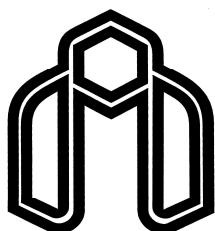


هوالغنی



دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده: معدن، نفت و ژئوفیزیک

گروه: ژئوفیزیک

پایان نامه کارشناسی ارشد

"تعیین مرزهای چینه‌نگاری سکانسی با استفاده از داده‌های چاه‌سپایی در میدان پارس جنوبی"

مهدی نخستین مرتضوی

اساتید راهنما:

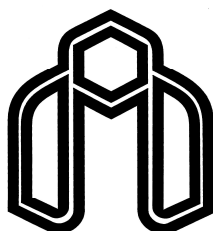
دکتر ابوالقاسم کامکار روحانی

دکتر علی رضا عرب امیری

شهریور ماه 1391



هوالغنی



دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده: معدن، نفت و ژئوفیزیک

گروه: ژئوفیزیک

"تعیین مرزهای چینه نگاری سکانسی با استفاده از داده های چاه پیمایی در میدان پارس جنوبی"

دانشجو: مهدی نخستین مرتضوی

اساتید راهنما:

دکتر ابوالقاسم کامکار روحانی

دکتر علی رضا عرب امیری

استاد مشاور:

دکتر وحید توکلی

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

شهریور ماه 1391

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده : معدن، نفت و ژئوفیزیک

گروه: ژئوفیزیک

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای مهدی نخستین مرتضوی

تحت عنوان: "تعیین مرزهای چینه‌نگاری سکansı با استفاده از داده‌های چاه‌پیمایی

در میدان پارس جنوبی"

در تاریخ 1391/06/26 توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد رشته

ژئوفیزیک - گرایش ژئوالکتریک مورد ارزیابی و با درجه 17/5 مورد پذیرش قرار گرفت.

امضاء	اساتید مشاور	امضاء	اساتید راهنما
	نام و نام خانوادگی : دکتر وحید توکلی		نام و نام خانوادگی : دکتر ابوالقاسم کامکار روحانی
			نام و نام خانوادگی : دکتر علی رضا عرب امیری

امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء	اساتید داور
	نام و نام خانوادگی : دکتر حمید آقاجانی		نام و نام خانوادگی : دکتر علی مراد زاده
			نام و نام خانوادگی : دکتر امین روشندل کاهو

تقدیم به کسانی که صادقانه عشق می ورزند،

➤ مادر و همسر

و تقدیم به کسانی که عاشقانه علم می آموزند،

➤ اساتید مهربانم

تقدیر و تشکر :

بر خود لازم می دانم از تمامی کسانی که اینجانب را در تهیه این پایان نامه یاری نموده اند مخصوصاً اساتید گرانقدر جناب آقای دکتر کامکار و جناب آقای دکتر عرب امیری و نیز دوست و استاد مشاور عزیزم جناب آقای دکتر توکلی و نیز اساتید داور جناب آقای دکتر مرادزاده، جناب آقای دکتر روشندل کاهو، جناب آقای دکتر آقاخانی و نیز آقای دکتر تخم چی کمال تشکر و قدردانی را نمایم.

همچنین از اساتید محترم، دانشجویان گرامی و کارکنان خدوم دانشکده معدن، نفت و ژئوفیزیک دانشگاه صنعتی شاهرود که در دوران تحصیل از محبتها و همیاری های ایشان بهره مند بودم؛ سپاسگزاری می نمایم.

تعهد نامه

اینجانب مهدی نخستین مرتضوی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته ژئوفیزیک - گرایش ژئوالکتریک دانشکده معدن، نفت و ژئوفیزیک دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه "تعیین مرزهای چینه‌نگاری سکانسی با استفاده از داده های چاه پیمایی در میدان پارس جنوبی" تحت راهنمایی آقایان دکتر ابوالقاسم کامکار روحانی و دکتر علیرضا عرب امیری متعهد می شوم .

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

تاریخ : 1391/06/26

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

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

چکیده:

امروزه استفاده از آنالیز موجک برای شناسایی و تجزیه و تحلیل مرزهای گذرا کاربرد فراوانی پیدا کرده است. یکی از کاربردهای این نوع آنالیز، شناسایی ناپیوستگیها در توالی های رسوبی و نیز شناسایی مرزهای چینه نگاری سکانسی می باشد. به دلیل اینکه انواع مرزهای سکانسی بر روی، نمودارهای مختلف چاه نگاری نمایان می گردند و چون تغییرات لیتولوژی و ساختاری دیگری نیز بر روی نمودار چاه نگاری و به تبع آن روی آنالیز موجک تاثیر گذار است؛ نمی توان تنها با آنالیز موجک یک نوع نمودار چاه پیمایی، تمامی مرزهای سکانسی را شناسایی کرد. در این مطالعه سعی نموده ایم با استفاده از آنالیز موجک داده های چاه پیمایی مانند GR, NPHI, RHOB, RHOZ, THOR/URAN و داده های مالتی مین مانند نسبت حجمی انیدریت، که در مرزهای سکانسی تغییرات ناگهانی دارند و نیز ترکیب نمودن آنها، روشی مناسب و کم خطا برای تعیین خودکار این مرزها ارائه نماییم. بدین ترتیب برای شناسایی مرزهای سکانسی بهترین نتیجه از ترکیب ضرایب همبستگی نمودارهای GR, NPHI, RHOB(RHOZ) و نسبت حجمی انیدریت و همچنین ترکیب GR, NPHI, RHOB(RHOZ) و نسبت توریوم به اورانیوم THOR/URAN بدست آمده است.

❖ کلیدواژه ها:

ژئوفیزیک، رسوب شناسی، نمودار های چاه پیمایی، چینه نگاری سکانسی، آنالیز موجک، فیلتر دیجیتال، میدان پارس جنوبی.

فهرست مطالب

فصل ۱: کلیات و مفاهیم پایه

۲	۱-۱ کلیات
۲	۱-۱-۱-۱ مقدمه
۳	۱-۱-۲-۱ تاریخچه مطالعه
۴	۱-۱-۳-۱ هدف و ضرورت انجام تحقیق
۵	۱-۱-۴-۱ کاربرد
۵	۱-۱-۵-۱ روش انجام تحقیق
۶	۲-۱ مفاهیم پایه
۶	۱-۲-۱-۱ آنالیز موجک
۶	❖ تاریخچه
۷	❖ موجک
۹	❖ مقیاس موجک
۱۰	❖ تغییر مکان موجک
۱۰	❖ انواع موجک
۱۰	❖ موجک مورله
۱۲	❖ ضریب همبستگی
۱۳	❖ آنالیز موجک
۱۳	❖ آنالیز پیوسته موجک
۱۷	۲-۲-۱-۱ چینه نگاری و انواع آن
۲۰	۲-۲-۱-۳ چینه نگاری سکansı
۲۲	❖ ابزارهای تعیین مرزهای سکansı

فصل دوم: میدان مورد مطالعه

۲۶	۱-۲ موقعیت میدان مورد مطالعه
۲۷	۲-۲ تاریخچه عملیات اکتشافی میدان
۲۸	۳-۲ زمین شناسی منطقه
۳۲	۴-۲ وضعیت ساختاری و تکتونیک
۳۹	۵-۲ چینه شناسی
۴۰	۲-۵-۱-۱ سازند دالان
۴۰	۲-۵-۲-۲ سازند کنگان

۴۲	چینه نگاری سکانسی منطقه
۴۲	۱-۶-۲- تعیین مرزهای سکانسی از روی نمودارهای چاه نگاری
۴۳	❖ مرز پایینی KS4 – LST
۴۳	❖ مرز پایینی KS3 – LST
۴۵	❖ مرز پایینی KS2–LST
۴۷	❖ مرز پایینی KS1 – LST
۴۹	❖ مرز بالایی KS1 – HST

فصل سوم: آنالیز موجک داده های چاه پیمایی

۵۲	۱-۳- چاههای مورد مطالعه
۵۳	۲-۳- انواع داده های چاه پیمایی
۵۵	۳-۳- آنالیز موجک داده های چاه پیمایی
۵۹	۱-۳-۳- چاه Wa
۷۳	۲-۳-۳- چاه Wd
۷۷	۳-۳-۳- چاه We
۸۲	۴-۳-۳- چاه Wb
۸۶	۵-۳-۳- چاه Wc

فصل چهارم: بحث و نتیجه گیری

۹۱	۱-۴- بحث
۹۲	۲-۴- نتیجه گیری
۹۳	۳-۴- پیشنهادات
۹۴	✓ فهرست منابع و مؤاخذ

پیوست

۹۸	➤ پیوست الف: آنالیز موجک
۹۸	الف-۱ مقدمه
۹۸	الف-۲- بیان مفاهیم پایه
۹۸	الف-۲-۱- موج
۹۹	الف-۲-۲- ویژگیهای موج
۱۰۰	الف-۲-۳- نشانک (علامت) یا سیگنال
۱۰۰	الف-۲-۴- انواع نشانک
۱۰۱	الف-۳- آنالیز و تبدیل فوریه
۱۰۵	الف-۴- موجک
۱۰۵	الف-۵- مقیاس موجک
۱۰۶	الف-۶- تغییر مکان موجک
۱۰۶	الف-۷- انواع موجک
۱۰۷	الف-۷-۱- موجک داو بیچیز
۱۰۹	الف-۷-۲- موجک کلاه مکزیکی
۱۰۹	الف-۷-۳- موجک میر
۱۱۳	الف-۸- ضریب همبستگی
۱۱۳	الف-۹- آنالیز موجک
۱۱۴	الف-۱۰- آنالیز پیوسته موجک
۱۱۶	الف-۱۱- عکس تبدیل موجک
۱۱۷	الف-۱۲- گسسته سازی تبدیل موجک پیوسته
۱۱۹	الف-۱۳- آنالیز گسسته موجک
۱۲۱	الف-۱۴- کاربرد آنالیز موجک

✓ فهرست اشکال

فصل ۱:

- شکل ۱-۱: تعدادی از معروفترین موجک ها ۸
- شکل ۱-۲: رابطه مقیاس و فرکانس ۹
- شکل ۱-۳: تغییر مکان موجک به میزان "k" ۱۰
- شکل ۱-۴: رابطه بین مقیاس موجک و قدرت تفکیک آنالیز موجک. ۱۱
- شکل ۱-۵: نمونه ای از اسکیلوگرام. ۱۴
- شکل ۱-۶: مراحل آنالیز موجک پیوسته. ۱۵
- شکل ۱-۷: نمونه هایی دیگر نمایش ضریب همبستگی. ۱۶
- شکل ۱-۸: شاخه های اصلی علم چینه نگاری ۱۹
- شکل ۱-۹: ارتباط چینه نگاری با علوم دیگر زمین شناسی. ۲۰
- شکل ۱-۱۰: انواع مرزهای سکansı. ۲۱
- شکل ۱-۱۱: سطوح اصلی چینه نگاری سکansı. ۲۲
- شکل ۱-۱۲: تعیین چینه نگاری حوضه با استفاده از داده های ایزوتوپی. ۲۴

فصل دوم:

- شکل ۲-۱: موقعیت میدان مورد مطالعه. ۲۶
- شکل ۲-۲: میزان بلوغ سنگها در صفحه عربی. ۲۹
- شکل ۲-۳: مرزهای تکتونیکی مجاور صفحه عربی. ۳۳
- شکل ۲-۴: مقطع زمین شناسی خاور میانه. ۳۵
- شکل ۲-۵: تکامل تکتونیک صفحه عربی. ۳۶
- شکل ۲-۶: تفسیر ساختاری صفحه عربی و ارتباط آن با توزیع رخساره های دیرینه. ۳۷
- شکل ۲-۷: اشتقاق قارهای صفحه عربی و صفحات مجاور از انتهای تریاس تا کنون. ۳۸
- شکل ۲-۸: موقعیت کمان در محدوده مورد مطالعه. ۳۸
- شکل ۲-۹: سازند های میدان مورد مطالعه همراه با لیتولوژی کلی سازندها. ۳۹
- شکل ۲-۱۰: مقایسه سازندها و سکانس های رسوبی اصلی و فرعی. ۴۲
- شکل ۲-۱۱: سکانس های رسوبی در توالی رسوبی منطقه مورد مطالعه. ۴۳
- شکل ۲-۱۲: تغییرات در مرز پایینی KS4 – LST در چاه Wa. ۴۴
- شکل ۲-۱۳: تغییرات در مرز پایینی KS3 – LST در چاه Wa. ۴۶

- شکل ۲-۱۴: تغییرات در مرز پایینی KS2 – LST در چاه. ۴۷.....
- شکل ۲-۱۵: تغییرات در مرز پایینی KS2 – LST در چاه Wa. ۴۷.....
- شکل ۲-۱۶: تغییرات در مرز پایینی KS1 – LST در چاه Wa. ۴۹.....
- شکل ۲-۱۷: مرز بالایی KS1 – HST در چاه Wa. ۵۰.....

فصل سوم:

- شکل ۳-۱: حدود موقعیت چاه های مورد مطالعه. ۵۲.....
- شکل ۳-۲: آنالیز موجک نمودارهای چاه پیمایی در چاه Wa با استفاده از موجک هار. ۵۶.....
- شکل ۳-۳: آنالیز موجک نمودارهای چاه پیمایی در چاه Wa با استفاده از موجک مورله. ۵۷.....
- شکل ۳-۴: آنالیز موجک نمودارهای چاه پیمایی در چاه Wa با استفاده از موجک داوبچیز ۶. ۵۸.....
- شکل ۳-۵: ترکیب آنالیز موجک در چاه Wa. ۶۰.....
- شکل ۳-۶: اولین مرز سکansı در چاه Wa. ۶۱.....
- شکل ۳-۷: دومین مرز سکansı در چاه Wa. ۶۳.....
- شکل ۳-۸: سومین مرز سکansı در چاه Wa. ۶۴.....
- شکل ۳-۹: چهارمین مرز سکansı در چاه Wa. ۶۴.....
- شکل ۳-۱۰: اولین مرز سکansı در چاه Wa. ۶۶.....
- شکل ۳-۱۱: دومین مرز سکansı در چاه Wa. ۶۶.....
- شکل ۳-۱۲: سومین مرز سکansı در چاه Wa. ۶۷.....
- شکل ۳-۱۳: چهارمین مرز سکansı در چاه Wa. ۶۸.....
- شکل ۳-۱۴: پنجمین مرز سکansı در چاه Wa. ۶۸.....
- شکل ۳-۱۵: سومین مرز سکansı در چاه Wa. ۷۰.....
- شکل ۳-۱۶: سومین مرز سکansı در چاه Wa. ۷۰.....
- شکل ۳-۱۷: سومین مرز سکansı در چاه Wa. ۷۱.....
- شکل ۳-۱۸: سومین مرز سکansı در چاه Wa. ۷۱.....
- شکل ۳-۱۹: چهارمین مرز سکansı در چاه Wa. ۷۲.....
- شکل ۳-۲۰: نمودار ترکیب آنالیز موجک در چاه Wd. ۷۴.....
- شکل ۳-۲۱: اولین مرز سکansı در چاه Wd. ۷۴.....
- شکل ۳-۲۲: دومین مرز سکansı در چاه Wd. ۷۵.....
- شکل ۳-۲۳: سومین مرز سکansı در چاه Wd. ۷۵.....
- شکل ۳-۲۴: چهارمین مرز سکansı را در چاه Wd. ۷۶.....
- شکل ۳-۲۵: آنالیز ترکیبی موجک در چاه We. ۷۸.....
- شکل ۳-۲۶: اولین مرز سکansı در چاه We. ۷۹.....

- شکل ۳-۲۷: دومین مرز سکansı در چاه We ۸۰
- شکل ۳-۲۸: سومین مرز سکansı در چاه We ۸۰
- شکل ۳-۲۹: چهارمین مرز سکansı در چاه We ۸۱
- شکل ۳-۳۰: پنجمین مرز سکansı در چاه We ۸۱
- شکل ۳-۳۱: نمودار ترکیبی آنالیز موجک در چاه Wb ۸۲
- شکل ۳-۳۲: اولین مرز سکansı در چاه Wb ۸۳
- شکل ۳-۳۳: دومین مرز سکansı در چاه Wb ۸۴
- شکل ۳-۳۴: سومین مرز سکansı در چاه Wb ۸۴
- شکل ۳-۳۵: چهارمین مرز سکansı در چاه Wb ۸۵
- شکل ۳-۳۶: مرز پایینی آخرین سکانس رسوبی در چاه Wb ۸۵
- شکل ۳-۳۷: نمودار ترکیبی آنالیز موجک در چاه Wb ۸۶
- شکل ۳-۳۸: اولین مرز سکansı در چاه Wc ۸۷
- شکل ۳-۳۹: دومین مرز سکansı در چاه Wc ۸۸
- شکل ۳-۴۰: سومین مرز سکansı در چاه Wc ۸۸
- شکل ۳-۴۱: چهارمین مرز سکansı در چاه Wc ۸۹

پیوست الف :

- شکل الف-۱: ویژگیهای موج ۱۰۰
- شکل الف-۲: شکل شماتیک از تبدیل فوریه ۱۰۳
- شکل الف-۳: موجک هار ۱۰۷
- شکل الف-۴: انواع موجک داوچییز ۱۰۸
- شکل الف-۵: موجک کلاه مکزیکی ۱۰۹
- شکل الف-۶: موجک میر ۱۱۰
- شکل الف-۷: موجک سیملت ۱۱۱
- شکل الف-۸: موجک کوئیفلت ۱۱۱
- شکل الف-۹: موجک مورله ۱۱۱
- شکل الف-۱۰: موجک بایو ارتوگونال ۱۱۲
- شکل الف-۱۱: نمونه ای از اسکیلو گرام ۱۱۴
- شکل الف-۱۲: مراحل آنالیز پیوسته موجک ۱۱۵
- شکل الف-۱۳: نمونه های دیگر نمایش ضریب همبستگی ۱۱۶
- شکل الف-۱۴: نحوه نمونه برداری دو دویی ۱۱۸
- شکل الف-۱۵: مرحله اول آنالیز گسسته موجک ۱۲۰
- شکل الف-۱۶: شکل شماتیک آنالیز گسسته موجک ۱۲۱

✓ فهرست جداول:

فصل ۱:

- جدول ۱-۱: معروفترین موجک ها..... ۱۲
- جدول ۱-۲: تقسیم بندی واحد رسوبی بر اساس ضخامت ۱۸
- جدول ۱-۳: انواع داده های و میزان کاربرد آنها در تعیین مرزهای سکansı ۲۳

فصل ۲:

- جدول ۲-۱: خصوصیات عمومی مخزن پارس جنوبی..... ۲۸
- جدول ۲-۲: فازهای تکتونیکی اصلی از پرمین تا میوسن ۳۴
- جدول ۲-۳: نام گذاری سازندهای کنگان و دالان بالایی در میدان پارس جنوبی..... ۴۱

فصل ۳:

- جدول ۳-۱: نوع داده ها و امکانات مورد استفاده..... ۵۳
- جدول ۳-۲: نوع داده های موجود در چاههای مورد استفاده..... ۵۴

جدول ۳-۳: عمق مرز سازندها و سکانس ها و عمق ماکزیمم محلی در نمودار آنالیز ترکیبی موجک داده چاه پیمایی GR, NPHI, RHOB و Vanh در چاه Wa به همراه بر آورد خطای حاصل از آنالیز ترکیبی موجک در تعیین عمق مرز سکانسها..... ۵۹

جدول ۳-۴: عمق مرز سازندها و سکانس ها و عمق اکستریم محلی در نمودار آنالیز ترکیبی موجک داده چاه پیمایی GR, NPHI, RHOB و نسبت THOR/URAN در چاه Wa به همراه بر آورد خطای حاصل از آنالیز ترکیبی موجک در تعیین عمق مرز سکانسها..... ۶۵

جدول ۳-۵: مرزهای سکansı در چاه Wd و اکستریم محلی آنها در نمودار چاه پیمایی در نمودار آنالیز ترکیبی موجک داده چاه پیمایی GR, NPHI, RHOB و نسبت حجمی انیدریت..... ۷۳

جدول ۳-۶: عمق مرزهای سکansı و مرز سازندها در چاه We در نمودار آنالیز ترکیبی موجک داده چاه پیمایی GR, NPHI, RHOB و نسبت حجمی انیدریت ۷۷

جدول ۳-۷: عمق مرزهای سکansı و مرز سازندها در چاه Wb در نمودار آنالیز ترکیبی موجک داده چاه پیمایی GR, NPHI, RHOB و نسبت حجمی انیدریت..... ۸۲

جدول ۳-۸: مرزهای سکانشی و مرز سازندها در چاه Wc در نمودار آنالیز ترکیبی موجک داده چاه پیمایی GR, NPFI, RHOB و نسبت حجمی انیدریت..... ۸۶

پیوست الف :

جدول الف- ۱: معروفترین موجک ها..... ۱۰۶

فصل ۱:

کلیات و مفاهیم پایه

۱-۱-۱- مقدمه

مطالعه مستقیم بر روی داده های حفاری مانند آنالیز مغزه، هزینه بسیار بالایی دارد. از این رو متخصصان برای شناسایی خصوصیات مخازن نفتی، تلاش می نمایند به روش های کم هزینه تر و سریعتر روی آورند. استفاده از داده های چاه پیمایی و تجزیه و تحلیل آن با تکنیک های جدید پردازش کامپیوتری، مبتنی بر الگوریتم های ریاضی یکی از آن روشها است. یکی از روشهای جدید پردازش داده ها، آنالیز موجک^۱ می باشد. آنالیز موجک روشی است که حساسیت بالایی نسبت به تغییرات ناگهانی دارد. بر این اساس می تواند در تشخیص و تعیین مرزهای سکansı که معمولاً از نوع ناپیوستگی می باشند؛ مورد استفاده قرار گیرد.

چینه نگاری سکansı شاخه ای از علم چینه نگاری است. به دلیل اینکه این نوع چینه نگاری نقص چینه نگاری سنگی^۲ و چینه نگاری زیستی^۳ را ندارد؛ امروزه توجه بسیاری از چینه شناسان و رسوب شناسان را به خود جلب کرده است. چینه نگاری سنگی چینه ها را از لحاظ سنگ شناسی و چینه نگاری زیستی از لحاظ محتوی فسیلی بررسی می کنند. مرزها در روش اول بر اساس جنس سنگ و در دومی مرزها به ترتیب زمانی و بدون توجه به شرایط رسوبگذاری تعیین می گردند. علم چینه نگاری سکansı، مرزهای واحدهای اصلی خود را به نام سکانس رسوبی در قالب مرزهای زمانی قرار داده است و واحدهای مرتبط از نظر زایشی را از یکدیگر متمایز می نماید. بر این اساس تطابق واحدهای مخزنی در قالب واحدهای رسوبی امکان پذیر می گردد. در این مطالعه سعی داریم با استفاده از آنالیز موجک به تجزیه تحلیل داده های چاه پیمایی پرداخته و بوسیله آن مرز سکانس های

۱ Wavelet analysys

۲ Lithostratigraphy

۳ Biostratigraphy

رسوبی که معمولاً از نوع ناپیوستگی‌ها بوده و منطبق بر مرز مخازن هیدروکربنی می‌باشند را شناسایی نماییم.

۱-۱-۲- تاریخچه مطالعه

وجود ذخایر عظیم نفتی و گازی در این میدان که در جنوب ایران قرار دارد؛ موجب گردیده که تاکنون مطالعات و بررسی‌های بسیاری بر روی آن صورت پذیرد. تا آنجا که در سال ۲۰۰۵ طرح گسترش جامع^۱ این میدان نیز نوشته شد و از جنبه‌های گوناگون مورد بررسی قرار گرفت. برای اینکه کار کامل و جامعی صورت پذیرد، در این مطالعه از نتایج و بررسی‌های قبلی استفاده شده و نقاط ضعف و قوت هر مطالعه نیز بررسی و بیان می‌شود.

نخستین بار در سال ۱۹۸۷ سازبو و خرد پیر^۲ سازند های کنگان و دالان را معرفی نمودند. مطالعات بعدی و عملیات اکتشافی که در سال ۱۹۹۰ صورت پذیرفت منجر به کشف یکی از مخازن گازی جهان از این توالی‌ها گردید. در سال ۲۰۰۱ میلادی شارلند و همکاران^۳ اقدام به بررسی تغییرات سطح آب دریا در سازند معادل آن (سازند خوف^۴) در صفحه عربی پرداخته و سه سطح حداکثر بالا آمادگی آب دریا^۵ را در سازند خوف تفسیر نموده و آن را در قسمت‌های عمده صفحه عربی تطابق دادند.

در سال ۲۰۰۳ ال شرهان و رابی^۶ بررسی جامع زمین شناسی بر روی مخازن گازی دوره پرمین حوضه خلیج فارس به انجام رساندند. در سال ۲۰۰۴ توالی‌های نئوپروتروزوئیک پسین تا فانروزوئیک مربوط به زاگرس که ضخامت ۷ تا ۱۲ کیلومتر دارند، توسط علوی به چهار گروه سنگی طبقه بندی شد. این چهار گروه در شرایط تکتونیکی و رسوبی متفاوتی ته نشین شده‌اند. براین اساس ۱۱ ابر سکانس^۷

۱ Multi Development Plan(MDP)

۲ Sazbo & kheradpir

۳ Sharland et al.,

۴ Khof

۵ Maximum Fall Surface

۶ Alsharhan & Rabee

۷ Megasequence

معرفی گردید که انواع سوم و چهارم آن مربوط به توالی های پرمین و تریاس می باشد که در یک دریای کم عمق که در حال پیشروی بر روی پلاتفرم در طول حاشیه خشکی گندوانا بوده است ته نشین شده اند. در سال ۲۰۰۶ بخش بالایی سازند دالان و سازند کنگان، بین کوه های زاگرس و فارس از لحاظ سیستم رسوبگذاری و چینه شناسی توسط اینسالاکو و همکاران^۱ مورد بررسی قرار گرفت. در همان سال این میدان توسط آلی و همکاران^۲ از نظر ژئوشیمیایی و منشاء ذخایر گازی مورد بررسی قرار گرفت. در سال ۲۰۰۷ سازند های عرب و خوف توسط اهرنبرگ و همکاران^۳ از لحاظ پتانسیل مخزنی مقایسه و مطالعه گردید. مطالعات بسیاری توسط رحیم پور و همکاران و توکلی و همکاران از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۲ در مورد این میدان گازی صورت گرفته و این میدان را از لحاظ رسوب شناسی، دیاژنز و کیفیت مخزنی مورد بررسی قرار داده اند.

۱-۱-۳- هدف و ضرورت انجام تحقیق

در برخی مطالعات پیشین، در کنار بررسی چینه نگاری سکansı منطقه، بخشی از تحقیق به صورت اجمالی به معرفی این روش اختصاص دارد. اما تا کنون یک تحقیق جامع در خصوص بکار گیری آنالیز موجک و ترکیب آنها در تشخیص مرزهای سکansı صورت پذیرفته است. در این تحقیق بطور اختصاصی به معرفی و بکارگیری این روش پرداخته و سعی بر آن است که بهترین روش و مناسب ترین داده، برای تعیین این مرزها معرفی شود.

^۱ Insalaco et al.,

^۲ Aali et al.,

^۳ Ehrenberg et al.,

۱-۱-۴- کاربرد

این مطالعه درتجزیه و تحلیل داده های چاه پیمایی به منظور بررسی مخازن نفتی، شناخت محیط های رسوبی و زمین شناسی نفت کاربرد دارد. همچنین مراکز دانشگاهی، مؤسسات و مراکز تحقیقاتی وزارت نفت، شرکت های دولتی و خصوصی مرتبط با نفت و گاز می توانند از نتایج این تحقیق بهره برداری نمایند.

۱-۱-۵- روش انجام تحقیق

در این تحقیق از اکثر مطالعات پیشین استفاده گردیده است. با بیان مفاهیم پایه مانند آنالیز موجک و چینه نگاری سکansı به بررسی منطقه مورد مطالعه از لحاظ زمین شناسی پرداخته و با بررسی یک چاه اکتشافی که اطلاعات آنها کاملتر و دقیقتر از چاه های دیگر می باشد و بکارگیری آنالیز موجک برای تمامی داده های در دسترس سعی بر آن داریم تا بهترین داده ها و دقیق ترین و سریع ترین روش را برای تعیین این مرزها بکاربریم. با بررسی داده های چاه پیمایی یکی از چاه ها که از لحاظ داده های برداشت شده، حاوی دقیقترین و بیشترین داده های چاه پیمایی است؛ بهترین روش و مناسب ترین داده ها را برای تعیین مرزهای سکansı تعیین می کنیم و برای راستی آزمایی آن را بر روی چهار چاه دیگر می آزماییم و در صورت تطابق یافته های چاه اول بر روی چاه های بعدی نتایج را به کار می بریم.

۱-۲-۱- آنالیز موجک

❖ تاریخچه

برای اولین بار جان باپتیست جوزف فوریه^۱ ریاضیدان و فیزیکدان فرانسوی در سالهای ۱۸۰۶-۱۸۰۲ نشان داد که یک تابع متناوب را می توان به صورت حاصل جمع بی نهایت توابع سینوسی و کسینوسی نمایش داد. این موضوع به طور مفصل در کتاب تئوری تجزیه حرارت در سال ۱۸۲۲ انتشار یافت. سالها بعد این روش تحت عنوان تبدیل فوریه^۲ به توابع نامتناوب نیز تعمیم داده شد و بعنوان ابزار کار آمدی در محاسبات کامپیوتری وارد گردید (Haigh S.K, Teymur B, Madabhushi S.D.G. (Newland D.E.2001).

به تدریج دانشمندان پی بردند پایه های فوریه در مورد سیگنال های پیچیده و ساختارهای گذرا مانند مرزهای موجود در تصاویر کارآمد نیستند. همچنین این توابع تنها برای توابع پایه مورد استفاده قرار گرفته و برای توابع غیر پایه مناسب نیستند (البته در سال ۱۹۴۶ با ابداع توابع پنجره ای که منجر به تبدیل فوریه پنجره ای شد این مشکل حل گردید). حدود ۱۵۰ سال بعد (۱۹۶۵ میلادی) تبدیل فوریه سریع^۳ در محاسبات کامپیوتری وارد شد.

هار^۴ اولین کسی بود که در سال ۱۹۰۹ میلادی به موجک هار اشاره کرد. در سال ۱۹۳۰ ریاضیدانان به فکر اصلاح پایه های فوریه جهت تحلیل ساختارهای گذرا افتادند و در سال ۱۹۷۰ بود که یک ژئوفیزیکدان فرانسوی بنام ژان مورله^۵ در آزمایشگاهی متعلق به آلف اکیلن^۶ به نقص پایه های فوریه برای کارهای اکتشافی زیر زمین پی برد. نخستین مطالعات در خصوص پایه های موجک متعامد و

۱ Jean Baptiste Joseph Fourier

۲ Fourier Transform

۳ Fast Fourier Transform

۴ Haar

۵ Jane morlet

۶ Alf aquiline

کشف آن در سال ۱۹۸۰ توسط ریاضیدان فرانسوی دیگری بنام ایومیر^۱ انجام شد. البته در همین سال بود که مورله از موجک و تبدیل موجک بعنوان ابزاری برای آنالیز سیگنال زمین لرزه بهره جست و گراسمن فیزیکدان فرانسوی فرمول وارونی را برای تبدیل موجک به دست آورد. میرو و مالت^۲ در سال ۱۹۸۶ با استفاده از پایه های متعامد موجک توانستند آنالیز چند تفکیکی را بسازند. مالت نیز تجزیه موجک ها و الگوریتم های بازسازی را برای به کار بردن آنالیز چند تفکیکی به وجود آورد. در سال ۱۹۹۰ مورنزی^۳ با همکاری آنتوان^۴ موجکها را به دو بعد و سپس به فضاهایی با ابعاد دیگر گسترش داده و بدین ترتیب آنالیز سیگنال بر پایه موجک پایه گذاری شد (Heil and Walnut, 1989 - Goldering, 1993 - Mallat, 2009).

❖ موجک^۵

موجک تابع مشخص و مفروضی است با میانگین صفر، طول متناهی، نوسانی و در طرفین به شدت میرا. در حقیقت دسته ای از توابع ریاضی می باشند که برای تجزیه سیگنال پیوسته به مؤلفه های فرکانسی آن به کار می رود. موجک با مقیاس یک را اصطلاحاً موجک مادر و سایر مقیاسها را موجک دختر می نامند. قدرت تفکیک پذیری هر مؤلفه متناسب با مقیاس آن است. می توان بیان کرد تبدیل موجک تجزیه یک تابع بر مبنای توابع انتقال یافته^۶ و مقیاس شده^۷ موجک مادر می باشند (Mallat, 2009). در شکل ۱-۱ انواعی از موجک ها نشانه داده شده اند.

۱ Yummier

۲ Meroe & malt

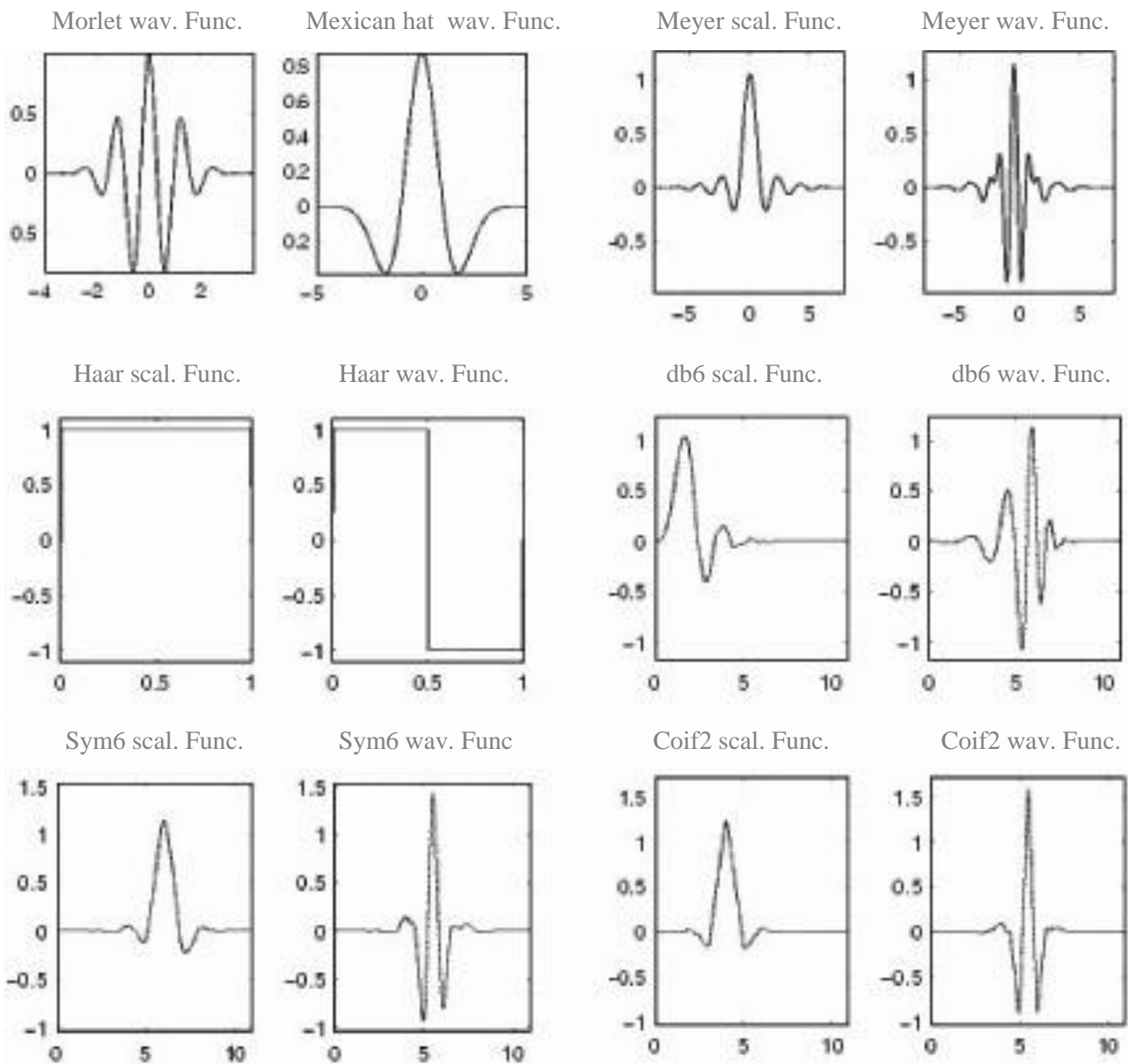
۳ Morenci

۴ Antoine

۵ Wavelet

۶ Shifting

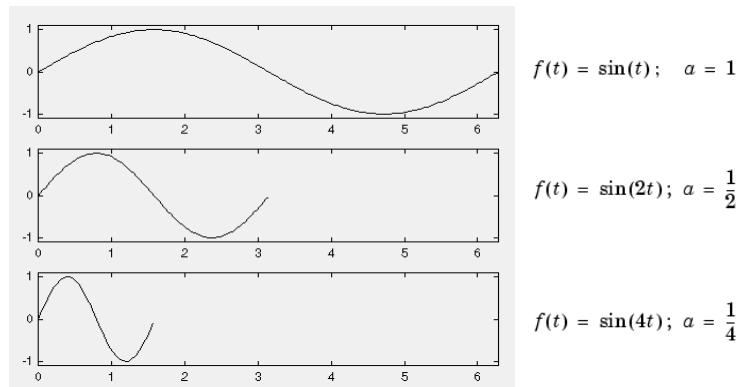
۷ Scaling



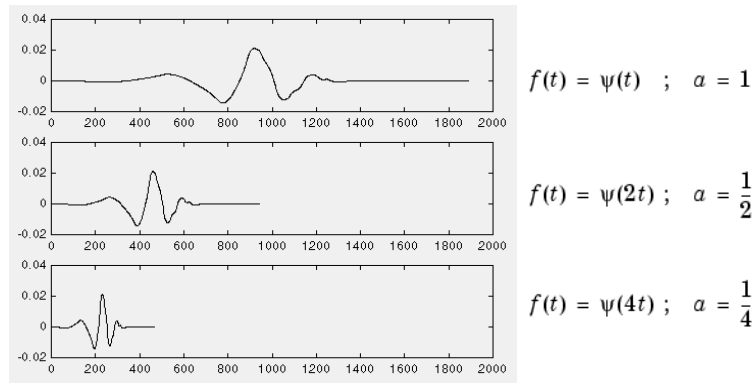
شکل ۱-۱: تعدادی از معروفترین موجک ها [Matlab's User's Guide- 2001].

❖ مقیاس موجک

همان طور که بیان شد؛ موجک با مقیاس یک را موجک مادر و سایر مقیاسها را موجک دختر می گویند. در حقیقت مفهوم مقیاس ضریبی است که بیانگر فشردگی و کشیدگی موجک می باشد. هرچه مقیاس کوچکتر باشد فشردگی بیشتر و هر چه مقیاس بزرگتر باشد فشردگی کمتر است. اغلب مقیاس با "a" نشان داده می شود و متناسب با عکس فرکانس زاویه ای " ω " است. در شکل ۱-۲ دو نمونه موجک با مقیاس مختلف نشان داده شده است.



$$a = \frac{1}{\omega}$$

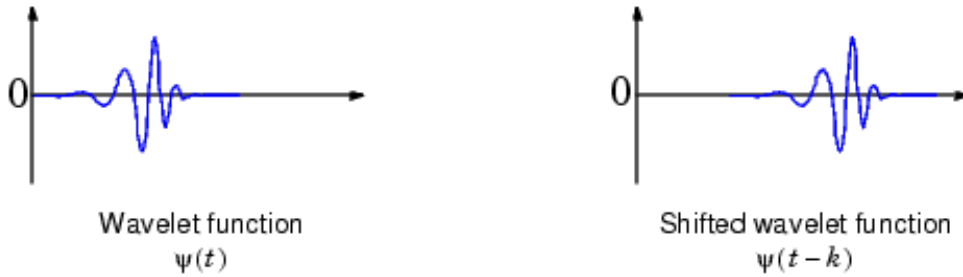


شکل ۱-۲: رابطه مقیاس و فرکانس - از نمودارها مشخص است که عامل مقیاس (a) متناسب با عکس فرکانس

زاویه ای (ω) است [Matlab's User's Guide- 2001].

❖ تغییر مکان موجک^۱

تغییر مکان موجک به معنای انتقال موجک به اندازه یک مقدار ثابت "k" به جلو یا عقب می باشد. به بیان دیگر موجک به اندازه "k" در شروع تاخیر یا تعجیل دارد. به بیان ریاضی تاخیر در معادله $\psi(t)$ به اندازه k با $\psi(t-k)$ نشان داده می شود که در شکل ۱-۳ نشان داده شده است.



شکل ۱-۳: تغییر مکان موجک به میزان "k" [Matlab's User's Guide- 2001].

❖ انواع موجک

بیش از یک قرن از کشف موجک ها می گذرد و امروزه موجک انواع بسیار زیادی پیدا کرده است. موجکها در شکل ها و با فرمول های متنوع می باشند که شناخته شده ترین آنها را می توان در جدول ۱-۱ ملاحظه کرد. برای آگاهی بیشتر علاقه مندان می توانند به پیوست شماره یک یا راهنمای نرم افزار متلب مراجعه نمایند.

❖ موجک مورله^۲

در تمامی مطالعات پیشین از موجک مورله استفاده گردیده است. در این تحقیق به مطالعات پیشین اکتفا ننموده و بوسیله موجکهای هار^۳ و داوچی^۴ نیز آنالیزهای متعددی صورت پذیرفته است. به دلیل

^۱ Wavelet shifting

^۲ Morlet

^۳ Haar

^۴ Daubechies

اینکه موجک مورله نسبت به موجکهای دیگر حساسیت بیشتری نسبت به تغییرات ناگهانی دارد و نیز از قدرت تفکیک پذیری بالاتری برخوردار است از این موجک استفاده گردیده است.

موجک مورله در واقع ضرب یک موج سینوسی مختلط در یک پوش گاوسی است.

$$\psi_{a,b}^l(t) = \pi^{-\frac{1}{4}}(al)^{-\frac{1}{2}} e^{-i2\pi\left(\frac{1}{a}\right)(t-b)} * e^{-\frac{1}{2}\left(t-\frac{b}{al}\right)^2} \quad (1-1)$$

که در آن :

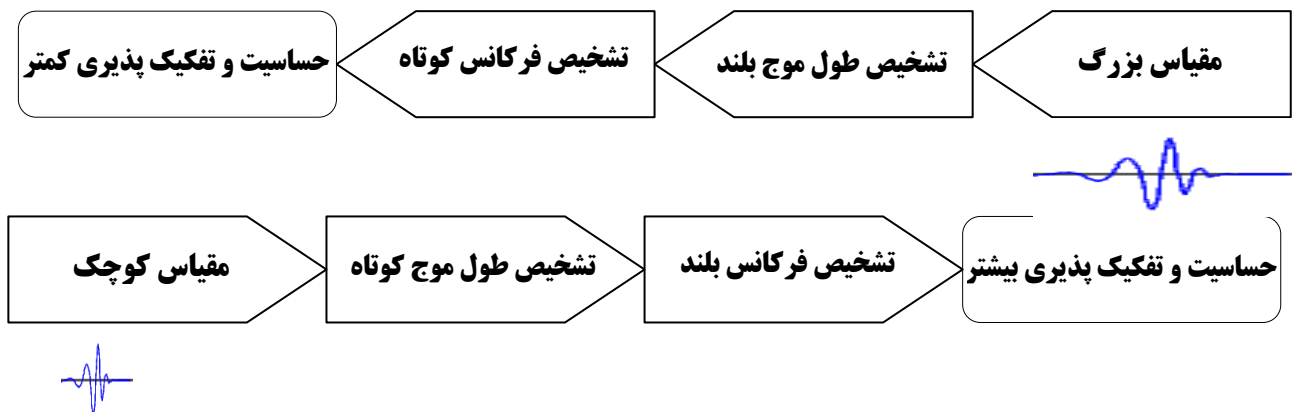
l : یک ضریب وابسته به a و b می باشد.

a : طول پنجره آنالیز یعنی مقیاس

b : عرض پنجره آنالیز تغییر مکان موجک می باشد.

هرچه پنجره آنالیز کوچک تر (مقیاس کوچک تر) باشد حساسیت و قدرت تفکیک پذیری بالاتر

می رود. (شکل شماره ۴-۱)



شکل ۴-۱: رابطه بین مقیاس موجک و قدرت تفکیک آنالیز موجک

جدول ۱-۱: معروفترین موجک ها [Matlab's User's Guide- 2001].

Wavelet Family Short Name	Wavelet Family Name
'haar'	Haar wavelet
'db'	Daubechies wavelets
'sym'	Symlets
'coif'	Coiflets
'bior'	Biorthogonal wavelets
'rbio'	Reverse biorthogonal wavelets
'meyr'	Meyer wavelet
'dmey'	Discrete approximation of Meyer wavelet
'gaus'	Gaussian wavelets
'mexh'	Mexican hat wavelet
'morl'	Morlet wavelet
'cgau'	Complex Gaussian wavelets
'shan'	Shannon wavelets
'fbsp'	Frequency B-Spline wavelets
'cmor'	Complex Morlet wavelets

❖ ضریب همبستگی^۱

ضریب همبستگی ضریبی است که بیانگر میزان شباهت سیگنال به موجک می باشد و اغلب با "C" نشان داده می شود. هر چه شباهت سیگنال به موج بیشتر باشد این ضریب بزرگتر می باشد. برای بدست آوردن این ضریب مقدار رقمی شده سیگنال را در مقدار رقمی شده موجک ضرب و تمام مقادیر با یکدیگر جمع می شوند. به بیان ریاضی اگر سیگنال با $S(t)$ و موجک با $\psi(t)$ نشان داده شود مقدار C از رابطه (۲-۱) بدست می آید [Matlab's User's Guide- 2001].

$$C = \int_{-\infty}^{+\infty} S(t) * \psi(t) \quad (2-1)$$

^۱ Correlation coefficient

❖ آنالیز موجک

آنالیز موجک در حقیقت بدست آوردن مقدار ضریب همبستگی و به بیان ساده تر بدست آوردن میزان شباهت سیگنال با موجک در مقیاس ها و تغییر مکان های متعدد است. در حقیقت این عملیات نشان دهنده این امر است که در کدام قسمت موج چه میزان شباهت با کدام یک از مقیاسهای موجک وجود دارد.

حاصل آنالیز موجک یک نمودار در سه بعد زمان "t"، مقیاس "S" و ضریب همبستگی "C" می باشد که اسکیلوگرام^۱ نام دارد و نمونه ای از آن توابع در شکل ۱-۵ نشان داده شده است. همانند آنالیز فوریه در آنالیز موجک با بسط توابع سروکار داریم ولی این بسط برحسب توابع سینوسی و کسینوسی صورت نمی پذیرد بلکه بر اساس مقیاس های موجک انجام می شود.

❖ آنالیز پیوسته موجک^۲

آنالیز پیوسته موجک ضرب کردن مقدار رقمی سیگنال در مقدار رقمی موجک در مقیاس ها و تغییر مکان های آن در تمام بازه زمانی سیگنال می باشد. این فرایند ضریب همبستگی موجک را که معادله مقیاس و مکان می باشد بوجود می آورد.

این یک فرایند ساده است. در اینجا پنج مرحله دستورالعمل ساخت آنالیز پیوسته موجک را نشان می دهیم [Matlab's User's Guide- 2001]:

۱- موجک مناسب را انتخاب نموده و نقطه ابتدای دامنه (نقطه صفر) سیگنال را در برابر ابتدای دامنه (نقطه صفر) موجک قرار می دهیم.

