زبیر (هوتریوین) در جهات عمودی و افقی، همراه بوده است. واضح است که پیشروی دریا در عربستان سعودی دیرتر رخ داده است. که در ضمن آن سازند سولی (جدول ۲) که در طی ژوراسیک پایانی تا والانژینین رسوبگذاری شده است، توسط رسوبات سازند یاماما پوشیده می شود. سازند یاماما که با پکستون بیوکلاستیک آن مشخص است از سازند بوئیب (هوتریوین میانی تا بارمین میانی) با یک ناپوستگی جدا می شود [10].

۵- چینه شناسی میدان اسفندیار

سازند فهلیان در میدان اسفندیار، (جدول ۲) معادل با رتاوی زیرین، یاماما و منیفا است و شامل تناوب لایه‌های آهک، آهک رسی، شیل آهکی و گاهی آهک‌های دولومیتی است. فهلیان در اسفندیار دارای دو بخش نفت دار آهک رتاوی زیرین و آهک یاماما می باشد. در بخش رتاوی بالایی (بخش غیر نفتی معادل گدون زیرین) عمدتاً از سنگ آهک‌های ریزدانه و آهک رسی تشکیل شده که اغلب تراکم و فاقد تراوایی هستند. این قسمت از سازند فهلیان، در چاه E-1A (شمال میدان)، ضخیم‌تر از چاه‌های E-2 و E-3 (جنوب میدان) بوده و به سمت میدان فروزان در جنوب میدان اسفندیار، از ضخامت آن کاسته می شود. که در این میدان دارای پتانسیل هیدروکربوری نیست.

جدول ۲: چینه شناسی و سیستم‌های نفتی در خلیج فارس [16].

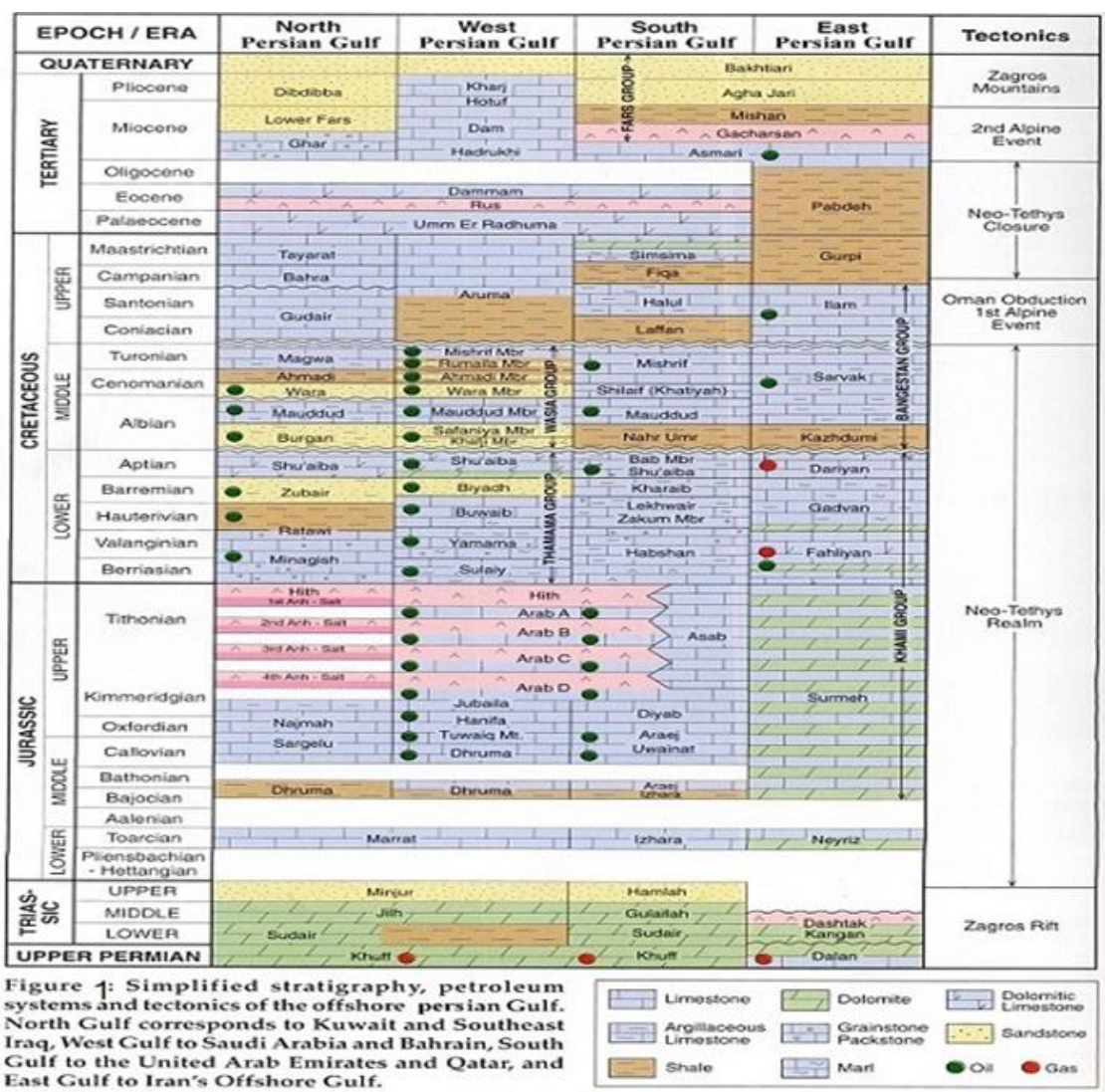


Figure 1: Simplified stratigraphy, petroleum systems and tectonics of the offshore Persian Gulf. North Gulf corresponds to Kuwait and Southeast Iraq, West Gulf to Saudi Arabia and Bahrain, South Gulf to the United Arab Emirates and Qatar, and East Gulf to Iran's Offshore Gulf.

۵-۱- مخزن رتاوی زیرین (یامامای بالایی):

معادل میانجیش در جنوب خاوری عراق و کویت و در عربستان سعودی سازندهای بویب، یاماما و سولای می‌باشد [۱۱، ۲۳، ۲۴]. بخش میانی و پایینی سازند گدون در جنوب باختری ایران از نظر سنی معادل سازند فهلیان (یاماما) می‌باشد (جدول ۲). بخش بالایی سازند گدون در لرستان از نظر سنی معادل بخش زیرین سازند داریان نامگذاری گردیده است. بخش پایینی سازند رتاوی، با سنگ آهک شروع شده و در تمامی ناحیه (میدان اسفندیار، لوءلوء و فروزان) توسعه می‌یابد (شکل ۱). عمق شروع رتاوی زیرین در چاه‌های E-1A، E-2، E-3، E-4 به ترتیب (۲۵۶۹، ۲۵۲۷، ۲۵۴۰ و ۲۷۲۷) متر می‌باشد. این سازند آهکی (کربناته) با میان لایه‌هایی از شیل نازک است که شامل کالک آرنایت تا کالسی رودایت (وکستون و پکستون) است. تخلخل در این مخزن شامل تخلخل بین دانه‌ای و حفره ای و ضخامت در شمال میدان اسفندیار نسبت به جنوب آن بیشتر بوده که در قسمت‌های جنوبی میدان، این مخزن، تبدیل به شیل‌هایی با خواص ضعیف مخزنی می‌شود بنابراین یک لایه شیب‌دار گوه‌ای شکل، در بین چاه‌های E-

IA و E-3 بوده که خواص مخزنی خوبی را از خود نشان می دهد. نقشه هم ضخامت سازند فهلیان در این میدان، نشان می دهد که ضخامت این سازند در ناحیه چاه های اسفندیار ۲-E و اسفندیار (E-3) در جنوب میدان، دارای اختلاف کم و نسبت به چاه اسفندیار ۱ (E-1A) در شمال آن، در حدود ۲۵ متر ضخیم تر می گردد. در شمال میدان اسفندیار، ۱۷ متر از سازند رتاوی زیرین دارای شرایط مخزنی مناسب بوده و تخلخلی معادل ۲۱/۴ درصد دارد. در ناحیه جنوب باختری میدان اسفندیار (در چاه E-2)، این لایه مشتمل بر سنگ آهک ریزدانه میکریتی با تخلخل زمینه ای و نفوذپذیری نسبتاً پائین بوده و لذا تولید در این سازند در جنوب میدان کمتر از شمال آن گزارش شده است.

بر اساس اطلاعات ژئوفیزیکی، زمین شناسی، پتروفیزیکی، آزمایشات چاه ها و اطلاعات حاصل از مغزه ها، مهمترین مخازن این میدان شامل دو مخزن نفتی موجود در بخش رتاوی زیرین، به نام زون های A و B نامگذاری شده اند (گزارش داخلی نهایی زمین شناسی شرکت نفت فلات قاره).

زون (A) رتاوی زیرین: قسمت بالایی بخش رتاوی زیرین با ضخامتی در حدود ۱۵ متر، متخلخل و در شمال میدان حاوی نفت با چگالی ۳۴ (API) است، تخلخل این زون در قسمت های جنوبی میدان بسیار کاهش یافته و تبدیل به آهک نفوذناپذیر می شود. برای توسعه میدان، آگاهی از چگونگی گسترش این افق در مخزن ضروری است.

زون (B) رتاوی زیرین: زون دوم نفتی (B) با ۱۴ متر ضخامت، در بخش پائینی افق رتاوی زیرین در چاه E-4 دیده شده است. و از شمال تا جنوب مخزن، گسترش دارد و تخلخل زون (B) نیز در قسمت های شمالی میدان بیشتر از قسمت های جنوبی است. نفت خام قابل تولید در شمال و جنوب میدان، با چگالی ۳۲-۳۴ (API) از این زون تولید شده است.

۶- مواد و روش تحقیق

ادغام روش های مختلف سنجش در علوم زمین به منظور غلبه بر محدودیت در هر روش مطالعاتی از راهکارهای اساسی به شمار می رود استفاده از برگردان (وارون سازی) لرزه ای یکی از این روش های تلفیقی است [28]. در این روش، داده های لرزه ای به امپدانس صوتی تبدیل شده و امکان محاسبه و تعمیم خواص پتروفیزیکی از آن فراهم می شود [3]. در برگردان (وارون سازی)، ابتدا از لاگ سونیک (صوتی) و چگالی، لاگ امپدانس صوتی (Z) و سپس از این لاگ، سری ضرائب بازتاب (Rc) محاسبه می شود [16]. با هم آمیختن یک موجک لرزه ای (Wi) در سری زمانی ضرائب بازتاب، یک لرزه نگاشت مصنوعی حاصل می شود [12] (شکل ۲). این لرزه نگاشت، مدلی است که به روش مستقیم از زمین تهیه شده و در آن از خصوصیات زمین، داده های لرزه ای ساخته می شود، حال آنکه در برگردان (وارون سازی) لرزه ای، از داده های لرزه ای، ماهیت و خصوصیات زمین محاسبه می شود. به همین منظور، پس از ساخت لرزه نگاشت مصنوعی و تطابق آن با داده های لرزه ای (شکل ۳) واقعی، آن را کالیبره کرده و بالا و پایین سازندها بر روی داده های لرزه ای را مشخص می کنند [30]. پس از شناسایی، بالا و پائین سازندها در محل