۲- مقدار ضریب همبستگی (C) موجک را از روی فرمول (۱-۲) محاسبه می نماییم.

این عدد نشان دهنده میزان همبستگی موجک و آن قسمت از سیگنال است. هر چه C بزرگتر باشد شباهت بیشتر و انطباق بیشتری دارد. اگر انرژی سیگنال و موجک برابر یک باشد. ضریب همبستگی

^۱ Scalogram

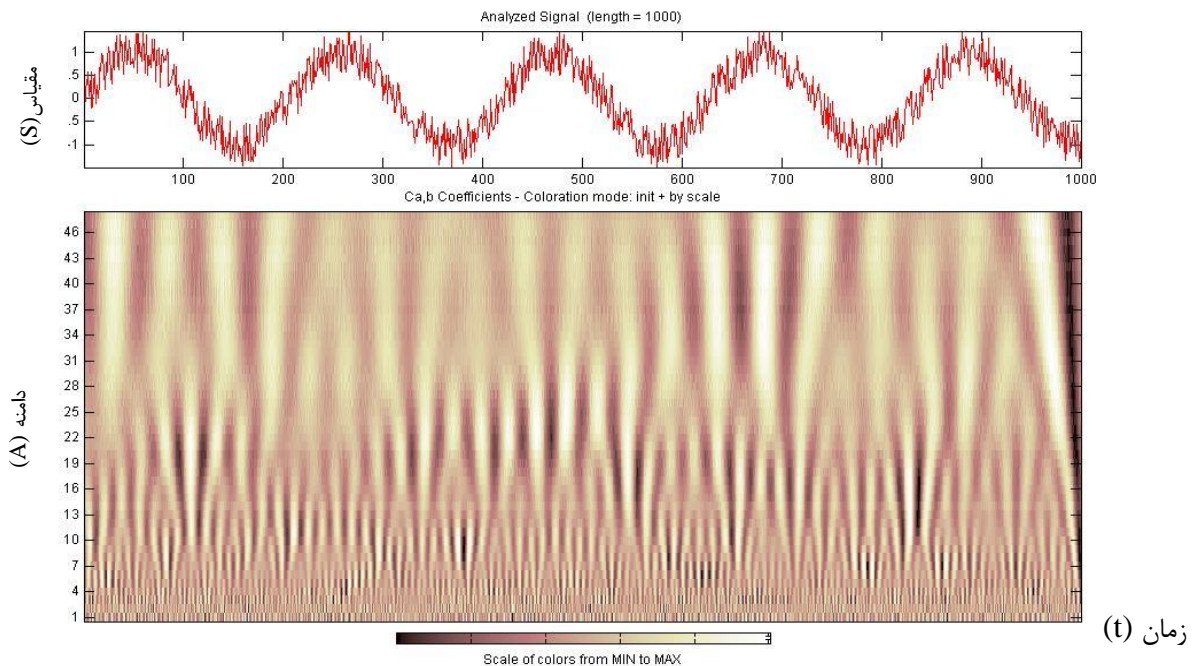
^۲ Continuous Wavelet Analysis

C می تواند میزان شباهت سیگنال و موجک را تفسیر کند. توجه داشته باشید که نتیجه بستگی دارد به شکل موجکی که شما انتخاب می کنید.

۳- موجک را به سمت راست منتقل می کنیم و مراحل ۱ و ۲ را تکرار می کنیم تا تمام سیگنال رو پوشش دهد.

۴- مقیاس موجک را تغییر می دهیم و مراحل ۱ تا ۳ را تکرار می کنیم.

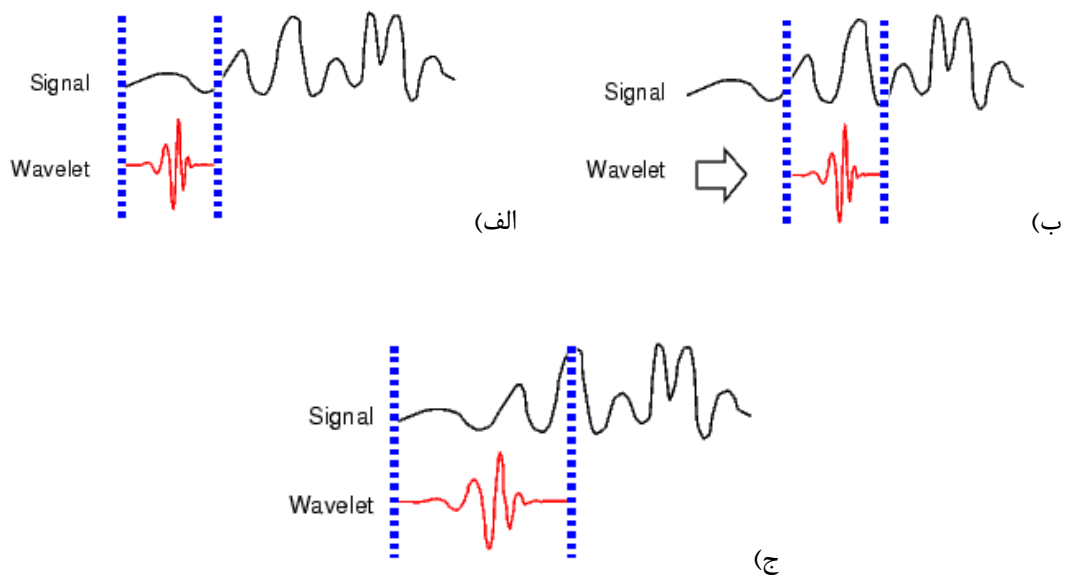
۵- مراحل ۱ تا ۴ را برای تمام مقیاس ها تکرار می کنیم. در شکل ۱-۶ مراحل آنالیز پیوسته موجک نمایش داده شده است.



شکل ۱-۵: نمونه ای از اسکیلوگرام - آنالیز سیگنال سینوسی نویندار با استفاده از موجک مورله در دو بعد S, t

[Matlab's Example Analysis- 2008]

حال زمان را در محور "x" مقیاس را در محور "y" و ضریب "C" را در محور "z" نمایش می دهیم. حال ما تصویری داریم از میزان شباهت سیگنال با مقیاس (عکس فرکانس) های مختلف موجک و به بیان دیگر این تصویر نشان می دهد در هر قسمت از سیگنال چه فرکانس هایی موجود است و سیگنال را به تفکیک فرکانس های مختلف رسم می نماییم. در شکل ۱-۷ نمونه های دیگری از اسکیلوگرام نمایش داده شده است.

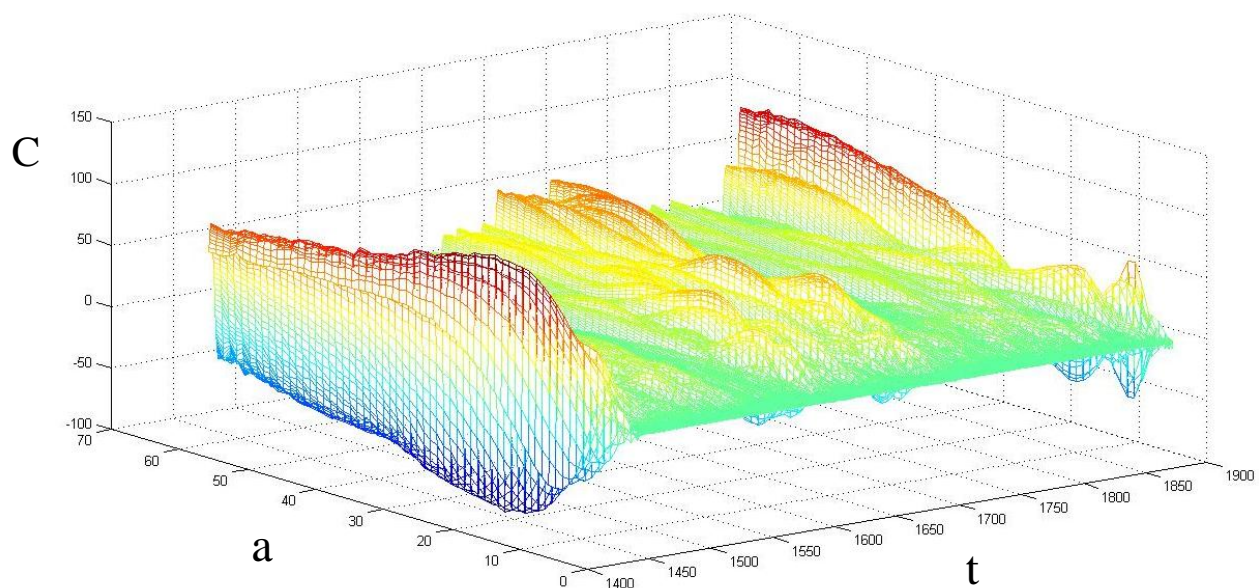


شکل ۱-۶: مراحل آنالیز موجک پیوسته - (۱-۶) الف) مرحله یک و دو - ب) مرحله سه

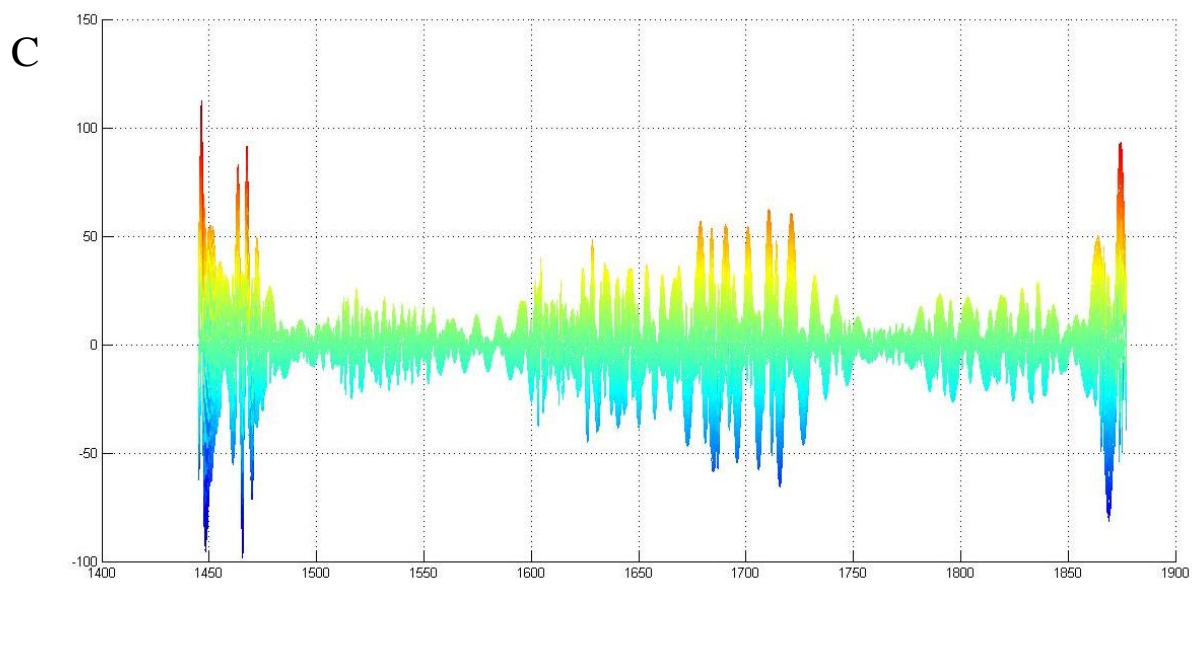
ج) مرحله چهار و پنجم [Matlab's User's Guide- 2001]

برای مطالعه بیشتر و آشنایی با روش های آنالیز موجک می توانید به پیوست الف و یا راهنمای نرم افزار مطلب و کتاب A wavelet tour of signal processing (مالات - ۲۰۰۹ - ۱۹۹۹) مراجعه نمایید.

(الف)



(ب)



شکل ۱-۷: نمونه هایی دیگر نمایش ضریب همبستگی
(الف) در سه بعد زمان (t) ، مقیاس (a) ، ضریب همبستگی (C) (ب) در دو بعد زمان (t) ، ضریب همبستگی (C)

۱-۲-۲- چینه نگاری و انواع آن

هر گونه تغییر در شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی پوسته زمین به گونه ای در محیط های رسوبی ثبت می گردد. در واقع محیط های رسوبی را می توان تاریخ نگار وقایع گذشته زمین دانست. مجموعه رسوباتی که در شرایط فیزیکی، شیمیایی، و بیولوژیکی حدودا ثابت ته نشین می شوند واحد رسوبی^۱ را بوجود می آورند که در علم چینه نگاری^۲ بدان چینه^۳ گفته می شود [امینی-۱۳۸۸]. مدت زمان و استمرار شرایط محیطی حاکم بر گسترش مکانی (پراکندگی جغرافیایی) و زمانی (ضخامت) چینه تاثیر گذار است. اشکال مختلف چینه در جدول ۱-۲ نشان داده شده است.

در بازه زمانی معین و در شرایطی خاص ممکن است رسوبگذاری صورت نپذیرد (محیط در حال تعادل) و یا میزان فرسایش بر رسوبگذاری غلبه داشته باشد که در این صورت آثار مربوط به حوضه رسوبی به صورت یک سطح ناپیوستگی^۴ در توالی های رسوبی ثبت می گردد. ناپیوستگی ها انواع مختلفی دارند و به اشکال زاویه دار^۵، فرسایشی^۶، موازی^۷ یا آذرین پی^۸ دیده می شوند. به طور کلی ستون های چینه نگاری از تعدادی واحد رسوبی معین و تعدادی سطوح ناپیوستگی تشکیل شده است. در حقیقت تجزیه و تحلیل توالی رسوبی (ستون های چینه نگاری) و واحدهای رسوبی (چینه ها) متشکله آنها در گستره زمان و مکان موضوع اصلی چینه نگاری است. چینه نگاری چهار هدف اصلی را دنبال می نماید [امینی-۱۳۸۸]:

الف - شناخت وقایع ثبت شده در توالی های رسوبی

ب - مرتب کردن این وقایع به ترتیب زمان

-
- ۱ Sedimentary unit
 - ۲ Stratigraphy
 - ۳ Strata
 - ۴ Unconformity
 - ۵ Angular
 - ۶ Disconformity
 - ۷ Paraconformity
 - ۸ Nonconformity

ج - تشخیص ناپیوستگی ها

د - بحث در مورد ماهیت ناپیوستگیها و عوامل موثر در ایجاد آنها

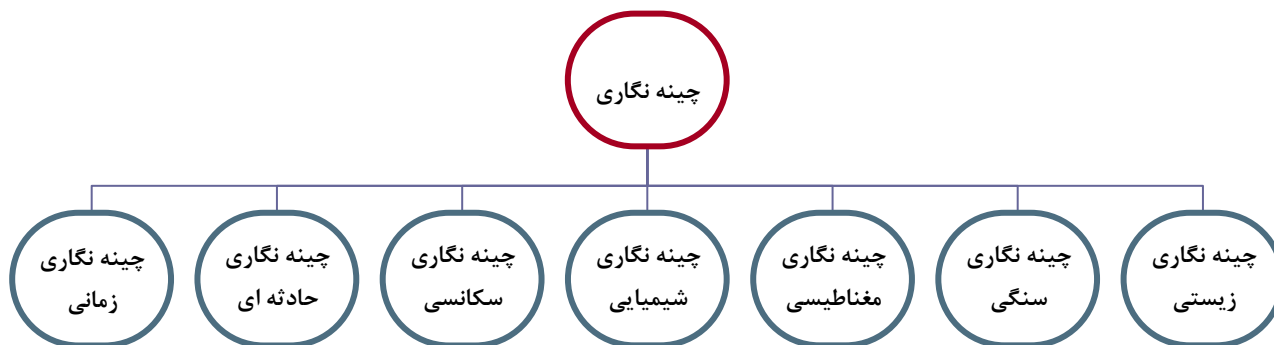
جدول ۱-۲: تقسیم بندی واحد رسوبی بر اساس ضخامت [امینی-۱۳۸۸]

ردیف	نام واحد رسوبی	ضخامت
۱	لایه خیلی ضخیم (لایه توده ای ^۱)	بیشتر از ۱۰۰ سانتیمتر
۲	لایه ضخیم (لایه بلوکی ^۲)	۳۰ تا ۱۰۰ سانتیمتر
۳	لایه متوسط (لایه تخته ای ^۳)	۱۰ تا ۳۰ سانتیمتر
۴	لایه نازک (لایه فلاگی ^۴)	۱ تا ۱۰ سانتیمتر
۵	لامینه ضخیم (لامینه فلاگی ^۵)	۵ تا ۱۰ میلیمتر
۶	لامینه متوسط (لامینه ورقی ^۶)	۱ تا ۵ میلیمتر
۷	لامینه نازک (لامینه فیسیل ^۷)	۰/۵ تا ۱ میلیمتر
۸	لامینه ضخیم (لامینه کاغذی ^۸)	کمتر از ۰/۵ میلیمتر

چینه نگاری بر اساس تأکید بر هر یک از اهداف چهار گانه چینه شناسی به شاخه های مختلف تقسیم

شده اند که در شکل ۱-۸ این شاخه ها نشان داده شده است.

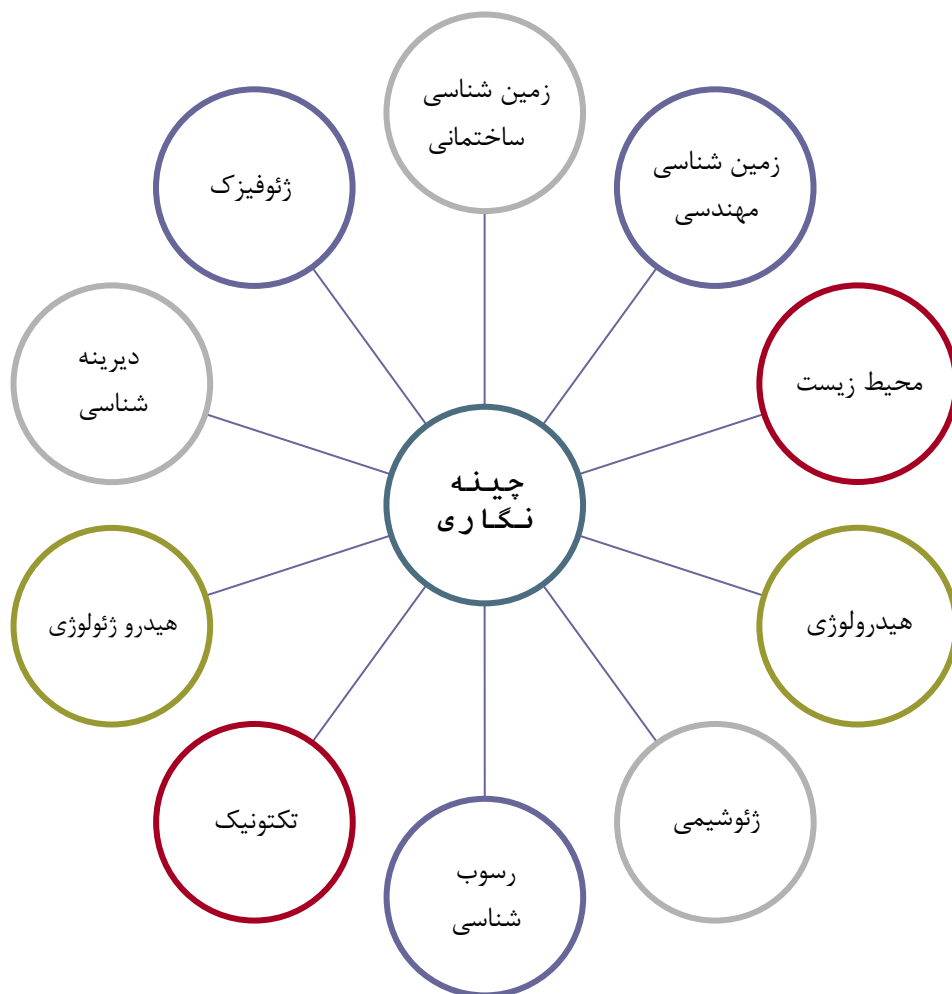
-
- ۱ Massive bed
 - ۲ Blocky bed
 - ۳ Slabby bed
 - ۴ Flaggy Laminae
 - ۵ Flaggy Laminae
 - ۶ Platy Laminae
 - ۷ Fissil Laminae
 - ۸ Paper Laminae



شکل ۱-۸: شاخه های اصلی علم چینه نگاری [امینی-۱۳۸۸]

چینه نگاری زمانی^۱ شاخه ای از چینه نگاری است که واحدهای رسوبی را در چارچوب زمان رسوبگذاری مورد بررسی قرار می دهد. چینه نگاری سنگی واحدهای رسوبی را بر اساس مشخصه های سنگ شناسی آنها مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهد. چینه نگاری حادثه ای^۲ به آن بخش از چینه نگاری که به تجزیه تحلیل واحد های رسوبی بر اساس حوادث (اتفاقات) ثبت شده در آنها می پردازد، گفته می شود. هر گونه پدیده ای که به انطباق مرزهای سنگ شناسی و مرزهای زمانی در توالی رسوبی منجر شود، در چینه نگاری به عنوان حادثه (اتفاق) شناخته می شود. چینه نگاری زیستی واحدهای رسوبی را بر اساس ضمامن فسیلی یا وقایع بیولوژیکی مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهد. چینه نگاری مغناطیسی^۳ به بررسی واحد های رسوبی بر اساس مشخصه های مغناطیسی می پردازد و چینه نگاری شیمیایی^۴ به بررسی شیمیایی واحد های رسوبی در طول یک توالی می پردازد. برای دسترسی به اهداف چهار گانه مورد نظر، چینه نگاری نیز همانند علوم دیگر ارتباط نزدیکی با علوم دیگر برقرار کرده است که در شکل ۱-۹ به شکل شماتیک نشان داده شده است.

۱ Chronostratigraphy
 ۲ Eventstratigraphy
 ۳ Magnetostratigraphy
 ۴ Chemostratigraphy



شکل ۱-۹: ارتباط چینه نگاری با علوم دیگر زمین شناسی [امینی-۱۳۸۸].

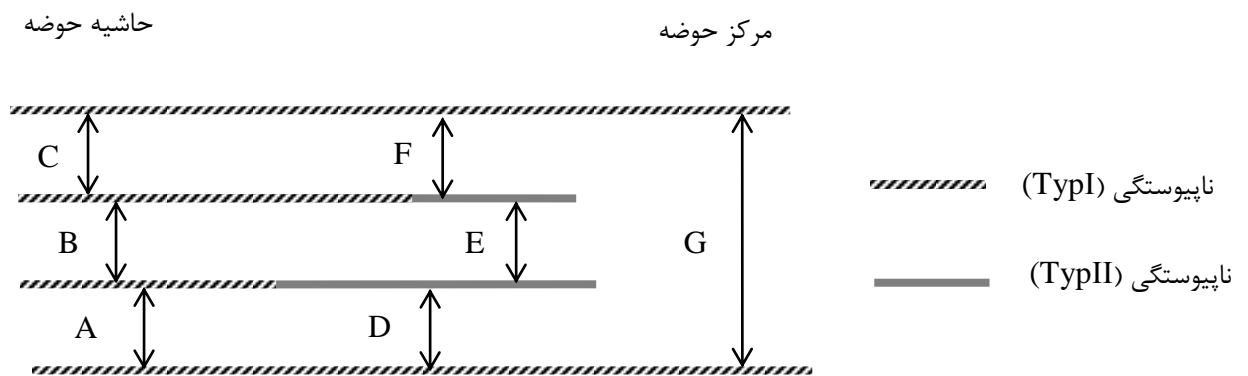
با توجه به موضوع این تحقیق در مورد چینه نگاری سکansı به بررسی و تمرکز بیشتری بر روی این شاخه از چینه نگاری خواهیم پرداخت.

۱-۲-۳- چینه نگاری سکansı

سکانس به مجموعه واحدهای رسوبی پیوسته و مرتبط از نظر زایشی که در بالا و پایین به وسیله ناپیوستگی یا پیوستگی معادل محصور شده باشد؛ گفته می شود [Michum et al., 1977]. چینه نگاری سکansı مطالعه ارتباط سنگ ها در قالب زمان و تکرار واحدهای مرتبط از نظر زایشی که به وسیله سطوح فرسایشی یا عدم رسوبگذاری یا سطوح معادل آنان مشخص می شوند [Van Wagoner,

[1988, Posamentier et al., 1995]. تعریف دیگری که برای این علم آورده شده است تحلیل الگوهای رسوبی تکرارشونده در توالی های رسوبی در پاسخ به تغییرات فضای مورد نیاز برای رسوبگذاری و رسوب وارده به حوضه می باشد [Posamentier and Allen, 1999].

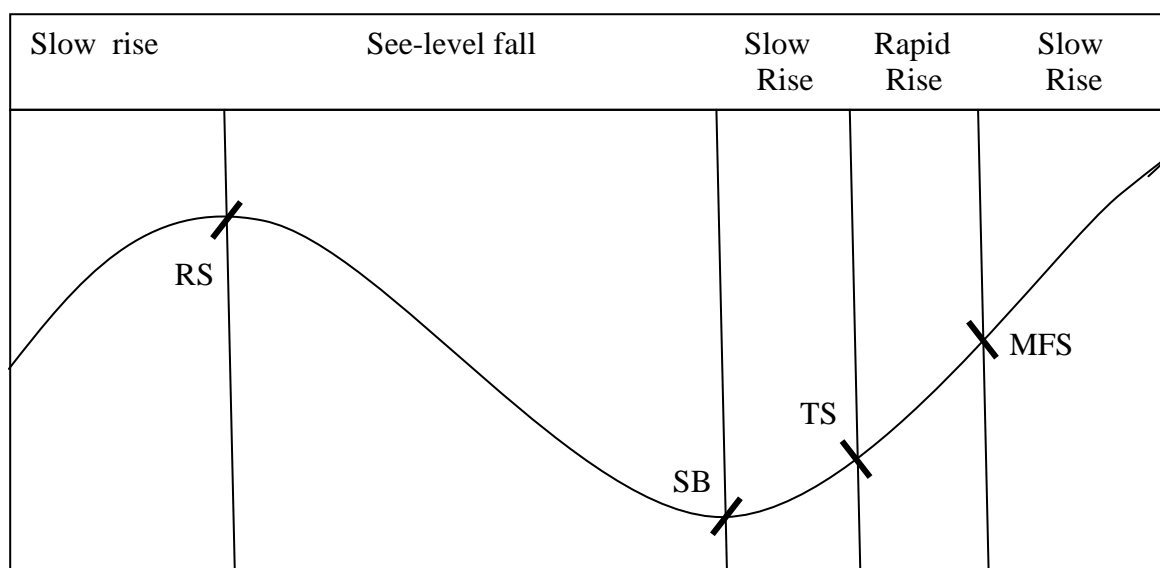
مرزهایی که در حاشیه حوضه ها و از نوع ناپیوستگی فرسایشی هستند مرزهای (Type I) و مرزهایی که در قسمت عمیق حوضه به وجود می آیند و به صورت ناپیوستگی معادل بصورت عدم رسوبگذاری یا پائین آمدن سرعت رسوبگذاری ثبت می گردند؛ مرزهای (Type II) می باشند. این مرزها در شکل ۱۰-۱ به شکل شماتیک نمایش داده شده است.



شکل ۱۰-۱: انواع مرزهای سکانسی - سکانس های نوع اول (A,B,C,G) و سکانس های نوع دوم (D,E,F).

[Catuneanu, 2006]

مرزهای سکانسی بر اثر یک نوع تغییر چرخه ای سطح نسبی آب دریا و تغییر خط ساحلی به وجود می آیند. در شکل ۱۱-۱ این چرخه به طور کامل دیده می شود.



شکل ۱-۱: سطوح اصلی چینه نگاری سکانسی - RS سطح پسرونده - SB مرز سکانسی - TS سطح پیشرونده MFS سطح حداکثر غرق آبی در روی منحنی تغییرات سطح نسبی آب دریا [امینی-۱۳۸۸].

❖ ابزارهای تعیین مرزهای سکانسی

برای تعیین مرزهای سکانسی از داده های مختلفی می توان بهره جست [امینی-۱۳۸۸].

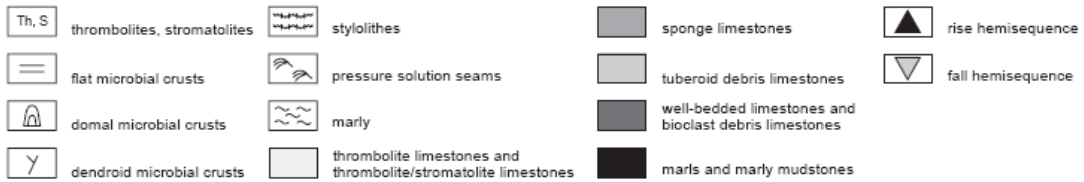
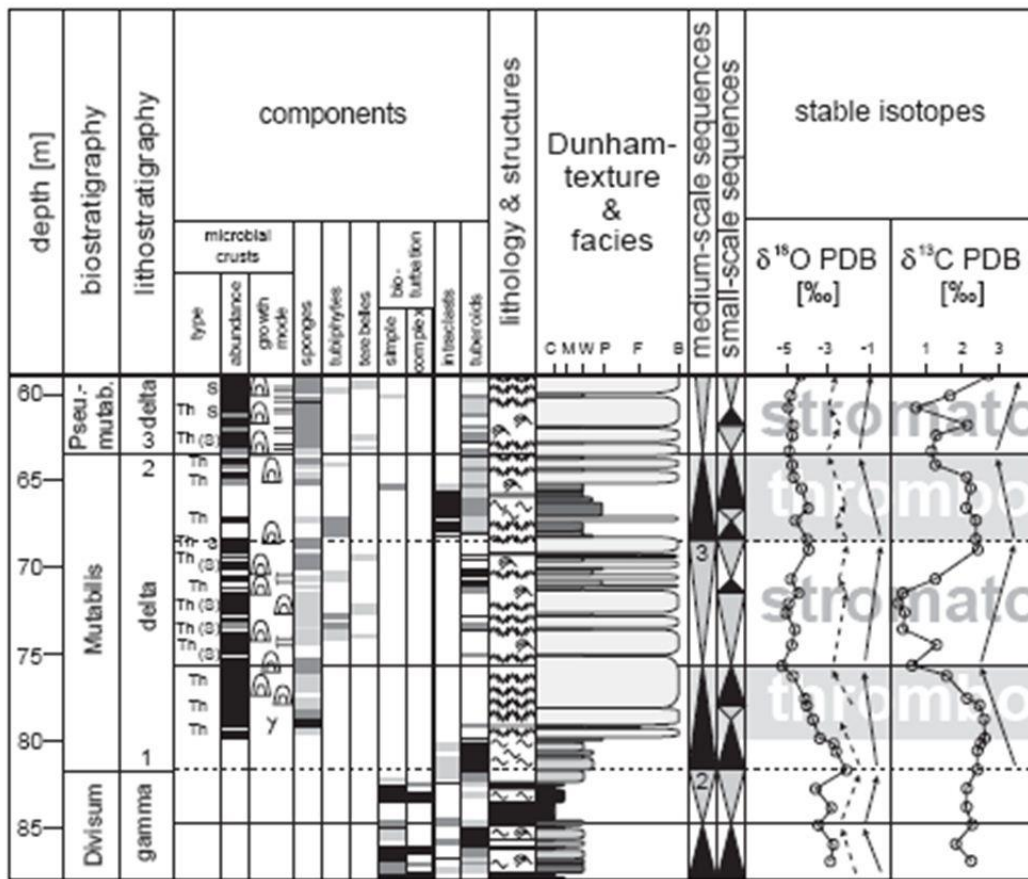
- داده های حاصل از مطالعه مستقیم مانند بررسی و مطالعه بیرون زدگی ها و داده های دریافتی از مقاطع نازک شامل لیتولوژی، فسیل شناسی، دانه ها، سیمان و تخلخل
- استفاده از داده های لرزه ای دو بعدی و سه بعدی. در این روش با دید وسیع تری می توان به بررسی مخزن مورد مطالعه و سکانس های موجود در آن پرداخت.
- داده های چاه پیمایی شامل استفاده مستقیم از نمودارهای چاه پیمایی و استفاده از تجزیه و تحلیل آن به روش های مختلف مانند آنالیز موجک. مزیت استفاده از داده های چاه پیمایی پیوسته بودن آن می باشد بدین معنا که در تمام عمق مخزن داده موجود است. مزیت دیگر آن ارزان تر بودن برداشت داده نسبت به دو روش دیگر می باشد. در جدول ۱-۳ میزان کاربرد این داده ها به اختصار نمایش داده شده است.

➤ علاوه بر داده های بالا، داده های ایزو تویی نیز در تعیین مرزهای سکاسی مورد استفاده قرار می گیرند که نمونه هایی از آن را در شکل ۱-۱۲ مشاهده می نمایید.

جدول ۱-۳: انواع داده های و میزان کاربرد آنها در تعیین مرزهای سکاسی [Catuneanu, 2006].

داده های ژئوفیزیکی		مطالعه مستقیم				خوب ۱۱۱ متوسط ۱۱ ضعیف ۱
		داده های چاه پیمایی	مغزه	بیرون زدگیها		
داده های لرزه ای	دوبعدی			سه بعدی		
۱۱۱	۱۱۱	۱۱	۱	۱	۱۱	تکتونیک
۱۱	۱	۱۱	۱۱۱	۱۱۱	۱۱۱	رخساره های سنگی
۱۱۱	۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱۱	عوامل رسوبگذاری
۱۱۱	۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱۱	سیستم های رسوبگذاری
۱۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱۱	جهت های رسوبگذاری
۱۱۱	۱۱۱	۱	۱	۱	۱۱۱	انتهای چینه ها
۱۱	۱۱	۱۱	۱۱۱	۱۱۱	۱۱۱	ماهیت برخورد لایه ها

برای آشنایی بیشتر می توانید به کتاب چینه نگاری سکاسی تالیف دکتر عبدالحسین امینی و یا مقالات مرتبط ذکر شده در بخش منابع مراجعه نمایید.



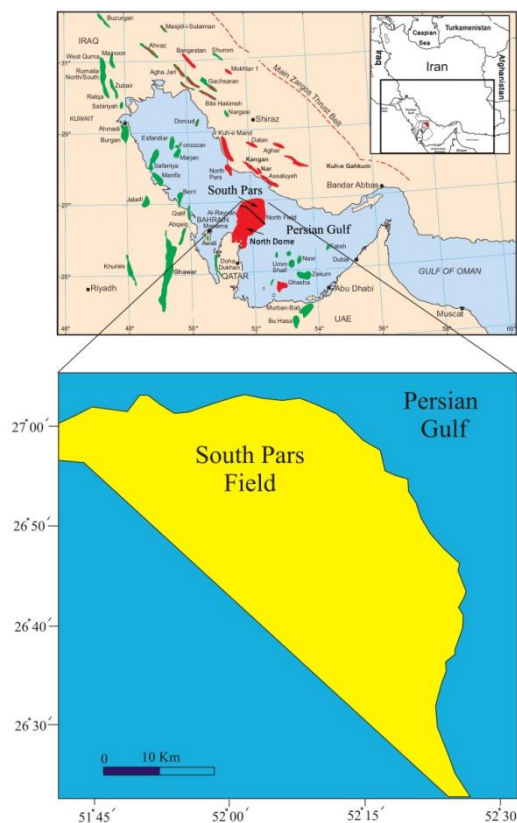
شکل ۱-۱۲: تعیین چینه نگاری حوضه با استفاده از داده های ایزوتوپی [Ruf, et al., 2005.]

فصل دوم:

میدان مورد مطالعه

۱-۲- موقعیت میدان مورد مطالعه

میدان گازی پارس جنوبی، بزرگترین میدان گازی جهان، در آبهای خلیج فارس بر روی خط مرزی مشترک ایران و قطر به فاصله ۱۰۰ کیلومتری از بندر عسلویه در ساحل جنوبی ایران، ۱۰۵ کیلومتری شمال شرقی شبه جزیره قطر و ۳۳۰ کیلومتری شمال غربی دبی واقع شده است. پارس جنوبی در سال ۱۹۹۰ میلادی با حفر چاه Wa کشف گردید. در حالیکه بخش قطری آن (North Dome) در سال ۱۹۷۱ میلادی مورد اکتشاف قرار گرفته است [Konert et al., 2001]. وسعت این میدان حدود ۳۷۰۰ کیلومتر مربع می باشد که بین طولهای شرقی ۵۱° ۵۰' تا ۵۲° ۴۰' و عرضهای شمالی ۲۵' ۲۶° تا ۲۷° ۰۵' واقع شده است. (شکل ۱-۲)



شکل ۱-۲: موقعیت میدان مورد مطالعه [Insalaco et al., 2006].

۲-۲- تاریخچه عملیات اکتشافی میدان

در سال ۱۹۸۸ عملیات لرزه نگاری دریایی در منطقه ای از آبهای خلیج فارس در مقابل آبهای قطر که بعدها به نام بلوک پنج نامیده شد، اطلاعات با ارزشی در مورد گسترش ناحیه شمالی ساختمان گنبد شمالی در کشور قطر به داخل آبهای ایران عرضه نمود [نجم آبادی، ۱۳۷۲]. در آبهای ایران این ساختمان زمین شناسی به نام پارس جنوبی نام گذاری شد. این مرحله از برداشتهای لرزه نگاری منحصر به آبهای میانی و به موازات خط مرزی در خلیج فارس اختصاص یافت. امر فوق به منظور تأمین اهداف اکتشافی در جهت کشف میادین مشترک جدید و مشخص نمودن حدود وسعت میادین و یا ساختمان های زمین شناسی مشترک شناخته شده بود. نتیجه این برداشتهای اولیه مشخص نمودن ساختمان پارس جنوبی بود که ادامه یال شمالی میدان عظیم گازی شمال شیخ نشین قطر می باشد.

مرحله دوم لرزه نگاری در سالهای ۱۹۹۰-۱۹۸۹ در مناطق مختلف دیگر از جمله بخش شمالشرقی ساختمان پارس جنوبی انجام شد و ابعاد گسترده تری از وسعت میدان مزبور شناسایی شد و حد انتهایی سطح آب و گاز کسب شده از گزارشات منتشر شده در مجلات نفتی را تا اندازه های قابل اطمینان نمود. با استفاده از اطلاعات حاصله از برداشتهای لرزه نگاری، اولین چاه اکتشافی در ساختمان نزدیک به خط میانی آبهای خلیج فارس در سال ۱۹۹۰ حفر گردید که با ذخایر گازی در سازندهای دالان و کنگان مواجه گردید [نجم آبادی، ۱۳۷۲]. خصوصیات عمومی مخزن پارس جنوبی در جدول ۱-۲ نشان داده شده است.

جدول ۱-۲: خصوصیات عمومی مخزن پارس جنوبی [Rahimpour-Bonab et al., 2009].

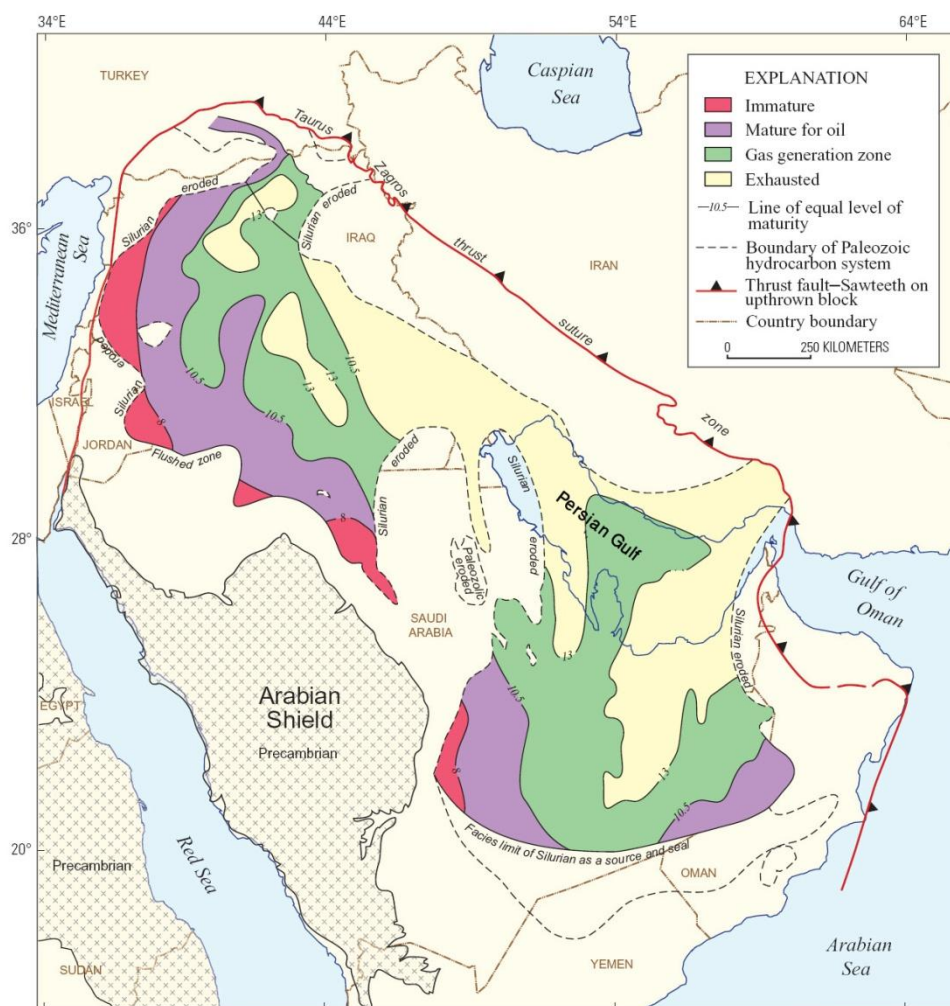
۱۹۷۱	اکتشاف
۱۹۸۹	شروع تولید
۳۷۰۰۰ km ²	مساحت
کنگان و دالان	سازند های تولید کننده
طاقدیزی	نوع نفتگیر
کربناته - انیدریتی	لیتولوژی
۲/۵ تا ۳/۲ کیلومتر	عمق مخزن

۳-۲ - زمین شناسی منطقه

منطقه مورد مطالعه رسوبات و وقایعی از پر کامبرین تا زمان حال را در بر دارد. شیل های سیلورین منشأ ذخایر عظیم نفتی و گازی پالئوزوئیک در این منطقه می باشند [نجم آبادی، ۱۳۷۲]. میران بلوغ این سنگها در شکل ۲-۲ نشان داده شده است.

در طول ژوراسیک میانی حوضه رسوبگذاری دریک محیط گرمسیری با آب های سطحی گرم و ارگانسیم های فراوان وجود داشت. ریف ها در زون های ساحلی رشد کرده و آهک ها و دولومیت ها به سمت پایین فراوان تر بوده اند. حوضه های عمیق به وسیله شول های وسیع از هم جدا شده و موجب گسترش محیط های کم عمق با رسوبات تخریبی و کربناته دانه درشت (با کیفیت مخزنی خیلی خوب) شدند. درحالی که رسوبات دانه ریز، گل های کربناته و رس ها، در قسمت عمیق تر حوضه درحال تشکیل بودند. محدود بودن چرخش آب و کمبود اکسیژن موجب حفظ مواد آلی و گسترش خوب سنگ منشأ هیدروکربوری گردیده است. در ژوراسیک پایانی رسوبگذاری انیدریت به صورت

گسترده ای در حوضه صورت گرفت. بنابراین در طول مزوزوئیک به صورت مکرر سنگهای منشأ، مخزن و سنگ های نفوذ ناپذیر به صورت مطلوبی در کنار هم قرار داشتند. این شرایط مطلوب با شکل ساختمانی مناسب منطقه تکمیل شد. فعالیت دوباره و حرکات به سمت بالای پی سنگ برآمده قدیمی موجب حرکت و جابجایی نمک هرمز گردید. در این دوره و تحت این وضعیت مناسب میادین بزرگی که اغلب با تجمعات نفتی همراه بودند گسترش یافتند [Sharland et al., 2001].



شکل ۲-۲: میزان بلوغ سنگها در صفحه عربی [Pollastro, 2003]

در طول کرتاسه آغازین با توجه به بازگشت تدریجی آب و هوای مرطوب رسوبگذاری تبخیری ها متوقف می شود. پس از افت سطح دریا، رمپ های کربناته وسیعی توسعه می یابند که موجب تشکیل

رسوبات ضخیم کربناته سازند فلهیان می گردد. در مدت زمان باقی مانده از کرتاسه پائینی ورود رسوبات تخریبی از سمت غرب، بخش غربی حوضه رسوبگذاری را اشغال می کنند و سازند گدوان (ماسه سنگ زبیر) در این بخش تشکیل می شود. ماسه سنگ های این رسوبات تخریبی، سنگ های مخزن چند میدان در جنوب غرب عراق و کویت هستند ولی در این میدان مشاهده نمی شود. در طول آپتین میانی شلف کربناته وسیعی شامل آهک پلیتی - بایوکلاستی منطقه را می پوشاند (سازند داریان / شعیبا) در همان دوره، حوضه اینترا شلف با آب های عمیق در دو سمت شمال و جنوب خلیج فارس گسترش داشتند. در این آب های عمیق رس های دانه ریز زغال دار (سنگ منشأ) تشکیل شده اند. در میدان پارس جنوبی این سازند شامل یک لایه مخزنی نفتی است که در دو سمت ایران و قطر مشاهده شده است [Pollastro, 2003].

تغییر عمده در سیستم رسوبگذاری در تورونین پایانی و سانتونین آغازی در اثر کوهزایی آلپ (زاگرس) در محیط رسوبی رخ داده است. عناصر ساختمانی مزوزوئیک قدیمی دوباره به شدت فعال شده و فرسایش یا عدم رسوبگذاری صورت می گیرد [Alavi, 2007].

ساختمان گنبد شمالی این میدان سهم خیلی کمی از تجمعات عظیم نفتی مقطع کرتاسه زیرین را دارا می باشد. دلیل آن می تواند موقعیت ساختمانی نامناسب حوضه که دارای شیبی به سمت شمال شرق است؛ باشد. برخی معتقدند که ساختمان گنبد شمالی این میدان قبل از شیب دار شدن حوضه حاوی نفت بوده است که بیشتر این نفت ها در مخازن قدیمی تر و از سنگ منشأ پالئوزوئیک بوده اند. سپس با حرکات تکتونیکی تورونین و افزایش شیب حوضه، نفت به بیرون از این ساختمان حرکت کرده و در بعضی تله های نفتی در بخش شبه جزیره عربستان^۱ قرار گرفته است و عده ای دیگر دلیل آن را فقدان سنگ پوش مناسب و کافی می دانند [نجم آبادی، ۱۳۷۲].

^۱ Arabian peinsoula

پایان مزوزوئیک با وقایع تکتونیکی خیلی مهمی در منطقه همراه است مخصوصاً در حاشیه شمالی و شرقی حوضه رسوبی از جزیره قبرس و جنوب غربی ترکیه تا سوپر زون زاگرس و عمان که همزمان با نزدیک شدن سواحل نتوتتیس (صفحه ایران مرکزی و صفحه عربی) به هم می باشد.

دوران سنوزوئیک با پیشروی دریا در پالئوسن شروع شده که کل منطقه را فرا می گیرد در این زمان حوضه رسوبگذاری نسبت به حوضه مزوزوئیک باریک تر شده است. رسوبات پالئوسن در این منطقه شامل آهک های نریتیک^۱، مارن های آب های عمیق و شیل های پابده/جهرم و معادل آنها ام ردوما^۲ می باشند [Sharland et al., 2001].