چاه‌ها، داده‌های لرزه‌ای تفسیر (Pick) می‌گردد. سپس این مکعب از داده‌های لرزه‌ای مدل شده، با واهم‌آمیخت موجک لرزه‌ای، برگردان (وارون سازی) و سری ضرایب بازتاب (شکل ۴) و سپس مکعب امیدانس صوتی حاصل می‌شود. با رسم متقابل (Cross plot) امیدانس با لاگ‌های تخلخل، حجم شیل ... در محل چاه‌ها می‌توان روابطی را میان امیدانس و هر کدام از خصوصیات پتروفیزیکی فوق بدست آورد [5، 6] و با اعمال روابط فوق به کل مکعب امیدانس، می‌توان آن‌را به مکعبی از خصوصیات مورد نظر تبدیل کرد (اشکال ۶، ۷). مثلاً از رسم متقابل امیدانس و تخلخل در محل چاه، رابطه‌ای بین آنها بدست می‌آید که با اعمال این رابطه به مکعب امیدانس صوتی، مکعب تخلخل حاصل می‌شود. با داشتن این مکعب علاوه بر امکان تخمین دقیقتر میزان نفت برجا، میتوان بهترین محل‌های حفر چاه را نیز تعیین نمود (اشکال ۸ و ۹). بدیهی است کمی کردن عدم اطمینان در سنجش‌های ژئوفیزیکی و مخزنی مثل عدم اطمینان حاصل از خصوصیات امیدانس و تخلخل به جهت آنالیز ریسک توسعه بسیار ضروری است [8]. در این راستا ابتدا داده‌های خام را با نرم افزار Geolog (شکل ۱۰) مورد بررسی قرار داده و پس از تجزیه و تحلیل در این تحقیق، داده‌های نمودارهای پتروفیزیکی چاه‌ها را تجزیه و تحلیل نموده و نتایج استخراجی ثبت گردید (شکل ۱۱). سپس توزیع این پارامترها در چاه‌های مورد مطالعه بررسی شد و بر اساس حد برش‌های در نظر گرفته شده برای هر یک از این پارامترها زون بندی پتروفیزیکی در هر یک از چاه‌ها انجام گرفت. با پایان مراحل پتروفیزیکی و شروع مراحل ژئوفیزیکی به ترتیب ساخت لاگ مصنوعی (Synthetic log) و مقطع لرزه‌ای [3]، تطابق بین لاگ‌های چاه و داده‌های لرزه‌ای، پیک کردن افق‌های مختلف، ابتداءً و سپس جهت وارون سازی استخراج موجک، وارون سازی داده‌های لرزه‌ای، و به دست آوردن سری ضرایب انعکاسی "Rc"، واهم‌آمیخت و تبدیل آنها به امیدانس صوتی (Z)، تبدیل امیدانس صوتی به تخلخل و مقایسه تخلخل حاصله با تخلخل حاصل از چاه شاهد آمده است.

۱-۶- مراحل اجرا

- ۱) گردآوری اطلاعات: داده‌های لرزه‌ای، نمودارهای چاه (نوترون، صوتی، چگالی، کلیپر، اشعه گاما و مقاومت) گردآوری شد.
- ۲) آماده سازی داده‌ها: نرم افزارهای این تحقیق فرمت‌های خاصی از داده‌های اولیه را می‌پذیرند (Las, Lis, Dlis, Ascii) لذا مرحله رقومی سازی لاگ‌های چاه از تصاویر آنولوگ صورت گرفت.
- ۳) ساخت تریس مرکب لرزه‌ای و تریس مصنوعی: از طریق داده‌های لرزه‌ای و داده‌های لاگ سرعت و چگالی، موجک مصنوعی، لاگ امیدانس Z و تریس ضرایب بازتاب لرزه‌ای Rc توسط نرم افزار ساخته شد. نرم افزار امکان مقایسه تریس مصنوعی ساخته شده با تریس لرزه‌ای برداشت شده در نزدیکترین نقطه به چاه را با یکدیگر فراهم می‌کند. برای ارتباط داده‌های لرزه‌ای و لاگ، بایستی برای هر چاه لرزه‌نگاشت‌های مصنوعی ساخته و با داده‌های لرزه‌ای تطبیق داده شوند (شکل ۲). سپس این سائیزموگرام مصنوعی از طریق فرایندهای کشیده و

فشرده شدن با داده های لرزه‌های مطابقت داده می شود. ساختن لاگ لرزه نگاشت مصنوعی به این معناست که با توجه به لاگ‌های موجود شامل چگالی و سونیک یک تریس مصنوعی ساخته می شود. ساخت این لاگ لرزه نگاشت مصنوعی و در صد تطابق آن با داده های لرزه‌ای نشانگر صحت کار است.

رهگیری و تفسیر افق های زمین شناسی (Horizon Picking) تمام یک افق از نظر محل تلاقی چاه با داده های لرزه ای در Xline ۱۷۵۳ بردشت انجام شده (شکل ۳) توسط شرکت فلات قاره

زمانی، زمان برابر دارند، فاصله بین دو افق پیک می گردد که به عنوان یک سازند در نظر گرفته می شود. در این شکلها محور افقی Xline و محور عمودی Inline را نشان می دهد. حاصل این کار شکل هندسی فضایی سطح فوقانی سازند مورد مطالعه است.

۴) تفسیر لاگ های چاه: تفسیر این لاگ ها به کمک نرم افزار Geolog انجام شد (شکل ۱۰،). (شرح بیشتر گفته خواهد شد).

۵) بارگذاری داده ها (Data Loading): در مطالعات تفسیر و تعبیر داده های لرزه ای، ابتدا لازم است داده های مورد نیاز در نرم افزار بارگذاری شود. برای این منظور باید یک پایگاه داده توسط آن نرم افزار تهیه و داده ها در آن ذخیره شود. در بارگذاری داده های چاه (موقعیت چاه ها، سر سازندها و عمق آنها، لاگ‌های مختلف و...) در نرم افزار همپسون راسل (HRS) بارگذاری می گردند. در بارگذاری داده های لرزه ای داده های لرزه ای سه بعدی پس از برانبارش میدان در بخش (HRS) (starta) قرار می گیرند

۶) تطبیق چاه ها (Well ties): همساز کردن اطلاعات چاه با داده های لرزه ای را تطبیق چاه (well tie) می گویند. در وارون سازی، آگاهی دقیق از محل قرار گیری سازند مخزن و مشاهده آن روی تریس لرزه ای، بسیار مهم است. به کمک لاگ های صوتی و چگالی نگاشت مصنوعی چاه مربوطه ایجاد شده با اثر لرزه ای واقعی مقایسه می گردد.

۷) برگردان (وارون سازی) داده های لرزه ای (ساخت مدل امپدانس): که به معنی بدست آوردن خصوصیات زمین، نظیر امپدانس لایه ها و یا تخلخل افق مورد مطالعه از اطلاعات حاصل از واهمامیخت (RC) می باشد. مدل ساخته شده در محل باز تابنده ها اطلاعات خاصی از حد فاصل بازتابنده ها (درون لایه ها)، ارائه نمی دهد. در برگردان (وارون سازی)، داده های لرزه ای. در بخش (strata) از نرم افزار (HRS) تبدیل به امپدانس شده و به این ترتیب خصوصیات سنگ شناسی و پتروفیزیکی درون لایه ها را نشان می دهد [27].

در ادامه، مکعب های امپدانس حاصل از روشهای مختلف برگردان (وارون سازی)، از نظر میزان انطباق (correlation) و مقدار خطای متوسط آنها در مقایسه با امپدانس محاسبه شده در محل چاه ها، تحلیل شده و بهترین روش (از نظر انطباق)، برای محاسبه تخلخل مخزن در پهنه میدان به روش شبکه عصبی، انتخاب خواهد شد

برخی تعاریف و مفاهیم اساسی و نگاهی بر جزئیات اجرای پروژه مطالعاتی

امپدانس صوتی: امپدانس صوتی حاصل ضرب سرعت موج P در چگالی محیط است. به تعبیر دیگر، امپدانس صوتی، مقاومت سنگها در برابر انتشار امواج الاستیک است. که می تواند اطلاعات و تفسیر درستی از توزیع سیال، ویژگیهای لیتولوژیکی، چینه شناسی و ساختمانی مخازن نسبت به داده های لرزه ای معمولی بدهد.

سری زمانی ضرایب بازتاب: سری ضرائب بازتاب یا بازتابندگی یکی از مفاهیم فیزیکی اساسی در لرزه نگاری می باشد.

$$r_i = \frac{\rho_{i+1}v_{i+1} - \rho_i v_i}{\rho_{i+1}v_{i+1} + \rho_i v_i} = \frac{Z_{i+1} - Z}{Z_{i+1} + Z}$$

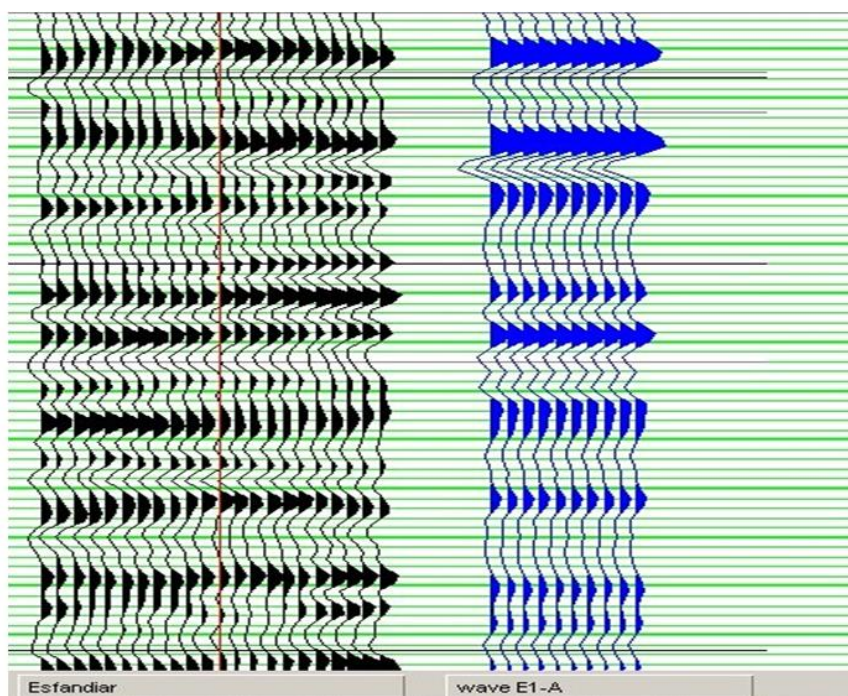
r = ضریب بازتاب

ρ_i = چگالی لایه i ام

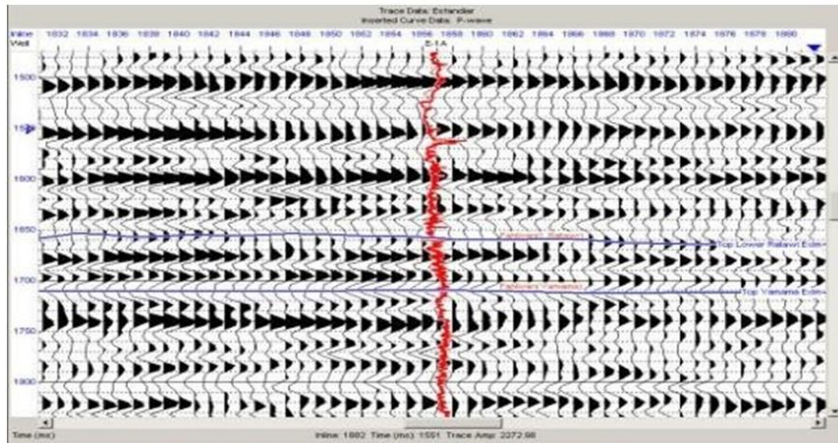
v = سرعت موج P

Z_i = امپدانس صوتی لایه i ام (لایه i ، در بالای لایه $i+1$ قرار دارد)

K = ضریب ثابت می باشد



شکل ۲: انطباق لرزه نگاشت مصنوعی (سمت راست) با داده های لرزه ای برداشت شده (سمت چپ) در چاه شماره ۴