در اواخر ائوسن زیرین تا الیگوسن، باز شدن دریای سرخ آغاز شده و صفحه عربی به سمت شرق حرکت کرده است. با فعالتر شدن جدایش در اثر گسترش کف دریای سرخ در میوسن پایانی این دریا بازتر شده و صفحه عربی کاملاً از آفریقا جدا می شود و در جهت شمال شرق به سمت ایران و ترکیه حرکت می کند و سرانجام موجب بسته شدن دریا و چین خوردگی رسوبات در امتداد کوه های تاروس - زاگرس امروزی می شوند. برخورد دو صفحه، چین های فشارشی موازی با خط تصادم (درز زاگرس) را ایجاد می کند که تاقدیس باریک و طویل در جنوب غربی ایران تا شمال عراق و جنوب شرقی ترکیه را شامل می شود. اغلب این تاقدیس ها دارای زاویه زیاد در پهلوی جنوب غربی به دلیل فشارش در این سمت می باشند. مهاجرت هیدروکربورها از سنگ منشأهای عمیق تر به داخل این تله های بزرگ و پر شدن این ساختارها میدان های نفتی بزرگ ترشیاری را ایجاد می کند که شامل میدان های عمده جنوب غرب ایران (مانند گچساران، اهواز، آغاچاری و مارون) و میدانهای شمال عراق، کرکوک، بای حسن، جمبور، شرق بغداد و غیره می باشند.

این هیدروکربورها با مخازن هیدروکربوری که در طول دوران پالئوزوئیک و مزوزوئیک ایجاد شدند و با ایجاد وضعیت مناسب بی نظیر حوضه رسوبگذاری، خاورمیانه را یکی از از غنی ترین مناطق نفتی دنیا ساخته است [رضایی، ۱۳۸۰].

۱ Narietic

۲ Umme Radhuma

۲-۴- وضعیت ساختاری و تکتونیک

با توجه به آنکه این میدان هیدرو کربوری بر روی صفحه عربی قرار دارد، این صفحه از لحاظ ساختاری مورد بررسی قرار می‌گیرد. با توجه به اینکه سازندهای مورد بررسی (کنگان و دالان بالایی) مربوط به پرمین بالایی و تریاس زیرین هستند، سعی می‌شود در سایر زمان‌ها تنها به توضیحات مختصر و کلی بسنده گردد. صفحه عربی از شرق مدیترانه تا بخش‌های زیادی از سرزمین عربی را شامل می‌گردد. (شکل ۲-۳ سپر عربی^۱، پلتفرم عربی^۲ و خلیج فارس)

طی پالئوزوئیک صفحه عربی در جنوب خط استوا قرار داشته است. این منطقه طی پروتئوزوئیک پایانی، اردوئیسین پایانی و کربنیفر-پرمین تحت تأثیر یخچال‌ها بوده است. در طی پرمین پایانی تا هولوسن این منطقه در محدوده نیمه استوایی تا استوایی قرار می‌گیرد.

در طی رسوبگذاری توالی پرموتریاس، جدایش پشت کمانی^۳ در انتهای شمالی صفحه عربی دیده می‌شود. در این زمان دریای کم عمق پرمین بر روی حاشیه فعال شمال شرقی پیشروی^۴ می‌کند. ضخامت کربناتها و تبخیری‌های حاصل در مناطق مختلف متغیر است که این امر نشان دهنده رسوبگذاری همزمان با فعالیت‌های تکتونیکی در این منطقه است.

در منطقه عربی این ضخامت تقریباً یکسان بوده و بین ۳۰۰ تا ۶۰۰ متر متغیر است اما به سمت جنوب و شرق ضخامت به طور ناگهانی به بیش از ۱۲۰۰ متر افزایش می‌یابد. در طی تریاس آغازین بالآمدگی و فرسایش در محدوده خلیج فارس مشخص است.

۱ Arabina Shield
۲ Arabian Platform
۳ back-arc rifting
۴ transgression

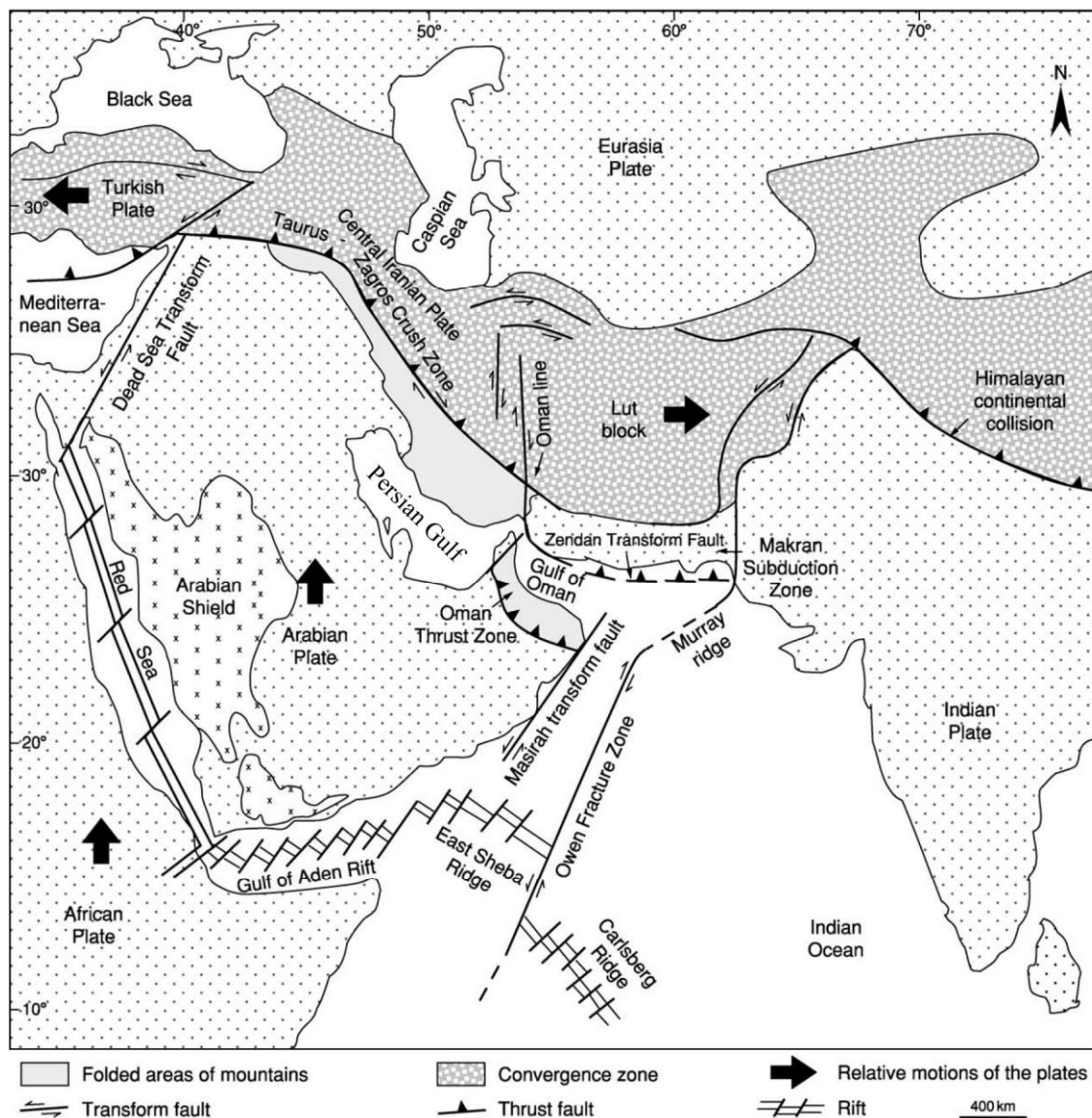


Figure 3 Tectonic setting of the Arabian Plate in relation to adjacent plates.

شکل ۲-۳: مزرهای تکتونیکی مجاور صفحه عربی [Alsharhan and Nairn, 1997]

ساختار اصلی این منطقه به وسیله دو رخداد تکتونیکی شکل گرفت [Alsharhan and Nairn, 1997]:

الف- فاز تکتونیکی اول تصادم عمار^۱ می باشد که در ۶۴۰ میلیون سال قبل با امتداد شمالی جنوبی

در منطقه باریک عمار در صفحه عربی رخ داد.

ب- فاز تکتونیکی بعدی مربوط به سیستم ریفت نجد^۱ می باشد که در حدود ۵۷۰-۵۳۰ میلیون سال قبل با وسعتی حدود ۳۰۰ کیلومتر و با روند عمومی شمال غرب - جنوب شرق، موازی باکوههای زاگرس اتفاق افتاد. (جدول ۲-۲)

جدول ۲-۲: فازهای تکتونیکی اصلی از پرمین تا میوسن - تأثیر هر یک از فازها بر روی صفحه عربی مشخص است.
[Alsharhan and Narin, 1997]

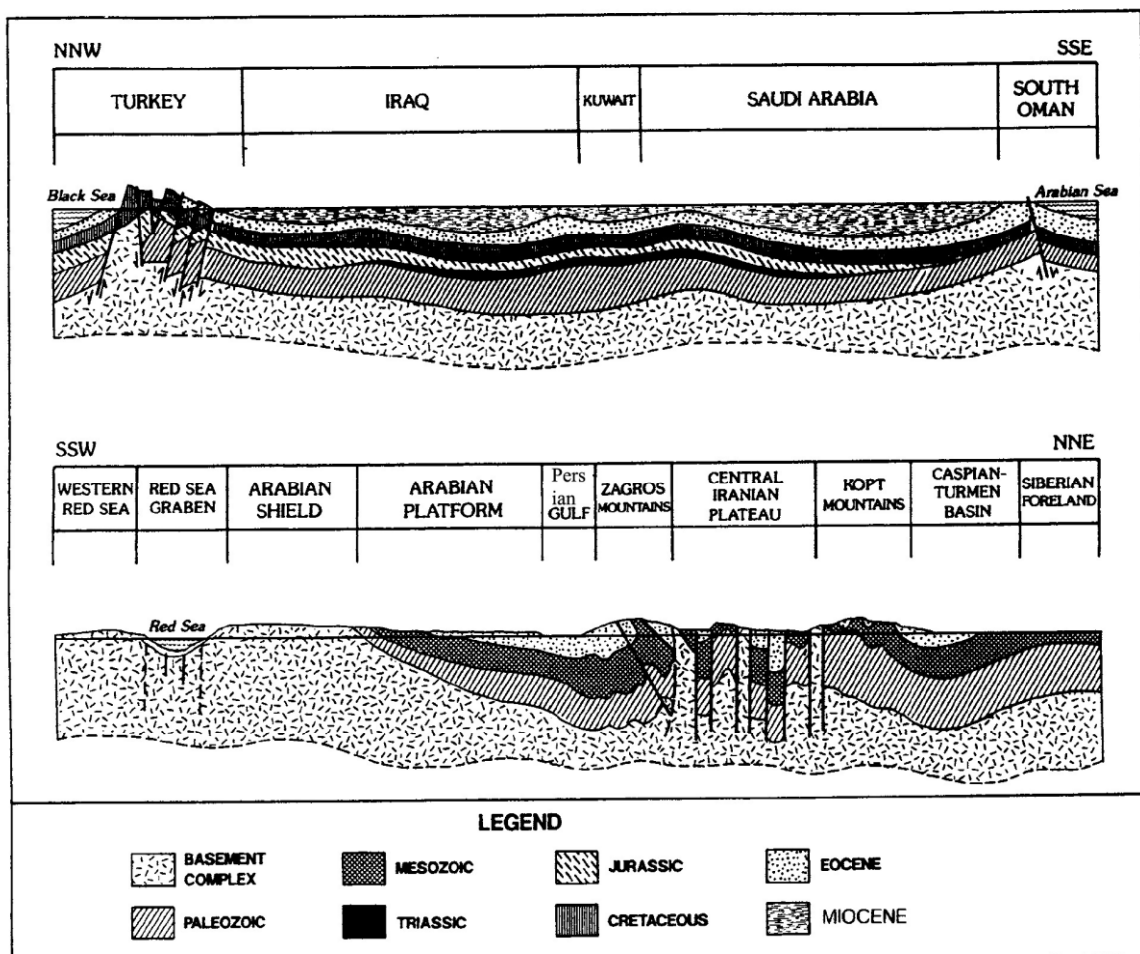
Series/Stage	Tectonic Event	Effect on Arabian Plate
Permian	Hercynian orogeny ends	Quiescent period, rifting of Central Iranian blocks from Arabian Plate
Liassic	Break-up of Atlantic begins	Unconformity with the major erosion on margins of Arabian Plate
Oxfordian	Rifting of India from Africa begins	Rifting in south, plate tilted down to north
Berriasian	Rifting of eastern Mediterranean begins	Uplift of western margin of Arabian Plate, Hail-Jawf arch raised in the north
Aptian	Opening of Mediterranean begins	Sub-basin form on Arabian Platform
Turonian	Ophiolitic obduction in eastern Arabia	Fault reactivation, warping of Arabian Plate with erosion and onlap
Eocene	Collision on northern Arabian margin	Mesopotamian foredeep of Zagros Foldbelt formed
Miocene	Collision begins on eastern Arabian margin	Zagros-Oman Foldbelt formed, clastic pile formed

مرزهای ساختاری محدود کننده صفحه عربی، عناصر ساختاری خاورمیانه و موقعیت صفحه عربی در این منطقه همچنین مقطع زمین شناسی و ساختارهای اصلی زیرسطحی در شکل ۲-۴ نشان داده شده است.

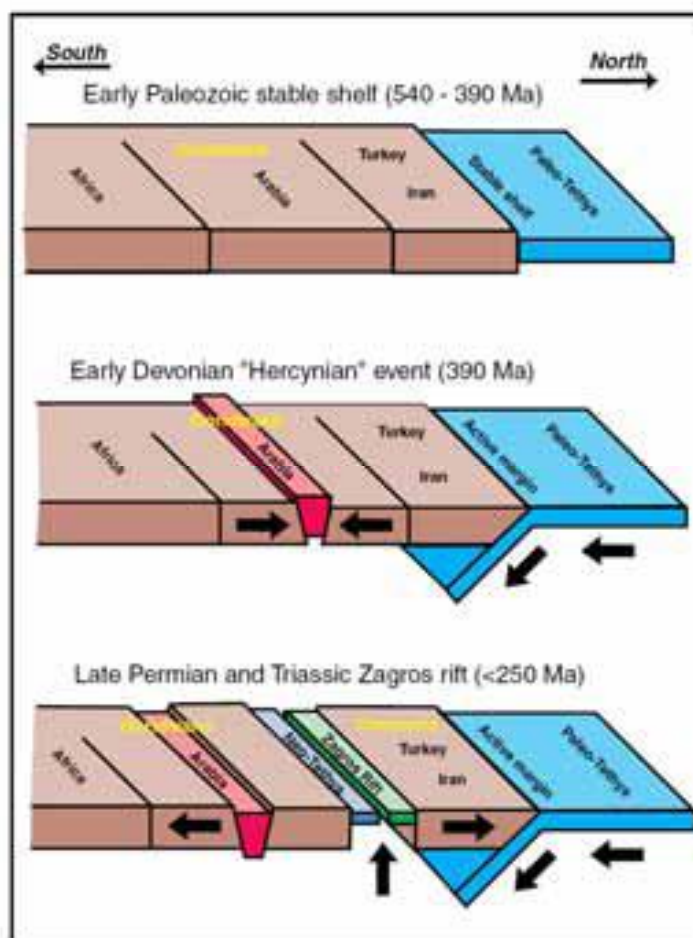
تکامل تکتونیکی صفحه عربی در طول پالئوزوئیک در شکل ۲-۵ نشان داده شده است.

رخساره های متفاوتی بر روی صفحه عربی در طول زمان گسترش یافته اند. گسترش این رخساره ها و ارتباط آنان با عناصر ساختاری در شکل ۲-۶ مشاهده می گردد.

^۱ Najd rift system



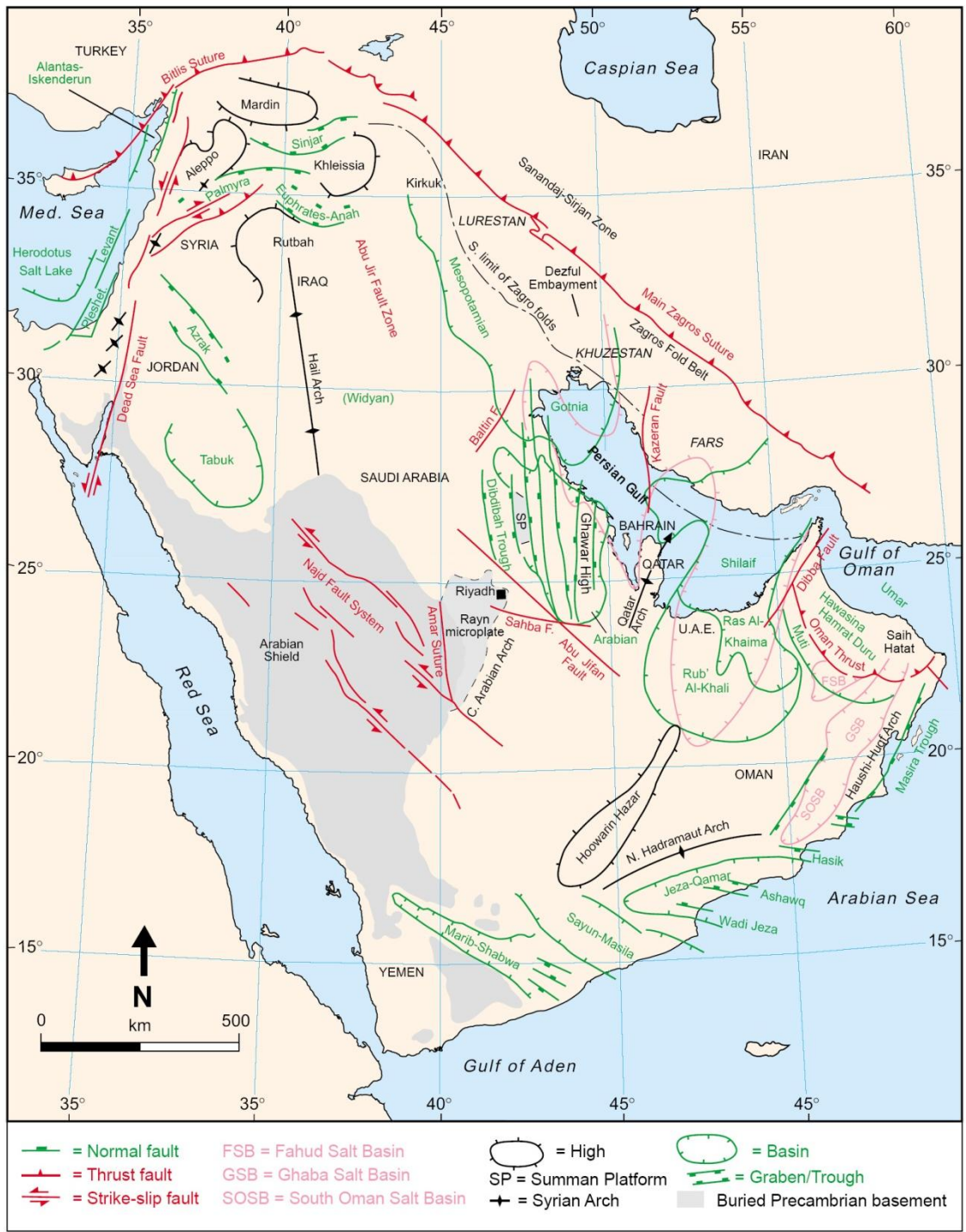
شکل ۲-۴: مقطع زمین شناسی خاور میانه - شمال شرق - جنوب غرب و شمال غرب - جنوب شرق از خاور میانه [Alsharhan and Nairn, 1997].



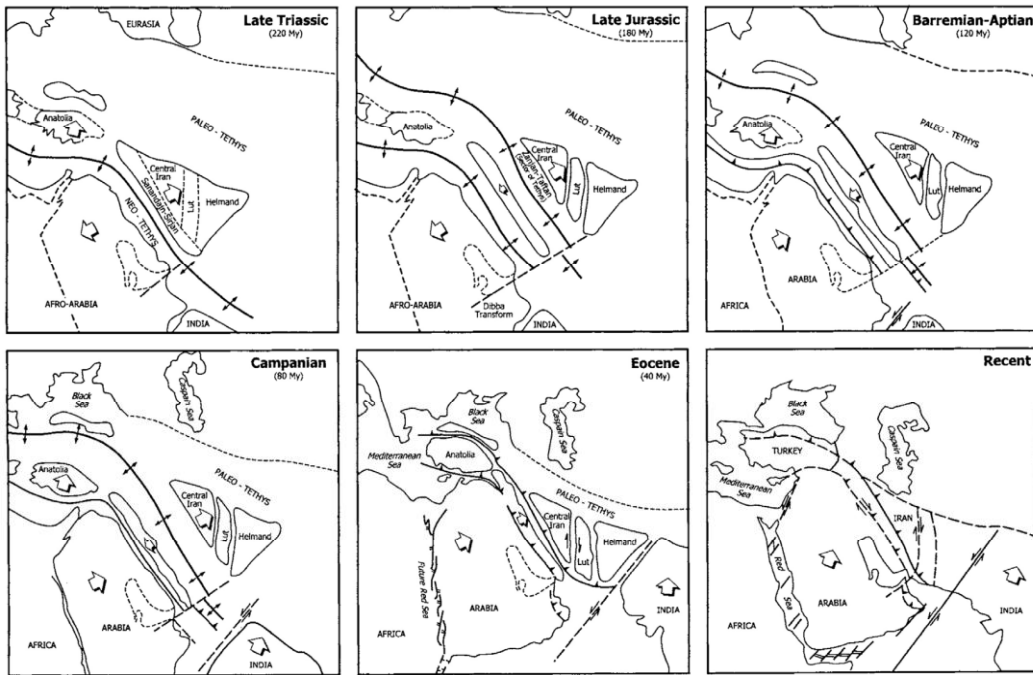
شکل ۲-۵: تکامل تکتونیک صفحه عربی - از پالئوزوئیک آغازین تا پرمین پایانی و تریاس. فازهای تراکمی دونین آغازین "هرسینین" و ریفتی شدن آغازین زاگرس مشخص هستند. [Pollastro, 2003]

پس از تریاس، صفحه عربی و صفحات مجاور آن تا کنون دستخوش تغییرات فراوان تکتونیکی شده است. این تغییرات در شکل ۲-۷ نشان داده شده است.

کمان قطر نقش مؤثری در طرح تکتونیکی و تاریخچه رسوبگذاری حوضه خلیج فارس در طول زمان زمین شناسی داشته است [Ziegler, 2001]. با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه در کمان قطر قرار دارد؛ موقعیت این کمان در شکل ۲-۸ مشخص است.



شکل ۲-۶: تفسیر ساختاری صفحه عربی و ارتباط آن با توزیع رخساره های دیرینه [Ziegler, 2001].



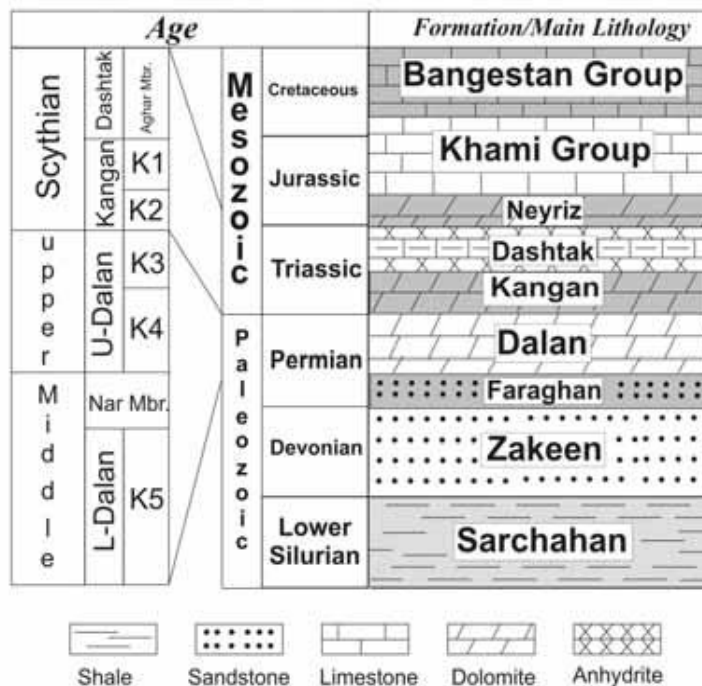
شکل ۲-۷: اشتقاق قاره‌های صفحه عربی و صفحات مجاور از انتهای تریاس تا کنون [Alsharhan and Narin, 1997].



شکل ۲-۸: موقعیت کمان در محدوده مورد مطالعه [Konyuhov and Maleki, 2006].

۲-۵- چینه شناسی

میدان مورد مطالعه از اهمیت ویژه ای در مطالعات زمین شناسی برخوردار است. توالی کربناته – تبخیری سازندهای دالان (پرمین فوقانی و کنگان (تریاس زیرین) که معادل سازند خوف می باشند از اصلی ترین مخازن گازدار محسوب می شوند. در شکل ۲-۹ سازندها و سازند های مجاور از سیلورین تا کرتاسه نشان داده شده است.



شکل ۲-۹: سازند های میدان مورد مطالعه همراه با لیتولوژی کلی سازندها [Tavakoli et al., 2010]

هر یک از سازند های کنگان و دالان زیرتقسیمات مربوط به خود را دارند که به طور مختصر به بیان چینه شناسی سازندهای مذکور می پردازیم.

۲-۵-۱- سازند دالان

در حدود ۱۱۰ کیلومتری جنوب شرقی شیراز تاقدیس دالان قرار دارد که نام این سازند از آن گرفته شده است. مقطع تیپ آن در کوه سیاه ۱ می باشد که ۷۴۸ متر ضخامت دارد. در ۱۲۰ کیلومتری جنوب شیراز یعنی در پلانز غربی تاقدیس کوه سرمه نزدیکترین رخنمون به مقطع تیپ قرار دارد که به عنوان مقطع مرجع^۱ سازند دالان شناخته می شود. ضخامت این مقطع ۶۳۸ متر می باشد [Sazbo & kheradpir, 1987]. به طور غیر رسمی این سازند به سه عضو^۲ کربناته بالایی، تبخیری نار و کربناته پایینی تقسیم شده است. در قسمت های کربناته بالایی و پایینی دولومیت با آهک دیده می شود. تقسیم بندی دیگری نیز وجود دارد که از نام سازند خوف عربی گرفته شده است و با نام اختصاری K مشخص می گردد. مثلاً دالان پایینی K5 و دالان بالایی معادل K4, K3 می باشد. جنس K3 آهک دولومیت و انیدریت و جنس K4 در بخش بالایی آن آهکی بوده و با نزدیک شدن به نار میزان انیدریت آن افزایش می یابد.

۲-۵-۲- سازند کنگان

نام این سازند از روستای کنگان گرفته شده است. مقطع تیپ این سازند در چاه کوه سیاه ۱ با ضخامت ۲۵۰ متر می باشد [Sazbo & kheradpir, 1987]. این سازند در کوه دنا و سورمه نیز بیرون زدگی دارد. سازند کنگان از سه رخساره اصلی تشکیل یافته است [Sazbo & kheradpir, 1987].

- ❖ رخساره کربناته- در لرستان بیشترین گسترش را دارد.
- ❖ رخساره آهک خالص^۳ که اغلب دولومیتی شده و گاهی مقادیر ناچیزی تبخیری در آن دیده می شود.

۱ Reference section

۲ member

۳ clean carbonate

❖ رخساره آواری شیلی که در قاعده این سازند مشاهده می گردد. گسترش این رخساره بسیار محدود است و در میدان مورد مطالعه دیده نمی شود.

❖ مرز پایینی سازند کنگان به سازند دالان به صورت ناپیوستگی بوده [Rahimpour-Bonab et al., 2009] و مرز بالایی آن با سازند شیلی آغار پیوسته است [Sazbo & kheradpir, 1987].

چینه شناسی واحدهای مورد مطالعه در جدول ۲-۳ نشان داده شده است.

جدول ۲-۳: نام گذاری سازندهای کنگان و دالان بالایی در میدان پارس جنوبی, (Szabo and Kheradpir, 1978, TOTAL reports 1998 to 2003 and Ghavidel Syooki, 1995, 1998 & 2003)

Period/E poch	Persian Gulf Formation	Iran		Sedimentary Sequences (TOTAL)	Reservoir Zonations (TOTAL)	
		Group	Formation/Member			
LOWER TRIASSIC			Kangan (≈193m)	KS1 (≈150m)	Kangan (≈39m) K1 (≈111m)	
				KS2 (≈62m)	K2 (≈43m)	
PERMIAN	Khuff (≈975m)	Dehram (>997m ?)	Dalan (≈782m)	Upper Dalan (≈285m)	KS3 (≈102m)	K3 (≈121m)
					KS4 (≈164m)	K4 (≈164m)
				Nar (≈174m)		Median Anhydrite (≈174m)
				Lower Dalan (≈323m)	Not Studied	K5 (≈323m)
	Unayzah		Faraghan (>19m ?)		Faraghan (>19m ?)	

۲-۶- چینه نگاری سکانسی منطقه

۲-۶-۱- تعیین مرزهای سکانسی از روی نمودارهای چاه نگاری

در منطقه مورد مطالعه چهار سکانس رسوبی تشخیص داده شده است که به ترتیب KS4, KS3, KS2, KS1 می باشند. هر کدام از این سکانسها به بخش HST, TST, LST تقسیم می گردند. (شکل ۲-۱۰) در این مطالعه از بررسی و مطالعه مرزهای فرعی صرف نظر کردیم و به بررسی مرزهای اصلی که از اهمیت بالایی برخوردارند پرداخته ایم. بدین ترتیب به بررسی چهار مرز پایینی سکانس های اصلی KS1 - LST, KS2 - LST, KS3 - LST, KS4 - LST و مرز بالایی HST - KS1 که بین سکانسهای رسوبی قرار دارد و بعنوان مرز سکانسی شناخته می شوند؛ می پردازیم. (شکل ۲-۱۱)

AGE (Ma)	SEA-LEVEL	SEQUENCE	SAUDI ARABIA	BAH-RAIN	QATAR	ABU DHABI	OMAN	IRAN	IRAQ	
Lower Triassic	Induan	Top Khuff	Sudair						Aghar/Dashtak	Beduh
		HST MFS-1 KS1	Khuff-A	K0	K1	K1	K1	Kangan	Mirga Mir	
		TST SB1	Khuff-B Upper			D1				
		HST MFS-2 KS2	Khuff-B Lower			K2				
		TST SB2		K1	K3 Upper	K3				
		HST MFS-3 KS3	Khuff-C Upper			K3 Lower	D3			
		TST SB3								
		HST MFS-4 KS4	Khuff-C Middle	K2	K4	K4		Upper Dalan	Upper Chia Zairi Formation	
		TST TS4 SB4	Khuff-C Lower			D4				
			Khuff-D Anhydrite	Anhydrite	Middle Anhydrite			Anhydrite		
		HST MFS-5 KS5	Khuff-D Upper		K5	K5		Nar Member	Satina Anhydrite	
		TST SB5				D5				
		HST MFS-6 KS6	Khuff-D Middle		K6	K6				
		TST SB6		K3		D6				
		HST KS7	Khuff-D Lower							
		MFS-7 PKU			K7	K7		Lower Dalan	Lower Chia Zairi Formation	
		TST	Non-Deposition			D7				
Lower Permian			Unayzah		Haushi	Unayzah	Gharif	Faraghan	Ga'ara	

شکل ۲-۱۰: مقایسه سازندها و سکانس های رسوبی اصلی و فرعی در مناطق مختلف و مقایسه آن با سطح آب دریا

<i>SB</i>	<i>Age</i>		<i>Formation/Main Lithology</i>		
	Dashtak	Aghar Mbr.	M E S O Z O I C	Cretaceous	Bangestan Group
KS1 - HST	Kangan	K1		Jurassic	Khami Group
KS1 - LST		KS1	K2	Triassic	Neyriz
KS2 - LST	KS2	K3	Dashtak		
KS3 - LST	KS3	U-Dalan	Kangan		
	KS4		K4	Dalan	
KS4 - LST		Nar Mbr.	Permian	Faraghan	

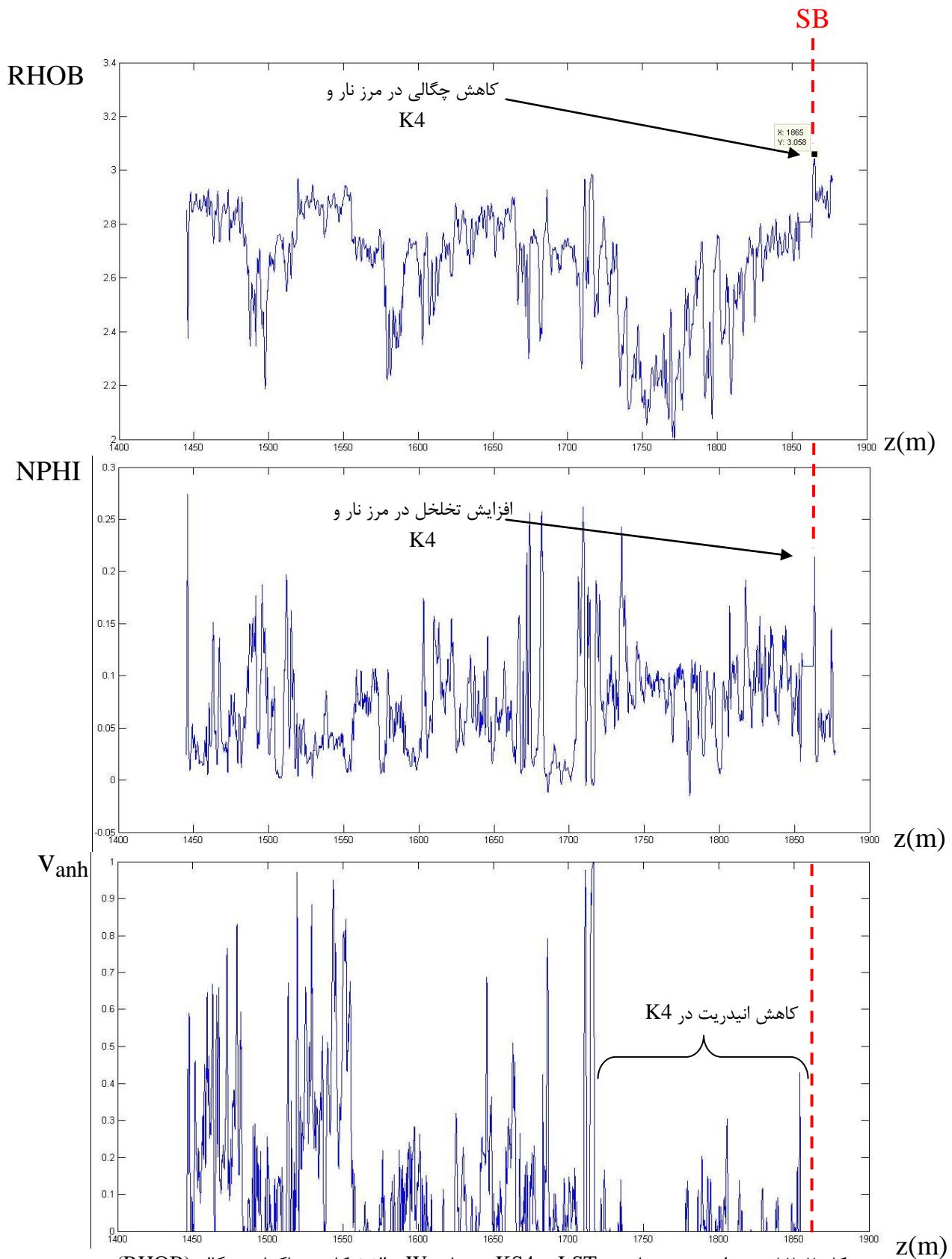
شکل ۲-۱۱: سکانس های رسوبی در توالی رسوبی منطقه مورد مطالعه

❖ مرز پایینی KS4 - LST

این مرز که منطبق بر مرز بین انیدریت نار و K4 می باشد با کاهش ناگهانی انیدریت همراه است چون از لایه انیدریتی لار وارد لایه کلسیتی دولومیتی K4 می شویم. در ضمن، با افزایش عمق حوضه رسوبی و همچنین کاهش انیدریت، تخلخل افزایش می یابد. البته به علت اینکه در این بخش انیدریت هنوز میزان بالایی دارد؛ تخلخل و در نتیجه کیفیت مخزنی پائین می باشد. این امر در شکل ۲-۱۲ نمایان است.

❖ مرز پایینی KS3 - LST

این مرز که حدوداً منطبق بر مرز K3, K4 می باشد نشانگر آخرین کاهش سطح دریا در پرمین پایانی (پیش از مرز پرمین - تریاس) می باشد. در اکثر چاه ها در این مرز لایه انیدریتی مشاهده می گردد.



شکل ۲-۱۲: تغییرات در مرز پایینی KS4 – LST در چاه Wa - الف) کاهش ناگهانی چگالی (RHOB)

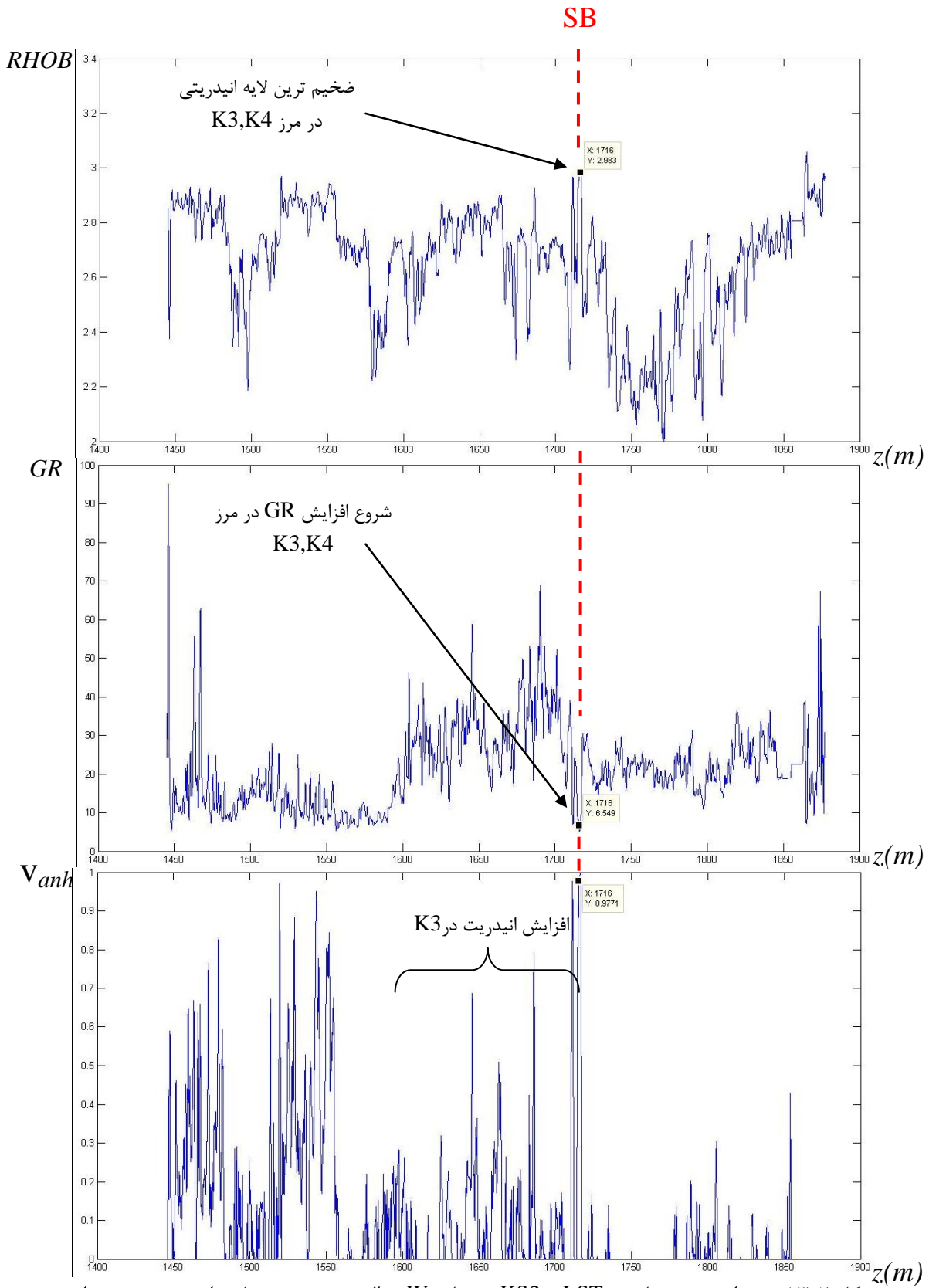
ب) افزایش تخلخل نوترونی (NPFI) در مرز نار و K4 - ج) کاهش حجم انیدریت (V_{anh}) در K4

رسوبات درشت پیشرونده^۱ در بالای این مرز نشان دهنده افزایش عمق حوضه رسوبی است. شایان ذکر است؛ دقیقا در بالای این مرز یک لایه گرینستونی دیده می شود که اغلب از اینترا کلاست هایی تشکیل شده که از لایه پایینی کنده شده است. به این دلیل کیفیت مخزنی به طور ناگهانی در لایه نازکی بالا می رود. این امر با نمایان شدن ضخیم ترین لایه انیدریتی که بیانگر کمترین عمق حوضه رسوبی می باشد در نگاره چگالی RHOB و افزایش GR و افزایش درصد حجمی انیدریت مشخص می باشد. به شکل ۲-۱۳ نگاه کنید.

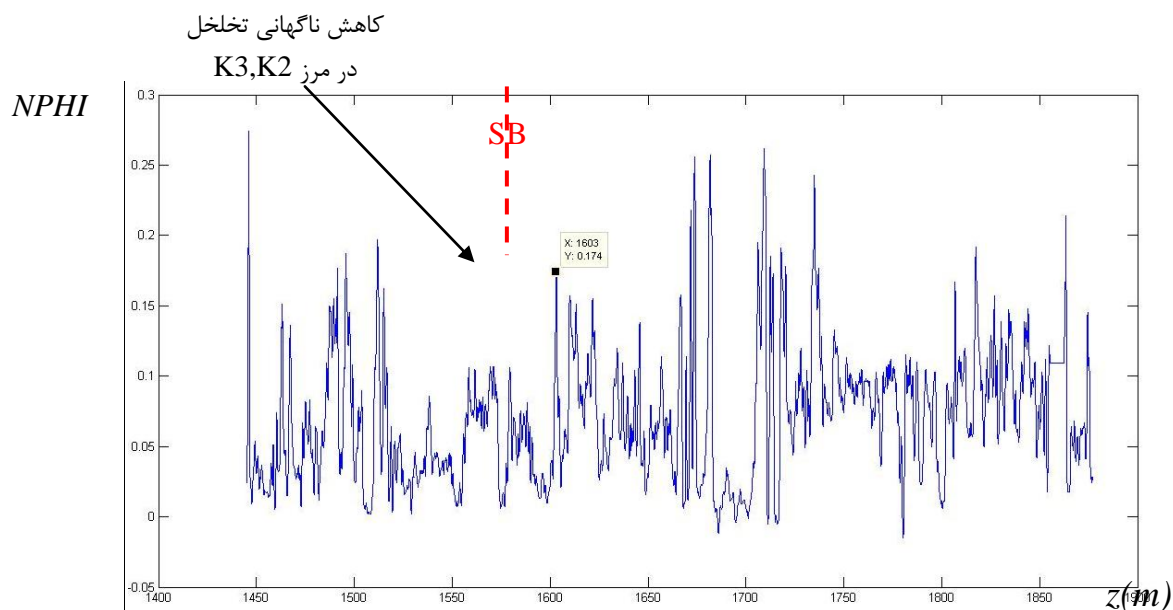
❖ مرز پایینی KS2-LST

این مرز منطبق بر مرز کنگان و دالان بالایی یعنی مرز K3, K2 می باشد. این مرز پرمین از تریاس را در حوضه رسوبی مورد مطالعه جدا می سازد. به دلیل اینکه عمق حوضه رسوبی بسیار کم می شود تأثیر آب های جوی و در نتیجه فرایند انحلال نقش مؤثری در تعیین این مرز دارد. در پایین این مرز حفرات حاصل از انحلال جوی به فراوانی دیده می شود. ضمنا سیمانی شدن تبخیری ها و از بین رفتن تخلخل اولیه نیز صورت پذیرفته است. این دلایل سبب افزایش تخلخل و نیز کیفیت مخزنی گردیده است. ته نشست تبخیری هایی مانند انیدریت در تعیین این مرز نقش چندانی ندارد. زیرا آنقدر حوضه کم عمق است که شرایط رسوب تبخیریها میسر نیست. ولی با توجه به نمودار توریوم و اورانیوم مشخص است که تغییرات شرایط اکسیداسیون احیاء در این مرز شدید بوده است. داده های میزان استرانسیوم نیز دلیلی بر وجود مرز سکانسی در این مرز می باشد. افزایش ناگهانی این ایزوتوپ در مقایسه با تغییرات ایزوتوپ استرانسیوم آب دریای انتهای پرمین نشان می دهد که ورود مواد آواری در انتهای این مرز وجود داشته است. این امر بر روی نمودار گاما نیز مشخص است. این مسئله در شکل های ۲-۱۴ و ۲-۱۵ نشان داده شده است.