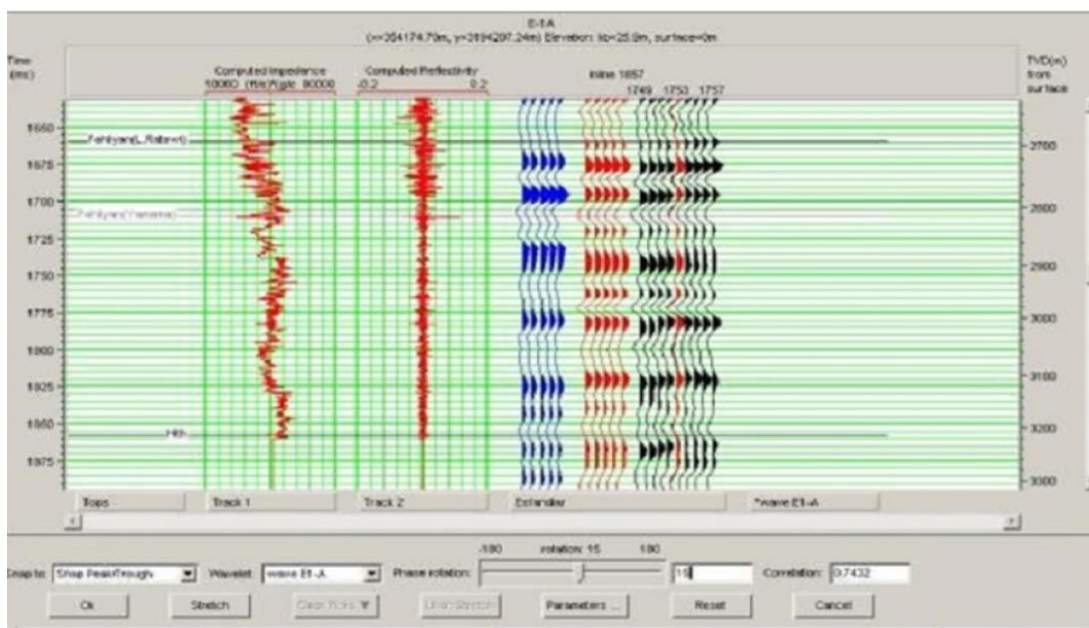


شکل ۳: محل تلاقی چاه بی ۱ با داده های لرزه ای

لرزه نگاشت مصنوعی: به کمک لاگ های صوتی و چگالی چاه، لاگ امپدانس حاصل از آنها ساخته میشوند (شکل ۲) این لاگها در حوزه عمق محاسبه شده اند در حالیکه داده های لرزه ای در حوزه زمان هستند. که لازم است که لاگ های فوق از حوزه عمق به حوزه زمان انتقال یابد. با دانستن ارتباط زمان - عمق در چاه، این کار به آسانی صورت می پذیرد. به این منظور اغلب از داده های سرعت نظیر VSP یا Checkshot استفاده می شود. سپس لاگ بازتابش (سری ضرائب بازتابش RC) محاسبه می گردد. که از هم آمیخت یک موجک لرزه ای با این توالی (سری ضرائب بازتابش، لرزه نگاشت مصنوعی، حاصل می شود. (شکل ۳)

استخراج موجک: یک تریس لرزه ای حاصل هم آمیخت بین موجک لرزه ای و سری ضرائب بازتاب زمین است، تریس (نگاشت) لرزه ای در حوزه فرکانس، حاصل ضرب تبدیل فوریه سری ضرائب بازتاب و تبدیل فوریه موجک است [26]. چنانچه طیف دامنه و فاز موجک لرزه ای مشخص شود، موجک مذکور تعریف شده است، ساخت آن به این ترتیب است که طیف دامنه ای موجک لرزه ای با استفاده از چندین تریس لرزه ای به عنوان ورودی محاسبه می شود و این دامنه برای ساخت یک موجک خروجی فاز صفر استفاده می شود [16]. استخراج موجک لرزه ای (رفع اثر وجود آن در یک تریس لرزه ای)، یک کار ضروری است که با انجام آن به سری ضرائب بازتاب (RC) خواهیم رسید. (استفاده از موجک فرضی مانند ریکر) سپس این لرزه نگاشت به روش کشیدن با تریس لرزه ای واقعی همساز و منطبق می شود. پس از آنکه درجه انطباق و همبستگی این دو دسته داده به میزان قابل قبولی رسید، از تلفیق آنها موجک قابل قبول تری (دقیق تری) استخراج می شود. با تطبیق دادن لرزه نگاشت مصنوعی و تریس لرزه ای واقعی و مشخص شدن محل دقیق قرارگیری سرسازندها، بر روی تریس لرزه ای، این سرسازندها در تمام گستره میدان تفسیر می شوند. در بخش (Strata) از نرم افزار (HRS) با پلات کردن داده های چاه (سرسازندها) بر روی داده های لرزه ای امکان ردیابی و تفسیر سرسازندها بر روی داده های لرزه ای فراهم می شود. برای شروع اینکار بهتر است خطوط Inline یا Xline از داده های لرزه ای انتخاب شود که با چاهها تلاقی داشته باشد به عنوان مثال Xline شماره ۱۷۵۳ از داده های سه بعدی میدان اسفندیار، با چاه E- IA تلاقی دارد، این موضوع در

شکل دیده می شود (شکل ۳). با توجه به اینکه مخزن مورد مطالعه، مخزن بالایی فهلیمان (رتاوری زیرین) است، سرسازندهای رتاوی زیرین، سرسازند یاماما، و سرسازند هیث Pick شدند. همآمیخت: در زمین موجک (w) توسط لایه هایی که امیدانسه های صوتی متفاوت دارند فیلتر می شود. تفاوت امیدانسه های لایه های مختلف، سری زمانی ضرائب بازتابش را تشکیل می دهد (شکل ۴). این سری را اغلب با RC نمایش می دهند نتیجه عبور موجک اولیه (W) از لایه های فوق، ردی (موجی) است که بر روی نگاشت (تریس) لرزه ای دیده می شود.



شکل ۴: لاگها و سری زمانی ضرائب بازتاب حاصل از آنها را در چاه بی ۱ نمایش می دهد

همآمیخت یعنی همآمیختن موجک اولیه (w) با سری زمانی ضرائب بازتابش (R) که منجر به تشکیل تریس لرزه ای (S) می شود که آن را با معادله زیر نشان می دهند: $S=W*R$ در این معادله علامت * نشان دهنده عمل همآمیخت است.

واهمآمیخت: در روش لرزه نگاری موجکی (w) تولید می شود که لازم است شکل این موجک محاسبه شود، موج (تریس) لرزه ای (S) نیز اندازه گیری (ثبت) می شود. در واهمآمیخت تنها مجهول، سری زمانی ضرائب بازتاب (R) است. برای استخراج سری ضرائب بازتاب (R) از تریس لرزه ای (S)، لازم است که تریس لرزه ای (S)، واهمآمیخت شود. در اینجا بیان یک نکته ضروری است و آن اینکه در طرف دوم معادله همآمیخت؛ *، علاوه بر موجک (w) و سری ضرائب (R)، مولفه دیگری به نام نوفه وجود دارد به عبارت دیگر، تریس لرزه ای (S)، حاصل همآمیخت موجک در سری ضرائب بازتاب، در حضور مولفه هایی نظیر، انعکاسات (Reverberation)، شبه زایی (ghosting)، پراکندگیها (Diffractions)، چندگانه ها (Multiples) و نوفه (Noise) می باشد. در نتیجه ضروری است که در عمل واهمآمیخت، روشهایی برای حذف یا تضعیف سیگنالهای ناخواسته و در نتیجه

فشرده کردن موجک (w) به پالس خاری شکل (Spike) به نام پالس دیراک وجود داشته باشد [18]. با انجام این عمل، مولفه های مهم زمین شناسی (سری ضرائب بازتاب Rc)، واضح تر خواهد شد. واهمآمیخت، یک روش تحلیلی برای حذف اثرات فیلترهای قبلی نظیر آنچه که در عمل همآمیخت رخ می دهد، می باشد. عملگر واهمآمیخت یا فیلتر معکوس (I) به گونه ای طراحی میشود که از همآمیخت آن با موجک لرزه ای (w)، یک پالس خارشکل یا همان تابع دیراک (δ) حاصل شود (یعنی $I*W = \delta$) سپس این فیلتر معکوس طراحی شده (I)، با تریس لرزه ای (S) همآمیخت شده و در نتیجه سری ضرائب بازتابش (Rc)، حاصل می شود (یعنی $I*S=R$).

روشهای وارون سازی داده های لرزه ای:

دو دسته کلی روش های وارون سازی قبل از مرحله انبارش (Pre stack) داده های لرزه ای و پس از بر انبارش (Post stack) وجود دارد [16]. از روشهای قبل از انبارش می توان به وارون سازی بر اساس دامنه موج و وارون سازی بر اساس زمان سیر موج (توموگرافی لرزه ای) اشاره کرد. تکنیک های پس از انبارش عبارتند از: وارون سازی- زمین آماری، وارون سازی Band limited، وارون Sparse spike و وارون سازی Model based و وارون سازی از طریق شبکه عصبی [9].

برگردان (وارون سازی) به روش شبکه عصبی:

شبکه عصبی مصنوعی (شکل ۵)، مدلی است که به وسیله نرم افزار، شبیه سازی می شود. عملکرد آن شبیه به مغز انسان است [11]. این شبکه یک سیستم پویا و غیر خطی است که از تعداد زیادی واحد پردازش (نرونها) و اتصالات بین آنها تشکیل می شود. شبکه عصبی برای حل مسائلی که راه حل آنها شناخته نشده و مدل علت و معلولی آنها وجود ندارد یا دارای ابهام قابل ملاحظه ای است، به کار می رود. شبکه عصبی بر خلاف کامپیوتر که نیازمند دستورهای کاملاً صریح و مشخص است، به مدل های ریاضی احتیاج ندارد بلکه مانند انسان تجربه کسب می نماید سپس نتیجه این تجربیات را تعمیم می دهد [7]. امروزه این شبکه ها در طیف وسیعی از صنایع و از جمله صنعت نفت کاربردهای عملی دارند. برای حل هر مسئله شبکه های عصبی سه مرحله را طی می کنند که این سه مرحله عبارتند از:

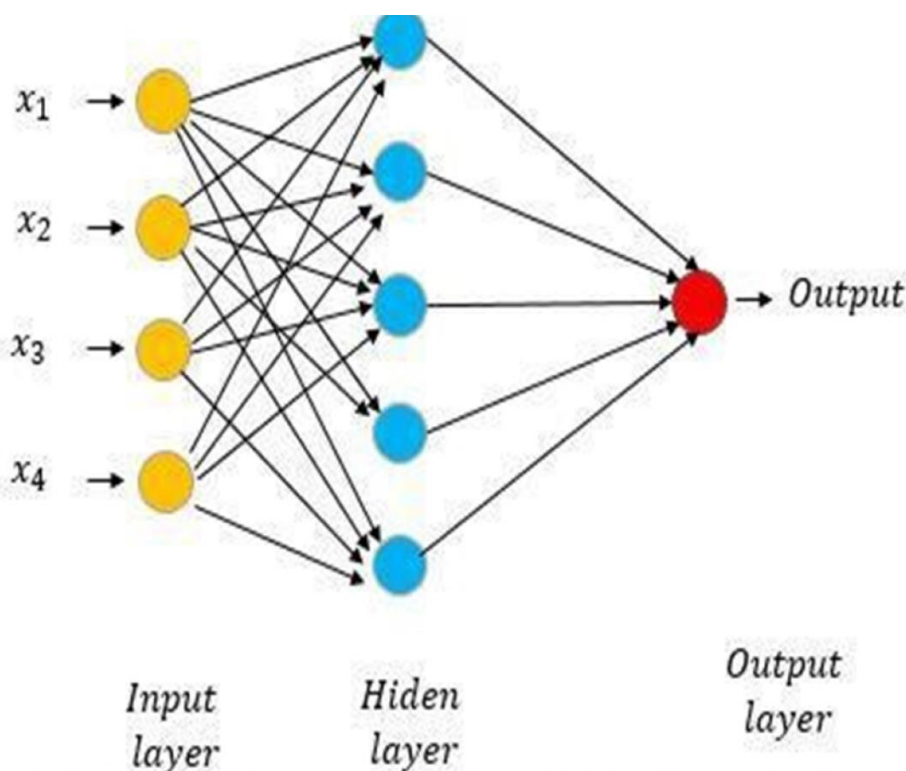
(۱) آموزش، (۲) تعمیم و (۳) اجراء آموزش، فرآیندی است که طی آن شبکه عصبی می آموزد تا الگوی موجود در ورودی ها را (که به صورت مجموعه داده های آموزشی هستند) بشناسد. برای این منظور هر شبکه عصبی از مجموعه ای از قوانین یادگیری که نحوه یادگیری را مشخص می کنند، استفاده می کند. تعمیم، توانایی شبکه عصبی برای ارائه جواب قابل قبول برای ورودی هایی است که در مجموعه داده های آموزشی مربوط به فرایند آموزش نبوده اند. استفاده از شبکه های عصبی برای انجام عملکردی که به آن منظور طراحی شده است را، اجرا می گویند. در مرحله آموزش، شبکه عصبی وزن هایی را به ورودی ها اعمال می کند، که به آنها وزن های داخلی می گویند. در