^۱ Transgressive lag



شکل ۲-۱۳: تغییرات در مرز پایینی KS3 - LST در چاه Wa - الف) ضخیم ترین لایه انیدریتی در نمودار چگالی (RHOB) ب) شروع افزایش میزان اشعه گاما (GR) - ج) افزایش درصد حجمی انیدریت (V_{anh})

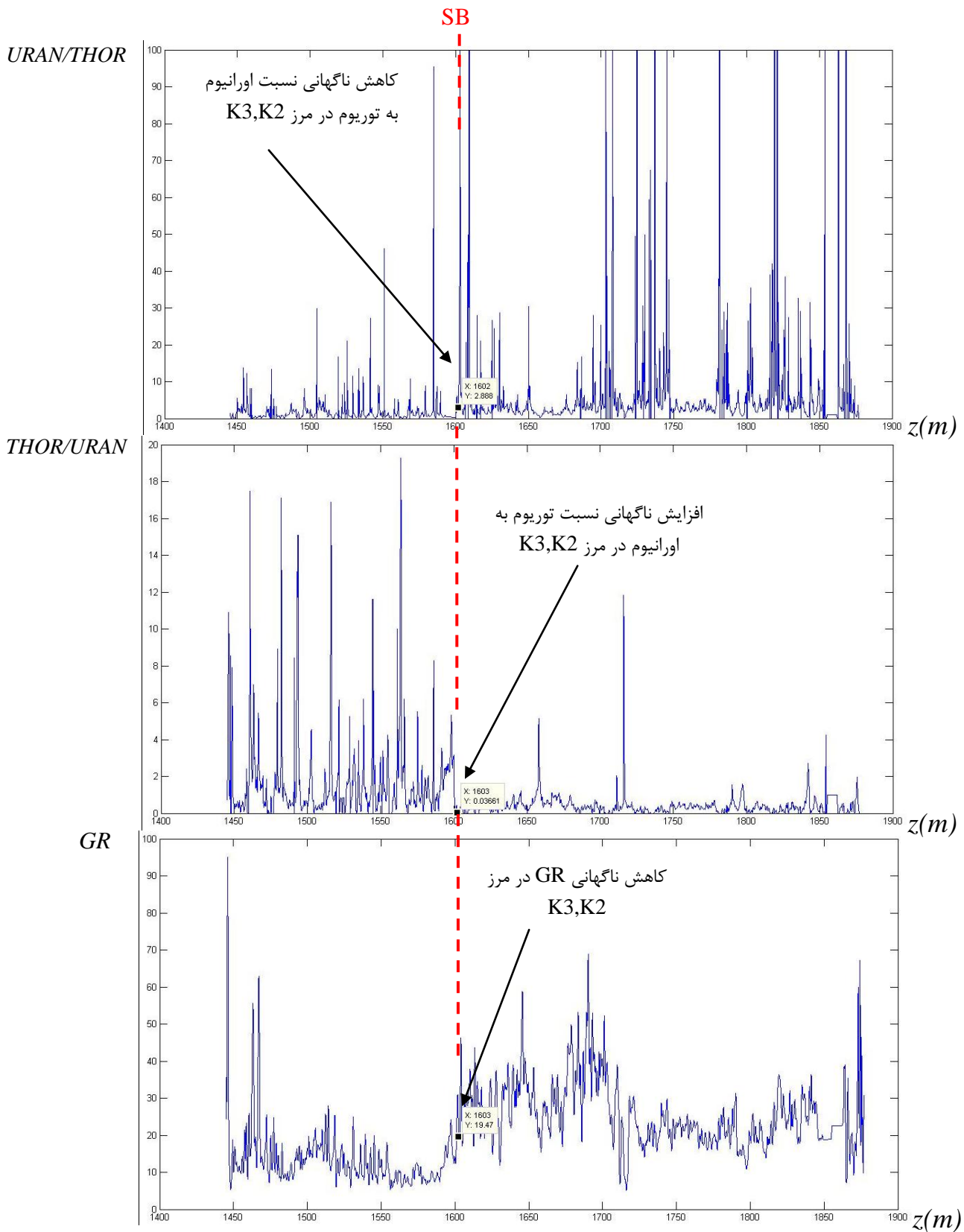


شکل ۲-۱۴: تغییرات در مرز پایینی KS2 – LST در چاه Wa – بالا بودن تخلخل نوترونی (NPHI) در بالای مرز

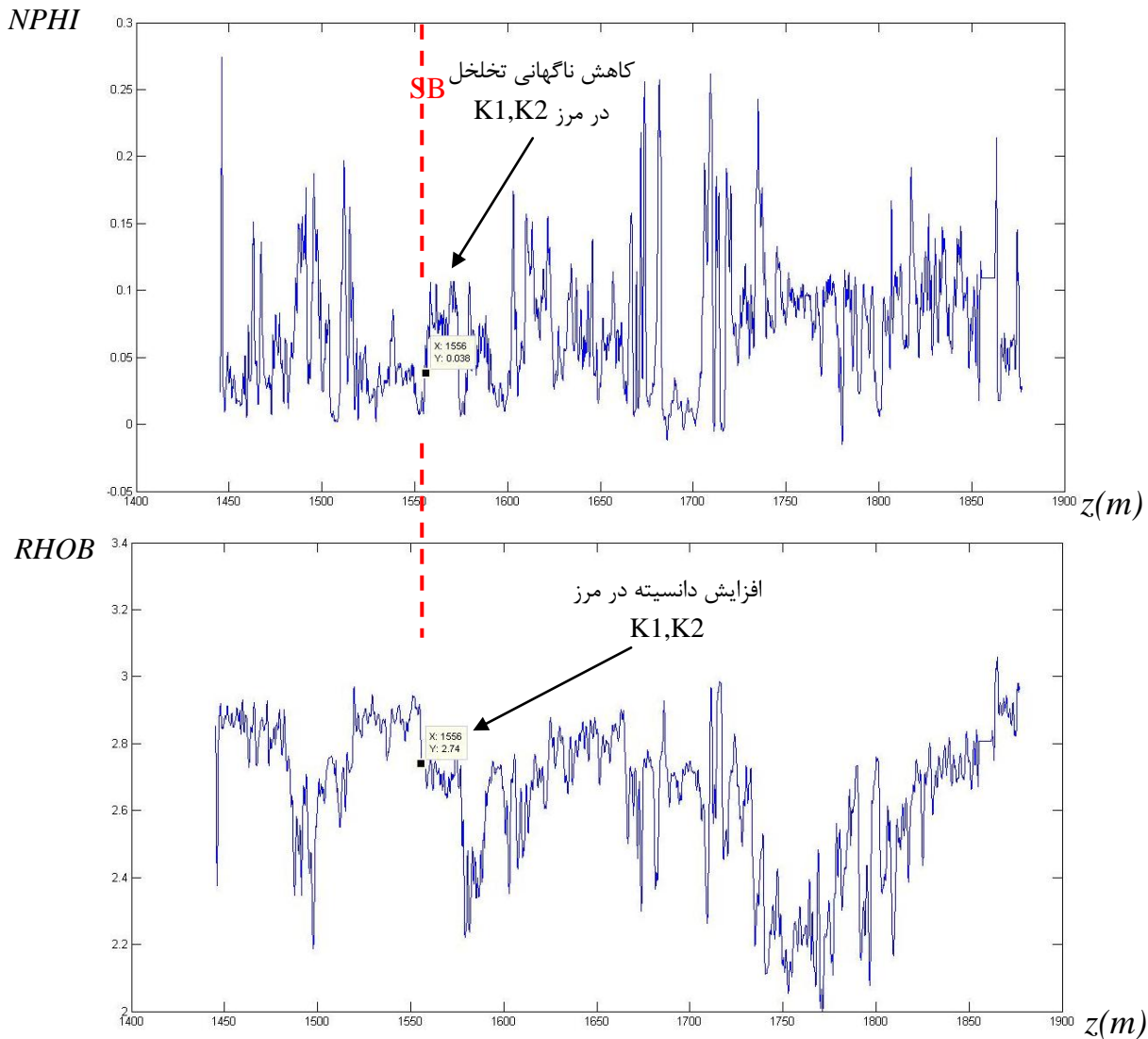
بدلیل وجود انحلال جوی و کاهش ناگهانی تخلخل نوترونی (NPHI) در پایین مرز سکانسی

❖ مرز پایینی KS1 – LST

این مرز بین K1, K2 قرار دارد. با توجه به ماهیت دوگانه قسمت بالا و پایین مرز که جزر و مدی و بالای جزر و مدی می باشند. تشخیص این مرز بخوبی مشخص و نمایان است. این مرز بخوبی از روی داده چگالی (RHOB) کاملا مشخص است و کاهش کاملا نمایانی دارد و نشان دهنده انحلال و سیمانی شدن کلسیتی می باشد. نمودار (NPHI) هم در این مرز افزایش محسوسی دارد. در این مرز انحلال و دولومیتی شدن بیشتر نمایان است ولی میزان رسوب تبخیری ها بخصوص انیدریت چندان نمایان نیست. (شکل ۲-۱۶).



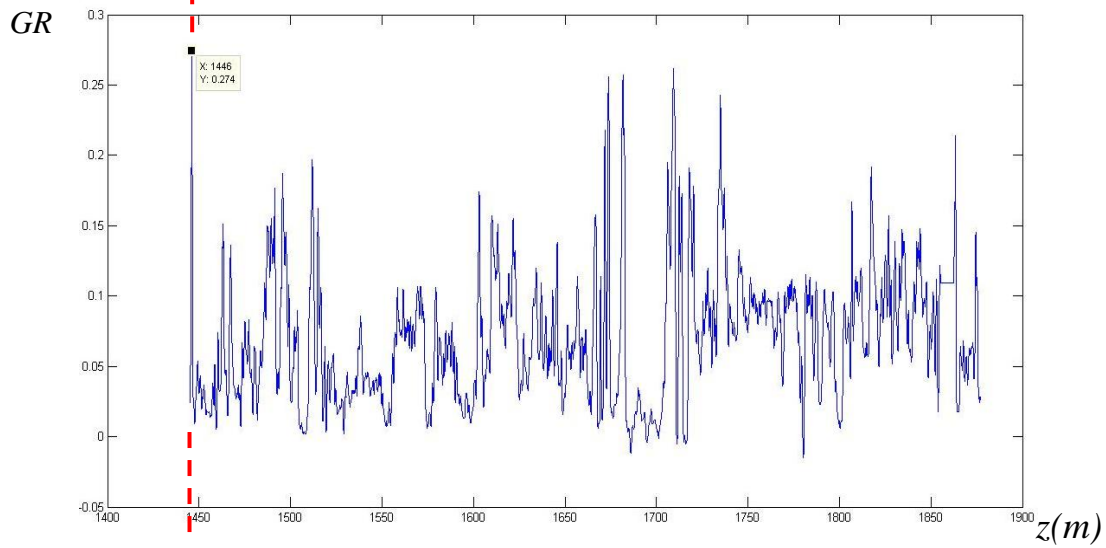
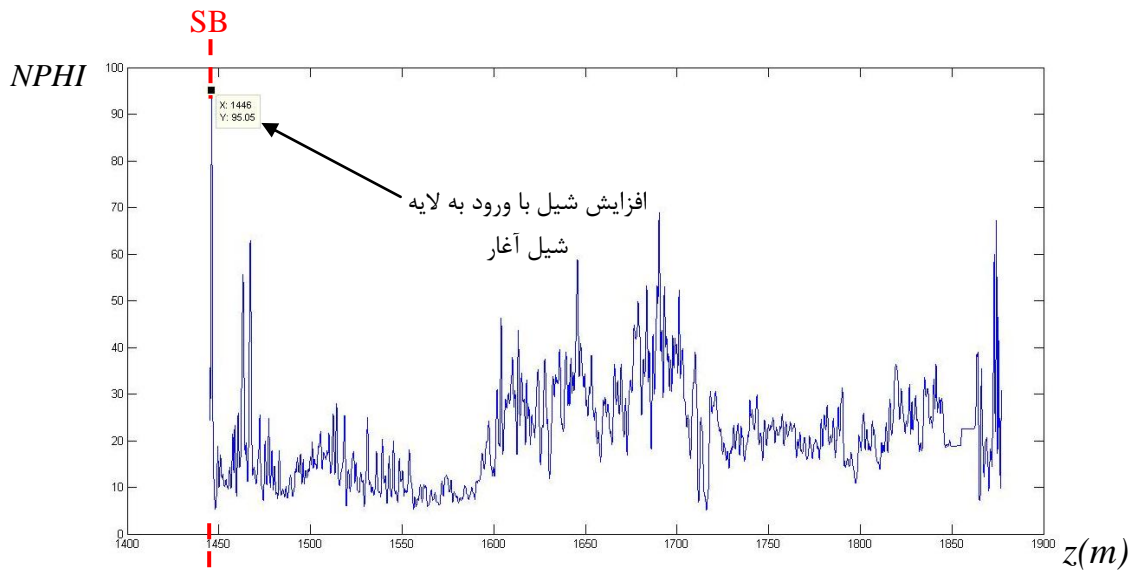
شکل ۲-۱۵: تغییرات در مرز پایینی KS2 – LST در چاه Wa – الف) کاهش نسبت اورانیوم به توریم (ب) کاهش نسبت توریم به اورانیوم – ج) کاهش میزان اشعه گاما (GR)



شکل ۲-۱۶: تغییرات در مرز پایینی LST – KS1 در چاه Wa - الف) کاهش میزان تخلخل نوترونی (NPHI) ب) افزایش چگالی (RHOB)

❖ مرز بالایی HST – KS1

این مرز بین سازند کنگان و شیل آغار قرا دارد. به دلیل افزایش شیل با ورود به لایه شیلی آغار نمودار GR با افزایش شدید همراه است. همچنین نمودارهای NPHI, RHOB و V_{anh} نیز تغییرات شدیدی را نشان می دهد. در پایان این مرز که با پایان ته نشست کنگان همراه است رسوبات کم عمق جزر و مدی دیده می شود. کم شدن عمق رسوبی باعث افزایش رسوبات تخریبی مانند انیدریت می گردد. در شکل ۲-۱۷ این مرز مشاهده می گردد.



شکل ۲-۱۷: مرز بالایی KS1 - HST در چاه Wa - الف) افزایش اشعه گاما (GR) ب) افزایش تخلخل

نوترونی (NPHI)

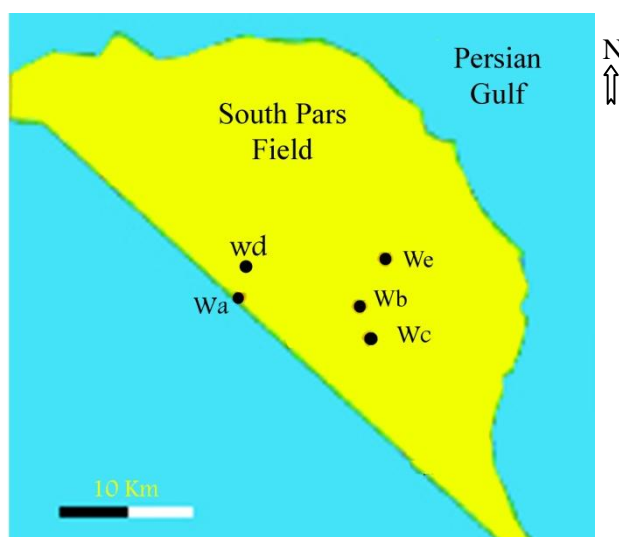
فصل سوم:

آنالیز موجک داده های

چاه پیمایی

۳-۱- چاههای مورد مطالعه

در این میدان ۱۳ چاه اکتشافی اصلی و تعدادی چاه فرعی حفر گردیده که در این تحقیق از پنج چاه wa, wb, wc, wd, we که موقعیت آنها در شکل ۳-۱ نشان داده شده است استفاده گردیده است.



شکل ۳-۱: حدود موقعیت چاه های مورد مطالعه [Insalaco et al., 2006].

در این تحقیق اطلاعات ۱۵ چاه در دسترس بود که در جدول (۳-۱) نوع داده ها در دسترس نشان داده شده است. به دلیل محرمانه بودن اطلاعات سعی نمودیم تا از کمترین داده ها در محدوده میدان مورد مطالعه و چاه های در دسترس در متن پایان نامه استفاده نماییم. در ضمن عمق های ذکر شده در این تحقیق از یک سطح مبنا محاسبه گردیده و غیر واقعی است.

در این تحقیق از تمام نمودارهای مور نیاز (*GR, NPHI, RHOB, RHOZ, THOR, URAN*), تمام نمودارهای مور نیاز (*GR, NPHI, RHOB, RHOZ, THOR, URAN*) و درصد حجمی/انیدریت (V_{anh}) در ۵ چاه مورد مطالعه استفاده شده و بر روی داده های چاه پیمایی مذکور، به تفکیک بر اساس موجک هار، مورله و داوچییز، جمعا بالغ بر ۱۳۰ مورد آنالیز موجک صورت گرفته است و پس از بررسی اولین چاه و بدست آوردن بهترین موجک و بهترین ترکیب برای نمودار آنالیز ترکیبی، روش بهینه بدست آورده برای چاه های بعدی

بکار برده شده است. در جدول ۱-۳ نوع داده ها و امکانات مورد استفاده در این تحقیق آورده شده است.

جدول ۱-۳: نوع داده ها و امکانات مورد استفاده

ردیف	شرح	تعداد مورد استفاده
۱	داده های لاگ در دسترس (Wire)	۱۵ چاه
۲	داده های ژئوشیمی در دسترس (Multimine)	۵ چاه
۳	داده های لاگ مورد استفاده	۵ چاه
۴	داده های ژئوشیمی مورد استفاده	۵ چاه
۵	نرم افزار ها	<i>Matlab, Excel, World</i>

۲-۳- انواع داده های چاه پیمایی

در ۵ چاه مورد مطالعه انواع داده های مهم برداشت گردیده است. در جدول ۲-۳ نوع داده های برداشت شده در هر چاه نشان داده شده است. در هر چاه داده ها به صورت پیوسته و به فاصله تقریبی ۱۵ سانتیمتر از یکدیگر، برداشت انجام شده است (فاصله بین دو برداشت دقیقاً ۱۵,۲۴ سانتیمتر بوده است) داده های ژئوشیمیایی به خصوص عناصری که نشان دهنده اکسیدان یا غیر اکسیدان بودن محیط رسوبگذاری می باشند کاربرد فراوانی در تعیین مرزهای سکansı دارند. در این مطالعه از نسبت حجمی انیدریت در ۵ چاه و نیز نسبت توریم به اورانیوم در ۲ چاه استفاده گردیده است. هر دوی این عناصر نشان دهنده میزان عمق حوضه رسوبگذاری می باشند و در صورت کم عمق شدن حوضه رسوبی میزان هر دوی این نسبت ها بالا می رود.

جدول ۳-۲: نوع داده های موجود در چاه های مورد استفاده

ردیف	نام چاه	داده های موجود در لاگ (Wire)	داده های ژئوشیمیایی (Multimine)			
۱	Wa	CALI, CALS, GR, SGR, DT, LLD, LLS, MSFL, NPHI, RHOB, DRHO, PEF, POTA, THOR, URAN	RHOG, SWE, SXOE, VOL_LIMON, VOL_DOLOM, VOL_ANHYDR			
۲	Wb	CALI, DT, GR, HCAL, HDRA, HLLD, HLLS, LLD, NPHI, PEFZ, RHOZ, RXOZ	SWE, SWT, VOL_ANHYDR, VOL_CALCITE, VOL_DOLOM, VOL_ILLITE, VOL_UGAS, VOL_UWAT, VOL_XWAT			
۳	Wc	CALI, DROH, DT, GR, HCAL, HDRA, HLLD, HLLS, NPHI, PEFZ, RHOZ, RXOZ	SWE, SWT, VOL_ANHYDR, VOL_CALCITE, VOL_DOLOM, VOL_UGAS, VOL_UWAT, VOL_XWAT			
۴	Wd	DT, ECGR, GR, HCAL, HDRA, NPHI, RLA ₁ , RLA ₂ , RLA ₃ , PEFZ, RHOZ, RLA ₀ , RXOZ, TNPH, RLA ₄ , RLA ₅	SWE, SWT, VOL_ANHYDR, VOL_CALCITE, VOL_DOLOM,			
۵	We	CGR, DT, GR, NPHI, PEFZ, RHOB, PHIE, PHIT	VOL_ANHYDR, VOL_CALCITE, VOL_DOLOM,			
*در این جدول						
	CALI, CALS HCAL	نمودار کالیبر (قطر)	PHIE	تخلخل مؤثر	VOL_ANHYDR	درصد حجمی انیدریت
	DT	نمودار صوتی	PHIT	تخلخل کل	VOL_LIMON	درصد حجمی لیمونیت
	GR, SGR, CGR, ECGR	نمودار اشعه گاما	TNPH	تخلخل حرارتی	VOL_DOLOM	درصد حجمی دولومیت
	HLLS, LLS, LLD RLA _n , MSFL, HLLD	انواع نمودارهای های مقاومت ویژه	THOR	میزان توربوم	VOL_CALCITE	درصد حجمی کلسیت
	NPHI	نمودار تخلخل نوترونی	URAN	میزان اورانیوم	VOL_ILLITE	درصد حجمی ایلیت
	RHOB, RXOZ, RHOZ, DRHO	نمودار چگالی	POTA	میزان پتاسیوم	VOL_UGAS	حجم گاز
	RHOG	چگالی دانه	SXOE	اشباع زون کم عمق مؤثر	VOL_UWAT	حجم آب آزاد
	PEF	چگالی الکترون	SWE	آب اشباع شدگی مؤثر	VOL_XWAT	حجم آب غیرقابل استحصال
	PEFZ	چگالی الکترون	SWT	آب اشباع شدگی کل		
	DROH	کیفیت لاگ چگالی	HDRA	تصحیح لاگ چگالی		

۳-۳- آنالیز موجک داده های چاه پیمایی

بر روی انواع داده های ۵ چاه در دسترس آنالیز موجک با استفاده از موجک هار، داوبچیز و مورله صورت گرفت. بهترین نتیجه از موجک مورله و بر روی نمودار های GR، RHOZ، RHOB، Vanh، NPHI و نسبت توریوم به اورانیوم (THOR/URAN) حاصل گردید. در شکل ۲-۳ و ۳-۳ و ۴-۳ آنالیز موجک بر روی نمودارهای اشعه گاما (GR)، تخلخل نوترونی (NPHI) و نسبت توریوم به اورانیوم (THOR/URAN) در چاه Wa نشان داده شده است.

همانطور که ملاحظه می شود در نمودار آنالیز موجک داده های مختلف مانند GR و سایر نمودارها که در شکلهای بعدی آورده می شوند. پیک ها و تراف های متعددی دیده می شود که هر یک را می توان به یک رخداد نسبت داد. چون هدف، پیدا کردن مرزهایی می باشد که در تمامی آنالیزها مشاهده می شود از ترکیب تمام داده ها به روش ضرب نظیر به نظیر استفاده می نماییم. با بررسی های صورت گرفته از لحاظ تجربی یکی از بهترین ترکیب ها برای نمودار ترکیبی آنالیز موجک به صورت ذیل می باشد.

$$C_{T\alpha} = C_{GR\alpha} \times C_{NPHI\alpha} \times C_{RHOB\alpha} \times C_{Vanh\alpha} \quad (1-3)$$

که در آن:

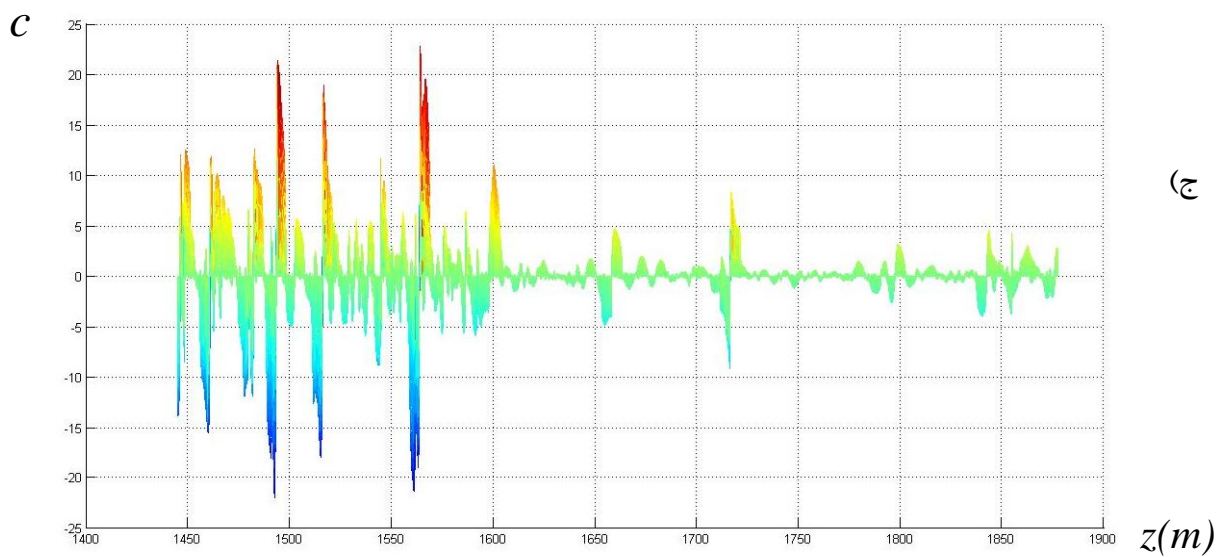
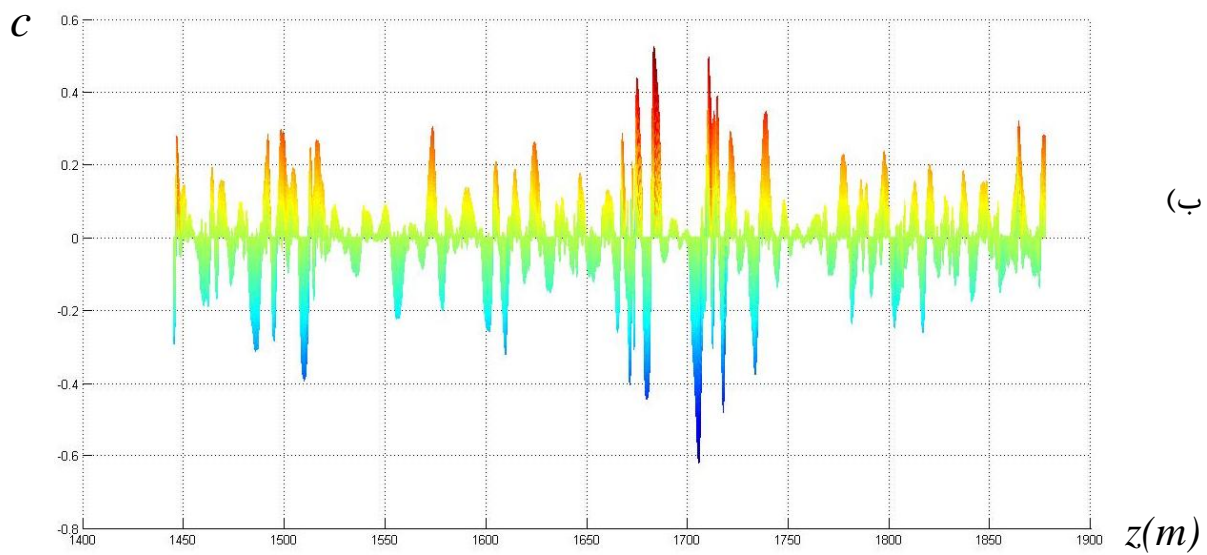
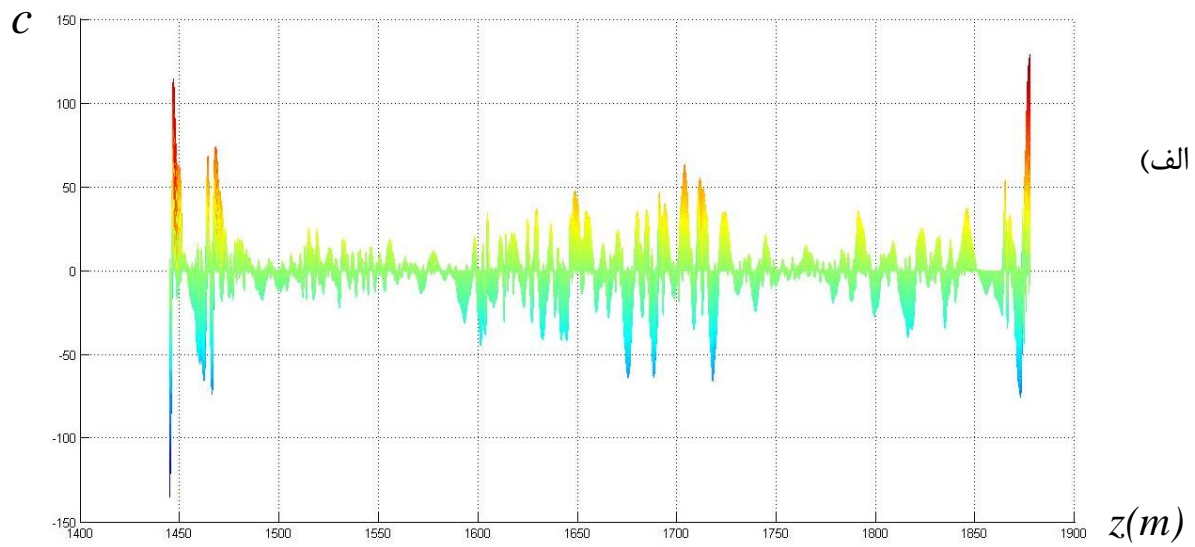
$C_{T\alpha}$: ضریب همبستگی ترکیبی در مکان $\alpha(z,a)$ می باشد که z عمق و a مقیاس موجک می باشد که عکس فرکانس زاویه ای است.

$C_{GR\alpha}$: ضریب همبستگی داده GR در مکان α

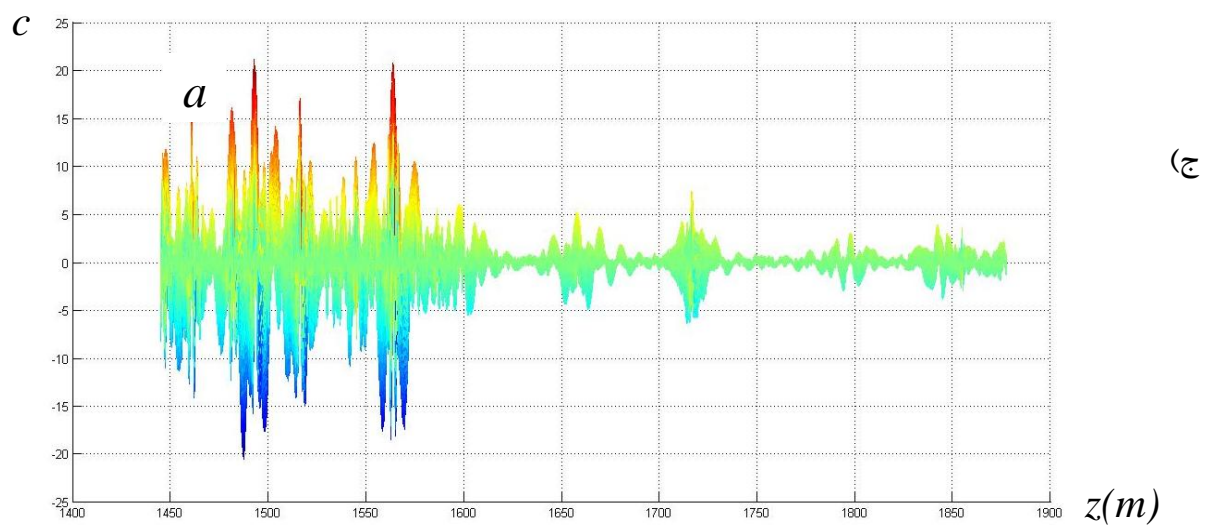
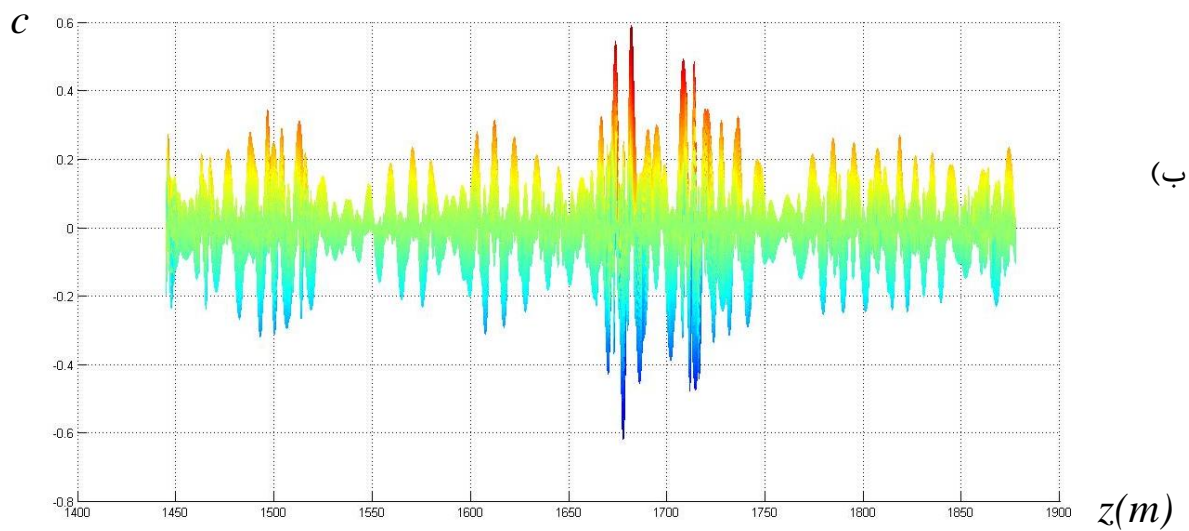
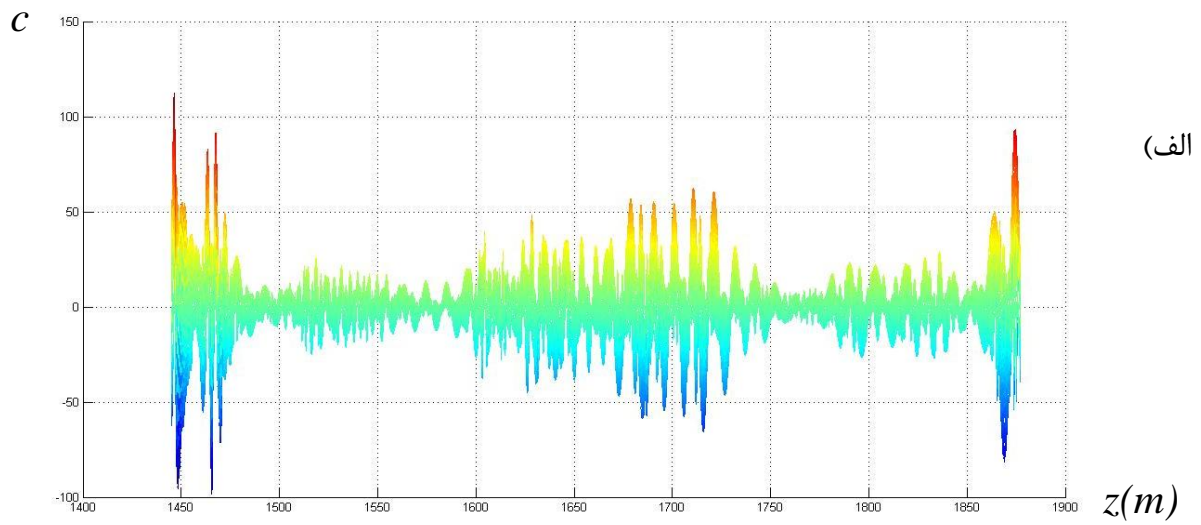
$C_{NPHI\alpha}$: ضریب همبستگی داده NPHI در مکان α

$C_{RHOB\alpha}$: ضریب همبستگی داده RHOB در مکان α

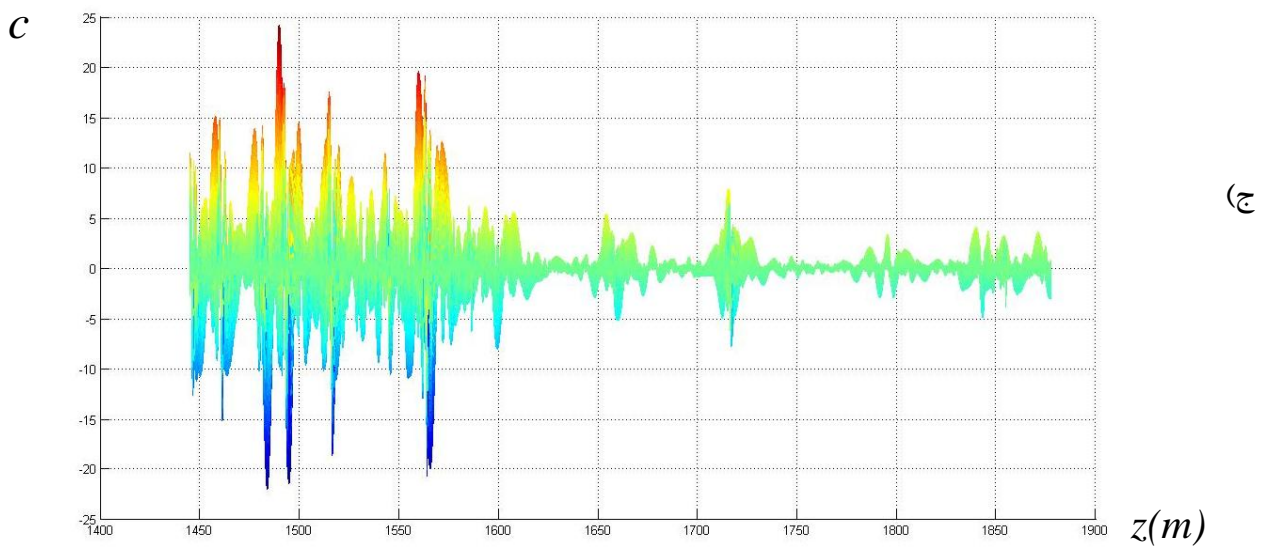
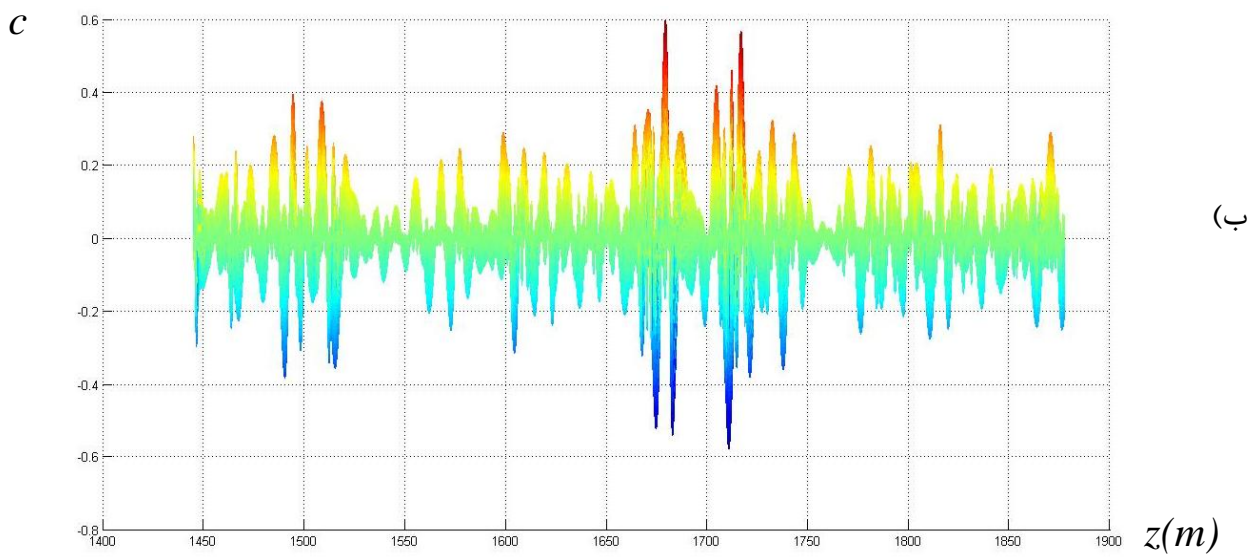
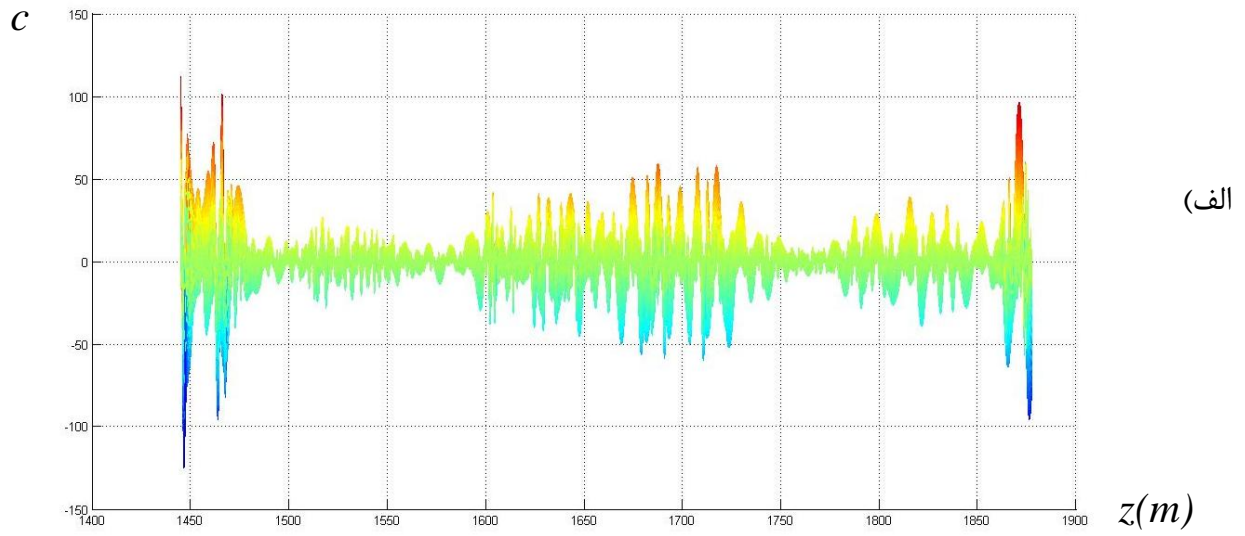
$C_{Vanh\alpha}$: ضریب همبستگی داده نسبت حجمی انیدریت در مکان α



شکل ۳-۲: آنالیز موجک نمودارهای چاه پیمایی در چاه Wa با استفاده از موجک هار در دوبعد عمق (Z)، ضریب همبستگی (C) (الف) نمودار اشعه گاما (GR-) (ب) تخلخل نوترونی (NPHI - ج) نسبت تورיום به اورانیوم (THOR/URAN)



شکل ۳-۳: آنالیز موجک نمودارهای چاه پیمایی در چاه Wa با استفاده از موجک مورله در دویعد عمق (z)، ضریب همبستگی (C) الف) نمودار اشعه گاما (GR) - ب) تخلخل نوترونی (NPHI) - ج) نسبت توریوم به اورانیوم (THOR/URAN)



شکل ۳-۴: آنالیز موجک نمودارهای چاه پیمایی در چاه Wa با استفاده از موجک داوینچیز ۶ (db₆) در دوبعد عمق (z)، ضریب همبستگی (C) الف) نمودار اشعه گاما (GR) - ب) تخلخل نوترونی (NPHI) - ج) نسبت توریوم به اورانیوم (THOR/URAN)

در نتیجه در محل هایی که در همه آنالیزها پیک هم علامت دیده می شود تشدید و یک پیک تشدید شده مثبت تولید می کند و در محل هایی که نمودارها پیک با علامت مخالف دارند پیک تشدید شده با علامت منفی تولید می کنند.

در چاه هایی که نسبت توریم به اورانیوم برداشته شده است می توان از آنالیز موجک این نسبت به جای درصد حجمی انیدریت استفاده نمود. در چاههایی که نمودار دانسیته ROHB برداشت نشده می توان از نمودار دانسیته ROHZ به جای آن استفاده نمود. البته نتایج اندکی متفاوت است.

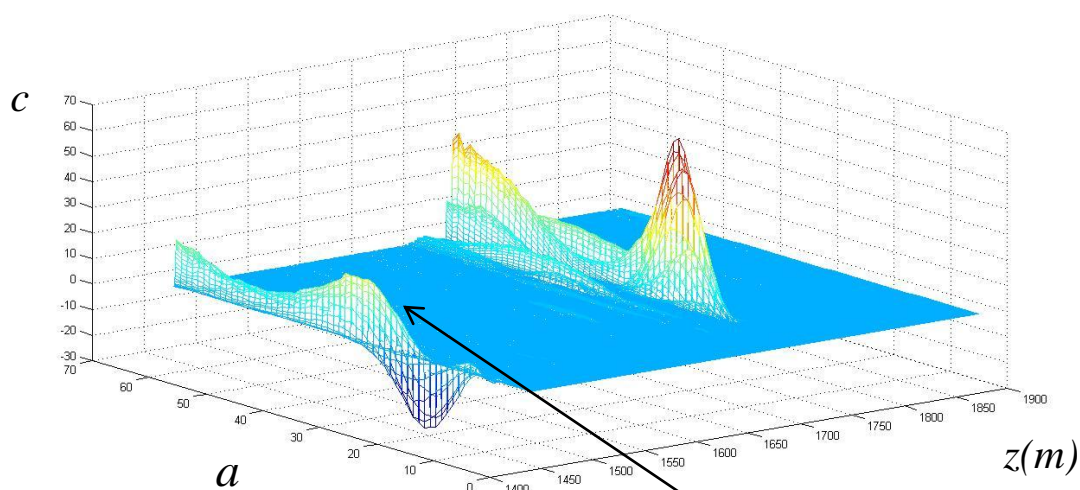
۳-۳-۱- چاه Wa

در چاه Wa پنج مرز چینه نگاری سکansı موجود است که در جدول ۳-۳ عمق مرزهای مورد نظر و مرزهای مشخص شده در آنالیز ترکیبی موجک نشان داده شده است. مرز KS₁ در چاه Wa با استفاده از داده های چاه پیمایی در عمق ۱۴۴۶/۶ متری تعیین شده است. در عمق ۱۴۴۶ متری در نمودار ترکیبی آنالیز موجک یک ماکزیمم محلی در مقیاس ۳۳ به اندازه ۲۴ دیده می شود. این امر در شکل های ۳-۵ و ۳-۶ دیده می شود.