این مرحله وزن‌های داخلی آنقدر تغییر می‌کنند تا به وضعیت مناسب برسند. وضعیت مناسب عبارت است از بهترین ارتباط میان ورودی و خروجی. در حقیقت هر شبکه عصبی، سه لایه دارد که عبارتند از: لایه‌های ورودی، لایه میانی (رابط) و لایه خروجی. شبکه عصبی در لایه میانی (رابط) مقادیر متناسب وزن‌های داخلی را محاسبه کرده و بهترین حالت را برای رسیدن به خروجی مورد نظر، بر می‌گزیند. لایه میانی یک لایه مخفی بوده و از فعال و انفعالات انجام شده در این لایه اطلاعاتی داده نمی‌شود. از همین رو گاهی شبکه عصبی را مدل جعبه سیاه نیز می‌نامند. با این همه جوابهای شبکه عصبی غالباً صحیح و با شرایط کمی حاکم بر محیط سازگار می‌باشد. چنانچه شبکه‌های عصبی شرایط ذیل را داشته باشد قادر به پیش‌بینی خواهد بود (اشکال ۶، ۷)

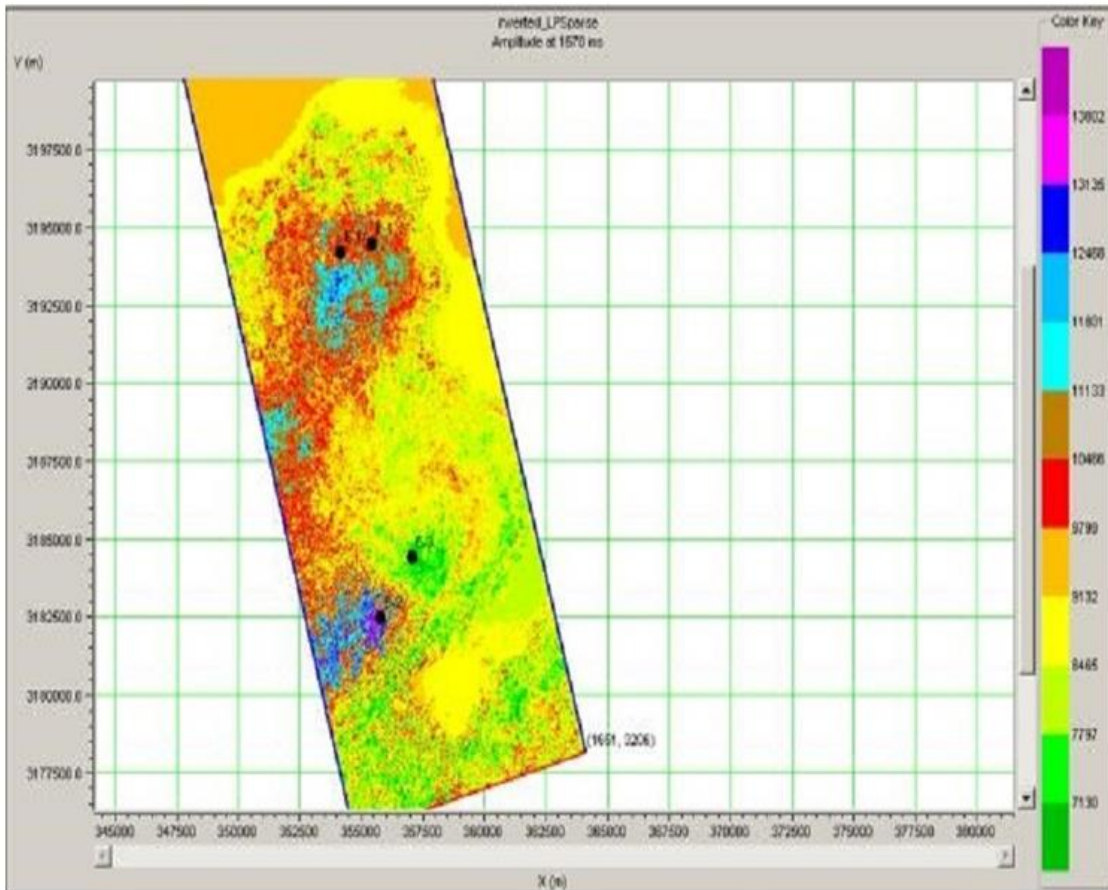
1) ورودی‌ها شناخته شده باشند به عبارت دیگر متغیرهایی که جواب (مقادیر خروجی) را کنترل می‌کنند و روی آن‌ها تاثیر گذار هستند، مشخص باشند.

۲) خروجی شناخته شده باشد به این معنی که متغیری که مورد پیش‌بینی است کاملاً مشخص باشد.

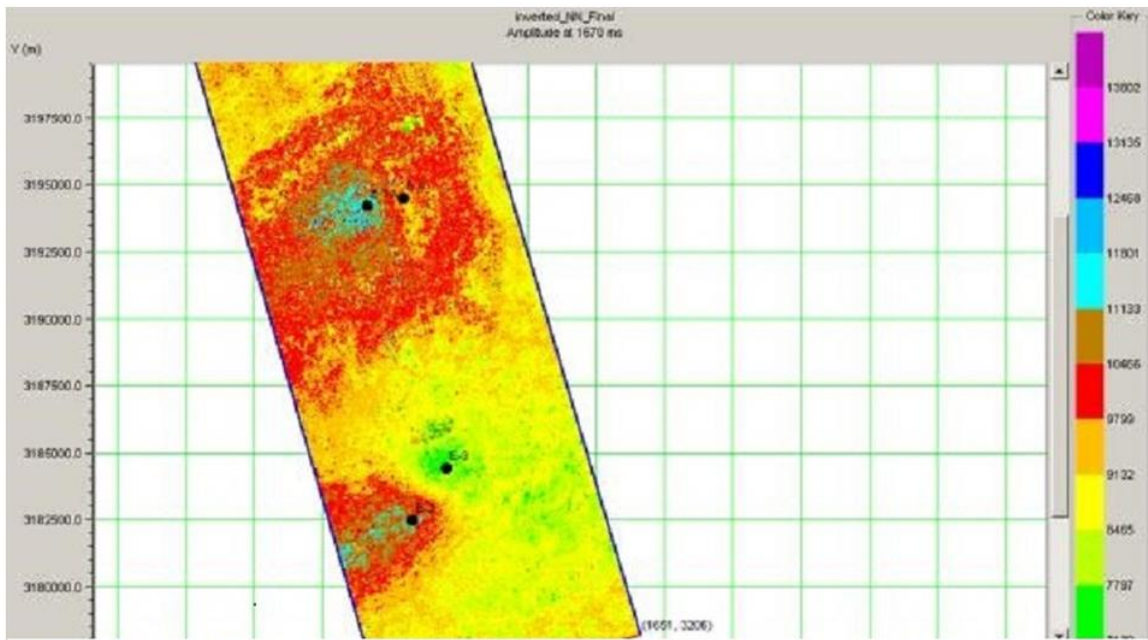
۳) داده‌های کافی برای آموزش شبکه عصبی در دسترس باشد. به عبارت دیگر مثال‌ها و حالات تحقق یافته کافی وجود داشته باشد. که در آنها ورودی‌ها و خروجی‌های متناظر آن‌ها، معلوم باشند (شکل ۵)



شکل ۵: دباگرام شبکه عصبی همراه با سه تابع ورودی و پنج گروه پنهان



شکل ۶: مقطع زمانی از مکعب امپدانس حاصل از الگوریتم خارهای پراکنده (برنامه سازی خطی)



شکل ۷: مقطع زمانی از مکعب امپدانس حاصل از الگوریتم شبکه عصبی، بخش های سبز در این مدل دارای امپدانس کمتر

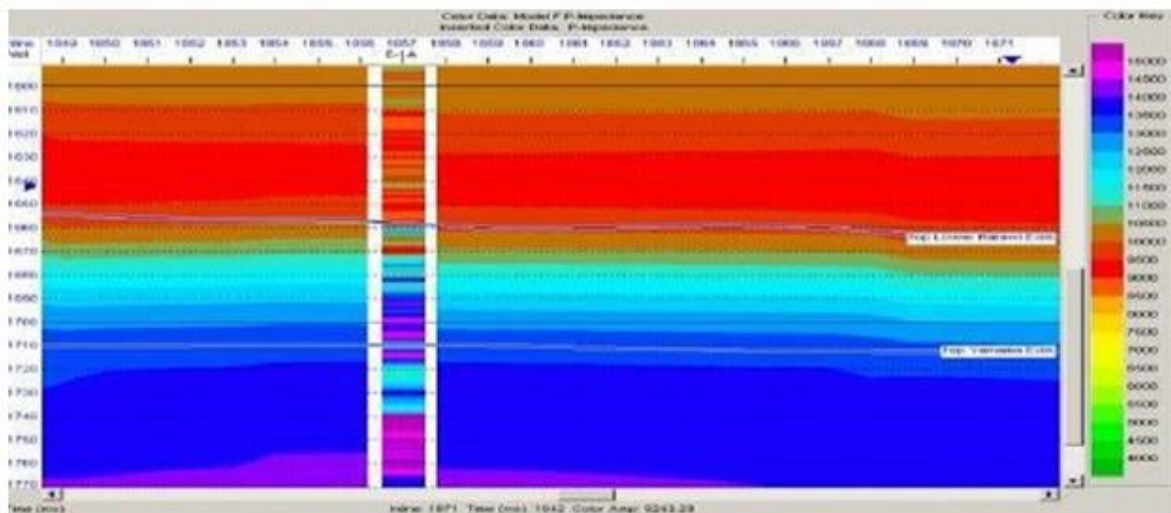
محاسبه تخلخل به روش شبکه عصبی

تخلخل، در مخازن عمدتاً توسط سیالاتی نظیر گاز، نفت و آب پر می شود و بصورت درصد (تخلخل. ۱۰۰) و با حرف لاتین ϕ نمایش داده می شود تخلخل از روی مغزه ها و یا با استفاده از نمودارهای چاه پیمایی [2]، بخصوص چگالی، صوتی و نوترون و از روی داده های لرزه ای نیز قابل محاسبه است. این شبکه عصبی جهت پیش بینی مستقیم لاگ های چاه، از داده های لرزه ای معرفی شده در شکل دیده می شود. این شبکه شامل یک لایه ورودی، یک لایه خروجی و یک یا چند لایه پنهان است. هر لایه دارای گره هایی بوده و به هر یک از این گره ها، یک وزن، اختصاص می یابد [7].

این وزنها نتایج بدست آمده در لایه خروجی را تعیین می کنند. اگر به جای ضرب کردن وزنها در متغیرهای ورودی، از یک عملگر هم آمیختی استفاده شود. آنگاه، با افزایش طول این عملگر، تعداد نشانگرهای مؤثر در تعیین رابطه تبدیل، افزایش می یابد. لایه خروجی تنها یک گره دارد، زیرا خروجی قرار است یک ویژگی مخزنی منفرد باشد. مرحله آموزش شبکه شامل یافتن بهترین وزنها برای گره ها است. استفاده از تعداد یا مقادیر نشانگرها به اندازه بیش از میزان مناسب باعث ایجاد خطا در رفتار شبکه عصبی می شود (بیش آموزی). برای پرهیز از وقوع فرآیند بیش آموزی، بایستی تعداد مناسب نشانگرهای لرزه ای جهت استفاده در پیش بینی ها، محاسبه شود. این موضوع در فرآیندی به نام اعتبارسنجی (Validation) انجام می شود. با انجام اعتبارسنجی، تعداد مناسب نشانگرهای لرزه ای مشخص شده و نشانگرهای اضافه حذف می شوند.