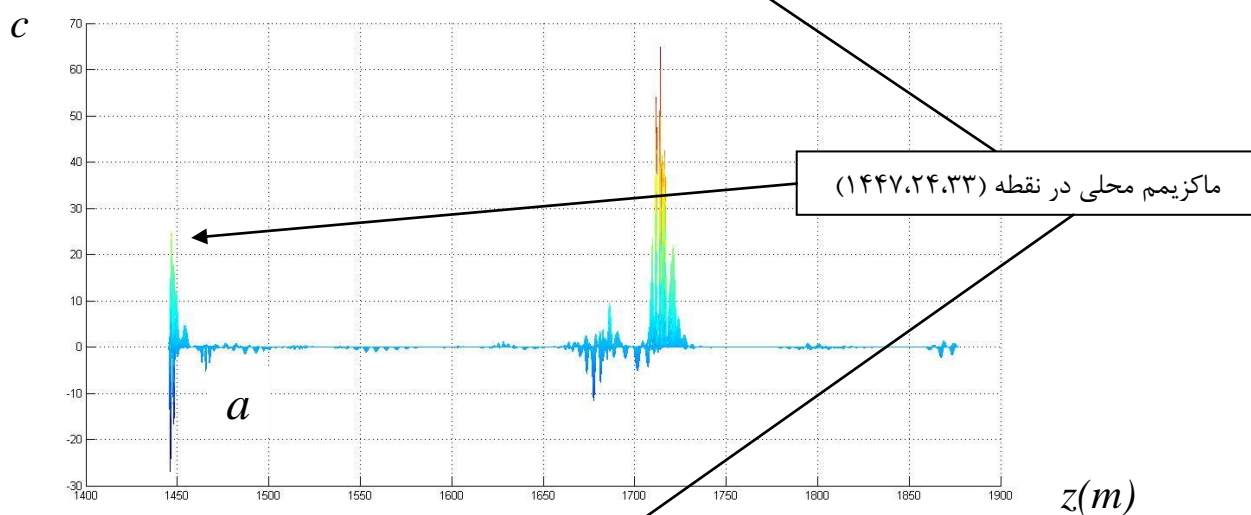
جدول ۳-۳: عمق مرز سازندها و سکانس ها و عمق ماکزیمم محلی در نمودار آنالیز ترکیبی موجک داده چاه پیمایی GR، NPHI، RHOB و V_{anh} در چاه Wa به همراه بر آورد خطای حاصل از آنالیز ترکیبی موجک در تعیین عمق مرز سکانسها

شرح	عمق مرز لایه	عمق مرز سکانس	ضخامت سکانس	نام سکانس	عمق اکستریم محلی	مقیاس	ضریب	خطا (متر)	خطا (درصد)
K1_Top	۱۴۴۶/۶	۱۴۴۶/۶	۱۱۱/۹	KS1	۱۴۴۷	۳۰	۲۴/۵	۰/۴	٪۰/۴
K2_Top	۱۵۵۶	۱۵۵۸/۵	۳۹/۵	KS2	۱۵۵۸	۵۹	۳	۳	٪۷/۶
K3_Top	۱۵۹۸	۱۵۹۸	۱۲۸/۷	KS3	۱۶۰۳	۲۷	۰/۲	۵	٪۳/۹
K4_Top	۱۷۱۷	۱۷۲۶/۷	۱۴۹/۴۸	KS4	۱۷۱۴	۲۴	۶۴	-۱۲/۷	٪-۸/۵
Base	۱۸۷۶/۳	۱۸۷۶/۱۸			۱۸۶۷	۶۴	۲	-۹/۱۸	٪-۶/۱

الف

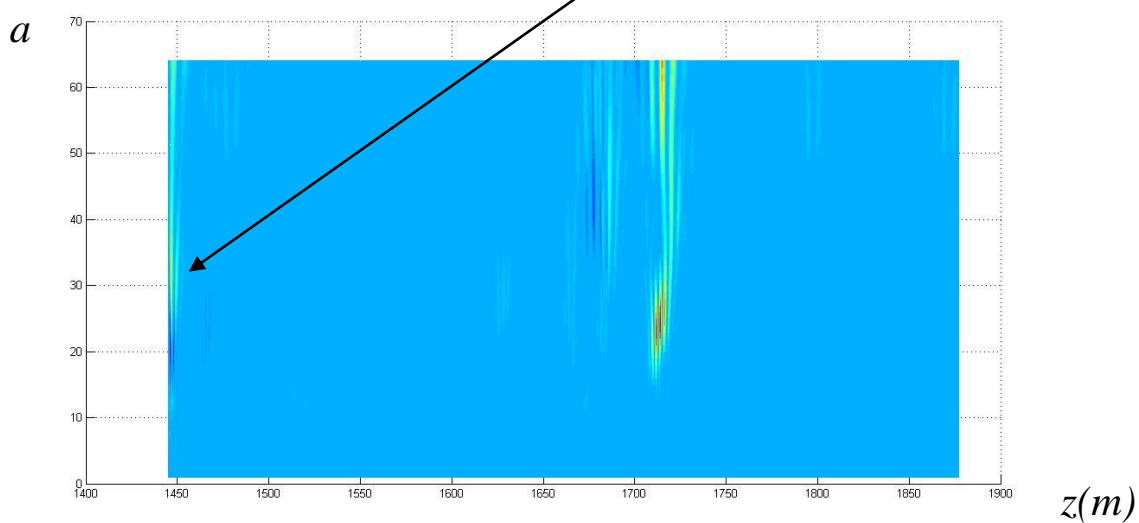


ب



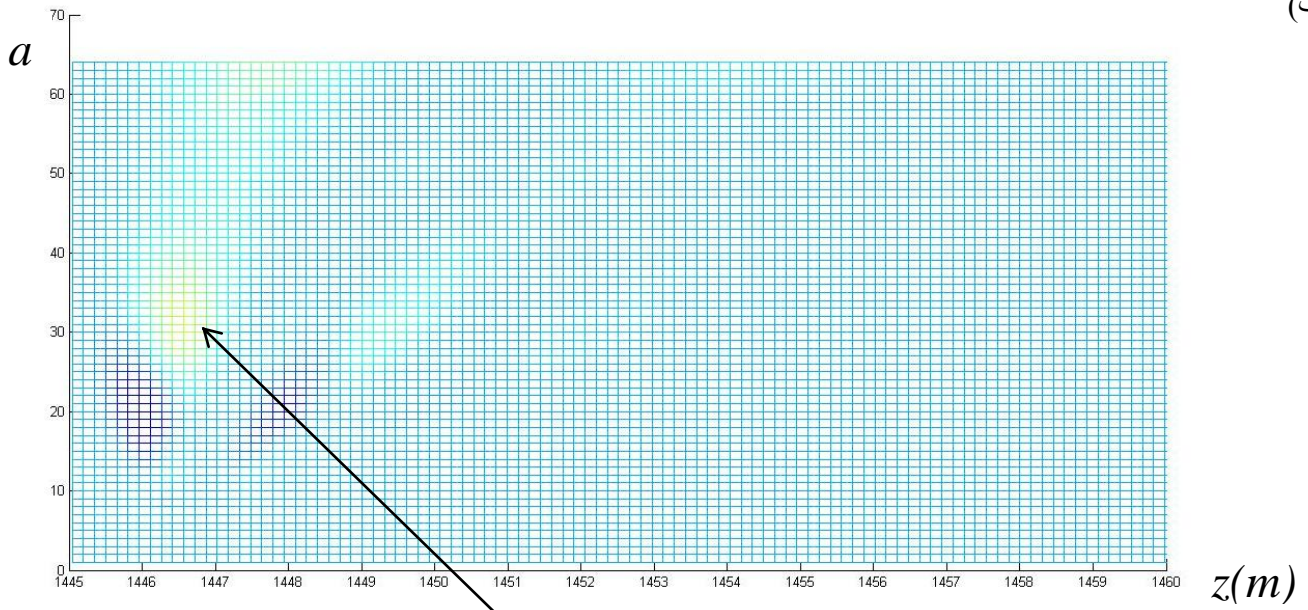
ماکزیمم محلی در نقطه (1447.24, 33)

ج



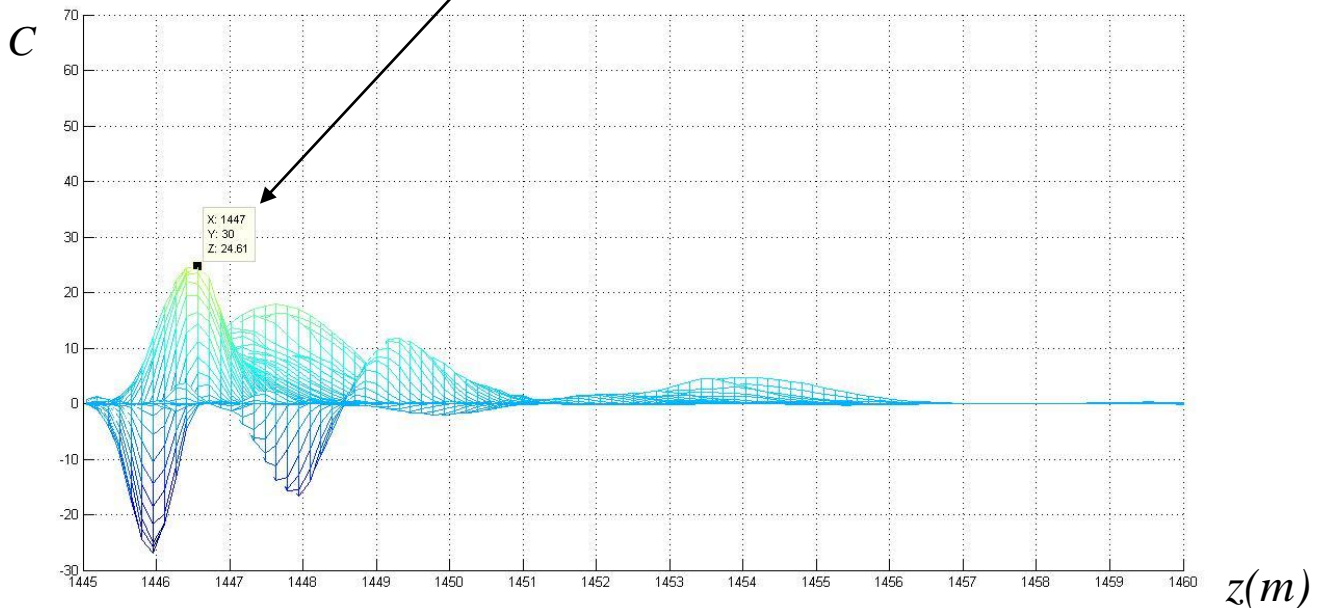
شکل ۳-۵: ترکیب آنالیز موجک داده چاه پیمایی در چاه GR - Wa ، NPHI ، RHOB و نسبت حجمی انیدریت (V_{anh}) - الف) در سه بعد عمق (z)، مقیاس (a)، ضریب همبستگی (C) - ب) در دوبرد عمق (z)، ضریب همبستگی (C) - ج) در دوبرد عمق (z)، مقیاس (a)

(الف)



ماکزیمم محلی در نقطه (۱۴۴۷،۲۴،۳۰)

(ب)



شکل ۳-۶: اولین مرز سکانشی در چاه Wa -ماکزیمم محلی در عمق ۱۴۴۷ متری در مقیاس ۳۰ و ضریب ۲۴/۵
الف) در دو بعد عمق (z)، مقیاس (a)-ب) در دو بعد عمق (z)، ضریب همبستگی (C)

در مرز بالای KS1 که منطبق بر مرز بین شیل آغار و K1 می باشد. بدلیل افزایش شیل در لایه آغار با افزایش نا گهانی نموداراشعه گاما (GR) همراه است. همچنین با کاهش تخلخل نوترونی NPHI و افزایش دانسیته RHOB همراه است. به این دلیل در این مرز یک تغییر روند ناگهانی در تمام نمودارها داریم که باعث ایجاد پیک کاملاً مشخص در نمودار ترکیبی می نماید.

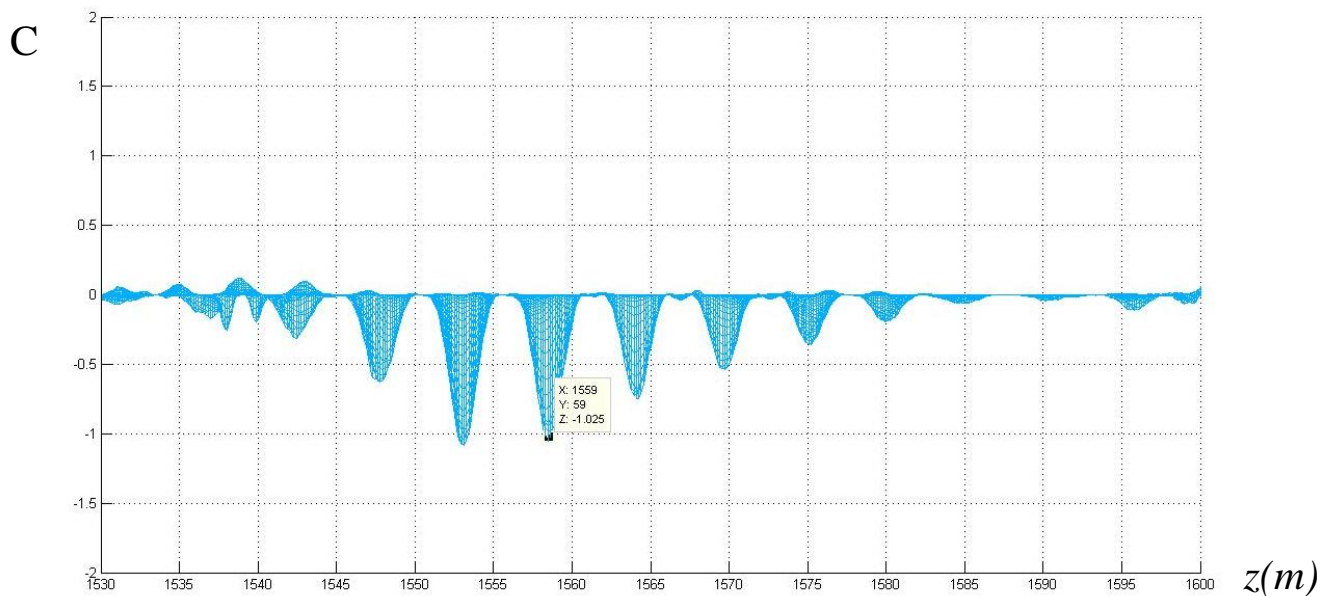
در عمق ۱۵۵۸/۵ متری دومین مرز سکansı مشاهده می گردد که در نمودار ترکیبی آنالیز موجک که در شکل ۳-۷ نشان داده شده است؛ این مرز به صورت مینیمم محلی کوچکی در عمق ۱۵۵۸ متر مشاهده می گردد. این مرز که کمی پائین تر از مرز بین K1 و K2 می باشد با افزایش دانسیته RHOB و کمی افزایش GR، کاهش NPHI تخلخل نوترونی و افزایش در صد حجمی انیدریت (V_{anh}) همراه است. ولی به دلیل اینکه میزان تغییرات در GR و در صد حجمی انیدریت جزئی است و میزان ضریب همبستگی آنالیز موجک مربوط به آنها در این نقطه پایین است؛ نمودار ترکیبی در این عمق یک ماکزیمم محلی بسیار کوچک نشان می دهد.

در عمق ۱۵۹۸ متری سومین مرز سکansı مشاهده می گردد که در نمودار ترکیبی آنالیز موجک این مرز به صورت ماکزیمم بسیار کوچکی در عمق ۱۶۰۳ متری مشاهده می گردد.

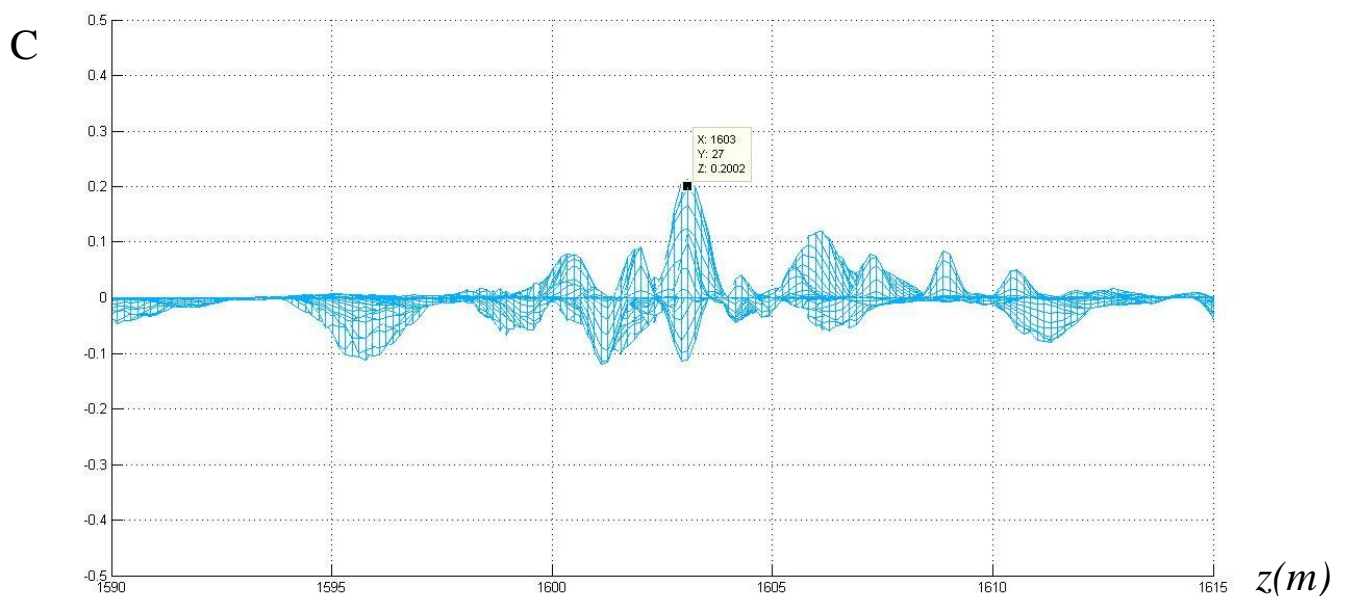
این مرز که منطبق بر مرز بین K2 و K3 می باشد با افزایش کم دانسیته RHOB و کاهش محسوس اشعه گاما (GR)، افزایش تخلخل نوترونی NPHI و افزایش جزئی در صد حجمی انیدریت (V_{anh}) همراه است. ولی به دلیل تغییرات کم درصد حجمی انیدریت و دانسیته RHOB و در نتیجه ضریب همبستگی کوچک آنالیز موجک در این مرز یک ماکزیمم محلی بسیار کوچک در آنالیز موجک ترکیبی مشاهده می گردد. تمامی این تغییرات در عمق ۱۶۰۳ متری یعنی حدود ۵ متر پائین تر از مرز سکansı یعنی در عمق ۱۵۹۸ متری (جدول ۳-۳) مشاهده می گردد (شکل ۳-۸).

در عمق ۱۷۲۶ متری چهارمین مرز سکansı دیده می شود که این مرز در نمودار آنالیز بصورت ماکزیممی کاملاً مشخص در عمق ۱۷۱۴ مشاهده می گردد (شکل ۳-۹).

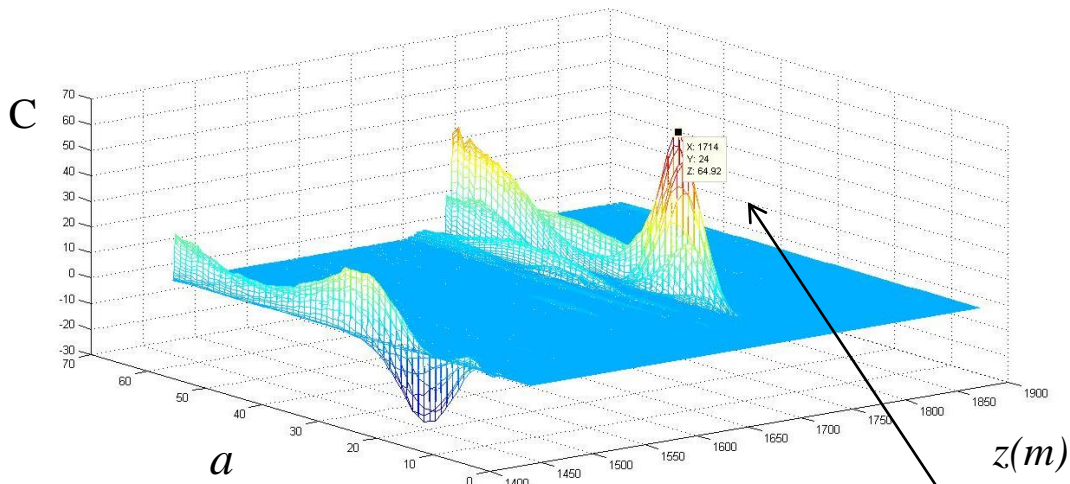
این مرز اندکی بالاتر از مرز K3 و K4 قرار دارد. با افزایش RHOB و افزایش GR، افزایش NPHI و افزایش شدید در صد حجمی انیدریت همراه است. به دلیل اینکه در تمامی نمودارها افزایش شدید و محسوس دیده می شود این مرز نیز به صورت یک ماکزیمم محلی کاملاً مشخص دیده می شود.



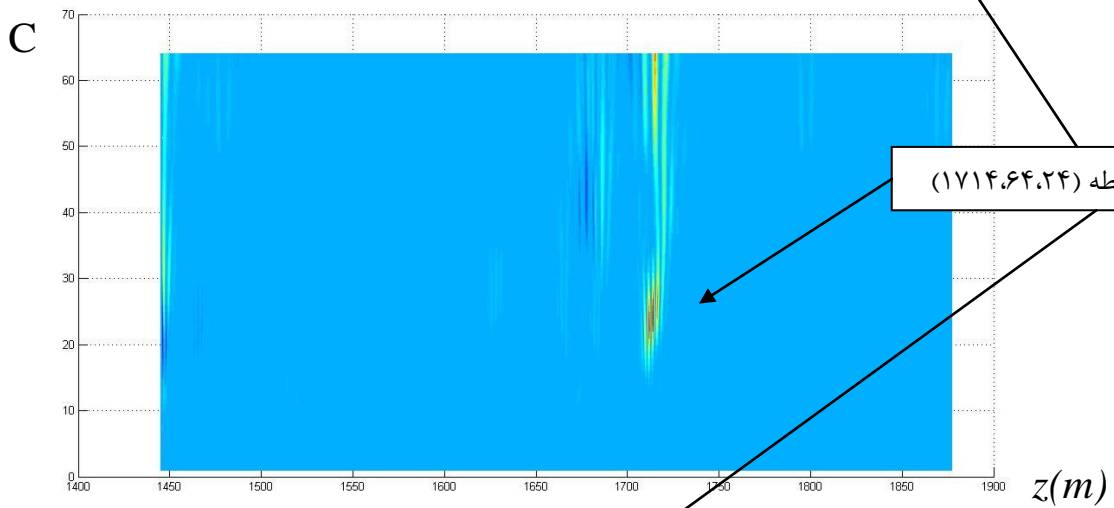
شکل ۳-۷: دومین مرز سکansı در چاه Wa - مینیمم محلی در عمق ۱۵۵۸ متری در مقیاس ۵۹ و ضریب (-۱) در دو بعد عمق (Z) و ضریب (C) (نمای نزدیک) در چاه Wa



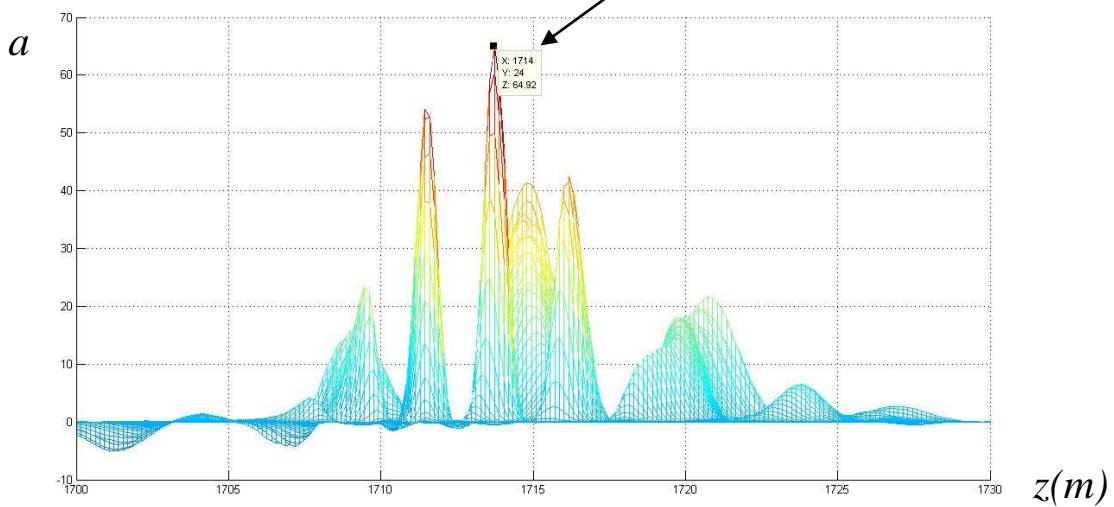
شکل ۳-۸: سومین مرز سکansı در چاه Wa - ماکزیمم محلی در عمق ۱۶۰۳ متری در مقیاس ۲۷ و ضریب ۰/۲ در دو بعد عمق (Z) و ضریب (C) (نمای نزدیک).



(ب)



(ج)



شکل ۳-۹: چهارمین مرز سکansı در چاه Wa - ماکزیمم محلی در عمق ۱۷۱۴ متری ترکیب آنالیز موجک داده چاه پیمایی GR، NPFI، RHOB و نسبت حجمی انیدریت - الف) در سه بعد عمق (z)، مقیاس (a)، ضریب همبستگی (C) - ب) در دو بعد عمق (z)، ضریب همبستگی (C) و نسبت حجمی انیدریت - الف) در سه بعد عمق (z)، مقیاس (a)، ضریب همبستگی (C) و نسبت حجمی انیدریت - ج) در دو بعد عمق (z)، مقیاس (a)

همان طور که ذکر گردید می توان بجای در صد حجمی انیدریت از آنالیز موجک نسبت توریوم به اورانیوم (THOR/URAN) استفاده کرد. در این چاه با استفاده از این نسبت، نمودار ترکیبی دیگری بر اساس رابطه ذیل بدست آمد.

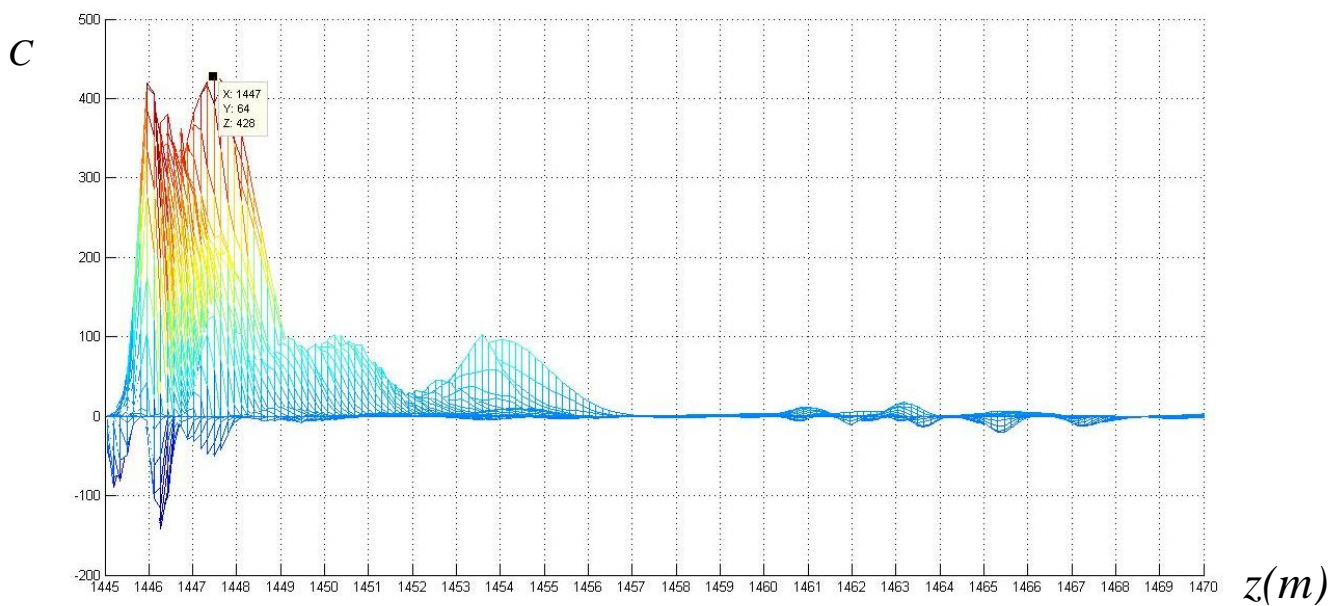
$$C_{T\alpha} = C_{GR\alpha} \times C_{NPHI\alpha} \times C_{RHOB\alpha} \times C_{TU\alpha} \quad (2-3)$$

که در آن؛ $C_{TU\alpha}$ ضریب همبستگی نسبت توریوم به اورانیوم در مکان $\alpha(z,a)$ می باشد. که z عمق و a مقیاس موجک می باشد که عکس فرکانس زاویه ای است و سایر عبارت مشابه رابطه (۳-۱) می باشد. در چاه Wa با استفاده ضریب همبستگی ترکیبی حاصل از رابطه (۳-۲)، پنج مرز سکانشی در عمق های ۱۴۴۷، ۱۵۶۹، ۱۶۰۳، ۱۷۱۴ و ۱۸۶۷ متری تشخیص داده شده است که در جدول ۳-۴ اطلاعات مربوط به آن آورده شده است.

جدول ۳-۴: عمق مرز سازندها و سکانش ها و عمق اکستریم محلی در نمودار آنالیز ترکیبی موجک داده چاه پیمایی GR، NPHI، RHOB و نسبت THOR/URAN در چاه Wa و بر آورد خطای حاصل از آن در تعیین عمق مرز سکانشها

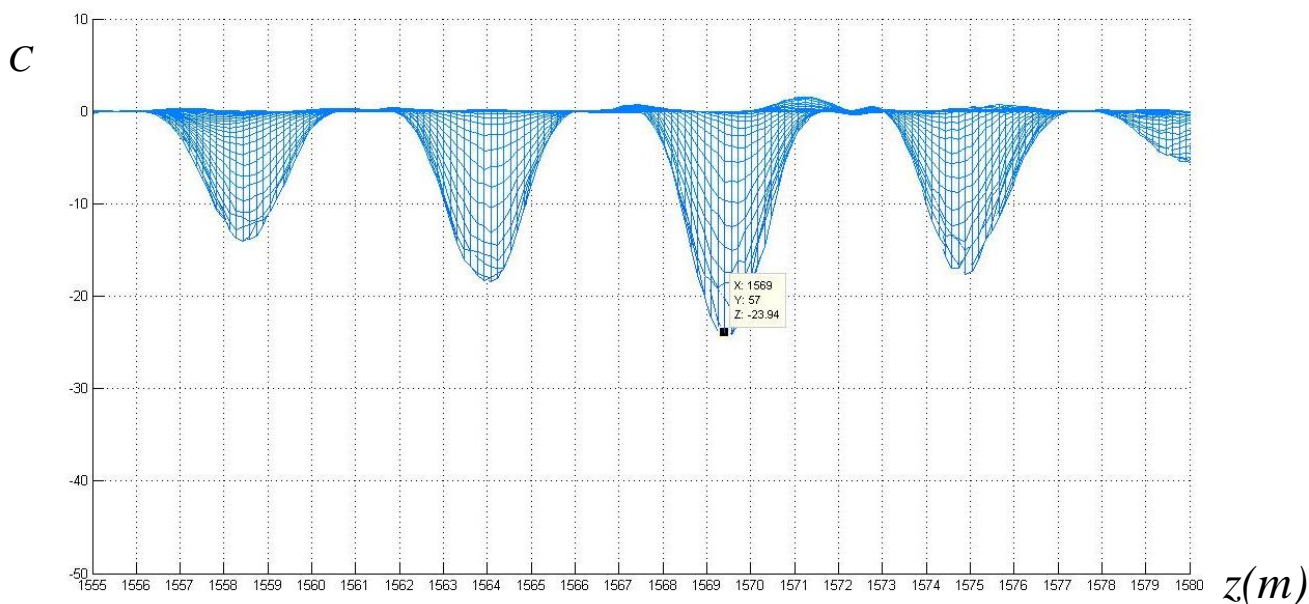
شرح	عمق مرز	عمق مرز سکانش	ضخامت سکانش	نام سکانش	عمق اکستریم محلی	مقیاس	ضریب	خطا	خطا (درصد)
K1_Top	۱۴۴۶/۶	۱۴۴۶/۶	۱۱۱/۹	KS1	۱۴۴۷	۶۴	۴۲۸	۰/۴	٪۰/۴
K2_Top	۱۵۵۶	۱۵۵۸/۵	۳۹/۵	KS2	۱۵۶۹	۵۷	-۲۳/۹	۱۰/۵	٪۲۶/۶
K3_Top	۱۵۹۸	۱۵۹۸	۱۲۸/۷	KS3	۱۶۰۳	۳۷	۱۲	۵	٪۳/۹
K4_Top	۱۷۱۷	۱۷۲۶/۷	۱۴۹/۴۸	KS4	۱۷۱۴	۲۵	۱۵۱	-۱۲/۷	٪-۸/۵
Base	۱۸۷۶/۳	۱۸۷۶/۱۸			۱۸۶۷	۶۴	-۲/۳	-۹/۱۸	٪-۶/۱

همانطور که در شکل ۳-۱۰ مشاهده می نمایید یک ماکزیمم محلی بزرگ به اندازه ۴۲۸ در مقیاس ۶۴ در عمق ۱۴۴۷ متری دیده می شود که نشان دهنده اولین مرز سکانشی می باشد که با توجه به داده های حاصل از نمودارهای چاه پیمایی عمق این مرز ۱۴۴۶/۶ متری تعیین شده است.



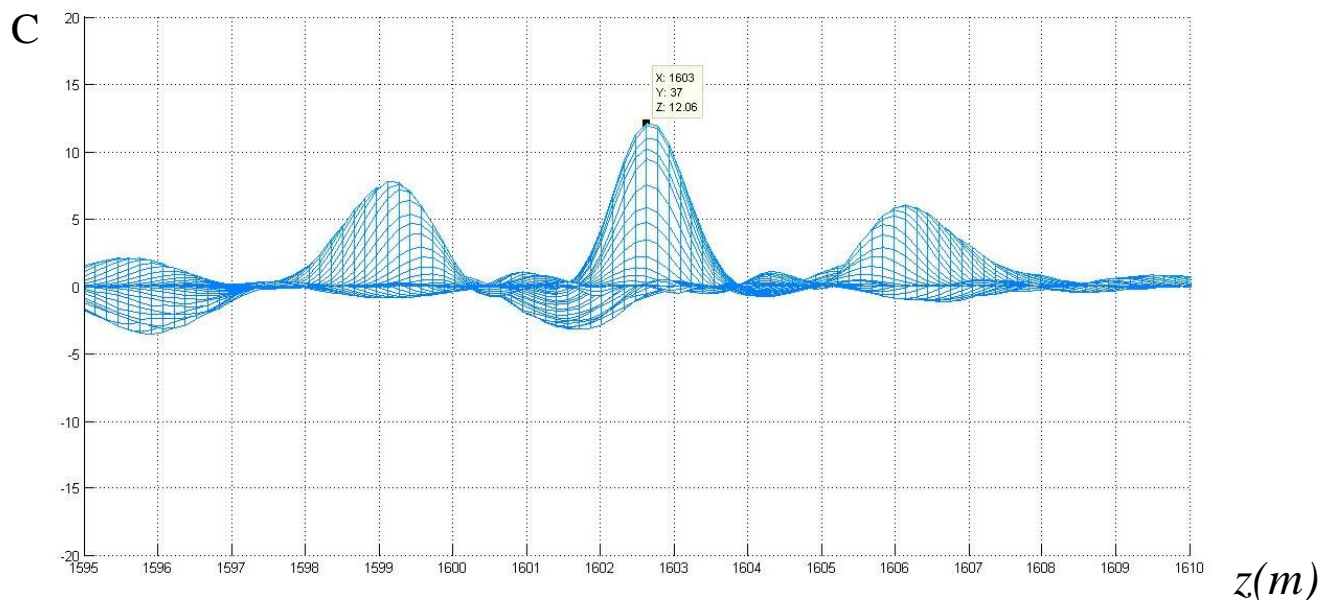
شکل ۳-۱۰: اولین مرز سکاسی در چاه Wa ماکزیمم محلی در عمق ۱۴۴۷ متری.

دومین مرز در عمق ۱۵۶۹ متری بصورت می نیمم محلی به اندازه (۲۳,۹-) دیده می شود که در شکل ۳-۱۱ ملاحظه می گردد.



شکل ۳-۱۱: دومین مرز سکاسی در چاه Wa- مینیمم محلی در عمق ۱۵۶۹ متری

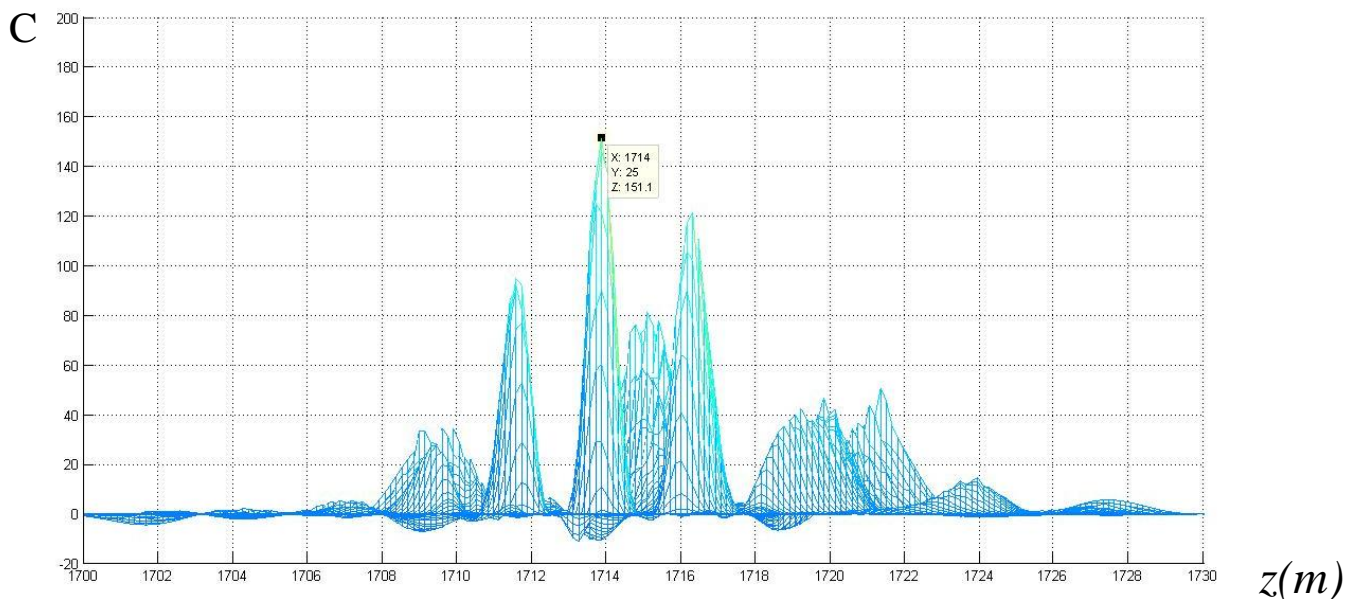
سومین مرز سکانشی در عمق ۱۵۹۸ متری قرار دارد که در نمودار ترکیبی آنالیز موجک در عمق ۱۶۰۳ متری قابل مشاهده است. این مرز در شکل ۳-۱۲ دیده می شود.



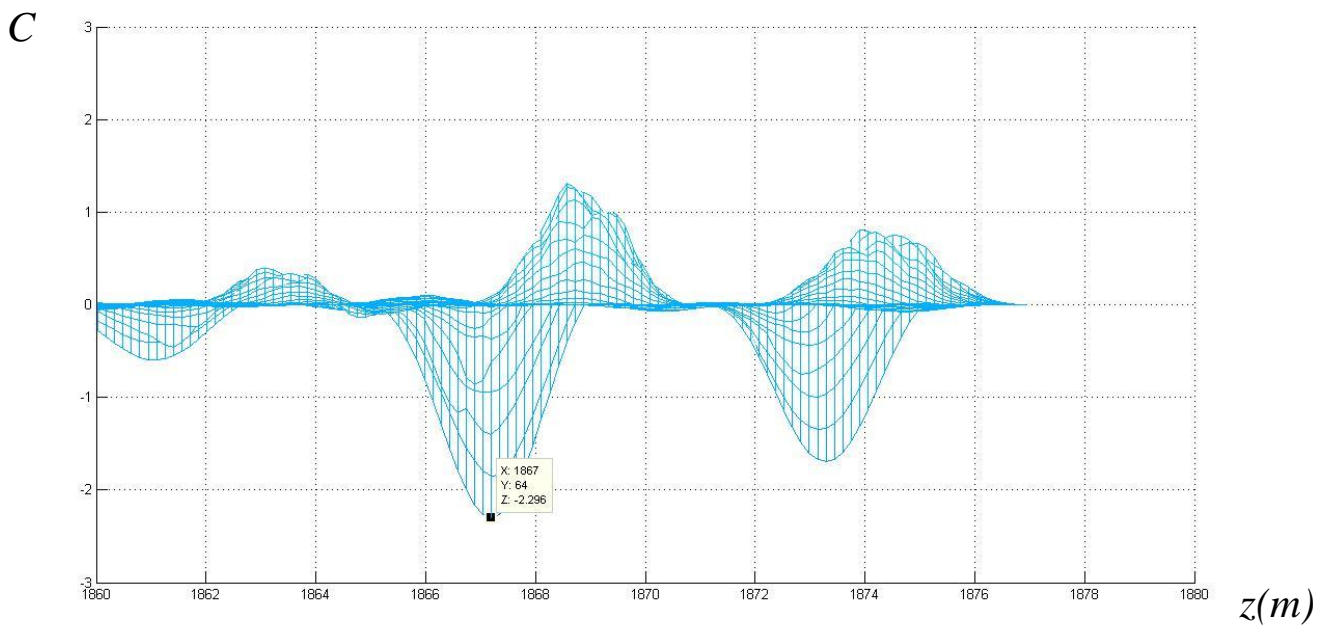
شکل ۳-۱۲: سومین مرز سکانشی در چاه Wa - بصورت مینیمم محلی در عمق ۱۶۰۳ متری

در شکل ۳-۱۳ چهارمین مرز سکانشی در عمق ۱۷۱۴ متری بصورت ماکزیمم محلی به اندازه ۱۵۱ در مقیاس ۲۵ دیده می شود. این مرز با آنالیز مغزه در عمق ۱۷۲۶/۷ متری تعیین شده که حدود ۱۳ متر اختلاف وجود دارد.

آخرین مرز سکانشی در عمق ۱۸۷۶/۱۸ دیده می شود که در آنالیز موجک بصورت مینیمم محلی به اندازه (۲-) در مقیاس ۶۴ دیده می شود. این ماکزیمم در شکل ۳-۱۴ دیده می شود.



شکل ۳-۱۳: چهارمین مرز سکانشی در چاه Wa - بصورت ماکزیمم محلی در عمق ۱۷۱۴ متری.



شکل ۳-۱۴: پنجمین مرز سکانشی در چاه Wa - بصورت مینیمم محلی در عمق ۱۸۶۷ متری.

در این ترکیب نیز مرز دوم و سوم سکانشی به سختی قابل تعیین و شناسایی است در ضمن میزان خطا در این نمودار ترکیبی درصد خطای نسبتا بزرگتری نسبت به آنالیز ترکیبی قبلی دارد.

همانطور که در بخش ۲-۳ مشاهده کردید سومین مرز سکانسی که منطبق بر مرز K3,K2 بود با تغییراتی در نمودار تورיום اورانیوم و نیز GR و NPHI مشخص می شد در این مرحله از ترکیب چهار ضریب همبستگی بصورت زیر برای تشخیص این مرز استفاده می نماییم :

$$C_{T\alpha} = C_{GR\alpha} \times C_{NPHI\alpha} \times C_{TU\alpha} \times C_{UT\alpha} \quad (3-3)$$

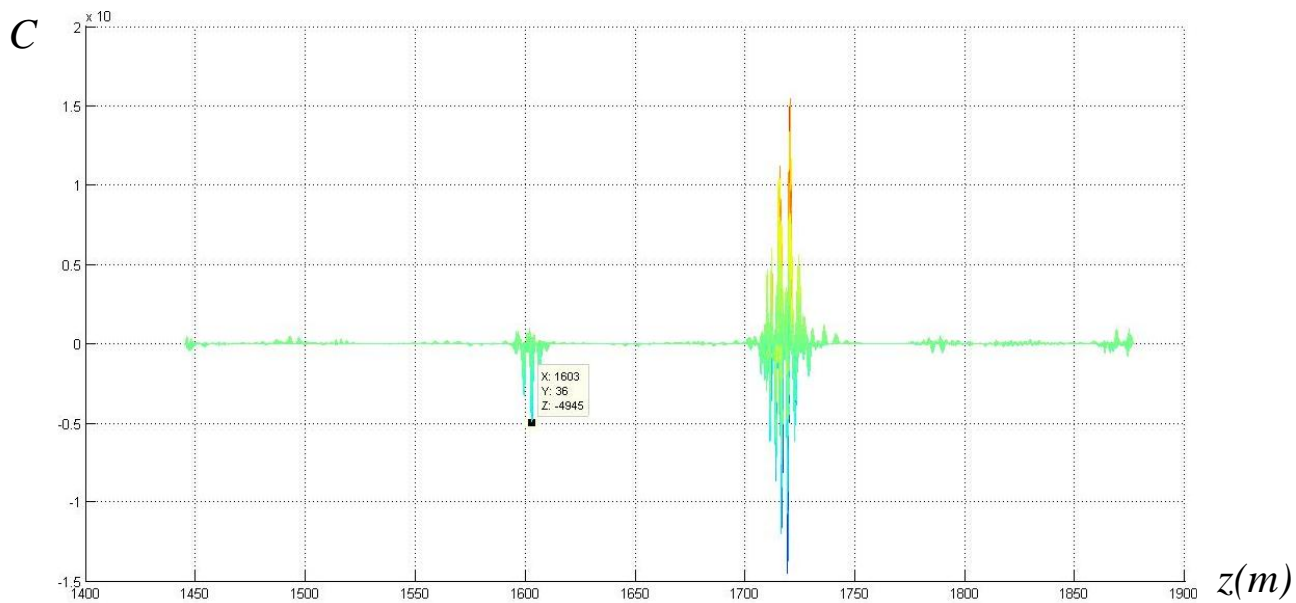
که در آن:

$C_{T\alpha}$: ضریب همبستگی ترکیبی در مکان $\alpha(z,a)$ می باشد. که Z عمق و a مقیاس موجک می باشد که عکس فرکانس است.

$C_{TU\alpha}$: ضریب آنالیز داده THOR/URAN در مکان α

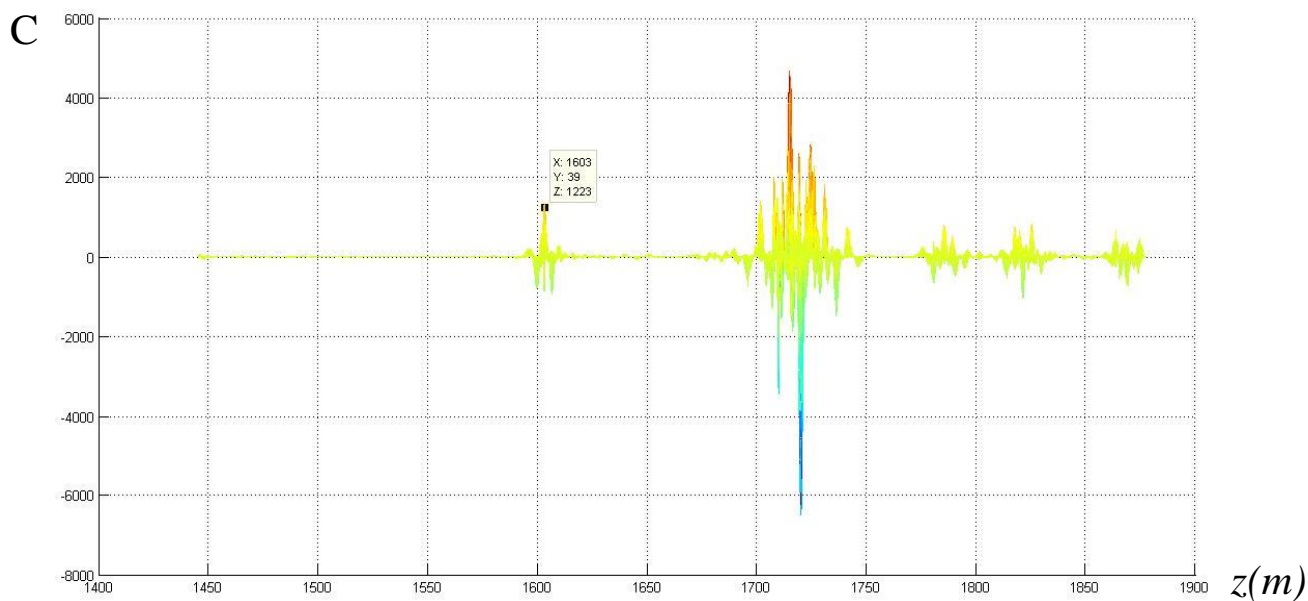
$C_{UT\alpha}$: ضریب آنالیز داده نسبت URAN/THOR در مکان α و سایر عبارات مشابه رابطه (۳-۱) و (۳-۲) می باشد.

بدین ترتیب در شکل ۳-۱۵، ۳-۱۶، ۳-۱۷ و ۳-۱۸ نمونه هایی از این ترکیب ها را ملاحظه می نمایید که این مرز به راحتی تشخیص داده شده است.



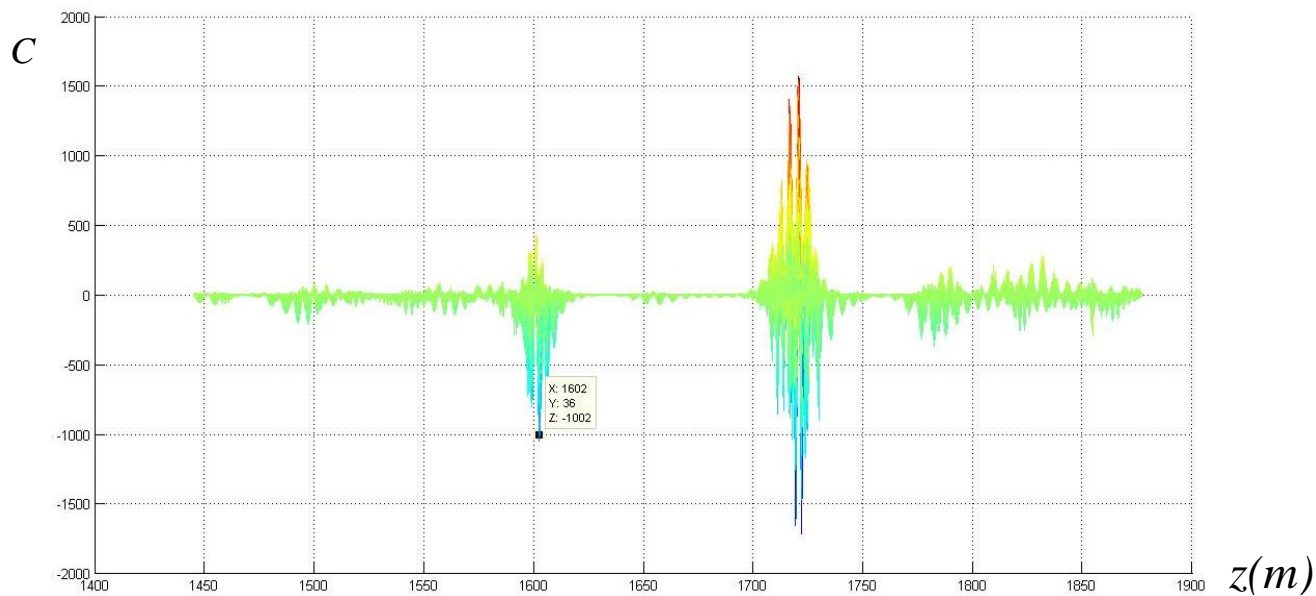
شکل ۳-۱۵: سومین مرز سکانشی در چاه Wa - بصورت مینیمم محلی در عمق ۱۶۰۳ متری با ترکیب ضریب

نمودارهای GR, NPHI, THOR/URAN, URAN/THOR

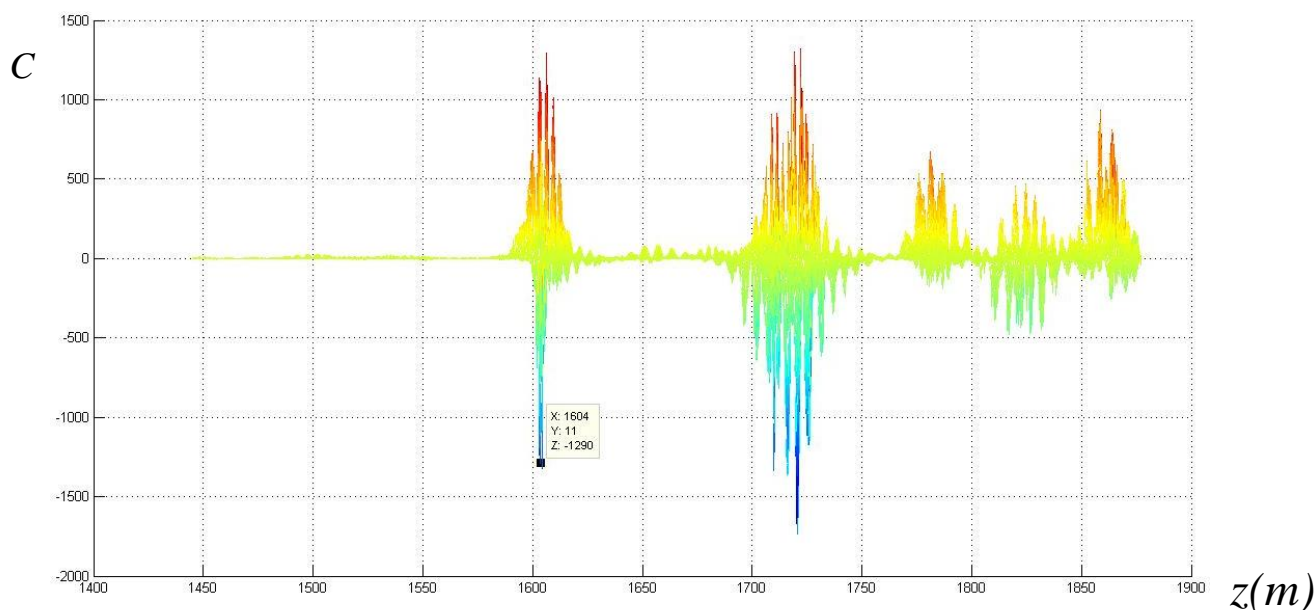


شکل ۳-۱۶: سومین مرز سکانشی در چاه Wa - بصورت ماکزیمم محلی در عمق ۱۶۰۳ متری با ترکیب ضریب

نمودارهای GR, NPHI, URAN/THOR

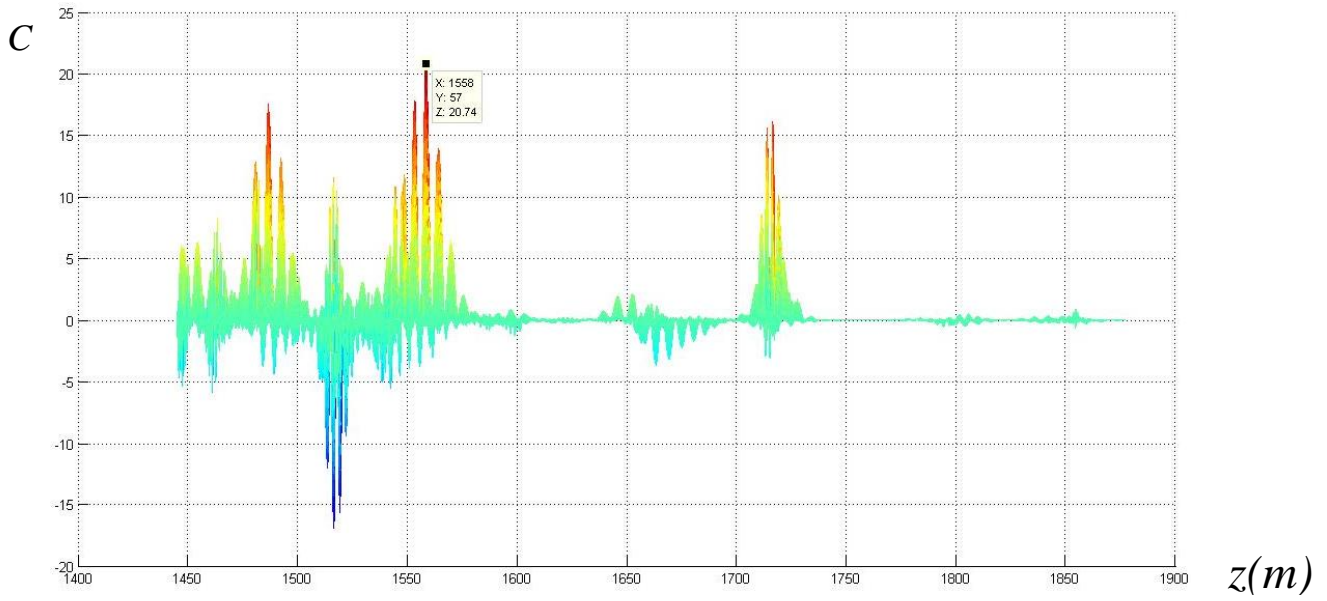


شکل ۳-۱۷: سومین مرز سکانسی در چاه Wa - بصورت مینیما محلی در عمق ۱۶۰۲ متری با ترکیب ضریب نمودارهای نسبت THOR/URAN و نسبت URAN/THOR در چاه Wa قابل تشخیص است.



شکل ۳-۱۸: سومین مرز سکانسی در چاه Wa - بصورت مینیما محلی در عمق ۱۶۰۲ متری با ترکیب ضریب نمودارهای URAN و نسبت URAN/THOR

اما چهارمین مرز سکانسی که هم تغییرات توریوم اورانیوم و انیدریت قابل مشاهده است با ترکیب ضریب نمودار THOR/URAN و درصد حجمی انیدریت قابل مشاهده است. در شکل ۳-۱۹ می توان این مسئله را مشاهده نمود.



شکل ۳-۱۹: چهارمین مرز سکansı در چاه Wa - بصورت ماکزیمم محلی در عمق ۱۵۵۸ متری با ترکیب ضریب

نمودارهای در صد حجمی انیدریت و نسبت THOR/ URAN

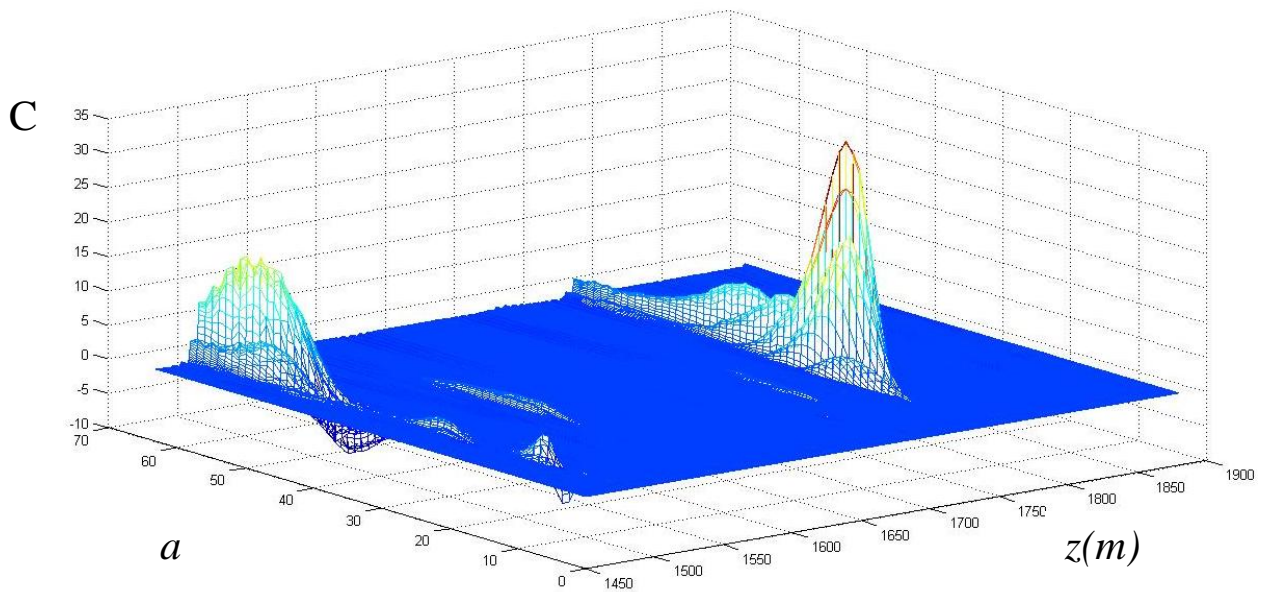
۳-۳-۲- چاه Wd

پنج مرز سکansı در عمقهای ۱۴۸۸، ۱۵۹۵، ۱۶۳۹/۵، ۱۷۴۸/۸ و ۱۹۳۳/۶ متری قرار دارد. در این چاه حفاری تا ۵۰ متر مانده به انیدریت نار صورت پذیرفته است. بدین معنی که تنها چهار مرز سکansı در نمودار چاه نگاری قابل رویت است. این چهار مرز در شکل ۳-۲۰ و شکل ۳-۲۱ قابل رویت است.

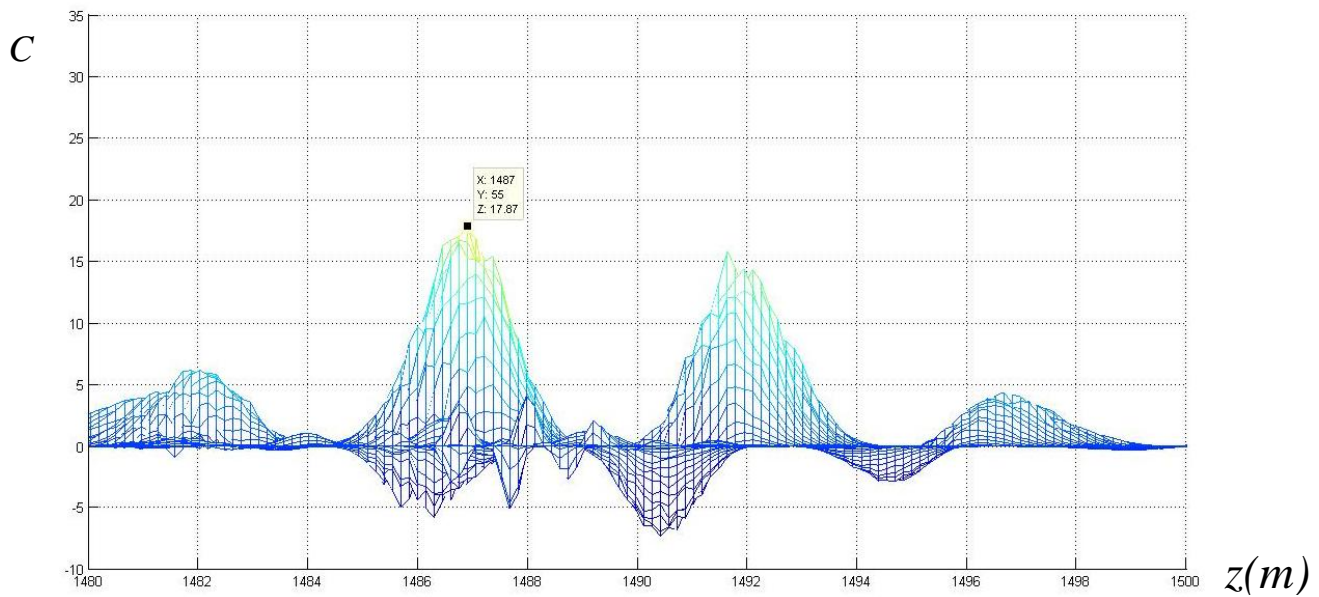
جدول ۳-۵: مرزهای سکansı در چاه Wd و اکستریم محلی آنها در نمودار چاه پیمایی در نمودار آنالیز ترکیبی موجک داده چاه پیمایی GR، NPHI، RHOB و نسبت حجمی انیدریت

شرح	عمق مرز	عمق مرز سکانس	ضخامت سکانس	عمق اکستریم محلی	مقیاس	ضریب	خطا (متر)	خطا (درصد)
K1_Top	۱۴۸۸	۱۴۸۸	۱۰۷	۱۴۸۷	۵۵	۱۷/۹	-۱	٪-۰/۹
K2_Top	۱۵۹۸	۱۵۹۵	۴۴/۵	۱۶۰۰	۶۱	۱/۲	۵	٪۱۱/۲
K3_Top	۱۶۴۰	۱۶۳۹/۵	۱۰۹/۳	۱۶۴۲	۳۷	۰/۲	۲/۵	٪۲/۳
K4_Top	۱۷۵۹	۱۷۴۸/۸	۱۸۴/۸	۱۷۵۲	۲۳	۳۴/۹	۳/۲	٪۱/۷
Base	۱۹۳۴	۱۹۳۳/۶	حفاری تا این مرز ادامه نیافته و این مرز در نمودار چاه نگاری نمایان نیست.					

اولین مرز سکansı در عمق ۱۴۸۸ متری قابل رویت است که بصورت یک ماکزیمم در عمق ۱۴۸۷ متری قابل رویت است. که در شکل ۳-۲۱ نمایان است.

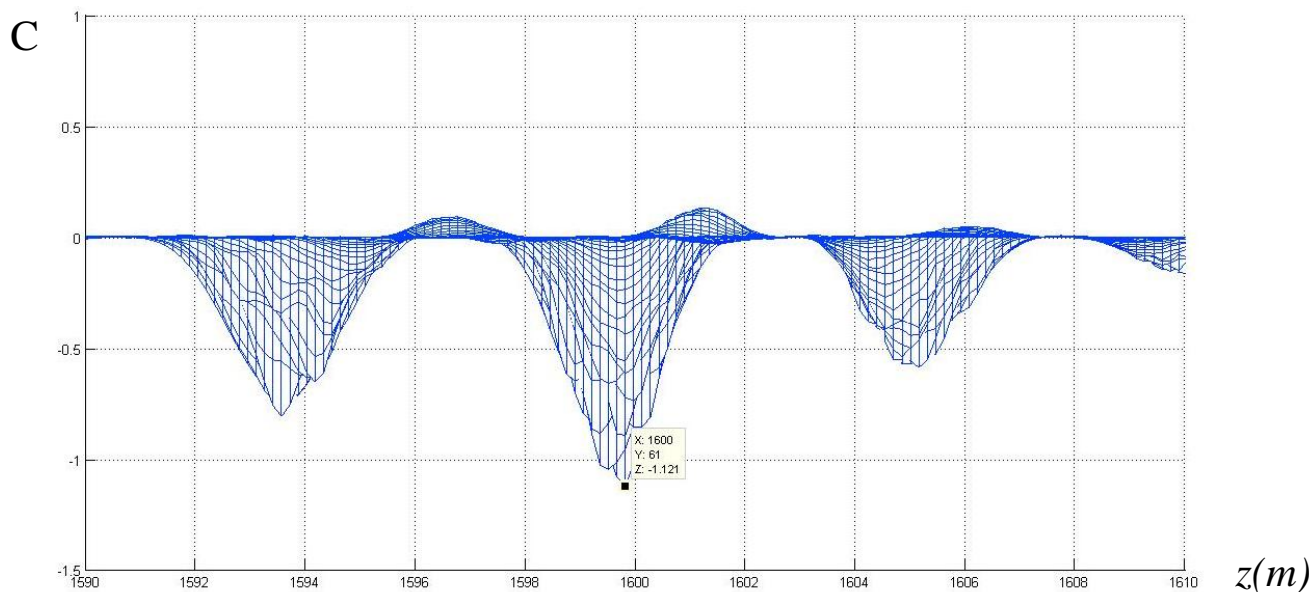


شکل ۳-۲۰: نمودار ترکیب آنالیز موجک در چاه Wd - داده های چاه پیمایی GR, NPHI, RHOB و نسبت حجمی ANHYDRITE



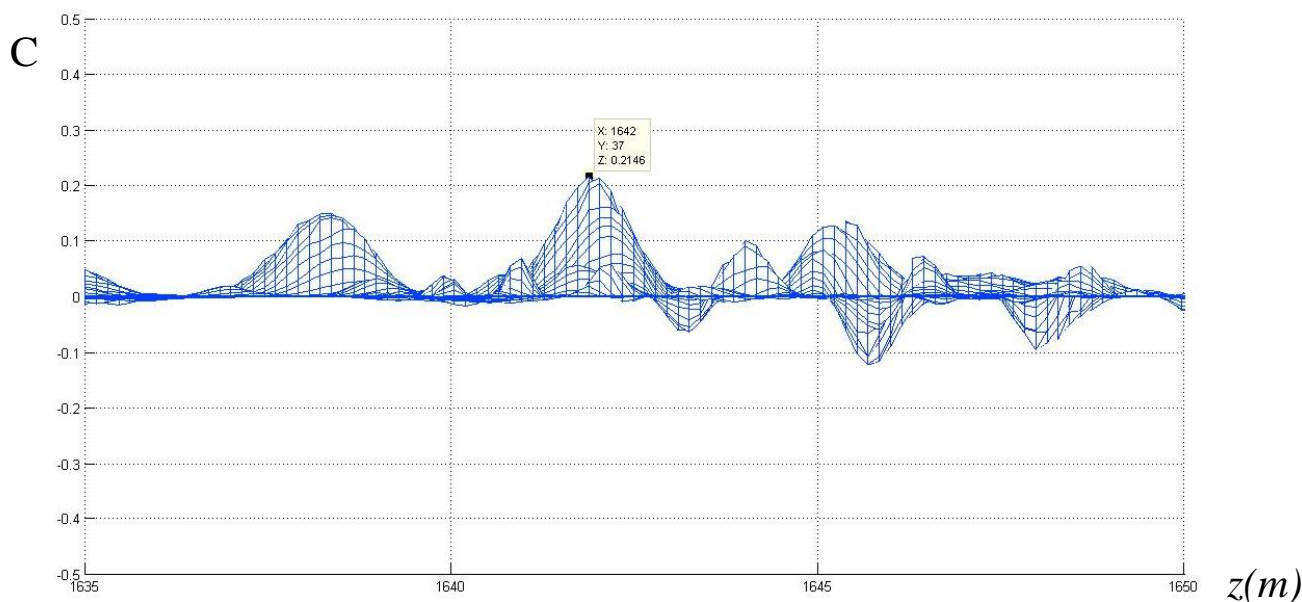
شکل ۳-۲۱: اولین مرز سکansı در چاه Wd - ماکزیمم محلی در عمق ۱۴۸۷ متری

دومین مرز سکansı در عمق ۱۵۹۵ متری دیده می شود که در نمودار ترکیبی در عمق ۱۶۰۰ متری یک ماکزیمم محلی قابل رویت است. (شکل ۳-۲۲)



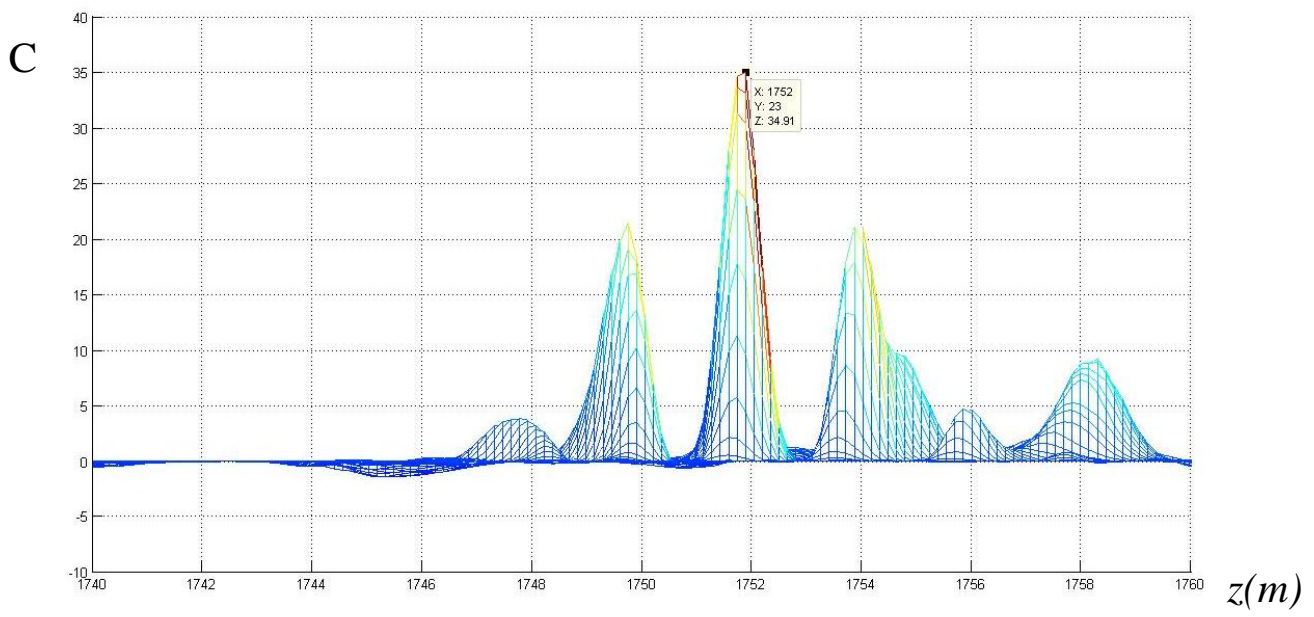
شکل ۲۲-۳: دومین مرز سکansı در چاه Wd - یک ماکزیمم محلی در عمق ۱۶۰۰ متری

سومین مرز سکansı در ۱۶۳۹/۵ متری دیده می شود که بصورت یک ماکزیمم محلی در عمق ۱۶۴۲ متری قابل مشاهده است. به شکل ۲۳-۳ توجه فرمایید.



شکل ۲۳-۳: سومین مرز سکansı در چاه Wd - ماکزیمم محلی در عمق ۱۶۴۲ متری قابل

اما چهارمین و آخرین مرز سکansı قابل مشاهده در عمق ۱۷۴۸/۸ متری قابل مشاهده است که بصورت یک ماکزیمم محلی نسبتا بزرگ در عمق ۱۷۵۲ متری دیده می شود که در شکل ۲۴-۳ نشان داده شده است.



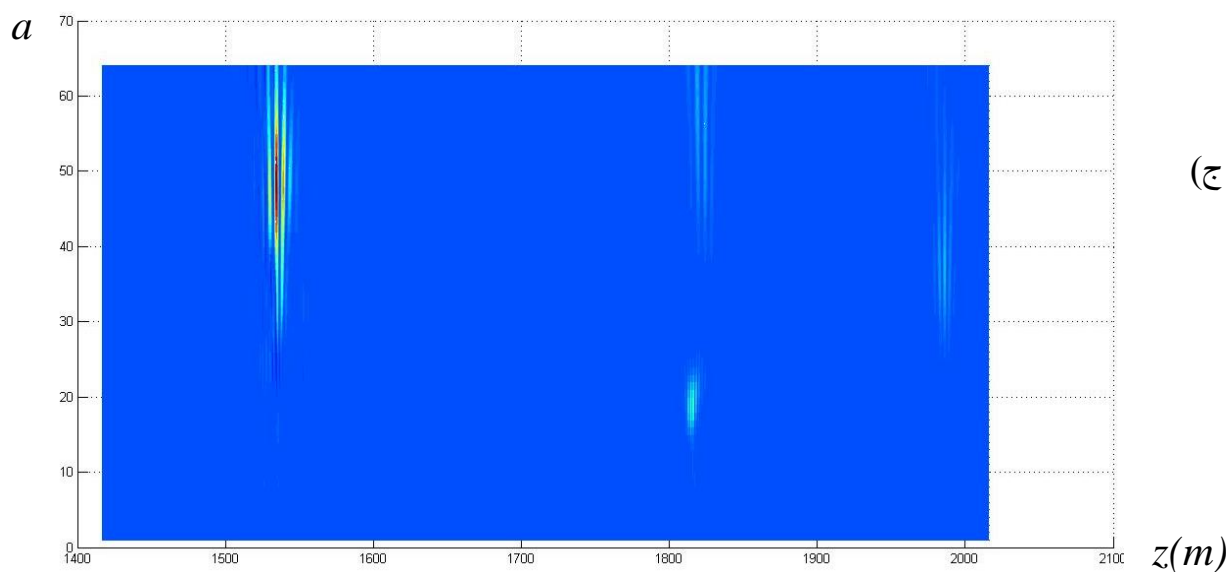
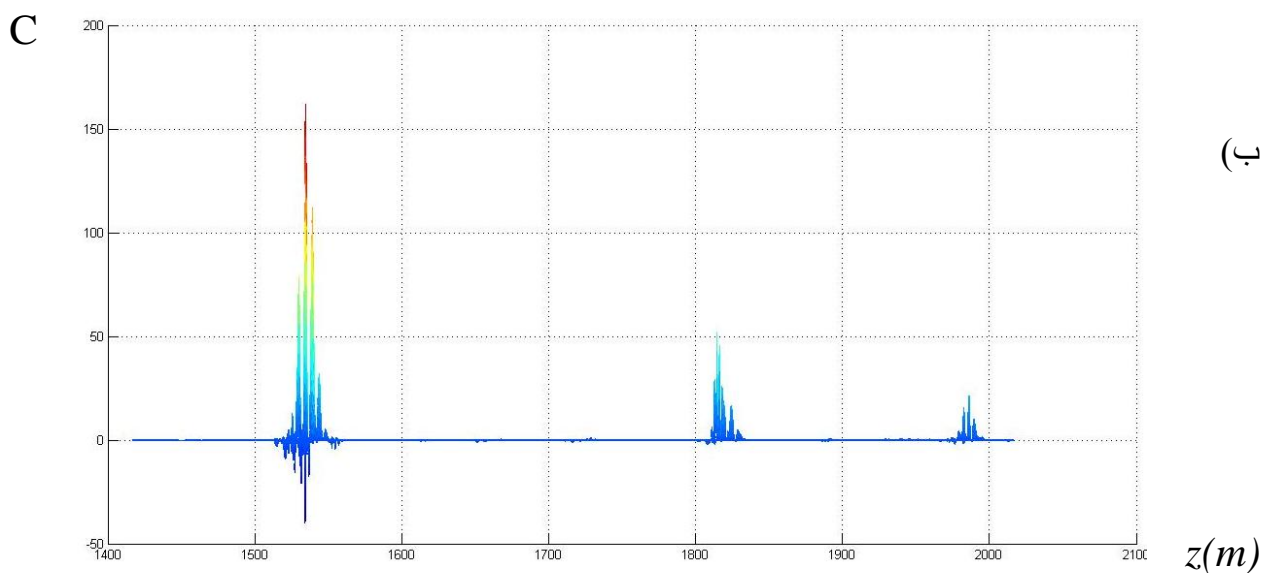
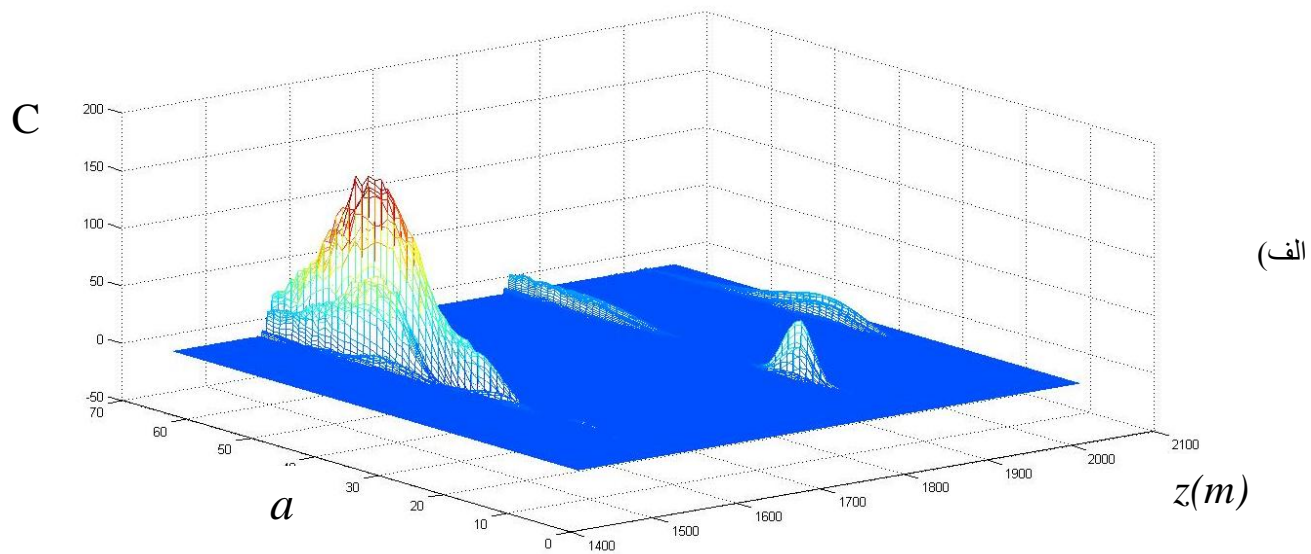
شکل ۳-۲۴: چهارمین مرز سکansı را در چاه Wd - ماکزیمم محلی در عمق ۱۷۵۲ متری

We چاه ۳-۳-۳

در این چاه پنج مرز سکansı در عمقهای ۱۵۳۱/۷، ۱۶۴۷، ۱۶۹۴/۶، ۱۸۱۵، ۱۹۷۹ متری دیده می شود که در جدول ۳-۶ و شکل ۳-۲۵ قابل مشاهده است.

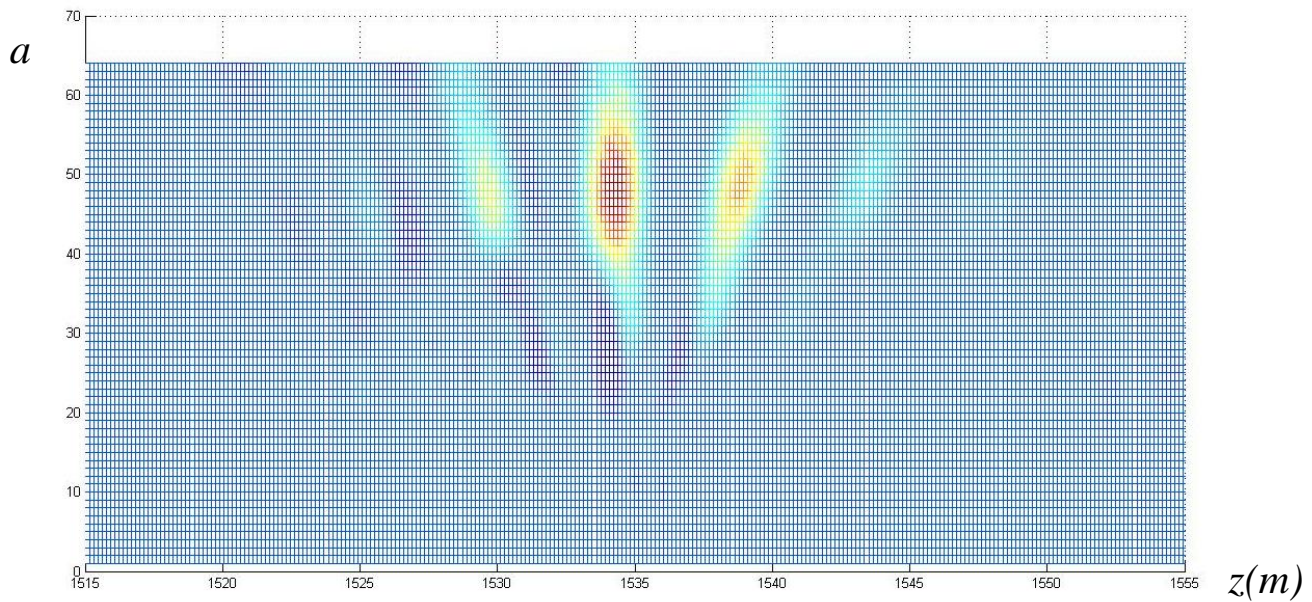
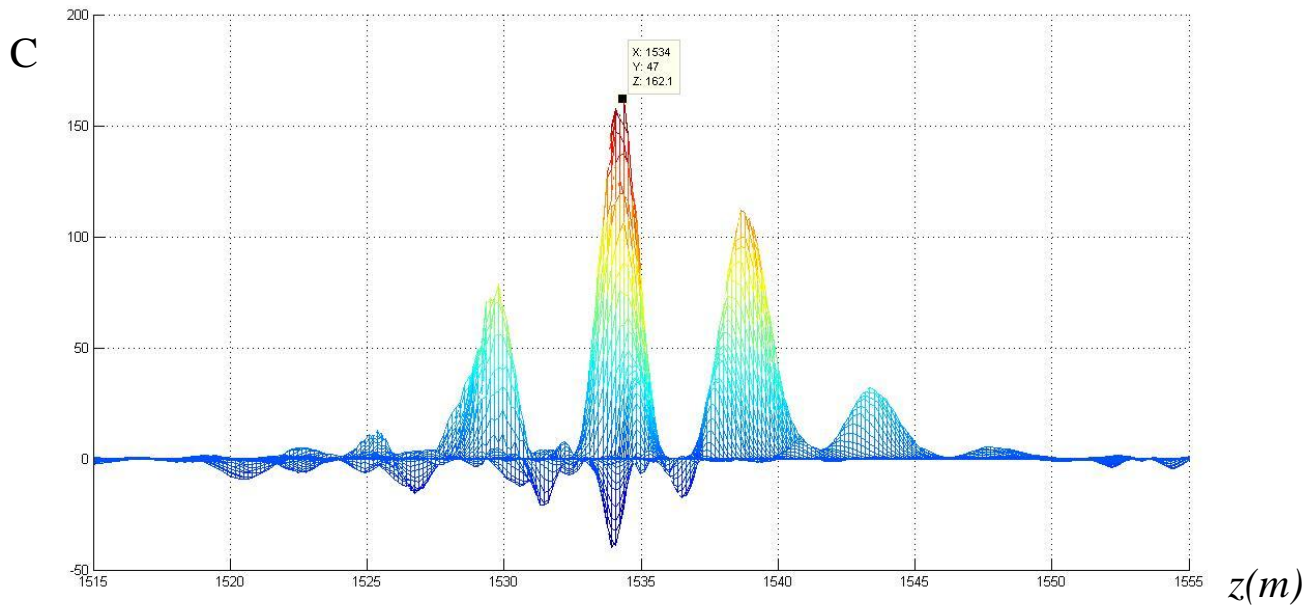
جدول ۳-۶: عمق مرزهای سکansı و مرز سازندها در چاه We در نمودار آنالیز ترکیبی موجک داده چاه پیمایی GR، RHOB، NPHI و نسبت حجمی انیدریت

شرح	عمق مرز	عمق مرز سکانس	ضخامت سکانس	عمق اکستریم محلی	مقیاس	ضریب	خطا (متر)	خطا (درصد)
K1_Top	۱۵۳۱/۷	۱۵۳۱/۷	۱۱۵/۳	۱۵۳۴	۴۷	۱۶۲	۲/۳۲	%۲
K2_Top	۱۶۴۹/۵	۱۶۴۷	۴۷/۶	۱۶۵۱	۵۸	-۱/۱	۴	%۸/۴
K3_Top	۱۶۹۴/۶	۱۶۹۴/۶	۱۲۰/۴	۱۷۱۶	۵۸	-۱/۱	۲۱/۴	%۱۷/۸
K4_Top	۱۸۲۴/۷	۱۸۱۵	۱۶۴	۱۸۱۴	۱۸	۵۲	-۱	%-۰/۶
Base	۱۹۷۸	۱۹۷۹		۱۹۸۶	۳۸	۲۱	۷	%۴/۳



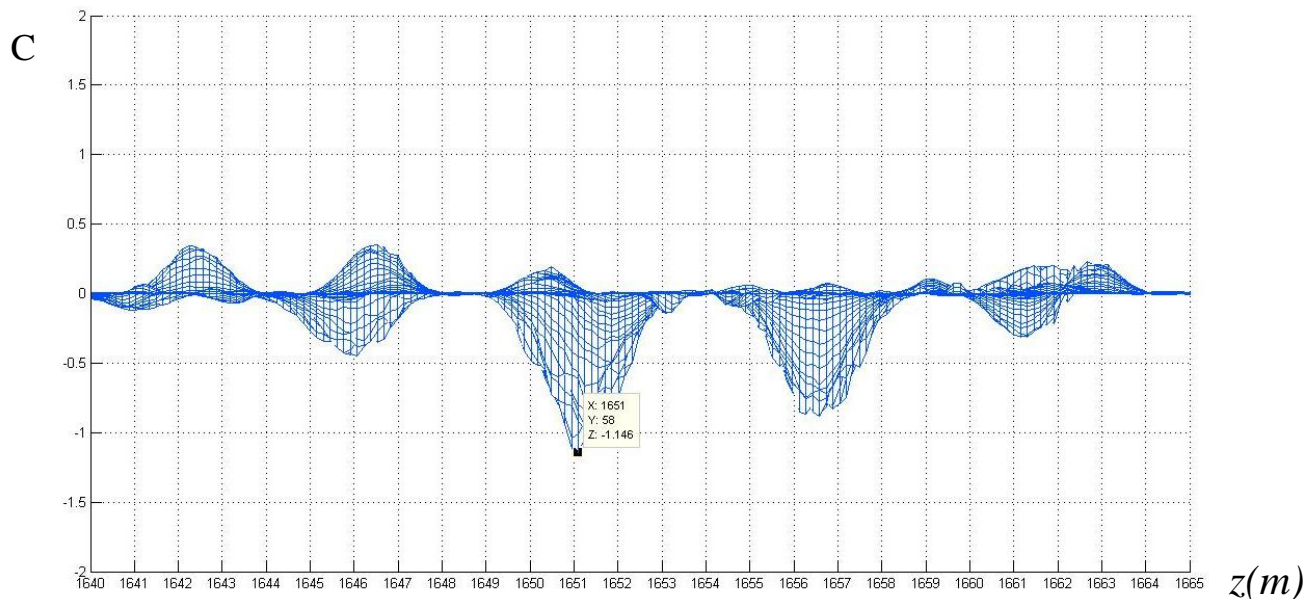
شکل ۳-۲۵: آنالیز ترکیبی موجک در چاه We - با ترکیب آنالیز موجک داده چاه پیمایی GR, NPHI, RHOB و نسبت حجمی انیدریت (الف) در سه بعد عمق (z) ، مقیاس (a) و ضریب همبستگی (C) - (ب) در دو بعد عمق (z) و ضریب همبستگی (C) - (ج) در دو بعد عمق (z) و مقیاس (a)

اولین مرز در عمق ۱۵۳۱/۷ متری قرار دارد که در آنالیز موجک بصورت یک ماکزیمم محلی در عمق ۱۵۳۴ متری قابل تشخیص است که در شکل ۳-۲۶ نشان داده شده است.



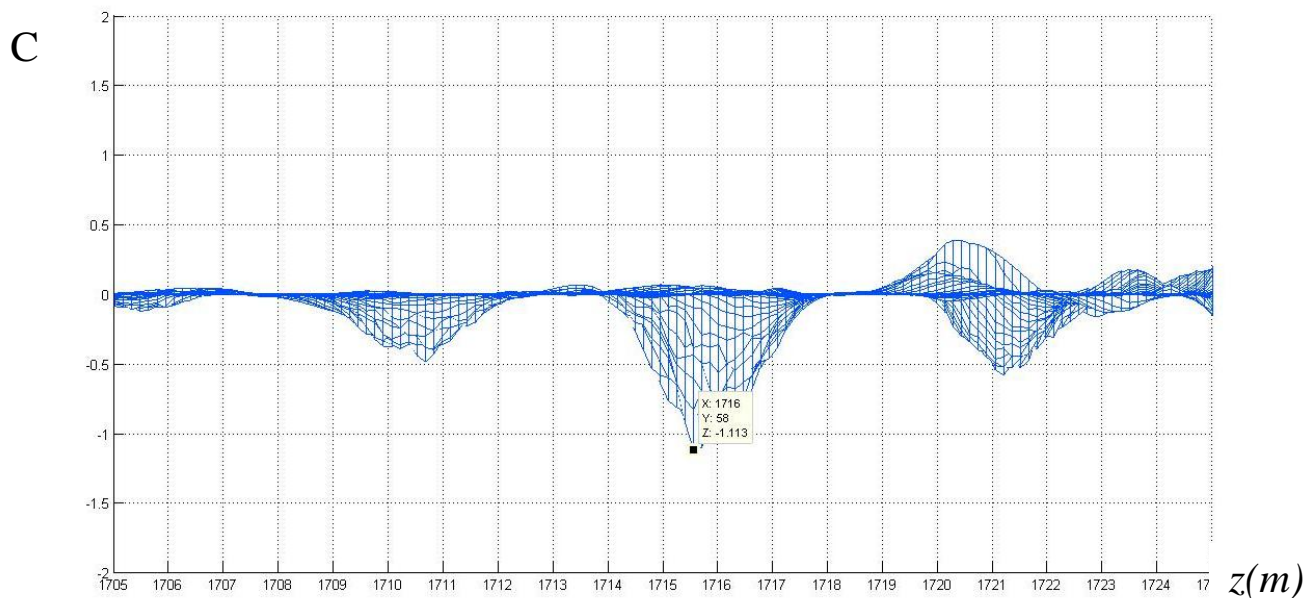
شکل ۳-۲۶: اولین مرز سکansı در چاه We - ماکزیمم محلی در عمق ۱۵۳۴ متری..

دومین مرز سکansı در عمق ۱۶۴۷ متری قرار دارد که به صورت یک می نیمم محلی در عمق ۱۶۵۱ متری قابل تشخیص است (شکل ۳-۲۷).



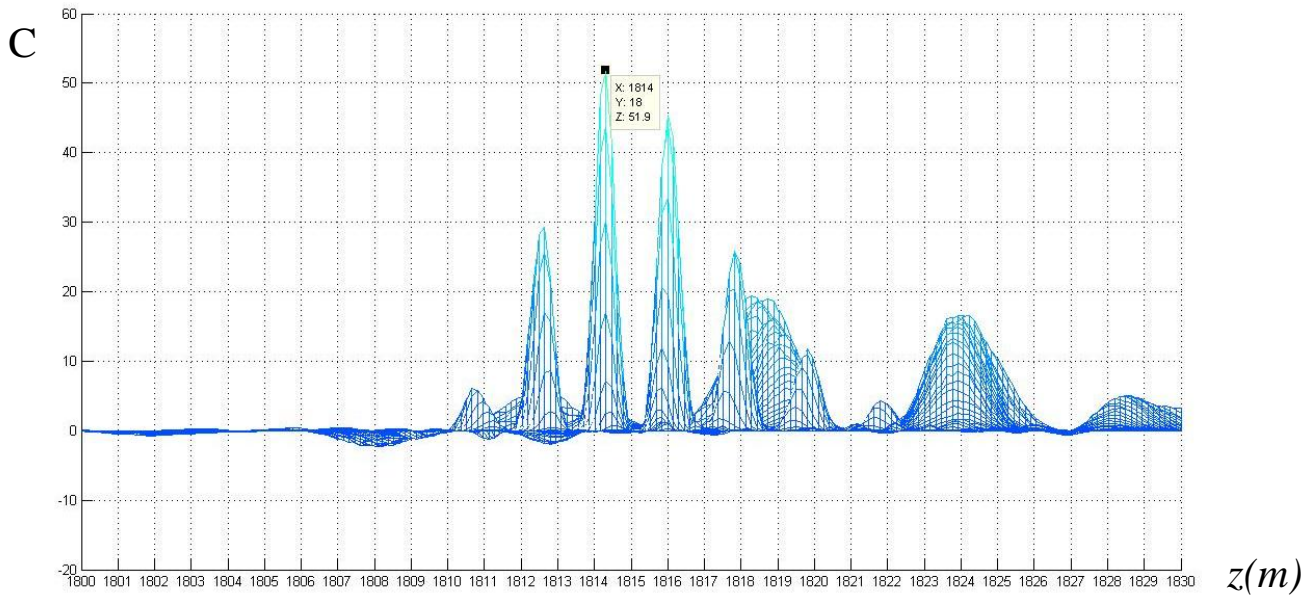
شکل ۳-۲۷: دومین مرز سکansı در چاه We - مینیمم محلی در عمق ۱۶۵۱ متری.