در این تحقیق، برای محاسبه تخلخل مخزن رتایو زیرین در کل میدان اسفندیار به روش شبکه عصبی، ابتدا حجم کل داده های لرزه ای در محدوده این مخزن به عنوان داده های خام و در ادامه امپدانس های حاصل از برگردان (وارون سازی) به روش شبکه عصبی در محل چاههای موجود به عنوان نشانگر لرزه ای بیرونی، جهت آموزش به شبکه عصبی معرفی گردید. سپس نتایج آموزش شبکه عصبی، به تمام حجم داده های لرزه ای در سرتاسر مخزن، اعمال گردیده و مکعب امپدانس و سپس تخلخل مخزن در گستره میدان اسفندیار محاسبه شد. (شکل ۱۵) تخلخل مخزن فهلیان (رتایو زیرین) در میدان اسفندیار را نشان می دهد. نتایج حاصل از اعمال شبکه عصبی انطباق فوق العاده ۹۵ درصدی را با تخلخل واقعی نشان می دهد.

با اجرای آزمون اعتبارسنجی مشخص شد که تعداد ۷ نشانگر لرزه ای برای محاسبه تخلخل مناسب است. لذا تخلخل مخزن در پهنه میدان اسفندیار، با استفاده از ۷ نشانگر (امپدانس صوتی یکی از این ۷ نشانگر است)، محاسبه شد شکلهای ذیل تخلخل محاسبه شده برای این مخزن و مقطع زمانی آن را (پس از تصحیح تعداد نشانگرها) نشان می دهند. (شکل ۸، ۹)



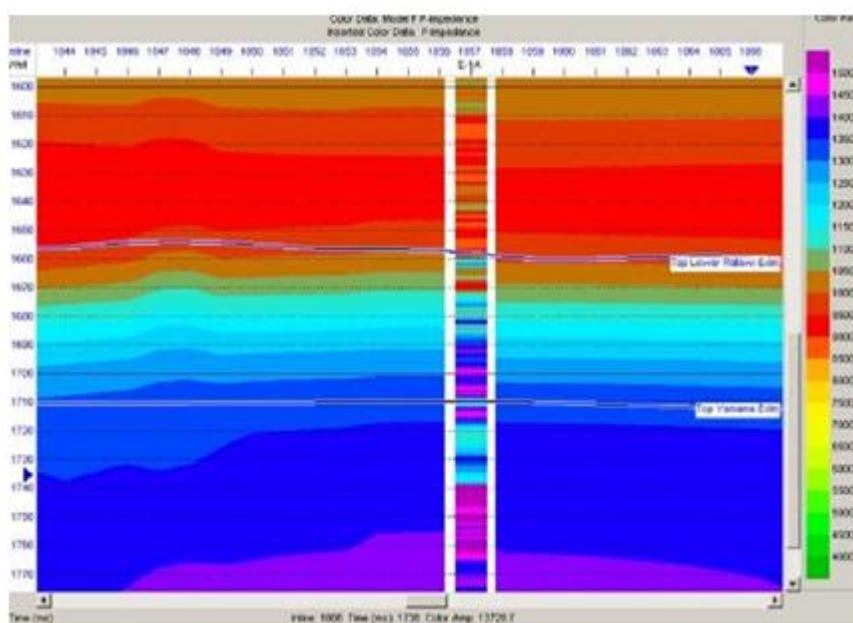
شکل ۸: یک مقطع عمودی از مکعب امیدانس حاصل ضرب الگوریتم خارهای پراکنده (برنامه ریزی خطی).

تفسیر لاگ های چاه ها: به طور کلی ارزیابی پتروفیزیکی به یکی از دو شیوه کلی زیر انجام می پذیرد. پتروفیزیک قطعی و پتروفیزیک احتمالی روش اول به شکل گام به گام، پاسخ های متوالی را برای پارامترهای تخلخل، سنگ شناسی و اشباع آب بدست می آورد. این روش از تعداد محدودی لاگ می تواند استفاده کند. و تعداد خطای تصادفی استفاده از این لاگها، از تعداد لاگها بیشتر است. روش پتروفیزیک احتمالی راه حل های آماری ارائه می دهد که با استفاده همزمان از همه لاگهای در دسترس، ارائه می شود. تعداد خطای تصادفی این روش از تعداد لاگ مورد استفاده کمتر است. راه حل های این شیوه، وابسته به مدل و پارامترهای وزنی است. شیوه بهینه جهت نیل به بهترین هماهنگی میان داده ها، مدل ها و نتایج، شیوه عملکردی کلید پتروفیزیک احتمالی است. از این شیوه احتمالی اغلب، حجم کانی ها و سیالات، تخلخل و اشباع سیالات سازند مدل شده نتیجه می شود در روش محاسبه قطعی (Deterministic Petrophysics) توسط آن دسته از پتروفیزیکی مورد استفاده قرار می گیرد که در ارزیابی خواص پتروفیزیکی مخازن از یک روش محاسبه گام به گام پیروی می کنند [13]. که نتایج هر مرحله وابسته به مرحله قبل است. در محاسبات احتمالی (Multimin) مخفف عبارت Multiply Mineral (چند کانیایی) است. اساساً تعیین پارامترها در بخش احتمالی بر پایه حل ماتریس پاسخ مربوط به این تابع است. تابع نامبرده به صورت زیر بیان می شود: $t = \text{لاگ حاصل از اندازه گیری}$ ، $v = \text{عناصر و پارامترهای مجهول}$ ، $u = \text{عدم قطعیت معادلات پاسخ}$. در تعیین مدل محاسبه در این تحقیق از سه لیتولوژی کلسیت، کوارتز و دولومیت که لیتولوژی های رایج در سازند می باشند. در تعیین آب اشباع شدگی نیز از روش آب دو گانه استفاده شده است. این روش که با توجه به حضور شیل در سازند انتخاب شده است آب اتصالی و آب آزاد را محاسبه می نماید. لاگ های تخلخل مفید و تخلخل کل برای آنالیز تخلخل سازند (Porosity Analysis) مورد استفاده قرار می گیرند. و با توجه به میزان اشباع شدگی آب و نفت، تخلخل و حجم شیل، محاسبه مقدار حجمی نفت متحرک (Movable Oil)، نفت درجا (Residual Oil)، آب آزاد (Free Water) و آب اتصالی غیر قابل حرکت (Bound Water) انجام پذیرفته و

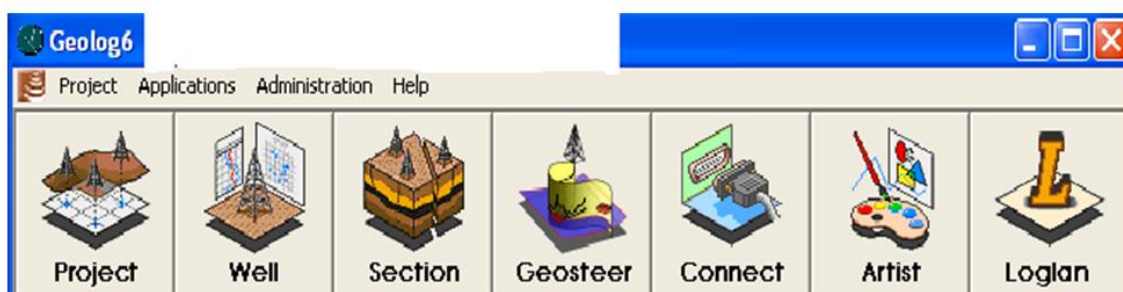
میزان نسبت هر کدام از سیالات ذکر شده در تخلخل سازند نشان داده می شود که از آن به نام آنالیز اشباع شدگی (saturation Analysis) یاد می گردد. میزان هر کدام از لیتولوژی های موجود در سازند به همراه حجم شیل سازندی در بخش آنالیز سازندی (Formation Analysis) بررسی می گردد (شکل ۱۰، ۱۱).

خلاصه مراحل اصلی کار تفسیر لاگ چاه ها

آماده سازی داده ها: با توجه به محدوده مشخص شده برای هر کدام از افق های مخزنی سازند فلهیان در اطلاعات مربوط به لاگ ها ، عمق شروع و خاتمه هر لاگ و محدوده هر افق مشخص گردید. داده های رقومی لاگ های مختلف با فرمت XLS، LIS و یا DLIS ایجاد گردید. و این اطلاعات به فرمت TXT تبدیل شد. اطلاعات شامل سر برگ چاه ها که



شکل ۹: یک مقطع عمودی از مکعب امیدانس حاصل از الگوریتم شبکه عصبی



شکل ۱۰: نرم افزار ژئولاگ ویرایش ۶،۶ جهت مطالعات پتروفیزیکی

شامل مقاومت نمونه های گل، فیلتره گل و سله گل و درجه حرارت های مربوط به آنها چگالی گل حفاری، درجه حرارت انتهای چاه و اندازه سرمته حفاری می باشد، به همراه اطلاعات حاصل از گزارشات حفاری نظیر چگالی نفت، شوری گل حفاری و سیال سازندی شیب زمین گرمایی می باشد.

	Values	Units	Equivalent	Description
Calculate fluid responses	Yes			
Mud type	WATER			
KCl concentration of mud	0	%		
Formation temperature	185	DEGF		
Formation pressure	4753.13	PSI		
Resistivity of Water Sample	0.023	OHMM	149753.3	Salinity, ppm NaCl
Density of Water Sample			1.071377	True reservoir density (g/c3)
Temperature of Water Sample	185	DEGF		
Clay Bound Water Sample Cond.		MH/M		
Clay Bound Water Sample Temp.		DEGF		
Resistivity of mud filtrate sample	0.05	OHMM	163406.0	Salinity, ppm NaCl
Density of mud filtrate sample			1.080044	True reservoir density (g/c3)
Mud filtrate sample temperature	76	DEGF		
Oil Gravity Degrees API (STP)	32	DAPI	0.865443	Stock tank oil density (g/c3)
Gas Specific Gravity (STP)	0.685		0.224209	Reservoir gas density (g/c3)

شکل ۱۱: تصویری از مدلسازی در ژئولاگ ویرایش ۶,۶

شناسایی و حذف نواحی بد چاه:

در فواصلی از چاه که نا هنجاریهایی از قبیل ریزش دیواره چاه و یا نوسان قطر چاه به دلایل مختلف وجود دارد نمودارهایی که تحت تاثیر این ناهنجاریها قرار می گیرند نظیر چگالی سازند دارای کیفیت مناسبی نیستند. که با استفاده از اختلاف نمودار قطر یاب ابزار (Caliper from Nuclear / Porosity) LDT با اندازه مته حفاری مورد استفاده (Bit Size) و همچنین نمودارهای تصحیح چگالی سازند (DRHO) شناسایی گردید. بارگذاری داده های خام:

در بخش Load, connect و پس از Load کردن داده ها.

عمل تطابق عمقی (Depth Matching):

لاگ چگالی را به عنوان مبنا، در سمت راست و لاگ نوترون را در سمت چپ آن قرار داده، سپس ازمونی زیر Tools_ Depth Shifting _ Create Manual استفاده می کنیم که پنجره ای باز می شود تا با استفاده از آن عمل تطابق عمقی را انجام دهیم (دو لاگ را با هم مقایسه و اصلاح نموده) و کلمه Dono را کلیک کرده تا ثابت

شود. اولین گام در مقایسه لاگ ها، تطابق عمقی است. (معمولاً ابزارهایی که بالشتک دارند هنگام بالا آمدن اندکی متوقف شده و سپس به سمت بالا حرکت می کنند).