سومین مرز سکansı در عمق ۱۶۹۴/۶ متری دیده می شود که در نمودار ترکیبی آنالیز موجک در عمق ۱۷۱۶ متری بصورت یک می نیمم محلی در عمق ۱۷۱۶ متری قابل تشخیص است (شکل ۳-۲۸).



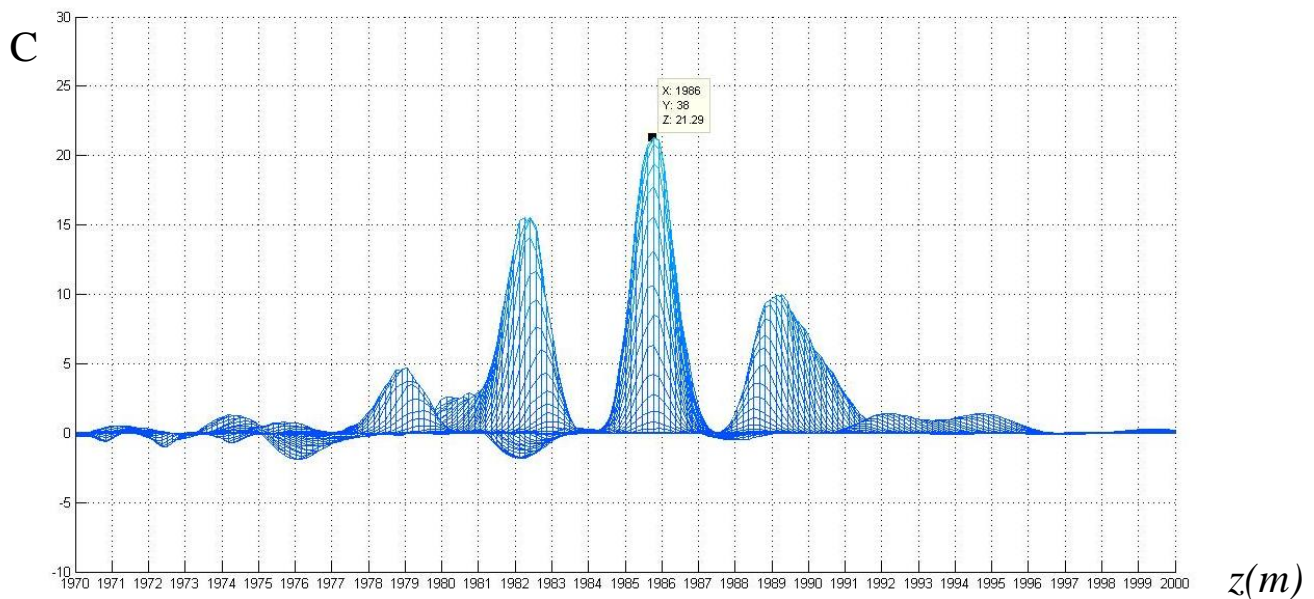
شکل ۳-۲۸: سومین مرز سکansı در چاه We - مینیمم محلی در عمق ۱۷۱۶ متری.

اما چهارمین مرز سکansı در عمق ۱۸۱۵ متری قرار دارد که در نمودار ترکیبی آنالیز موجک در عمق ۱۸۱۴ متری قابل ملاحظه است. (شکل ۳-۲۹)



شکل ۳-۲۹: چهارمین مرز سکansı در چاه We - ماکزیمم محلی در عمق ۱۸۱۴ متری.

اما آخرین مرز سکansı در عمق ۱۹۷۹ متری دیده می شود که در نمودار ترکیبی آنالیز موجک در عمق ۱۹۸۶ متری بصورت یک ماکزیمم محلی قابل مشاهده است. (شکل ۳-۳۰)



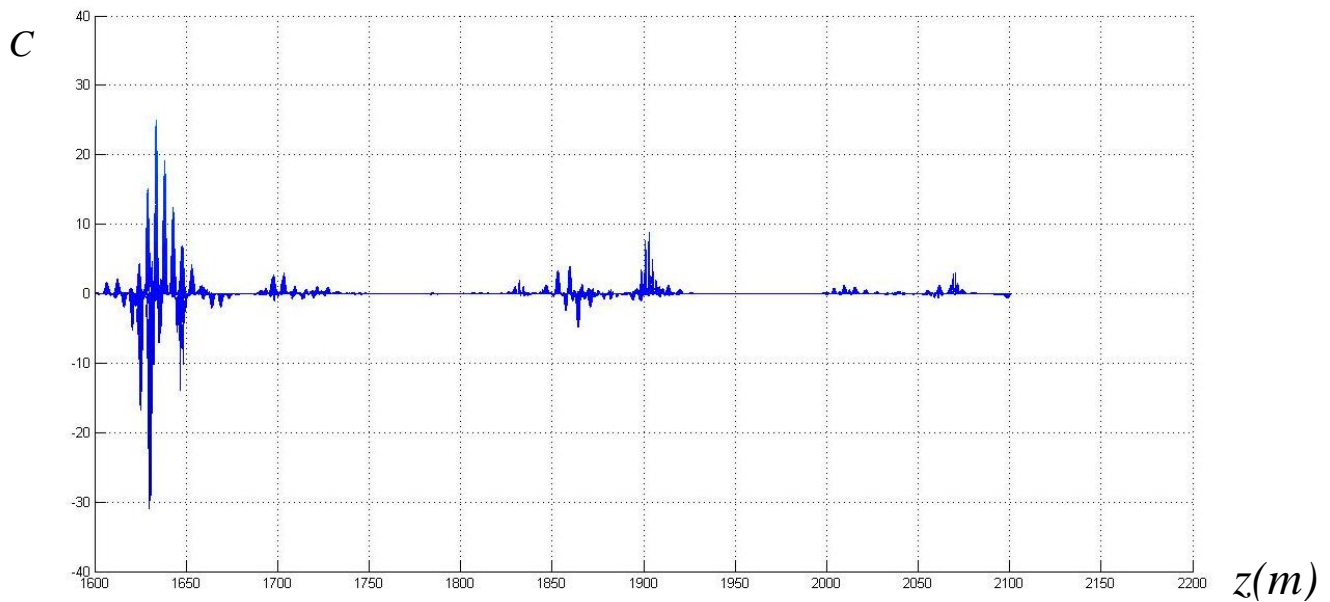
شکل ۳-۳۰: پنجمین مرز سکansı در چاه We - ماکزیمم محلی در عمق ۱۹۸۶ متری.

۳-۳-۴- چاه Wb

اما در چاه Wb بجای RHOB از RHOZ استفاده گردیده است و پنج مرز سکansı در عمق های ۱۶۳۰، ۱۷۴۵/۵، ۱۷۸۵، ۱۹۰۵، ۲۰۷۱ دیده می شود. جدول ۳-۷ و در شکل ۳-۳۱ عمق مرز سازندها، عمق مرز های سکansı و ماکزیمم محلی معادل آن دیده می شود.

جدول (۳-۷): عمق مرزهای سکansı و مرز سازندها در چاه Wb در نمودار آنالیز ترکیبی موجک داده چاه پیمایی GR، NPHI، RHOB و نسبت حجمی انیدریت

شرح	عمق مرز	عمق مرز سکانس	ضخامت سکانس	نام سکانس	عمق اکسترمم محلی	مقیاس	ضریب	خطا (متر)	خطا (درصد)
K1_Top	۱۶۳۰	۱۶۳۰	۱۱۵/۵	KS1	۱۶۳۰	۶۰	-۳۱	۰	%۰
K2_Top	۱۷۴۳	۱۷۴۵/۵			۳۹/۵	KS2	۱۷۴۴	۳۸	۰/۲
K3_Top	۱۷۸۵	۱۷۸۵	۱۲۰	KS3	۱۷۸۴	۴۷	۰/۱	-۱	٪-۰/۸
K4_Top	۱۹۰۸/۵	۱۹۰۵			۱۶۶	KS4	۱۹۰۳	۲۰	۸/۴
Base	۲۰۷۴	۲۰۷۱			۲۰۷۰	۱۴	۳	-۱	٪-۰/۶

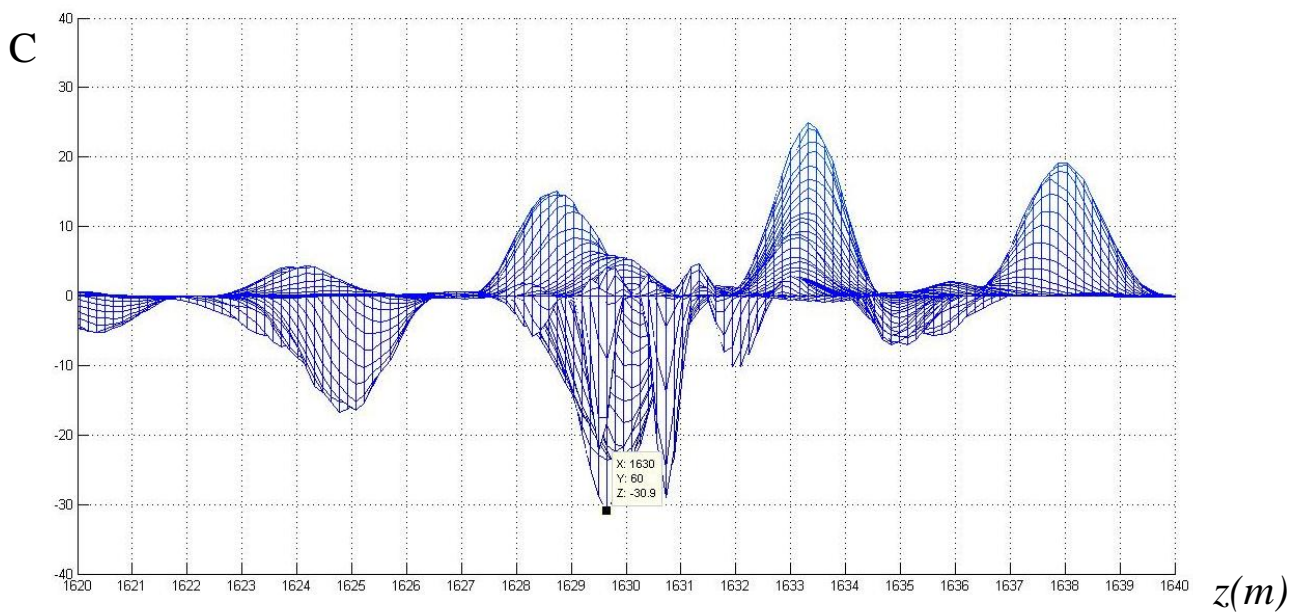


شکل ۳-۳۱: نمودار ترکیبی آنالیز موجک در چاه Wb - در دو بعد ضریب و عمق با ترکیب ضریب نمودارهای GR، NPHI، RHOZ و درصد حجمی انیدریت قابل تشخیص است.

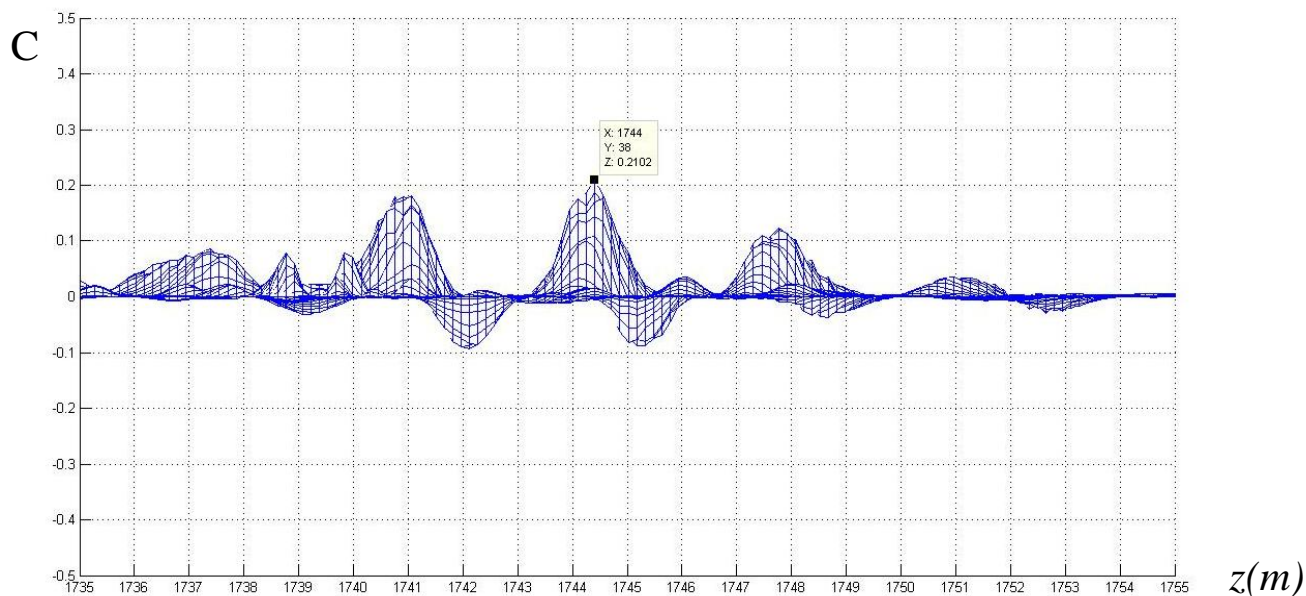
اولین مرز سکansı در عمق ۱۶۳۰ متری دیده می شود که در نمودار ترکیبی آنالیز موجک در عمق ۱۶۳۰ یک مینیمم محلی (-۳۰) در مقیاس ۶۰ دیده می شود. در شکل ۳-۳۲ این مینیمم ملاحظه می شود.

مرز دوم سکansı در عمق ۱۷۴۵,۵ دیده می شود که در نمودار آنالیز موجک در عمق ۱۷۴۴ بصورت ماکزیمم کوچک محلی به میزان ۰,۲ دیده می شود که در شکل ۳-۳۳ دیده می شود.

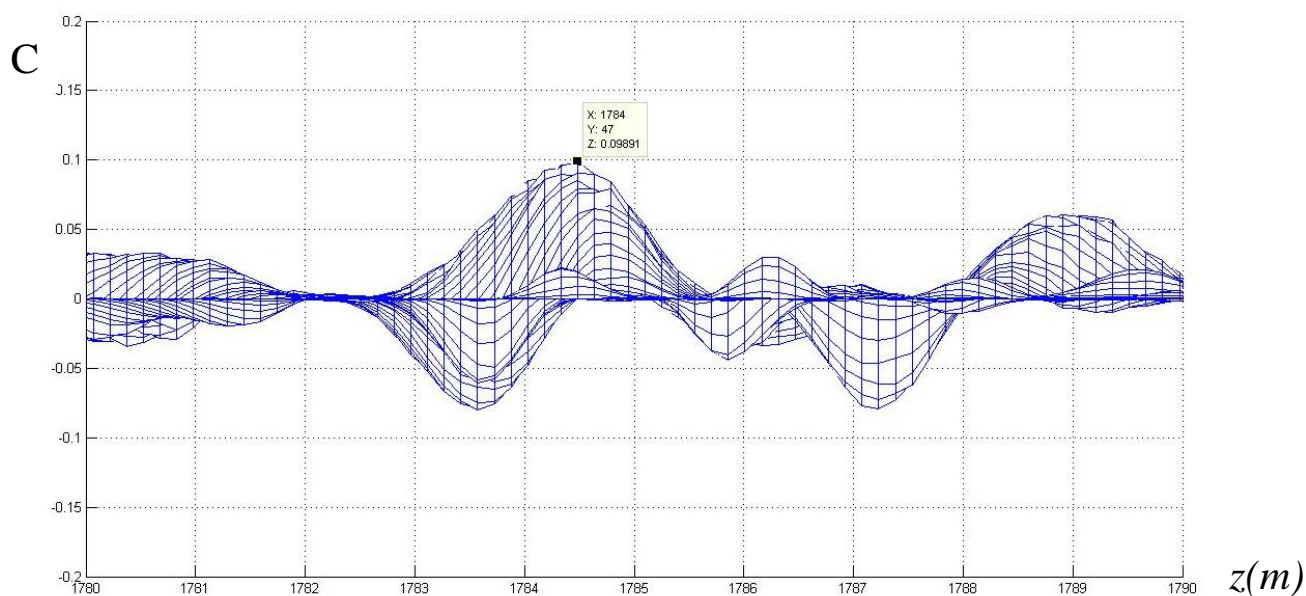
سومین مرز سکansı در عمق ۱۷۸۴ متری بصورت ماکزیمم کوچک محلی به اندازه ۰/۱ دیده می شود. در شکل ۳-۳۴ این ماکزیمم نشان داده شده است.



شکل ۳-۳۲: اولین مرز سکansı در چاه Wb - مینیمم محلی در عمق ۱۶۳۰ متری.

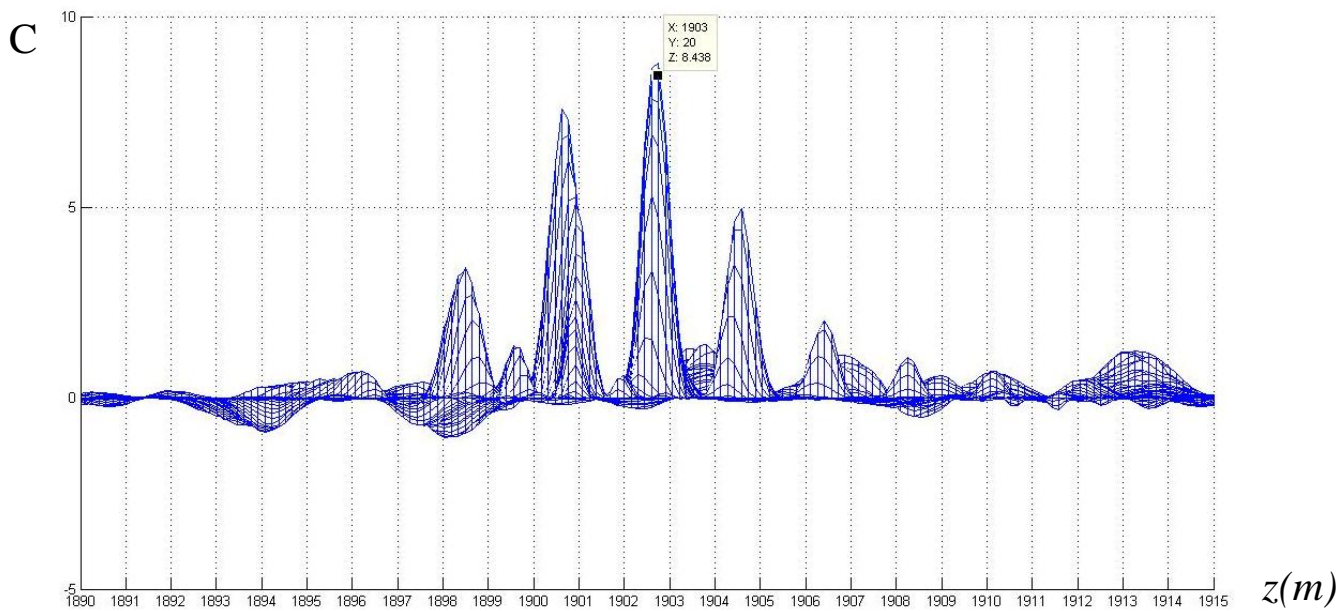


شکل ۳-۳۳: دومین مرز سکانشی در چاه Wb - ماکزیمم محلی در عمق ۱۷۴۴ متری.



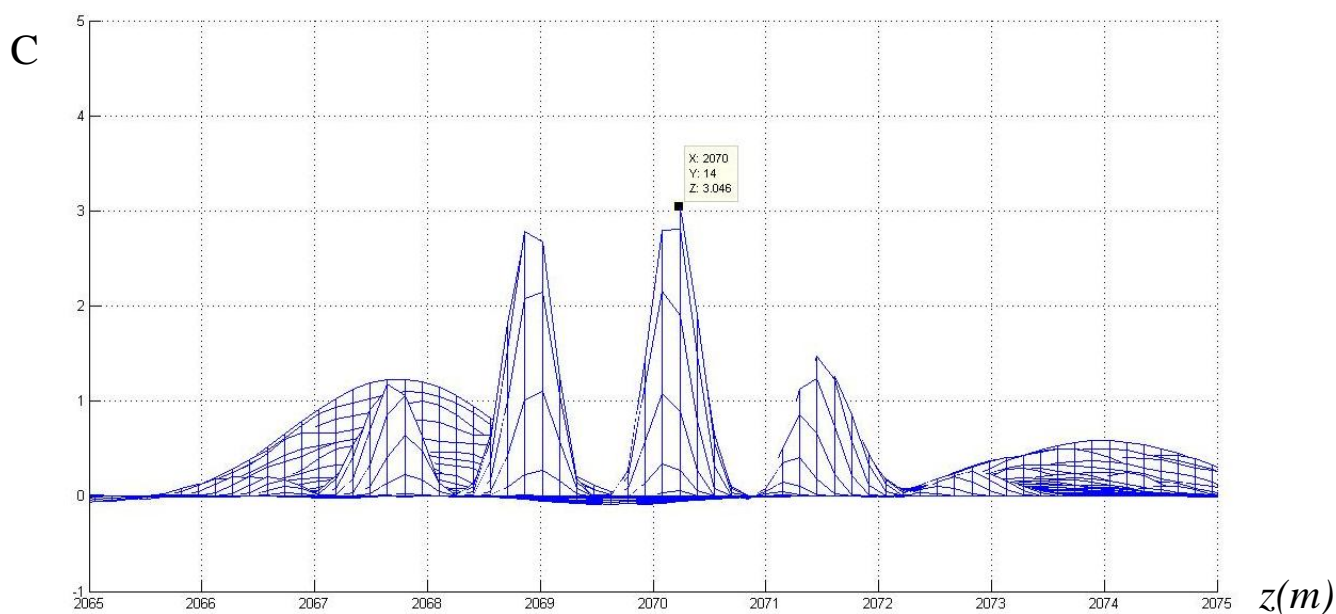
شکل ۳-۳۴: سومین مرز سکانشی در چاه Wb - ماکزیمم محلی در عمق ۱۷۸۴ متری.

چهارمین مرز سکانشی در عمق ۱۹۰۵ متری می باشد که در نمودار آنالیز موجک در عمق ۱۹۰۳ متری یک ماکزیمم محلی به اندازه ۸/۴ دیده می شود که در شکل ۳-۳۵ این ماکزیمم نشان داده شده است



شکل ۳-۳۵: چهارمین مرز سکansı در چاه Wb - ماکزیمم محلی در عمق ۱۹۰۳ متری

مرز پایینی چهارمین سکانس رسوبی در عمق ۲۰۷۴ متری قرار دارد که در نمودار آنالیز ترکیبی شکل ۳-۳۶ بصورت یک ماکزیمم محلی به اندازه ۳ در عمق ۲۰۷۰ متری دیده می شود.



شکل ۳-۳۶: مرز پایینی آخرین سکانس رسوبی در چاه Wb - ماکزیمم محلی در عمق ۲۰۷۰ متری

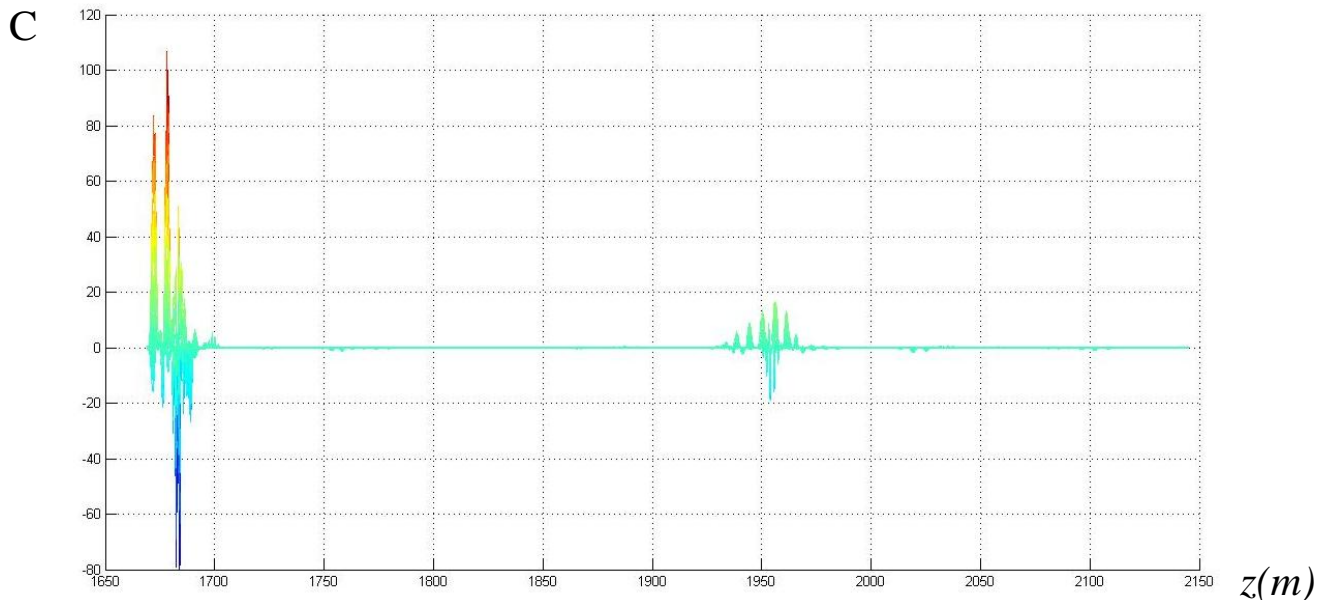
۳-۳-۵- چاه Wc

در چاه Wc نیز از RHOZ استفاده گردیده است و چهار مرزسکانسی در عمق های ۱۶۸۳، ۱۷۸۹،

۱۸۳۶، ۱۹۵۶ و ۲۰۱۵ متری دیده می شود که در جدول ۳-۸ و شکل ۳-۳۷ دیده می شود.

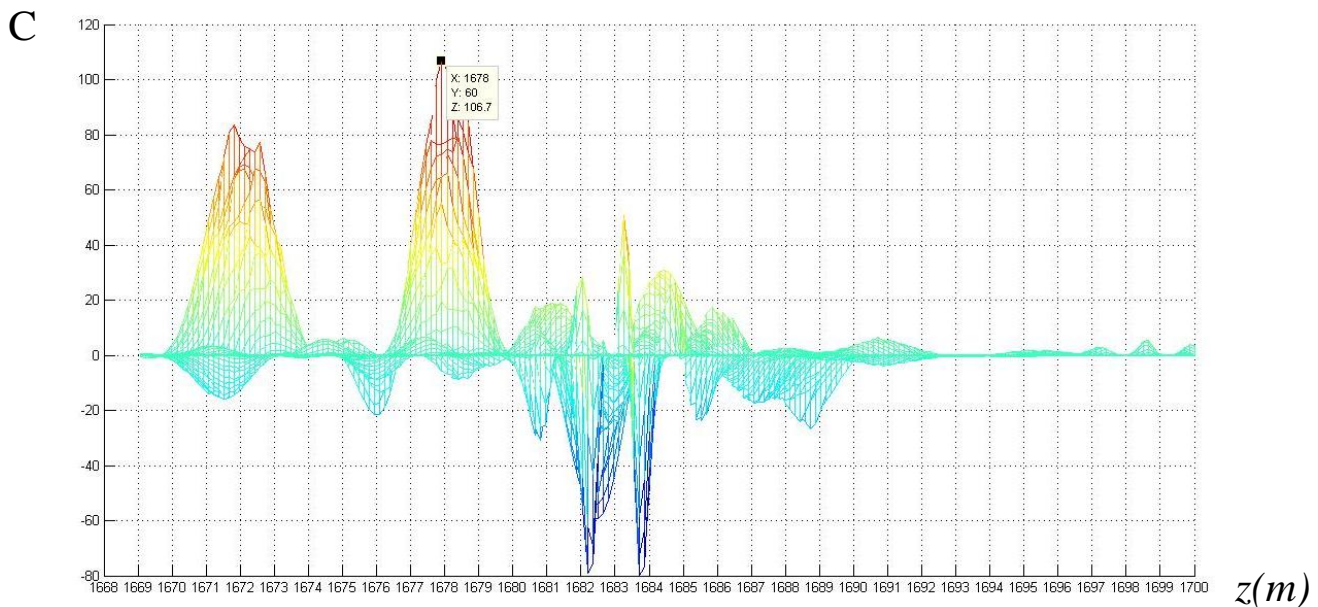
جدول ۳-۸: مرزهای سکانسی و مرز سازندها در چاه Wc در نمودار آنالیز ترکیبی موجک داده چاه پیمایی NPHI, GR, RHOZ و نسبت حجمی انیدریت

شرح	عمق مرز	عمق مرز سکانس	ضخامت سکانس	نام سکانس	عمق اکستریم محلی	مقیاس	ضریب	خطا (متر)	خطا (درصد)
K1_Top	۱۶۸۳	۱۶۸۳	۱۰۶	KS1	۱۶۷۸	۶۰	۱۰۶/۷	-۵	%-۰/۳
K2_Top	۱۷۹۳	۱۷۸۹			۴۷	KS2	۱۷۹۰	۵۸	-۰/۱
K3_Top	۱۸۳۶	۱۸۳۶	۱۲۰	KS3	۱۸۳۶	۴۴	-۰/۲	۰	%۰,۰
K4_Top	۱۹۵۸	۱۹۵۶			۱۵۹/۱	KS4	۱۹۵۶	۵۶	۱۶/۵۶
Base	۲۱۱۵	۲۱۱۵	حفاری تا این مرز ادامه نیافته و این مرز در نمودار چاه نگاری نمایان نیست.						



شکل ۳-۳۷: نمودار ترکیبی آنالیز موجک در چاه Wb - در دو بعد ضریب و عمق با ترکیب ضریب نمودارهای RHOZ, NPHI, GR و درصد حجمی انیدریت قابل تشخیص است

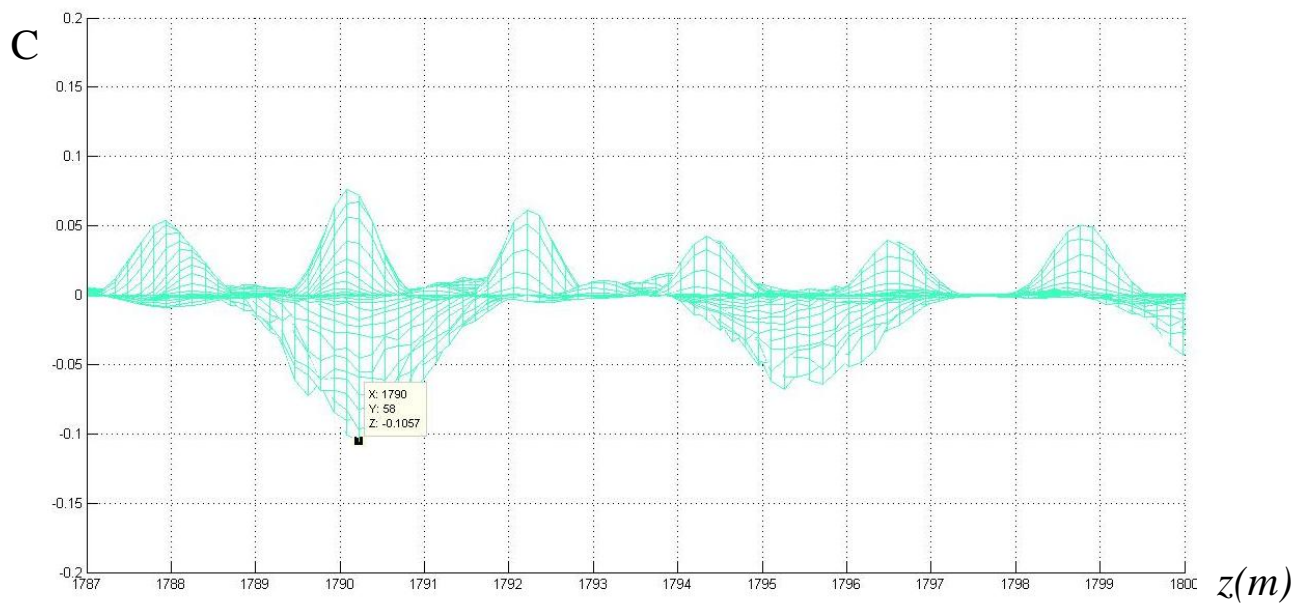
اولین مرز سکansı در عمق ۱۶۸۳ متر دیده می شود. در آنالیز موجک یک ماکزیمم محلی در عمق ۱۶۷۸ با مقیاس ۶۰ و ضریب ۱۰۶/۷ دیده می شود که در شکل ۳-۳۸ نشان داده شده است.



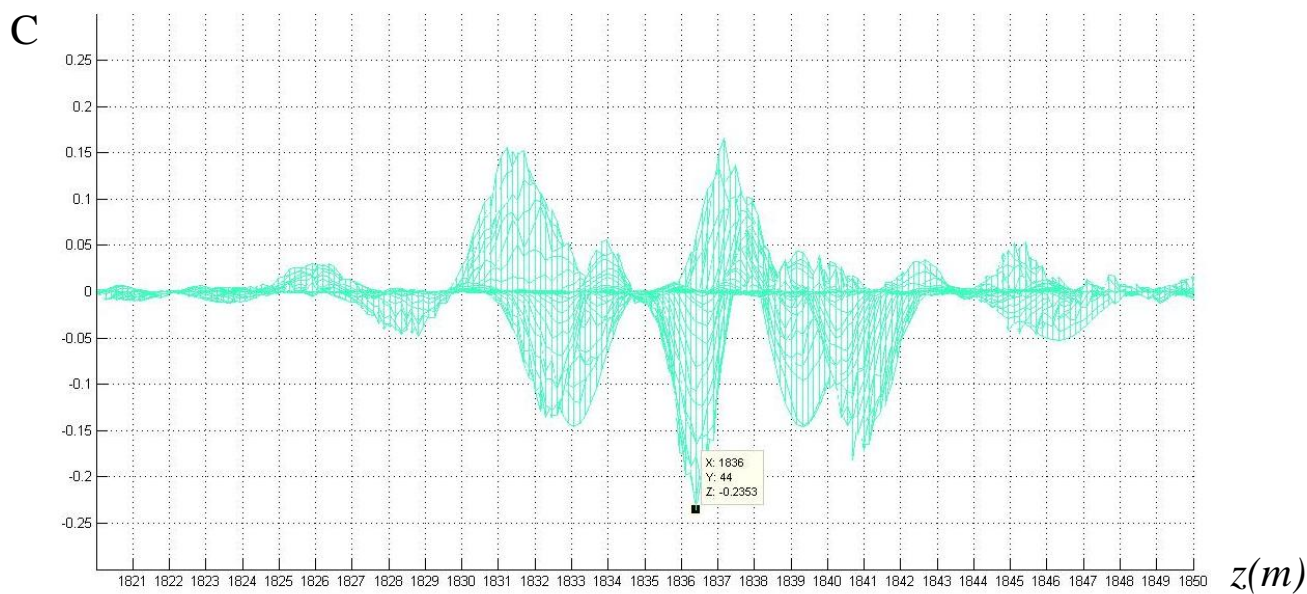
شکل ۳-۳۸: اولین مرز سکansı در چاه WC - ماکزیمم محلی در عمق ۱۶۷۸ متری.

دومین مرز سکansı بصورت مینیمم محلی در عمق ۱۷۹۰ متری دیده می شود. در شکل ۳-۳۹ نشان داده شده است.

سومین مرز سکansı در عمق ۱۸۳۶ متری قرار دارد که در آنالیز موجک بصورت مینیمم محلی بسیار کوچک در عمق ۱۸۳۶ متری دیده می شود. در شکل ۳-۴۰ این مینیمم دیده می شود.

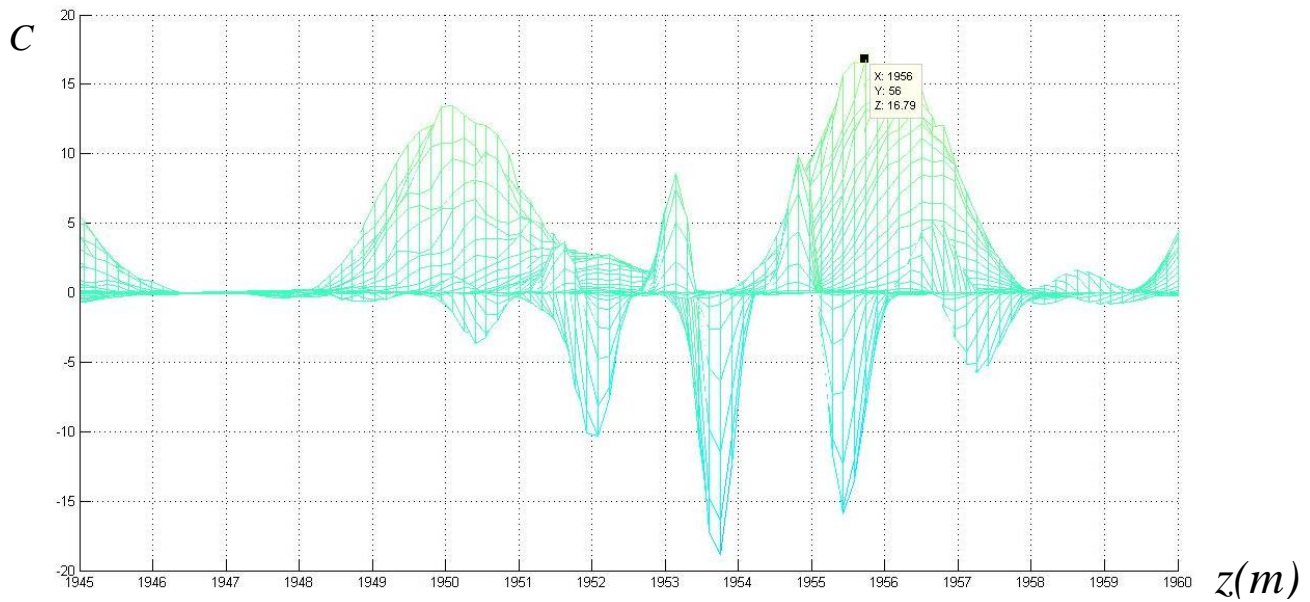


شکل ۳-۳۹: دومین مرز سکansı در چاه WC - مینیمم محلی بسیار کوچک ۰/۱- در عمق ۱۷۹۰ متری.



شکل ۳-۴۰: سومین مرز سکansı چاه WC - مینیمم محلی در عمق ۱۸۳۶ متری

در شکل ۳-۴۱ چهارمین مرز بصورت یک ماکزیمم محلی در عمق ۱۹۵۶ متری دیده می شود.



شکل ۳-۴۱: چهارمین مرز سکansı در چاه WC - ماکزیمم محلی در عمق ۱۹۵۶ متری

مرز پایینی چهارمین مرز سکansı در عمق ۲۱۱۵ متری است که به دلیل اینکه حفاری تا این مرز ادامه نیافته، در نمودار چاه نگاری نمایان نیست.

فصل چهارم:

بحث و نتیجه گیری

همان طور که در پنج چاه بررسی شده ملاحظه شد؛ برای تشخیص و تعیین مرزهای سکansı می توان از آنالیز موجک بهره جست. ولی این تشخیص با استفاده از آنالیز یک نوع نمودار چاه پیمایی امکان پذیر نیست و دلیل این مسئله تغییرات متعدد و متنوع نمودارها در طول نمودار به دلیل تغییرات فراوان در نوع لیتولوژی و ساختمان و جزئیات رسوبات می باشد.

در طول آنالیز پیک ها و ترف های متعددی که ناشی از اتفاقات متعددی می باشند وجود دارد ولی برای جداسازی اکستریم های مورد نظر می بایست از ترکیب آنالیزهای مختلف که در مرزها تغییرات شدیدی را نشان می دهند بهره جست. بدین ترتیب این اکستریم ها یکدیگر را تقویت می کنند و در محل هایی که در بعضی آنالیزها میزان ضریب صفر یا ناچیز می باشند هیچ گونه اکستریم چشمگیری دیده نمی شود. بدین طریق پیک ها و ترف های غیر مفید کوچکتر و در محل هایی که تمام نگاره ها تغییر ناگهانی دارند این اکستریم ها تشدید می شود.

همان طور که در شکل ۳-۳ ملاحظه شد؛ سه مرز از پنج مرز سکansı به راحتی قابل رؤیت است ولی دو مرز دیگر به سختی قابل تشخیص است و این به دلیل ماهیت متفاوت این دو مرز می باشد

همان طور که اشاره گردید در مرزهای سکansı که عمق حوضه رسوبی کاهش می یابد؛ اگر این کاهش عمق تا میزانی باشد که رسوبات تبخیری گذارده شود نمودار RHOB و درصد حجمی انیدریت در مرز تغییرات شدیدی را نشان می دهند. چون در ادامه چرخه رسوبی با افزایش عمق مشاهده می گردد بالای مرز سکansı با افزایش اندازه دانه بندی و تخلخل روبرو هستیم. پس معمولاً می توان از نمودار NPFI بهره جست. در بعضی مرزها میزان شیل در بالای مرز افزایش می یابد که بر روی نمودار GR تاثیر می گذارد. در دو مرز سوم و چهارم که عمق حوضه به میزانی نرسیده که رسوبات انیدریتی رسوب کند و یا آنقدر حوضه کم عمق شده که از آب خارج شده و شاهد یک نبود رسوبگذاری هستیم؛ می توان از میزان نسبت توریوم به اورانیوم که نشان دهنده درجه اکسیدان احیاء

بودن محیط می باشد بهره جست. اما در بخش K1, K2 (سازند کنگان) که سیستم اکسیداسیون، احیا نسبتا پایدار است و تغییر چشمگیری ندارد نمی توان از این نسبت با درصد بالای اطمینان بهره جست. مشکل دیگر استفاده از این نمودار این است که معمولا این نمودار در برداشت چاه پیمایی برداشت نمی شود. به عنوان مثال از بین ۱۵ چاه مورد بررسی تنها سه چاه داده برداشت شده بود.

۴-۲- نتیجه گیری

نتایج متعددی از این مطالعه بدست آمده که به طور خلاصه در زیر آورده شده است:

الف- از آنالیز موجک می توان برای تشخیص انواع مرزهای سکansı بهره جست.

ب- چون مرزهای سکansı بر روی انواع مختلف نمودارهای چاه پیمایی تاثیر می گذارند؛ برای حذف اکستریم های دروغین می توان از ترکیب ضرب نظیر به نظیر ضرایب همبستگی استفاده نمود.

پ- به دلیل اینکه مرزهای سکansı از لحاظ ماهیت متفاوت می باشند و هر نوع یک سری از نمودارها را تحت تاثیر قرار می دهد می توان از ترکیب ضرایب مختلف برای شناخت هر نوع مرز بهره جست.

ت- برای اینکه به بهترین ترکیب ضرایب دست پیدا کنیم می بایست اطلاعات اولیه زمین شناسی از منطقه مورد مطالعه و ماهیت و نوع مرزها را در اختیار داشته باشیم.

ث- از این روش می توان به عنوان یک مطالعه مقدماتی و نیز به عنوان یک روش مکمل در کنار سایر روش ها برای شناسایی مرزهای سکansı بهره جست.

ج- در میدان هیدرو کربنی مورد مطالعه، یکی از بهترین ترکیبات که بر روی تمام چاه ها نتایج قابل قبولی داده است ترکیب آنالیز موجک داده چاه پیمایی GR, NPHI, RHOB و نسبت حجمی انیدریت است.

چ- در مرزهایی که به هر دلیلی انیدریت رسوب ننموده می توان از نسبت تورنیوم به اورانیوم برای تعیین این مرزها بهره جست.

ح- به دلیل اینکه ابتدا شرایط اکسیداسیون تشدید می شود و پس از آن رسوبات با نسبت توریوم به اورانیوم پائین تری نهشته می شوند با این روش مرز اندکی پائین تر از مرز سکانسی نشان داده می شود.

۴-۳- پیشنهادات

کارآیی آنالیز موجک برای شناسایی مرزهای گذرا بر کسی پوشیده نیست ولی برای مطلوب تر شدن تعیین این مرزها پیشنهادات ذیل مطرح می گردد:

الف- برای شناسایی و تعیین این مرزهای سکانسی، پیشنهاد می شود از روشهای دیگری مانند هوش مصنوعی^۱ از جمله شبکه های عصبی مصنوعی و ماشین برداری پشتیبان^۲ که روشهای نسبتاً جدیدتری هستند بهره جست.

ب- این روش نیز همانند روش های دیگر ژئوفیزیکی نیازمند تلفیق با دیگر اطلاعات همانند اطلاعات زمین شناسی، یا به کار گیری داده های مکمل مانند داده های لرزه ای است. بنابر این توصیه می شود؛ برای بدست آوردن اطلاعات دقیقتر از مرزهای سکانسی، نتایج حاصل از این تحقیق با دیگر اطلاعات (از جمله زمین شناسی و داده های لرزه ای) ترکیب یا تلفیق گردد.

^۱ Artificial intelligence

^۲ Support Vector Machine (SVM)

✓ فهرست منابع و مؤاخذ

- ۱- اسرافیلی دیزجی، ب.، ۱۳۸۷. بررسی ارتباط بین محیط رسوبی و کیفیت مخزنی بخش فوقانی سازند دالان و سازند کنگان در چاههای ۱۰، ۹، و ۱۱ میدان گازی پارس جنوبی. رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
 - ۲- امینی، ع.، ۱۳۸۸. مبانی چینه نگاری سکانسی، دانشگاه تهران، ۳۲۰ ص.
 - ۳- رضایی- زمین شناسی نفت، دانشگاه تهران، ۱۳۸۰
 - ۴- نجم آبادی، س.، ۱۳۷۲، گزارش نهایی زمین شناسی چاه شماره ۱ میدان گازی پارس جنوبی. گزارش داخلی شرکت ملی نفت ایران. چاپ نشده.
- 1- Aali, J., Rahimpour-Bonab, H., Kamali, M.R, 2006. Geochemistry and origin of the world's largest gas field from Persian Gulf, Iran. Journal of Petroleum Science and Engineering 50,161 175.
 - 2- Alavi, M., 2004. Regional stratigraphy of the Zagros fold _ thrust belt of Iran and its proforeland evolution. American Journal of Science 304, 1–20.
 - 3- Alavi, M., Structures of the Zagros fold-thrust belt in Iran, 2007. American Journal of Science 37, 1064 - 1095.
 - 4- Alsharhan, A.S., Bou Rabee, F.N., 2003. Reservoir Geology of Giant Permian Gas Fields in the Arabian Gulf Basin, American Association of Petroleum Geologists, Annual Meeting 12, p. A5
 - 5- Alsharhan, A.S., Nairn, A.E.M., 1997. Sedimentary Basins and Petroleum Geology of the Middle East. Elsevier, Netherlands, 843 pp.
 - 6- Catuneanu, O., 2006. Principles of Sequence Stratigraphy. First Edition, Elsevier, Amsterdam, 375 pp.
 - 7- Ehrenberg, S.N., Nadeau, P.H., Aqrabi, A.A. M., 2007. A comparison of Khuff and Arab reservoir potential throughout the Middle East. American Association of Petroleum Geologists Bulletin 86. 1709–1732.
 - 8- Ghavidel-Syooki, M. 2003. Palynostratigraphy of Devonian Sediments in the Zagros Basin, Southern Iran. Review of Palaeobotany and Palynology 127, 241-268.
 - 9- Ghavidel-Syooki, M., Khosravi, M. E. 1995. Investigation of Lower Paleozoic Sediments at Tang-e Zakeen of Kuh-e Faraghan and Introduction of Seyahou and Sarchahan Formations in the Zagros Basin. Geo Sciences Magazine 4, 128-134.
 - 10- Goldering, 1993. Applications of Wavelets to Quantization and Random Process Representation. PhD Thesis. Stanford University.