ایجاد مدل های جدید

با استفاده از منوی **Petrophysical_Multimin_Model Maintenance** برای ایجاد مدل نیاز به گرد آوری همه داده های در دسترس، یعنی لاگ ها، داده های سیال، داده های سنگ شناسی حاصل از لاگ و هر گونه آنالیز شیمیایی می باشد. مدل، بازتابی از حضور سنگ ها را ارائه می دهد اما از شرایط محیطی زمان نمودارگیری چیزی بروز نمی دهد بوده و البته می توان برای چاه های دیگر با سنگ شناسی و سیال مشابه کاربرد داشته باشد. با ورود به مرحله **Model Maintenance** با بخش های مختلف طراحی مدل در ژئولاگ مواجه می شویم که عبارتند از **Unknowns- Equations- Method- Verify** . در بخش **Unknowns** بر اساس اطلاعات حاصل از پلات های سنگ شناسی تهیه شده و در بخش **Parameter Picking** نوع کانی های احتمالی موجود در چاه مورد نظر ارزیابی و مقادیر پاسخ ابزارها برای هر کدام از اجزای احتمالی سنگ و سیال تعیین می شود. پس از انتخاب اجزای احتمالی سنگ و سیال سازند مورد ارزیابی در بخش **Equations** نوع روش استفاده از ابزار نمودارگیری برای انجام محاسبات طبق منوی زیر انجام می شود. در بخش **Equations-Wire Line** طراحی مدل نرم افزار ژئولاگ برای محاسبه رسانایی زون های رخنه (آلوده) و غیر رخنه از روش **Indonesia- nonlinear** و برای پاسخ ابزارهای صوتی، چگالی، گاما و نوترون از شیوه **Linear** استفاده شده است. و همچنین بر مبنای اطلاعات موجود API نفت ۳۲ در نظر گرفته شده است. در بخش **Method** سه فاکتور n, m, a که $a = 2$ ضریب پیچایی، $n = 2$ ضریب سیمان شدگی و $n = 1$ توان اشباع شدگی می باشد که با استفاده از منو بدست می آید. سپس **Method- Parameters**؛ در بخش **Verify** نیز گزینه های مربوط به گل حفاری، شوری آب سازندی، چگالی نفت و گاز موجود و میزان مقاومت آب سازندی وجود دارند و به کمک این بخش می توان میزان دقیق **Rw** را بدست آورد و در اجرای مدل آن را بکار برد.

پیش محاسبات (Precalc):

در این مرحله دما در ته چاه (BHT) و دمای سطح (ST) و گرادیان آن، فشار؛ مجموع فشار لیتواستاتیک و فشار هیدرو استاتیک و گرادیان آن، مقاومت ویژه گل، فیلتره گل و سله گل (در سر برگ لاگ و درجه حرارت مربوط به آن) یا ضخامت سله گل بدست می آیند.

تصحیحات محیطی (Environment correction):

در ادامه آماده سازی داده ها تصحیحات محیطی (Enviromental Corection) بر روی لاگ ها صورت می گیرد. این تصحیحات با توجه به اثر ریختگی چاه، ضخامت سله گل، نوع گل، و شوری آن انجام شده و به این منظور از چارت های استاندارد مختلف استفاده می شود. لازم است که داده های لاگ های مختلف به دست آمده را نسبت به عوامل فوق تصحیح نمود. مثلاً هنگامی که زون آغشته چاه دارای عمق کمی باشد وجود هیدروکربور

به خصوص گاز در اندازه گیری ابزار صوتی (DT) تاثیر زیادی خواهد داشت که برای محاسبه تخلخل باید به دقت تصحیح شود. لازم است این عمل (اصلاح پرش نمودار صوتی) در زونهای بخش مورد مطالعه به دقت صورت می گیرد. با انجام **Parameter Picking**: ابزارهای دارای نمودارهای متقاطع (از پیش تعیین شده)، از این منو قابل دسترسی است که جهت کمک در زون بندی، شناسایی مدل و محاسبه پارامتر کاربرد دارد.

تفسیر پتروفیزیکی نمودارهای چاه پیمایی:

این مرحله، مرحله نهایی تفسیر می باشد که در آن نمودارهای پتروفیزیکی با راندن مدل بدست می آیند. نرم افزار ژئولاگ (Geolog)، روش های متعددی برای محاسبه حجم شیل به کار می برد. حضور شیل ها و کانی های رسی تا حد زیادی روی خواص مخزنی و به طور کلی بر آورد ذخیره و توان تولید اثر گذار است [2]. روش های مختلفی برای تعیین حجم شیل در سازند وجود دارد. در بعضی از موارد تنها از یک نگاه و یا با استفاده از ترکیب دو یا چند لاگ می توان حجم شیل را محاسبه کرد. در این تحقیق از روش اندونزیا (Indonosha) جهت محاسبه اشباع آب استفاده گردید. این روش اولین بار در اندونزی به دلیل وجود آب های سازندی شیرین و درصد بالای شیل مورد استفاده قرار گرفت. معادلات این روش به ترتیب عبارتند از

$$SW = \left\{ R_t \left[\frac{V_{sh}^{(1-V_{sh}/2)}}{\sqrt{R_{sh}}} + \frac{\phi_e^{(m/2)}}{\sqrt{a \cdot R_w}} \right]^2 \right\}^{-1/n}$$

$$1/RT = (V/RT_SH + PHIE **m / (a * RW + 2 * SQRT(V * PHIE **m / (a * RW * RT_SH))) * SW ** N$$

اشباع آب سازندی SW مقاومت شیل RT_SH فاکتور پیچاپیچی a فاکتور سیمان شدگی m ثابت اشباع شدگی N مقاومت آب سازندی RW مقاومت واقعی سازند RT و a و m اعدای هستند که تخلخل را به فاکتور سازندی مرتبط می کنند و به ترتیب فاکتور پیچاپیچی (tortousity factor) و فاکتور سیمانی شدن نامیده شد شیب خط بوده و مقدار آن از حدود ۱/۸ تا ۲ متغیر است.

تعیین مقاومت آب سازندی (RW):

برای تعیین آب سازندی از روش زیر استفاده می شود. با داشتن میزان شوری آب سازند بر حسب ۱۵۰۰۰۰ ppm و دمای ته چاه و قرار دادن مقادیر فوق در چارت ۹ - Gen مقاومت آب سازندی بدست آمد.

تعیین حد برش (cut-off):

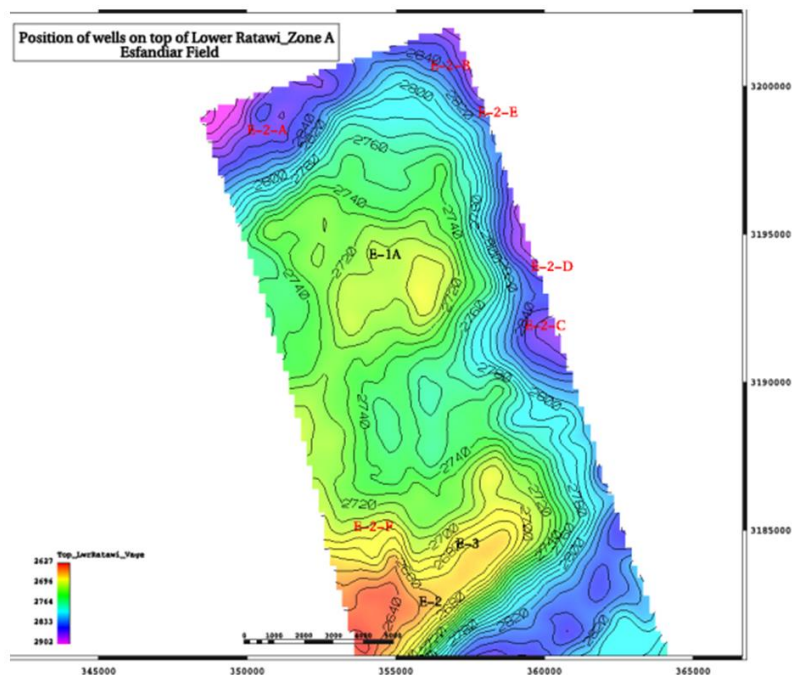
به روش آماری S shape صورت میگیرد. برای تعیین ضخامت ستون هیدروکربوری یک چاه، باید پس از محاسبه تخلخل مفید، حجم رس و اشباع آب حد برش این پارامترها تعیین شوند. ضخامت ستون هیدروکربوری در یک چاه برابر است با: معادله ۳-۱۵

$$(Av \text{ phie}) \times (\text{Net pay}) \times (Av \text{ So}) = (\text{phie So} * H) = (\text{Net pay}) \times (\text{Net pay}) \times (\text{Net pay})$$

(H) = ضخامت ستون هیدروکربن، (Av phie) = متوسط تخلخل مفید، (Net pay) = ضخامت زون مفید، (Av So) = متوسط اشباع شدگی.

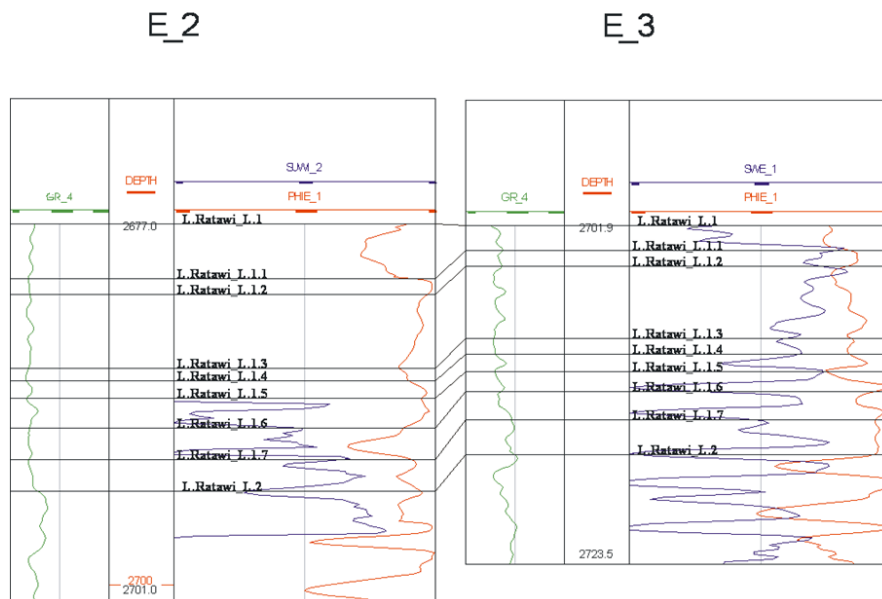
نتایج مشاهده و بررسی مدل‌های نرم افزاری

در پایان مدل‌های گرافیکی و نقشه‌های زمین‌شناسی متعددی استخراج گردید (اشکال ۱۲ الی ۱۸) که به اهم موارد در این تحقیق ذیلاً ارائه شده است.

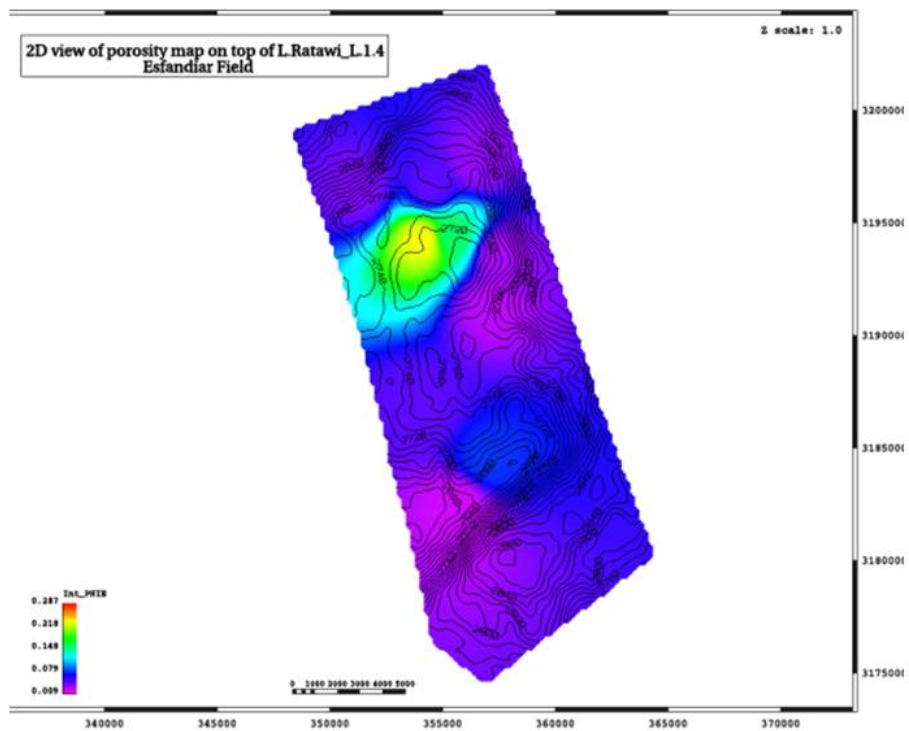


شکل ۱۲: نقشه افق آ سازند رتاوی زیرین (میدان اسفندیار) با نمایش موقعیت چاه‌ها

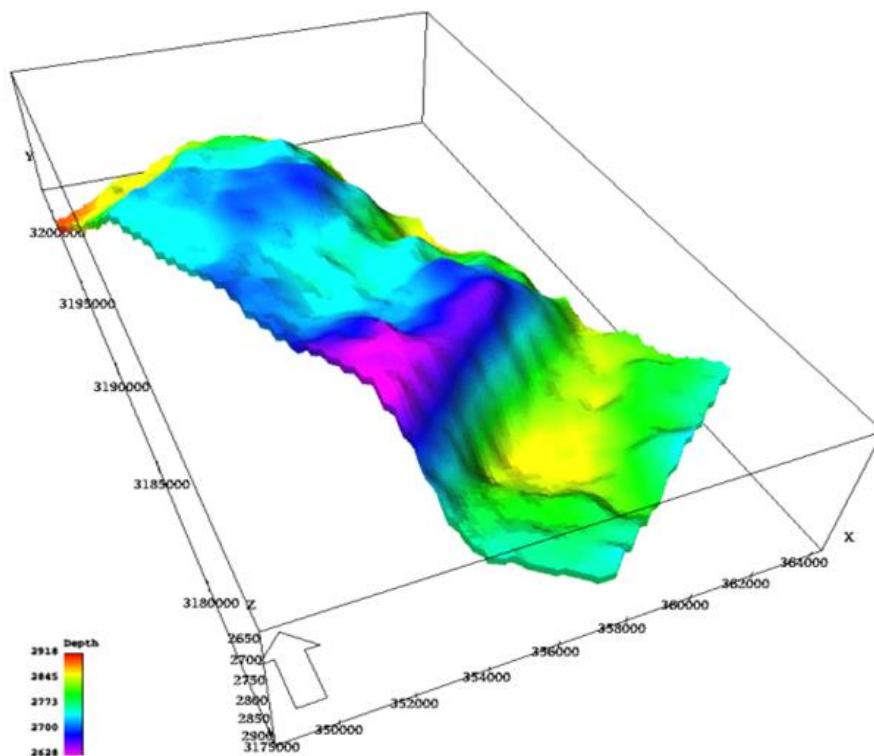
وجود دو برجستگی ساختمانی شمالی و جنوبی موقعیت مناسب‌تر ساختمانی را در نقشه نشان می‌دهد. برای بررسی بیشتر و مناسب‌تر در تعیین موقعیت مناسب برای حفر چاه لازم است علاوه بر آن از روش‌های دیگر تفسیر لرزه ای نظیر برگردان داده‌ها در میدان استفاده کرد.



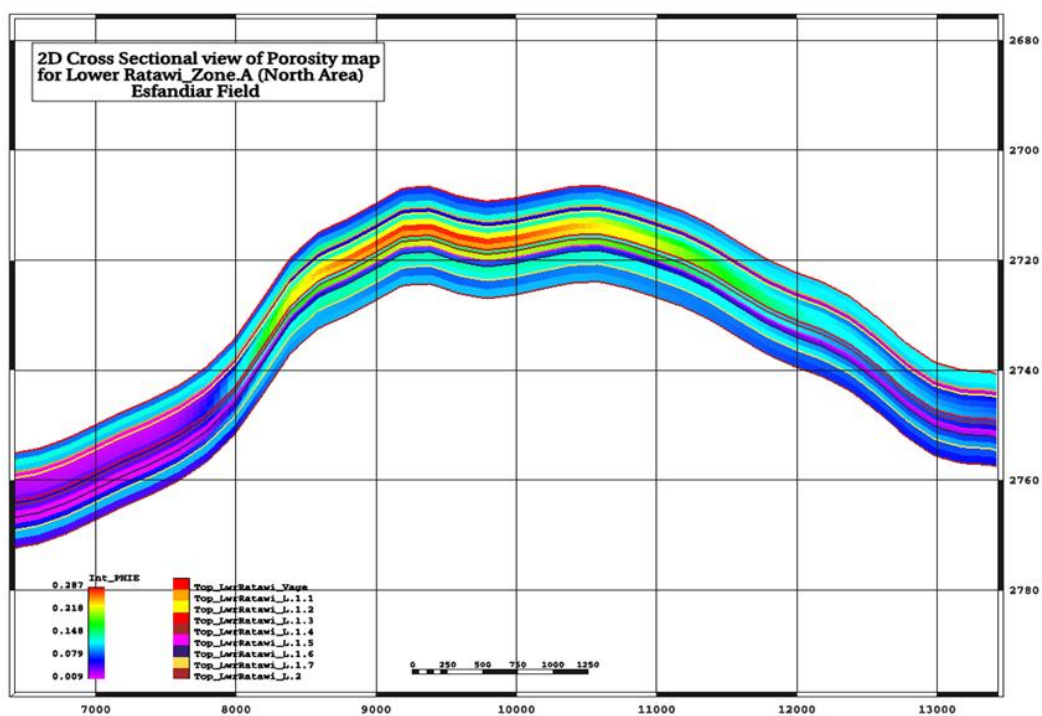
شکل ۱۳، ۱۴: تطابق چاه‌های ۲ و ۳ از سازند رتاوی زیرین (میدان اسفندیار)



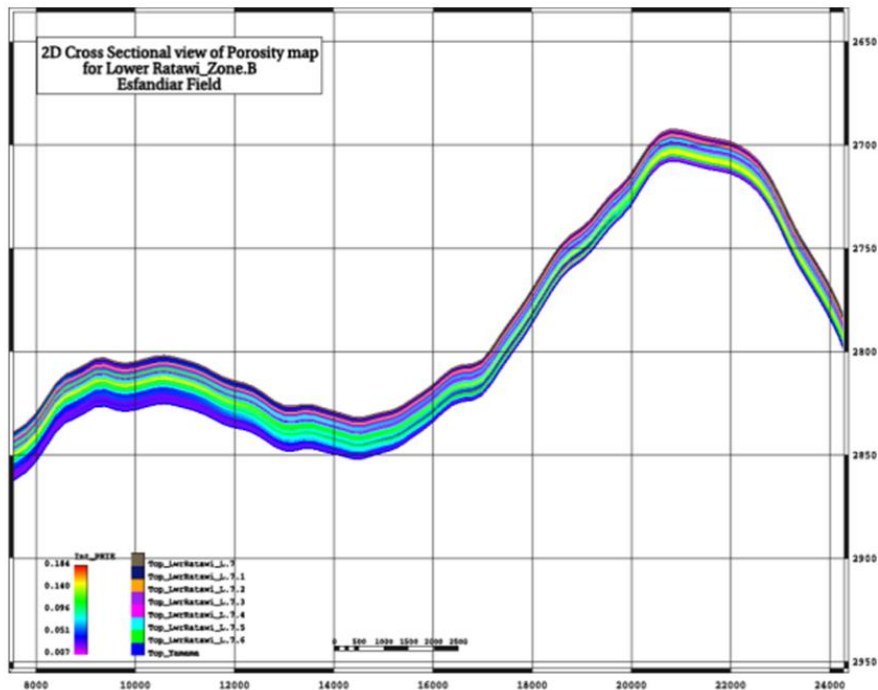
شکل ۱۵: نقشه دو بعدی بخش تخلخل از افق رتاوی زیرین (ال ۴، ۱)



شکل ۱۶: مدل زمین شناسی سه بعدی بخش ب سازند رتاوی زیرین (میدان اسفندیار)



شکل ۱۷: مقطع عرضی دو بعدی از مدل تخلخل بخش آ سازند رتاوی زیرین (میدان اسفندیار)



شکل ۱۸: مقطع عرضی دو بعدی از مدل تخلخل بخش ب سازند رتاوی زیرین

۷- نتیجه گیری

در میدان اسفندیار، رسوبات ائوسن و کرتاسه فوقانی همانند سری رسوبات حفاری شده در میدان‌های بخش شمالی خلیج فارس می باشد.

در چاه‌های اسفندیار، ستون زمین شناسی حفاری شده با تغییر ضخامت کم ولی قابل انطباق در تمامی چاه‌های میدان، قابل ملاحظه می باشد (شکل ۱۴)

معادل ۱۳ متر در بالاترین بخش سازند رتاوی زیرین (فهلپان)، به عنوان زون ۱ متخلخل با تخلخل حدود ۰.۲۱، قابلیت تولید ۴۰۰۰-۳۰۰۰ بشکه نفت در روز را دارد. لایه دوم متخلخل و ضخیم (زون ۲) در سازند رتاوی زیرین (فهلپان) که معادل سازند یاماما بوده و از آهک تخریبی با تخلخل بالا تشکیل شده، در قسمت‌های شمالی میدان کم ضخامت تر (حدود ۷۷/۵ متر) و به سمت جنوب و جنوب باختری میدان ضخامت آن بیشتر می شود (۱۰۴ تا ۱۱۶ متر). این لایه با وجود شرایط مناسب مخزنی، حاوی هیدروکربن نمی باشد. ضخامت ۳ متر در بخشی از سازند کژدمی که شامل ماسه سنگ می باشد، هیدروکربن مشاهده می شود. به نظر می رسد که توان تولید لایه‌ها و زون‌های حاوی هیدروکربن در سازند فهلپان (رتاوی زیرین) میدان اسفندیار، علاوه بر عوامل ساختمانی، به تغییرات سنگ شناسی به ویژه نوسانات تخلخل و نفوذپذیری سنگ وابسته است. به همین دلیل تغییرات پتانسیل هیدروکربوری سنگ مخزن، در مقیاس میدان از ناحیه ای به ناحیه دیگر متفاوت است. بررسی چگونگی گسترش مخازن متخلخل و تولیدی (مانند رتاوی زیرین)، با توجه به محدود بودن تعداد چاه‌های حفاری شده، در پهنه میدان، تنها با استفاده

از اطلاعات چاه‌ها میسر نبوده و به این منظور استفاده از داده‌های لرزه‌ای برگردان (وارون‌سازی) شده ضروری است. نتایج به دست آمده از اجرای روش‌های به کار رفته در این تحقیق

روش شبکه عصبی در مدل امیدانس حاصل از برگردان (وارون‌سازی)، کاهش امیدانس را برای افقی از مخزن رتاوی زیرین که بین عمق‌های ۲۷۳۰ تا ۲۷۵۰ متری قرار گرفته است، نشان می‌دهد. این موضوع وجود افق متخلخل آهکی واقع شده در این عمق از سازند را که در محل چاه E-1A نیز مشاهده شده است، تایید می‌کند.

از روش شبکه عصبی، تخلخل بدست آمده برای مخزن رتاوی زیرین، نشان دهنده یک افق متخلخل با تخلخل بالاتر از ۱۳ درصد در قسمت شمالی میدان مشاهده می‌شود. این افق بخوبی با افق تولیدکننده در چاه E-1A، قابل انطباق است

دقت در تخلخل محاسبه شده برای مخزن، نشان می‌دهد که در عمق‌های بین ۲۷۲۵ تا ۲۷۴۰ متری (محدوده زمانی بین ۱۶۶۵ تا ۱۶۸ میلی ثانیه) یک افق متخلخل (با تخلخل بیش از ۱۱ درصد) در قسمتهای شمالی و بویژه در قسمت شمال باختری میدان، گسترش دارد. تخلخل این افق به سمت جنوب میدان و بویژه در جنوب خاوری آن کاهش می‌یابد. این موضوع با اطلاعات بدست آمده از چاه E-3 در جنوب خاوری میدان، مطابقت دارد.

شبکه عصبی به نحو فوق‌العاده‌ای رابطه چندین نشانگر با تخلخل را یافته و آن را به تمام حجم امیدانس اعمال می‌کند. استفاده از روش تک‌نشانگری برای تخمین هر یک از خصوصیات پتروفیزیکی، به عنوان مثال استفاده از امیدانس برای تخمین تخلخل، به دلیل اعمال یک رابطه تبدیل خطی ساده بین آنها، نتایج ضعیف و نامعتبری ارائه می‌دهد. در حالیکه با استفاده از چند نشانگر و اعمال یک رابطه تبدیل غیر خطی، نتایج بسیار قابل قبول تری بدست می‌آید.

در ادامه، پیشنهاد می‌شود این مخزن به روش AVO (نیز مطالعه شده و نتایج آن با نتایج روش‌های پس از برانبارش (مانند این تحقیق) مقایسه شود. از دیگر روش‌های برگردان (وارون‌سازی) داده‌های لرزه‌ای پیش از برانبارش، روش تحقیق تغییرات دامنه تریس لرزه‌ای به ازاء تغییر فاصله چشمه و گیرنده است این روش که آن را به اختصار AVO می‌نامند از داده‌های لرزه‌ای گسترده تری استفاده می‌کند).

استفاده از روش زمین‌آماری (Geostatistics) از دیگر روشهای برگردان (وارون‌سازی) داده‌های لرزه‌ای است. در این روش عدم قطعیت موجود در داده‌ها را نیز می‌توان محاسبه نمود. پیشنهاد می‌شود که از این روش نیز برای برگردان (وارون‌سازی) و مطالعات بعدی این مخزن استفاده شود.

تفسیر (Pick) کردن افق‌ها (سر سازند‌ها)، به سختی انجام شده و نتایج حاصل از مدل ساخته شده نیز دارای خطا می‌باشد. پیشنهاد می‌شود به منظور رفع این نارسایی‌ها، داده‌های لرزه‌ای برداشت شده مجدداً پردازش شده و در آن، ملاحظات پردازشی جهت تفسیر داده‌های لرزه‌ای به روش برگردان (وارون‌سازی) لحاظ شود این

موضوع قبلاً به دلیل وجود نوفه های همراه و بازتاب های تکراری فراوان و همچنین پیوستگی ضعیف بازتابنده ها در تمام حجم داده های لرزه ای برداشت شده.

سپاس و قدردانی

از واحد پژوهش و فناوری، شرکت نفت فلات قاره ایران، که با در اختیار قرار دادن امکانات، اطلاعات و حمایت های گوناگون جهت انجام این پروژه دانشجویی قدر دانی می گردد. از داوران مقاله آقایان دکتر بهمن سلیمانی (استاد دانشگاه شهید چمران اهواز)، مهندس خسرو جدلی (زمین شناس ارشد اسبق شرکت نفت فلات قاره و معاون آموزش شرکت نفت توتال فرانسه در ایران) تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

- [1] بشری ع.، ۱۳۹۸، علل پیدایش نفت سنگین در خلیج فارس، نشریه علمی زمین شناسی نفت ایران، سال هشتم، شماره ۱۶، ص ۶۶-۷۷.
- [2] بشری، ع.، ۲۰۰۰، جزوه آموزشی: مقدمه ای بر اصول چاه پیمایی در تفسیر حوضه های رسوبی، انتشارات واحد آموزش و برنامه ریزی نیروی انسانی، پژوهشگاه صنعت نفت ایران
- [3] بشری، ع.، ۱۴۰۱، تلفیق اطلاعات لرزه نگاری و پتروفیزیکی: تلاشی بر ساخت مدل زمین شناسی مخزن ایلام در یکی از میداین ناحیه سیری واقع در خلیج فارس، نشریه علمی زمین شناسی نفت ایران، سال دوازدهم، شماره ۲۱، ص ۹۰-۱۰۰.
- [4] حناچی، ج.، ۱۳۸۹، مدلسازی استاتیک میدان نفتی اسفندیار در افق فهلیان (راتاوی زیرین)، بر اساس ارزیابی پتروفیزیکی پارامتر های مخزنی و استفاده از داده های لرزه ای، رساله کارشناسی ارشد زمین شناسی نفت، دانشگاه آزاد واحد تهران شمال، ۱۲۰ ص.
- [5] خیرالهی، م.، جوزانی کهن، گ.، محیبیان، ر. و مراد زاده، ع.، ۱۴۰۱، مدلسازی سه بعدی سنگی با استفاده از ادغام مغزه، نگار لرزه ای، مطالعه یکی از مخازن کربناته جنوب ایران، نشریه علمی زمین شناسی نفت ایران، سال دوازدهم، شماره ۲۱، ص ۱-۱۵.
- [6] رضایی، م.، چهارزی، ع.، ۱۳۸۵، اصول برداشت و تفسیر نگارهای چاه پیمایی، انتشارات دانشگاه تهران.
- [7] محبی پور، ا.، سلیمانی، ب.، زحمت کش، ای.، ویسی، ا.، ۱۳۹۹، تخمین تراوایی با بکارگیری نگار های پترو فیزیکی و روش های هوش مصنوعی، مطالعه مخزن آسماری یکی از میداین نفتی جنوب غربی ایران، نشریه علمی زمین شناسی نفت ایران، سال دهم، شماره ۲۰، ص ۱-۱۶.
- [8] مستقل، ب.، بشری، ع.، خاکزاد، ا.، ۱۳۸۴، کاربرد آنالیز (مدل سازی) استوکاستیک (ناقاطع) در خلال مطالعات جامع ویژگی های مخزن گازی گنبدی (مرز ایران و ترکمنستان)، مجله علمی پژوهشی علوم پایه، دانشگاه ازاد اسلامی، نشریه علمی زمین شناسی نفت ایران.
- [9] یمینی، م.، ۱۳۸۶، کاربرد شبکه عصبی در برگردان داده های لرزه ای، رساله کارشناسی ارشد ژئوفیزیک، گرایش لرزه، دانشگاه آزاد واحد تهران شمال
- [10] AL SHARHAN, 2002, A comparison of Khuff and Arab reservoir potential throughout the Middle East.

- [11] AL-HELAL, A., ALREFAI, Y., ALKANDARI, A., and ABDULLAH, M., 2023, Subsurface Stratigraphy of Kuwait. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16727-0_2.
- [12] ANGLERI, G.P., 1983, A Statistical Approach to the Extraction of the Seismic Propagation Wavelet. *Geophysical Prospecting*, **31**, 726-747
- [13] BASHARI, A., 2000, Application of Wireline Log on Sedimentary Basin (Petrophysics). *short course for Research Institute of Petroleum Industry*, (RIPI) Tehran.
- [14] BASHARI, A., 2000, Petrography and clay mineralogy of Volcanoclastic Sandstones in the Rewan Group, Southern, Bowen Basin, Australia. *Journal of Petroleum Geoscience*, **6**, 151-163.
- [15] BASHARI, A., 1988, Occurrence of Heavy Crude Oil in the Persian Gulf, in R.F. Myer and E. J. Wiggins, (Eds.): Fourth International UNITAR/ UNDP Conference on Heavy crude and Tar Sands, 2, Geology, Chemistry: International Conference on Heavy Crude and Tar Sands, *Edmonton, Alberta, Canada*, **2**, 204-214.
- [16] BASHARI, A., 2007, Integrated 3D Seismic and Seismic and Petrophysical data of the Sarvak Formation, Sirri District in the Persian Gulf. *EAGE, First Break*, **25**.
- [17] BASHARI, A., 2008, Thermal History Reconstruction in the Soroosh and the Nowrooz Field, the Persian Gulf, Based on Apatite Fission Track Analysis and Vitrinite Reflection data. *Journal of Petroleum Geology*, **31**, 153-165.
- [18] DEBEYE, H.W.G., and SCHELLINGER, D., 2001, Constrained Spars Spike inversion, Jason Geoteam Technical papers.
- [19] EAGE, 2003, Geostatistics for seismic data integration in Earth model EAGE. Series No. 6 Dubrules. Oliver.
- [20] Foroozan and Esfandiar Fields Geological Report, IOOC, Internal Report, 2003.
- [21] HAMPSON, D., and GALBRAITH, M., 1981, Wavelet Extraction by sonic-log correlation. *Journal of the CSEG*, **17**, 24-42.
- [22] HAMPSON-RUSSELL software Manual, 2006, Hampson-Russell Services.
- [23] NAQI, M., ALSALEM, O., QABAZARD, S., and ABDULLAH, F., Petroleum Geology of Kuwait Open Access., First Online., November 2022. https://doi.org/10.1007/978-3-031-16727-0_6
- [24] Nath, p.k., coronado, j., bhukta, s., najem, a., singh, s.k., ali sajjer, z.a., 2008, Integrated Approach For Stratigraphic Characterization Of Lower Cretaceous Carbonate Reservoir In North Kuwait. European Association of Geoscientists & Engineers Conference Proceedings, EAGE Conference on Reservoir Geoscience, 2018, .1 - 5 <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201803288>.
- [25] OMAR BASHIR. E., 2002, Lower Cretaceous Ratawi Formation Saudi Arabia, Depositional, Diagenesis and pet.
- [26] OLDENBURG, D. W., LEVY, S. and WHITTALL, K. P., 1981, Wavelet estimation and deconvolution. **46**, 1518-1542.
- [27] RAIGA CLEMENCEAU, J., MARTIN, J. P. and NICOLETHS, S., 1988, the concept of Acoustic formation factor for More Accurate porosity Determination from sonic Transit time data, the log analyst, January February, 54-59.
- [28] RUSSELL, B.H., 1988, Introduction to seismic inversion methods. *course Notes series*, **2**, SEG.
- [29] Stratigraphic Trap Potential in the Lower Cretaceous Ratawi Interval, Partitioned Zone PZ, Saudi Arabia and Kuwait Ibrahim Hakam; Niall Toomey; Sujoy Ghose; Joe Ponthier; Jeremy Zimmerman., 2021 SPE Middle East Oil & Gas Show November. <https://doi.org/10.2118/204733-MS>
- [30] ZANGWILL, G., 1982, Depth Matching: A computerized Approach, Trans.

Petrophysical Modeling of Lower Zone of Ratawi Formation, using Neural Network Method in Assimilating Seismic and Geological Well Log Data

Javid Hanachi¹, Alireza Bashari^{2*}

1- Sr. Geologist, Iranian Offshore oil company, Tehran, Iran

2- President Iranian Society of Petroleum, Tehran, Iran, Retired faculty member at RIPI, Tehran, Iran

*a_bashari@yahoo.com

Received: July 2023, Accepted: August 2023

Abstract

Esfandiyar field is located at the northern part of the Persian Gulf alongside with, Saudi Arabia border. This field is a single large anticline with Lulu field of Saudi Arabia, is about, 20 KM length and 7 KM width. The field was discovered in 1966 by drilling of well E1, on the northern culmination of the field. Later on wells E3 and E2 were drilled at the top of structure in the southern part of the field.

DSTs tests results of E1 proved that the top of Lower Ratawi formation contain 15 m producible oil column. E3 well test result regards as a dry hole

DSTs test results of E2 were not conclusive due to inadequate testing plans. E4 Appraisal well contained, 14 m producible oil column at the Lower Ratawi.

Log result interpretations indicated, E2 and E3 wells contains oil in Yamama formation in the southern part of the field which has not been tested properly.

Lower Ratawi (Top oil-bearing layer), Zone 'B' of Lower Ratawi (Oil bearing layer at bottom), Yamama were constructed based on the existing data. This study is concerned with oil accumulations in Lower Ratawi formation.

Petrophysical and geophysical data has been used for the Lower Ratawi reservoir, as a result the geological models (structural and porosity models), with applying, related software's and neural network geophysical method are generated.

At the conclusion, the recommended plan consists of horizontal drilling wells for oil production in Lower Ratawi in the north of the field has been proposed.

Keywords: Petrophysics, Seismic Data, Lower Ratawi Fm. Esfandiyar Field, Neural Network, Persian Gulf