- 11- Haigh S .K, Teymur B, Madabhushi S .D.G. Newland D.E. 2001. Application of wavelet analysis and fourier transform, dynamic and earthquake engineering ,22"995-1005.
- 12- Heil and Walnut, 1989. Continuous and Discrete Wavelet Transforms, Society for Industrial and Applied Mathematics Review, vol.31, No.4, pp..628-666,.
- 13- Insalaco, E., Virgone, A., Courme, B., Gaillot, J., Kamali, M., Moallemi, A., Lotfpour, M., Monibi, S., 2006. Upper Dalan Member and Kangan Formation between the Zagros Mountains and offshore Fars, Iran: Depositional system, biostratigraphy and stratigraphic architecture: *GeoArabia* 11, 75– 176
- 14- Konert, G., Afifi, A.M., Al-Hajri, S.A., Droste, H., 2001. Paleozoic stratigraphy and hydrocarbon habitat of the Arabian Plate. *GeoArabia* 6, 407-442.
- 15- Konyuhov, A. I., Maleki, B., 2006. The Persian Gulf Basin: Geological History, Sedimentary Formations, and Petroleum Potential, Lithology and mineral resources 41, 121-142.
- 16- Michel Misiti et al, 2001. Wavelet Toolbox User's Guide version 2.1 by The MathWorks, Inc.
- 17- Mitchum R.M Jr., Vail P.R., and Thompson S. III (1977) Seismic stratigraphy and global changes of sea-level, part 2: the depositional sequence as a basic unit for stratigraphic analysis In: Payton C.E. (Ed.) Seismic stratigraphy application to hydrocarbon exploration AAPG Memoir 26, pp. 53-62
- 18- Monibi, S., 2006. Upper Dalan Member and Kangan Formation between the Zagros Mountains and offshore Fars, Iran: Depositional system, biostratigraphy and stratigraphic architecture: *GeoArabia* 11, 75– 176.
- 19- Pollastro, M.H., 2003. Total Petroleum Systems of the Paleozoic and Jurassic, Greater Ghawar Uplift and Adjoining Provinces of Central Saudi Arabia and Northern Arabian- Persian Gulf, U.S. Geological Survey Bulletin 2202-H.
- 20- Pollastro, M.H., 2003. Total Petroleum Systems of the Paleozoic and Jurassic, Greater Ghawar Uplift and Adjoining Provinces of Central Saudi Arabia and Northern Arabian-Persian Gulf, U.S. Geological Survey Bulletin 2202-H.
- 21- Posamentier, H. W., Vail, P. R., 1988. Eustatic controls on clastic deposition II—sequence and systems tract models. In: Wilgus, C. K., Hastings, B. S., Kendall, C., Posamentier, H. W., Ross C. A., Van Wagoner, J. C., (Eds.), Sea Level Changes—An Integrated Approach. SEPM Special Publication 42, 125–154.
- 22- Posamentier, H.W., Allen, G.P., 1999. Siliciclastic sequence stratigraphy: concepts and applications. SEPM Concepts in Sedimentology and Paleontology no. 7, 210 pp.
- 23- Posamentier, H.W., Jervey, M.T., Vail, P.R., 1988. Eustatic controls on clastic deposition. I. Conceptual framework. In: Wilgus, C.K., Hastings, B.S., Kendall, C.G.St.C., Posamentier, H.W., Ross, C.A., Van Wagoner, J.C. (Eds.), Sea Level

- Changes—An Integrated Approach, vol. 42. SEPM Special Publication, pp. 110–124.
- 24- Rahimpour-Bonab, H., Asadi-Eskandar, A., Sonei, A., 2009. Control of Permian-Triassic Boundary over Reservoir Characteristics of South Pars Gas Field, Persian Gulf. *Geological Journal* 44, 341–364.
- 25- Rahimpour-Bonab, H., Esrafil-Dizaji, B., Tavakoli, V., 2010. Dolomitization and anhydrite precipitation in Permo-Triassic carbonates at the South Pars gas Field, Offshore Iran: controls on reservoir quality. *Journal of Petroleum Geology* 33, 43–66.
- 26- Ruf, M., Link, E., Pross, J., Aigner, T., 2005. Integrated sequence stratigraphy: Facies, stable isotope and palynofacies analysis in a deeper epicontinental carbonate ramp (Late Jurassic, SW Germany). *Sedimentary Geology* 175, 391–414.
- 27- Sharland, P. R., Archer, D. M., Casey, R. B., Davies, S. H., Hall, A. P., Heward, A. D., Horbury, M. D., Simmons, A., 2001. Arabian plate sequence stratigraphy: *GeoArabia Special Publication* 2, 371 pp.
- 28- Stephan Mallat, 1999-2009. A Wavelet tour of signal processing, Ecole polytechnique, Paris Courant Institute, New York University.
- 29- Szabo, F., Kheradpir, A., 1978. Permian and Triassic stratigraphy, Zagros basin, South-West Iran. *Journal of Petroleum Geology* 1, 57–82.
- 30- Tavakoli, V., Amini, A., 2006. Application of Multivariate Cluster Analysis in Logfacies Determination and Reservoir Zonation, Case Study of Marun Field, South of Iran. *Journal of science University of Tehran* 32, 69-75.
- 31- Tavakoli, V., Rahimpour-Bonab, H., 2012. Uranium depletion across Permian–Triassic Boundary in Persian Gulf and its implications for paleoceanic conditions, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*.
- 32- Tavakoli, V., Rahimpour-Bonab, H., Esrafil-Dizaji, B., 2011. Diagenetic controlled reservoir quality of South Pars gas field, an integrated approach. *Comptes Rendus Geoscience* 343, 55-71.
- 33- Total, 1998. Sedimentological study of the cored Kangan/Dalan Formation in SP-5 Well, South Pars Field, Iran, 176pp, unpublished report.
- 34- Total, 1999. Sedimentological study of the cored Kangan/Dalan Formation in SP-6 Well, South Pars Field, Iran, 185 pp, unpublished report.
- 35- Van Wagoner, J.C., Bertram, G.T. (Eds.), 1995. Sequence stratigraphy of foreland basin deposits: Tulsa, Oklahoma, American Association of petroleum Geologists Memoir 64, 490 pp.
- 36- Ziegler, M., 2001. Late Permian to Holocene Paleofacies Evolution of the Arabian Plate and Its Hydrocarbon Occurrences, *GeoArabia* 6, 445–504.

پیوستها

پیوست الف : آنالیز موجک

الف-۱ - مقدمه

امروزه یکی از پر کاربرد ترین روش ها برای پردازش سیگنال ها و تصاویر، آنالیز موجک می باشد. با پیشرفت علوم مختلف این کاربردها نیز متنوع گردیده و افزایش یافته است. از این رو دانشجویان رشته های مهندسی ناگزیر به آشنایی با مبانی آنالیز موجک به عنوان یکی از قدرتمند ترین ابزار آنالیز چند رزولوشنی^۱ می باشند. در این نگارش از بیان جزئیات و مبانی نظری عمیق صرف نظر نموده و سعی نموده ایم با بیان ساده به معرفی این روش پردازیم تا سر آغاز و دریچه ای برای آشنایی دانشجویان علاقمند باشد. در ابتدا با نگاه به تاریخچه آنالیز و تجزیه تحلیل امواج و نیز یادآوری اصطلاحات پایه تعریف موج و روش آنالیز فوریه، به معرفی آنالیز موجک در یک و دو بعد پرداخته و پس از آن به معرفی کاربردهای این روش در ژئو فیزیک و سایر علوم می پردازیم.

الف-۲ - بیان مفاهیم پایه

الف-۲-۱ - موج

به هر آشفتگی در محیط که در فضا یا فضا-زمان منتشر می شود و اغلب حامل انرژی است موج می گویند.

^۱ Multi-resolution analysis

الف-۲-۲- ویژگیهای موج

❖ طول موج (λ)

مسافت بین دو قله (فرو رفتگی) متوالی را طول موج گویند و معمولاً با λ نشان داده می شود. معمولاً واحد آن متر است و لی از واحدهای کوچک دیگر مانند نانو متر برای امواج الکترو مغناطیس استفاده می گردد.

❖ عدد موج (k)

عدد موج که معمولاً با k نشان داده میشود عکس طول موج است و توسط رابطه زیر بیان می گردد:

$$K = \frac{2\pi}{\lambda} \quad (\text{الف-۱})$$

❖ دوره تناوب (T)

زمان لازم برای یک نوسان کامل موج را دوره تناوب موج گویند. واحد آن ثانیه (s) و میلی ثانیه (ms) است. (شکل الف - ۱)

❖ بسامد (f)

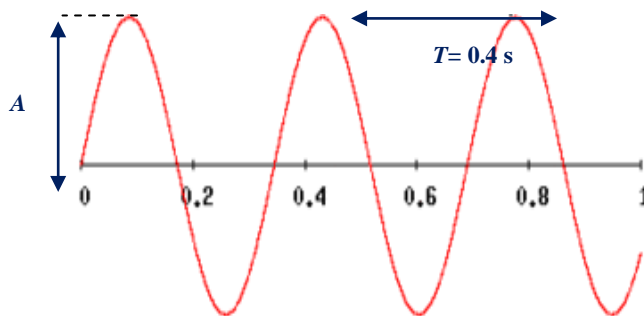
تعداد دوره تناوبی که موج در واحد زمان انجام می دهد. واحد آن دور بر ثانیه یا هرتز (Hz) می باشد. بسامد با دوره تناوب رابطه عکس دارد.

$$f = \frac{1}{T} \quad (\text{الف-۲})$$

❖ بسامد زاویه ای (ω)

بسامد زاویه ای (ω) بیان کننده بسامد از نظر رادیان است. یک دور بر اساس رادیان معادل 2π رادیان می باشد.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \quad (\text{الف-۳})$$



شکل الف-۱: ویژگیهای موج - T زمان تناوب - A دامنه

الف-۲-۳- نشانک (علامت) یا سیگنال^۱

به هرچه که در بردارنده پیام و یا اطلاعات باشد نشانک گفته می شود. اما بیشتر به معنی موجی با مشخصه های ویژه است. نشانک در علوم گوناگون کاربرد دارد. مانند سیگنال های عصبی در پزشکی و ...

الف-۲-۴- انواع نشانک

نشانک به دو دسته پیوسته (آنالوگ) و ناپیوسته (دیجیتال) تقسیم بندی می شوند.

❖ نشانک پیوسته (آنالوگ)

این نشانک که به سیگنال آنالوگ و یا قیاسی معروف است سیگنالی است پیوسته در زمان که دامنه آن نیز پیوسته است و کوچک ترین تغییرات الکترونیکی در این سیگنال نیز دارای

^۱ Signal

مفهوم می‌باشند و در نظر گرفته می‌شوند. هر فرایند طبیعی خواه تحت کنترل آدمی باشد، خواه مستقل، سیگنال پیوسته تولید می‌کند. مدل ریاضی سیگنال آنالوگ تابعی است که بر روی بخشی از محور حقیقی تعریف می‌شود. عملیات انجام شده بر روی سیگنال آنالوگ، همچون دریافت سیگنال، تقویت، فیلتر کردن و انتقال آن، نیز توسط مدارهای الکترونیکی معمول انجام می‌گیرد.

❖ نشانک نا پیوسته (دیجیتال)

این نشانک که به سیگنال دیجیتال و یا عددی معروف است؛ از روی سیگنال پیوسته بدست می‌آید. بدین صورت که سیگنال پیوسته به قطعات مساوی تقسیم بندی شده و از هر قسمت یک نمونه برداری عددی صورت می‌پذیرد که معرف خصوصیات آن قسمت از سیگنال می‌باشد. سیگنال ناپیوسته شامل یک سری اعداد که معرف مکان(زمان) نمونه برداری و مقدار متغییر در آن مکان می‌باشد.

الف-۳- آنالیز و تبدیل فوریه^۱

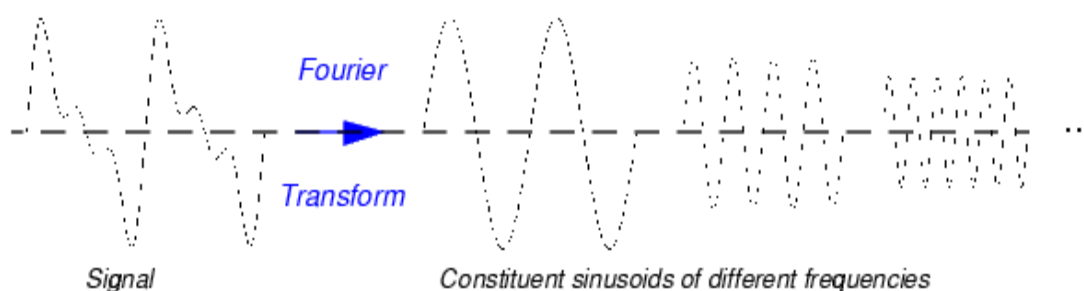
یکی از مهمترین ابزارها برای آنالیز یک سیگنال آنالیز فوریه است که در آن سیگنال به سیگنال های سینوسی متفاوت که دارای فرکانس های مختلف هستند تجزیه می شود. در حقیقت آنالیز فوریه تکنیکی ریاضی برای تغییر نگرش از حالت زمانی به حالت فرکانسی است. روش دیگر آنالیز فوریه یک روش ریاضی است و آن تبدیل کردن از حوضه زمان به حوضه فرکانس است.

^۱ Fourier Analysis & Tansforms

برای بسیاری از سیگنال‌ها، آنالیز فوریه بسیار سودمند است. زیرا فرکانس سیگنال دارای اطلاعات مفیدی است. در اینجا این سؤال مطرح می‌شود که چرا ما برای آنالیز سیگنال به تکنیک‌های دیگر همانند آنالیز موجک نیاز داریم. آنالیز فوریه نقص بزرگی دارد. در تبدیل به حوضه فرکانس، اطلاعات حوضه زمان از بین می‌رود. زمانی که تبدیل فوریه سیگنال را بررسی می‌کنیم تشخیص دادن زمان و مکان یک واقعه خاص امکان ندارد. اگر خواص سیگنال در طول زمان تغییر نکند به آن سیگنال ایستا می‌گویند. که نقص آنالیز فوریه در آن زیاد مهم نیست. ولی بسیاری از سیگنال‌های مفید غیر ایستا و با خصوصیات گذرا هستند. انحراف، راستا، شیب‌ها تغییر می‌کند. این خصوصیات آنها اغلب قسمت بسیار مهم سیگنال‌های غیر ایستا هستند و آنالیز فوریه قادر به نمایان ساختن آن نیست. به زبان ریاضی، آنالیز فوریه با تبدیل فوریه نشان داده می‌شود:

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) e^{-j\omega t} dt \quad (\text{الف-۴})$$

بدین معنی که جمع $f(t)$ در تمام بازه زمانی و ضرب آن در یک تعریف مختلط (تابعی که می‌تواند به دو بخش سینوسی حقیقی و موهومی تبدیل شود) نتیجه، تبدیل فوریه $F(\omega)$ است که موج را به موج‌های سینوسی سازنده اش که دارای فرکانس‌های متفاوتی می‌باشند؛ تبدیل می‌کند. (شکل الف-۲)



شکل الف- ۲: شکل شماتیک از تبدیل فوریه

با استفاده از تبدیل فوریه می توان یک مجموعه اطلاعاتی را به صورت مجموع سری های مثلثاتی نمایش داد. مهمترین عیب تبدیل فوریه عدم نمایش اطلاعات از فضای آرگومان است. به عبارت دیگر هر چند استفاده از تبدیل فوریه این امکان را فراهم می آورد که تمامی فرکانس های موجود در یک مجموعه اطلاعاتی را به دست آوریم؛ اما امکان تشخیص محل رخداد این فرکانس ها در فضای آرگومان امکان پذیر نمی باشد. علت آن موضعی نبودن توابع پایه مورد استفاده تبدیل فوریه در فضای آرگومان است. به عبارت دیگر با تغییر کوچکی در فرکانس یک مجموعه اطلاعات فضای فرکانس، این تغییرات در تمامی نقاط فضای آرگومان منعکس خواهد شد. برای غلبه بر این مشکل رو شهای زیادی ارائه شده است که به نحوی امکان نمایش موج در دامنه آرگومان و فرکانس را به طور همزمان فراهم آورد. در بسیاری از این روش ها، مانند تبدیل فوریه زمان کوتاه ابتدا موج را به بخش های مختلفی تقسیم می کنند و سپس هر کدام از این بخش ها را به طور جداگانه مورد بررسی قرار می دهند. در این تبدیل موقعیت تابع پنجره معرف یک پارامتر اضافی است.

اما سؤالی که در اینجا مطرح می شود انتخاب تابع پنجره و نحوه تقسیم بندی موج به بخش های مختلف است. به عبارت دیگر هر گونه اطلاعات در سری اطلاعاتی که در فاصله زمانی کوچکتر از طول پنجره انتخابی وجود داشته باشد، نمایش داده نمی شود، زیرا برای نمایش یک فرکانس باید حداقل یک دوره تناوب آن را مشاهده کرد. بنابراین تبدیل فوریه زمان کوتاه ابزاری مناسبی برای بررسی سریهای اطلاعاتی نمی باشد که هدف از آنالیزشان به دست آوردن پهنای موج در آنهاست. علاوه بر این، مشکلات موجود در تبدیل فوریه نیز در تبدیل فوریه زمان کوتاه وجود دارد. تئوری موجک روشی است که برای غلبه بر مشکلات تبدیل فوریه ارائه گردیده است. در این روش مسئله تقسیم بندی موج به بخش های مختلف با استفاده از یک تابع قابل مقیاس بندی و قابل انتقال حل می شود. این تابع در طول سری اطلاعاتی انتقال پیدا می کند و برای هر موقعیت آن، طیف سری اطلاعاتی محاسبه می شود و بنابراین مسئله موضعی سازی حل می گردد. این مراحل برای توابعی با فرکانس های مختلف تکرار می شود و در نهایت نتیجه حاصل به صورت مجموع های از اطلاعات آرگومان فرکانس به دست می آید، برخلاف تبدیل فوریه زمان کوتاه که طول پنجره انتخابی برای نمایش آرگومان فرکانس ثابت است. مهمترین مسئله که در آنالیز طیفی موجک باید مورد توجه قرار گیرد، تابع موجک انتخابی است. برای انتخاب این تابع به اطلاعات اولیه از سری اطلاعاتی مورد بررسی نیاز داریم تا با توجه به رفتار سری اطلاعاتی بتوان از موجک مادر مناسب استفاده کرد. آنالیز امواج با استفاده از موجک ها ابزار جدیدی را برای پردازش اطلاعات امواج زلزله مطرح می کند که نه تنها پهنای را فیلتر می کند بلکه فرصت مناسبی را برای تحقق جداسازی و حذف خطای اندازه گیریها به وجود می آورد. لازم به تذکر است

که اگر ما درک بهتری از پراش امواج زلزله داشته باشیم، انتخاب و توسعه بهتری از پایه موجک و الگوریتم اجرایی خواهیم داشت. ارتباط و ترکیب موجک ها با آمار و پردازش فرآیندهای تصادفی و آنالیز چندریزه سازی با فیلترینگ کالمن نیز موضوعاتی هستند که بسط و توسعه آنها در زمینه پردازش اطلاعات امواج زلزله مفید خواهد بود.

الف-۴- موجک

موجک تابع مشخص و مفروضی است با میانگین صفر، طول متناهی، نوسانی و در طرفین به شدت میرا. در حقیقت دسته‌ای از توابع ریاضی می باشند که برای تجزیه سیگنال پیوسته به مؤلفه‌های فرکانسی آن بکار می‌رود (شکل الف-۳). موجک با مقیاس یک را اصطلاحاً موجک مادر و سایر مقیاسها را موجک دختر می نامند. قدرت تفکیک پذیری هر مؤلفه متناسب با مقیاس آن است. می توان بیان کرد تبدیل موجک تجزیه یک تابع بر مبنای توابع انتقال یافته و مقیاس شده موجک مادر می‌باشند.

الف-۵- مقیاس موجک

همانطور که بیان شد؛ موجک با مقیاس یک را موجک مادر و سایر مقیاسها را موجک دختر می گویند. در حقیقت مفهوم مقیاس ضریبی است که بیانگر فشردگی و کشیدگی موجک می باشد. هرچه مقیاس کوچکتر باشد فشردگی بیشتر و هر چه مقیاس بزرگتر باشد فشردگی کمتر است. اغلب مقیاس با " a " نشان داده می شود و متناسب با عکس فرکانس زاویه ای " ω " است.

الف-۶- تغییر مکان موجک

تغییر مکان موجک به معنای انتقال موجک به اندازه یک مقدار ثابت "k" به جلو یا عقب می باشد. به بیان دیگر موجک به اندازه k در شروع تاخیر یا تعجیل دارد. به بیان ریاضی تاخیر در معادله $\psi(t)$ به اندازه k با $\psi(t-b)$ نشان داده می شود

الف-۷- انواع موجک

انواع مختلفی از موجک وجود دارد که از شناخته شده ترین آنها می توان در جدول الف-۱ مشاهده نمود.

جدول الف-۱: معروفترین موجک ها [Matlab's User's Guide- 2001]

Wavelet Family Short Name	Wavelet Family Name
'haar'	Haar wavelet
'db'	Daubechies wavelets
'sym'	Symlets
'coif'	Coiflets
'bior'	Biorthogonal wavelets
'rbio'	Reverse biorthogonal wavelets
'meyr'	Meyer wavelet
'dmey'	Discrete approximation of Meyer wavelet
'gaus'	Gaussian wavelets
'mexh'	Mexican hat wavelet
'morl'	Morlet wavelet
'cgau'	Complex Gaussian wavelets
'shan'	Shannon wavelets
'fbsp'	Frequency B-Spline wavelets
'cmor'	Complex Morlet wavelets

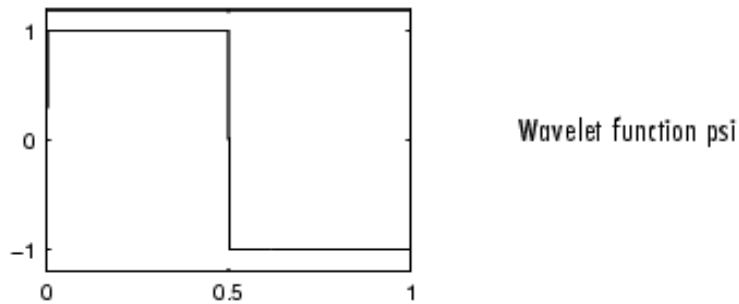
الف-۷-۱ - موجک داوئیچیز (Daubechies).

❖ db1 - موجک هار

همانطور که بیان شد، این موجک که در شکل الف-۷ نشان داده شده است؛ اولین بار توسط هار شناسایی شد و به افتخار این دانشمند به این نام شناخته می شود و طبق فرمول زیر بیان می شود

$$\begin{cases} \psi(x) = 1, & \text{if } x \in [0, 0.5[\\ \psi(x) = -1, & \text{if } x \in [0.5, 1[\\ \psi(x) = 0, & \text{if } x \notin [0, 1[\end{cases}$$

$$\begin{cases} \phi(x) = 1, & \text{if } x \in [0, 1] \\ \phi(x) = 0, & \text{if } x \notin [0, 1] \end{cases}$$



شکل الف-۳: موجک هار

dbn ❖

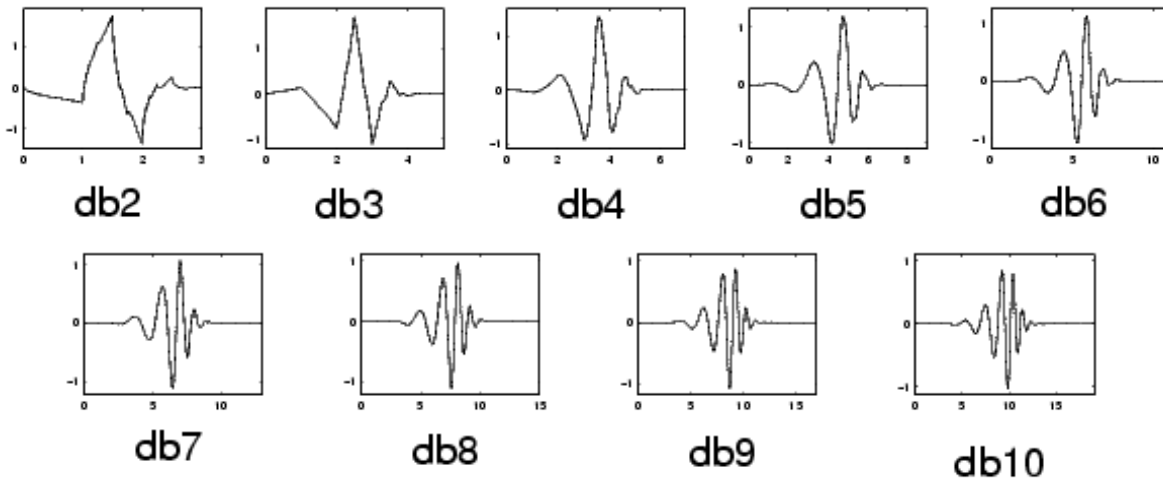
این موجک با رابطه ریاضی زیر بیان می شود و نمونه هایی از آن در شکل الف- ۵ نمایش داده شده است.

$$P(y) = \sum_{k=0}^{N-1} C_k^{N-1+k} y^k \quad \text{Where } C_k^{N-1+k} \text{ denotes the binomial coefficients.}$$

Then

$$|m_0(\omega)|^2 = \left(\cos^2\left(\frac{\omega}{2}\right) \right)^N P\left(\sin^2\left(\frac{\omega}{2}\right)\right)$$

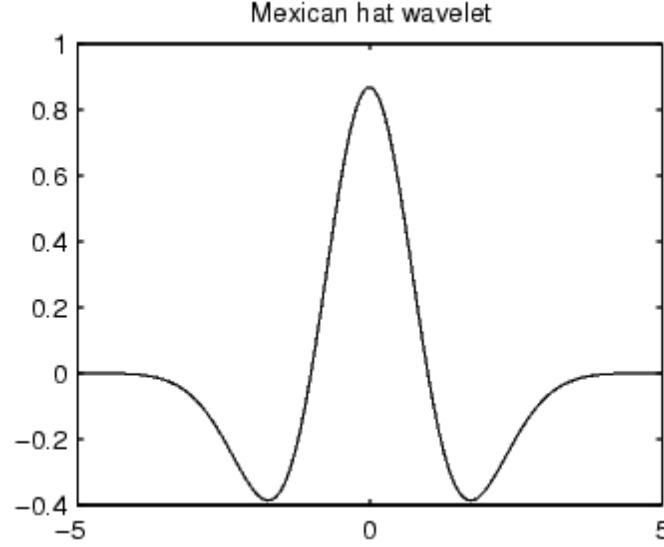
$$\text{where } m_0(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2}} \sum_{k=0}^{2N-1} h_k e^{-ik\omega}$$



شکل الف-۵: انواع موجک داوبچیز

الف-۷-۲- موجک کلاه مکزیکی^۱

$$\psi(x) = \left(\frac{2}{\sqrt{3}}\pi^{-1/4}\right)(1-x^2)e^{-x^2/2}$$



شکل الف ۵: موجک کلاه مکزیکی

الف-۷-۳- موجک میر^۲

✓ *Wavelet function*

$$\hat{\psi}(\omega) = (2\pi)^{-1/2} e^{i\omega/2} \sin\left(\frac{\pi}{2}v\left(\frac{3}{2\pi}|\omega| - 1\right)\right) \quad \text{if} \quad \frac{2\pi}{3} \leq |\omega| \leq \frac{4\pi}{3}$$

$$\hat{\psi}(\omega) = (2\pi)^{-1/2} e^{i\omega/2} \cos\left(\frac{\pi}{2}v\left(\frac{3}{4\pi}|\omega| - 1\right)\right) \quad \text{if} \quad \frac{4\pi}{3} \leq |\omega| \leq \frac{8\pi}{3}$$

And

$$\hat{\psi}(\omega) = 0 \quad \text{if} \quad |\omega| \notin \left[\frac{2\pi}{3}, \frac{8\pi}{3}\right]$$

Where

$$v(a) = a^4(35 - 84a + 70a^2 - 20a^3), \quad a \in [0,1]$$

^۱ Mexican Hat

^۲ Meyer

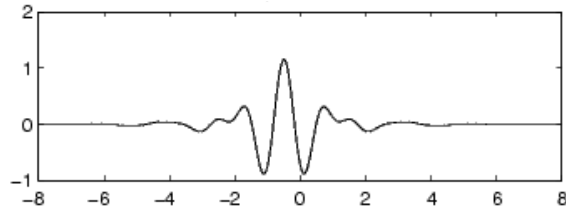
✓ *Scaling function*

$$\hat{\phi}(\omega) = (2\pi)^{-1/2} \quad \text{if} \quad |\omega| \leq \frac{2\pi}{3}$$

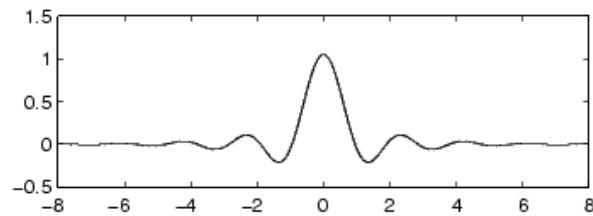
$$\hat{\phi}(\omega) = (2\pi)^{-1/2} \cos\left(\frac{\pi}{2} \nu\left(\frac{3}{2\pi}|\omega| - 1\right)\right) \quad \text{if} \quad \frac{2\pi}{3} \leq |\omega| \leq \frac{4\pi}{3}$$

$$\hat{\phi}(\omega) = 0 \quad \text{if} \quad |\omega| > \frac{4\pi}{3}$$

Meyer wavelet

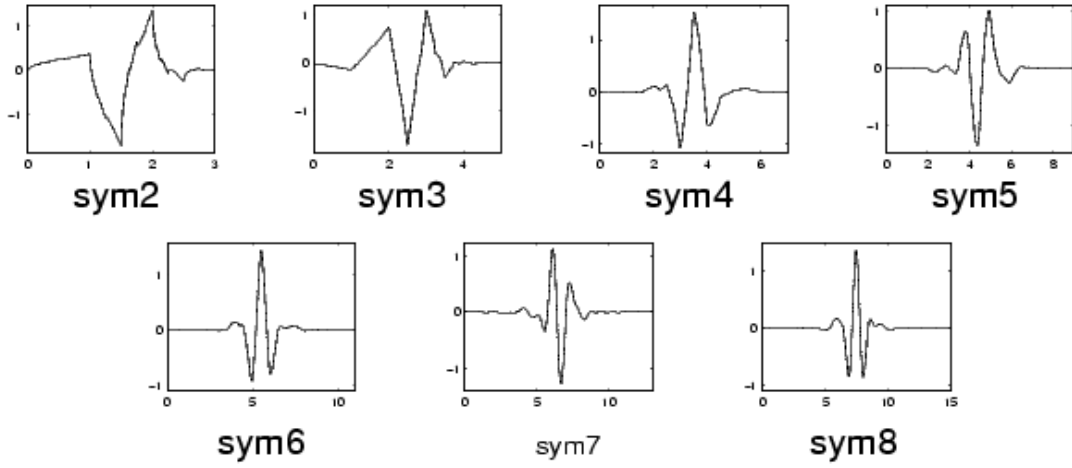


Meyer scaling function

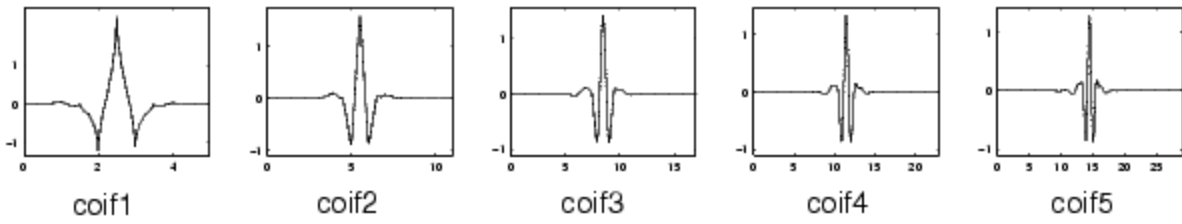


شكل الف-٦: موجك مير

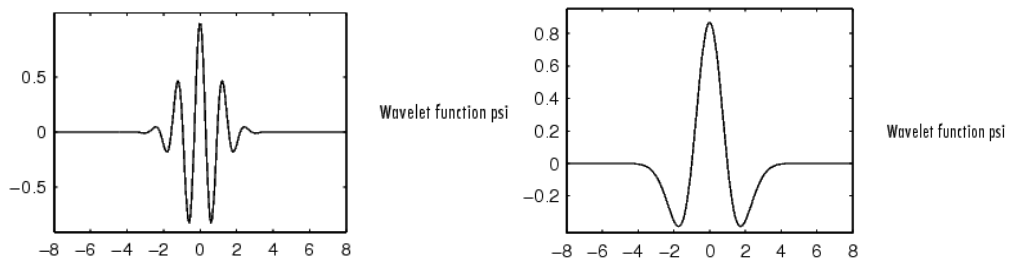
انواع دیگری از موجک ها را در اشکال ذیل مشاهده می نمایید:



شکل الف-۷: موجک سیملت^۱

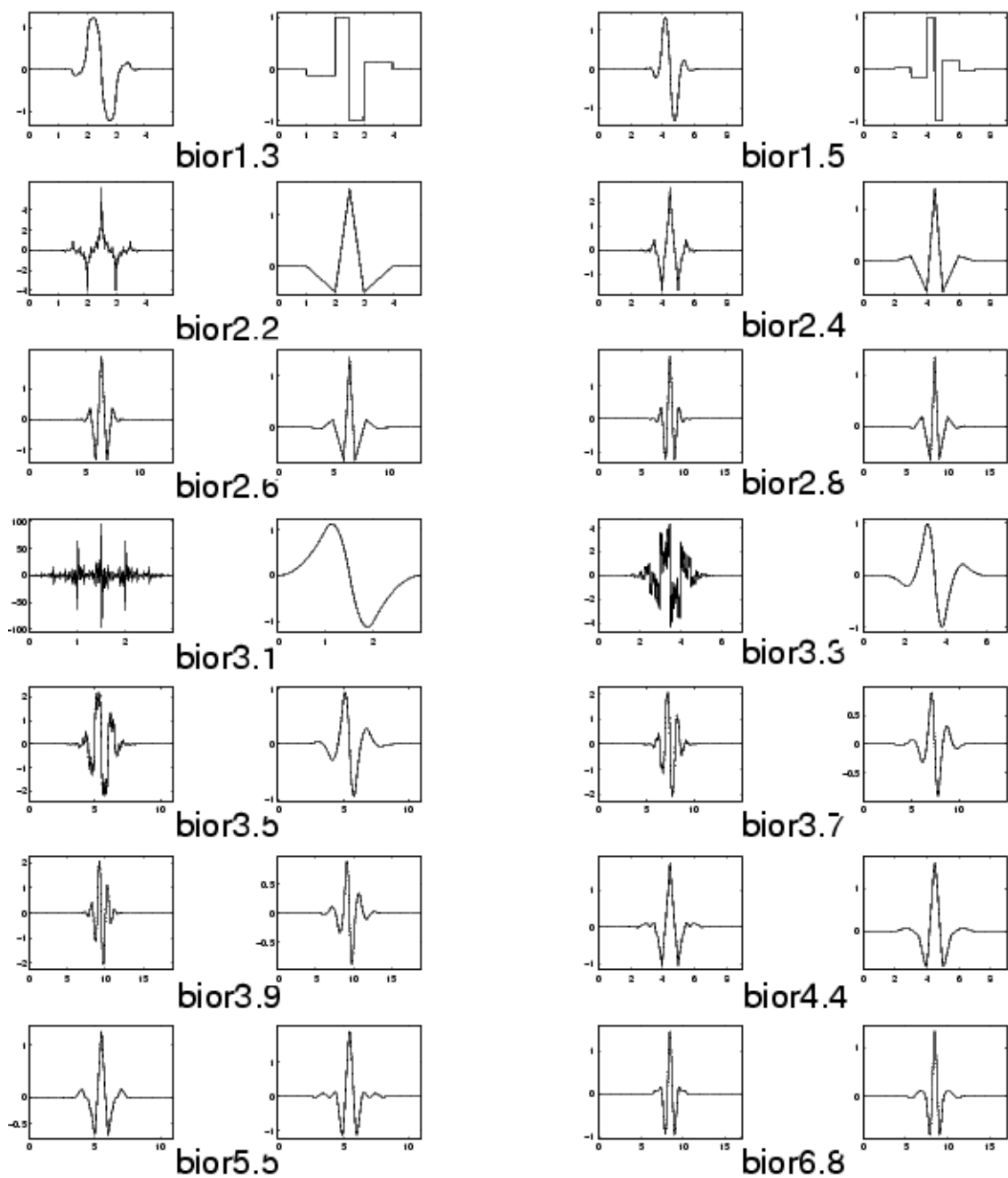


شکل الف-۸: موجک کوئیفلت^۲



شکل الف-۹: موجک مورله

^۱ Symlet
^۲ Coiflet



شکل الف-۱۰: موجک بایو ارتوگونال^۱

الف-۸- ضریب همبستگی^۱

ضریب همبستگی ضریبی است که بیانگر میزان شباهت سیگنال به موجک می باشد و اغلب با "C" نشان داده می شود. هر چه شباهت سیگنال به موج بیشتر باشد این ضریب بزرگتر می باشد. برای بدست آوردن این ضریب مقدار رقمی شده سیگنال را در مقدار رقمی شده موجک ضرب و تمام مقادیر با یکدیگر جمع می شوند. به بیان ریاضی اگر سیگنال با $S(t)$ و موجک با $\psi(t)$ نشان داده شود مقدار C از رابطه زیر بدست می آید.

$$C = \int_{-\infty}^{+\infty} S(t) * \psi(t) \quad (\text{الف-۵})$$

الف-۹- آنالیز موجک

آنالیز موجک در حقیقت به دست آوردن مقدار ضریب همبستگی و به بیان ساده تر به دست آوردن میزان شباهت سیگنال با موجک در مقیاس ها و تغییر مکان های متعدد است. در حقیقت این عملیات نشان دهنده این امر است که در کدام قسمت موج چه میزان شباهت با کدام یک از مقیاس های موجک وجود دارد.

حاصل آنالیز موجک یک نمودار در سه بعد زمان "t"، مقیاس "S" و ضریب همبستگی "C" می باشد که اسکیلوگرام^۲ نام دارد [Rioul and Vetterli, 1991] و نمونه ای از آن را در شکل الف-۱۲ ملاحظه می نمایید.

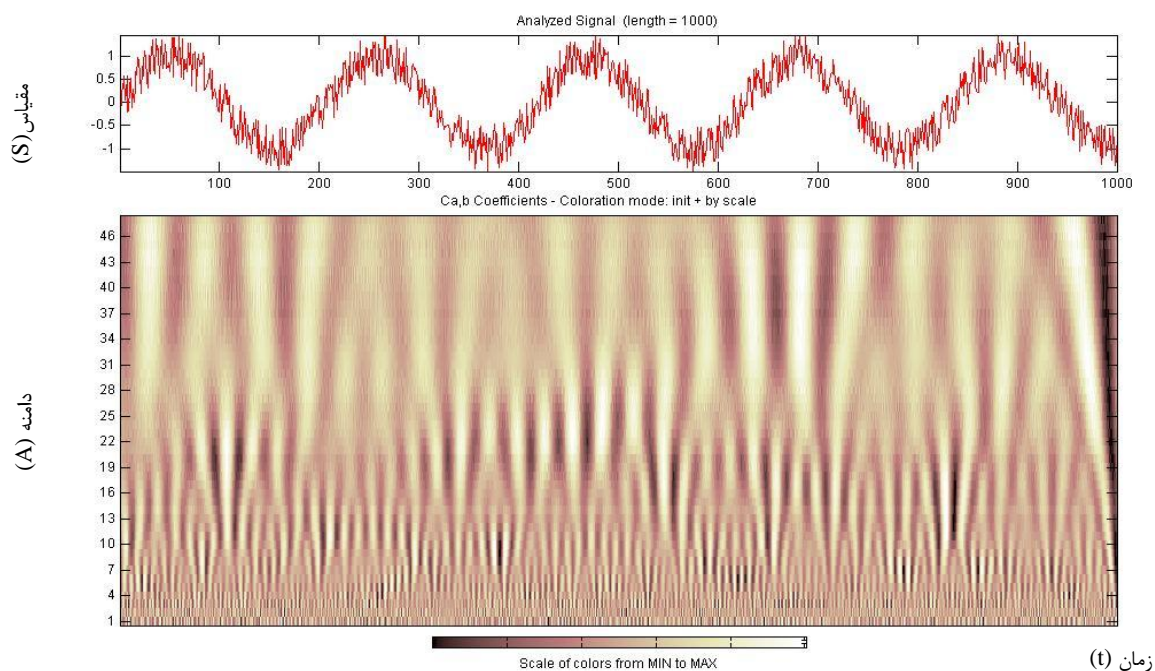
^۱ Correlation coefficient

^۲ Scalogram

همانند آنالیز فوریه در آنالیز موجک با بسط تابع ها سروکار داریم ولی این بسط بر حسب توابع سینوسی و کسینوسی صورت نمی پذیرد بلکه بر اساس مقیاس های موجک انجام می شود.

الف- ۱۰ - آنالیز پیوسته موجک^۱

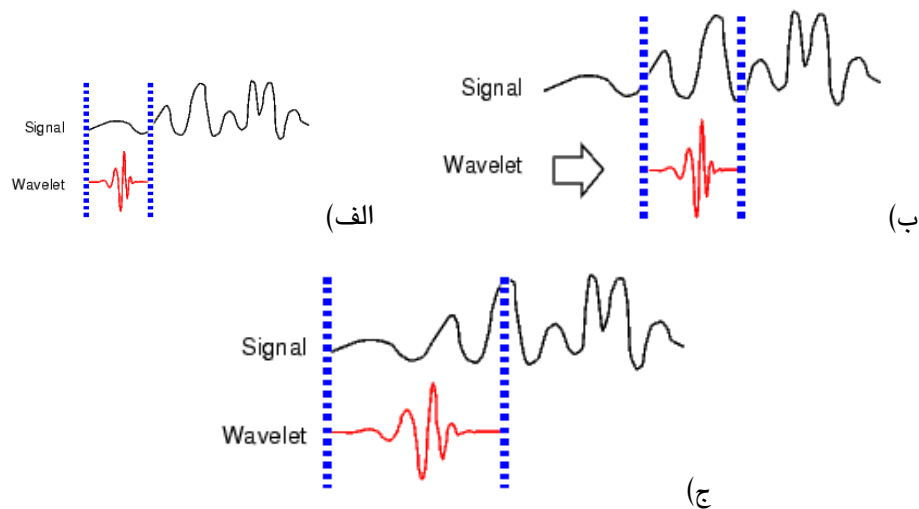
آنالیز پیوسته موجک ضرب کردن مقدار رقمی سیگنال در مقدار رقمی موجک در مقیاسها و تغییر مکانهای آن در تمام بازه زمانی سیگنال می باشد. این فرایند ضریب همبستگی موجک را که معادله مقیاس و مکان می باشد بوجود می آورد.



کل الف- ۱۱ - نمونه ای از اسکیلوگرام - آنالیز سیگنال سینوسی نویزدار با استفاده از موجک مورله در دو بعد S, t

^۱ ContinuousWavelet Analysis

این یک فرایند ساده پنج مرحله ای است که در شکل الف - ۱۳ ملاحظه می شود.

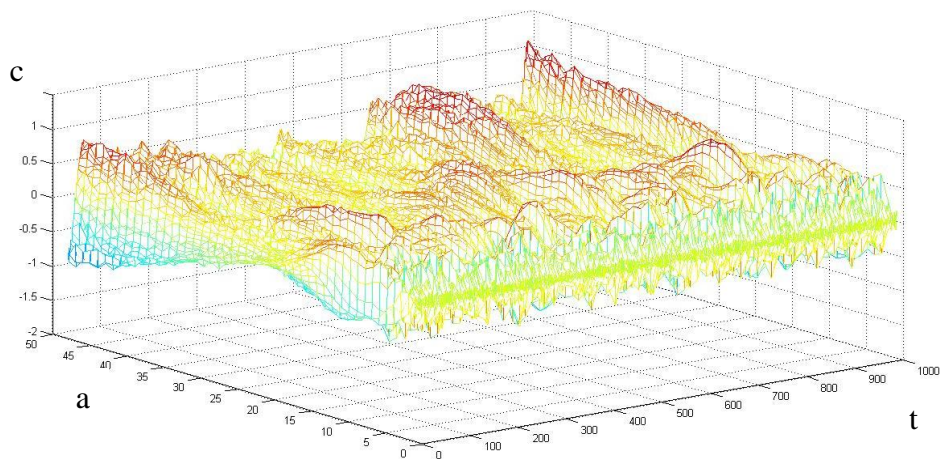


شکل الف-۱۲: مراحل آنالیز پیوسته موجک - الف) مرحله یک و دو - ب) مرحله سه

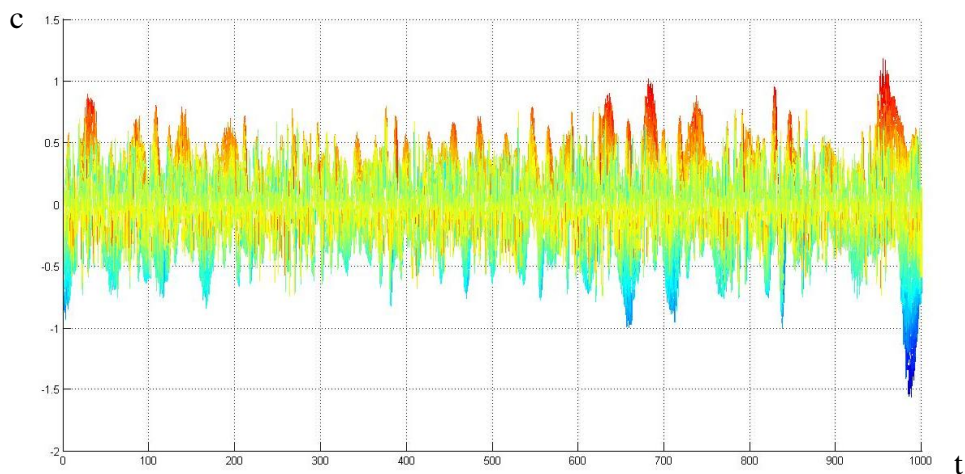
ج) مرحله چهار و پنج

حال ما تصویری داریم از میزان شباهت سیگنال با مقیاس (عکس فرکانس) های مختلف موجک و به بیان دیگر این تصویر نشان می دهد در هر قسمت از سیگنال چه فرکانس هایی موجود است و سیگنال را به تفکیک فرکانس های مختلف رسم می نماییم. در شکل الف - ۴۵ نمونه های دیگری از نمایش ضریب همبستگی نشان داده شده است.

(الف)



(ب)



شکل الف-۱۳: نمونه های دیگر نمایش ضریب همبستگی - الف) در سه بعد - ب) در دوبعد

الف-۱۱ - عکس تبدیل موجک^۱

تابع موجک معکوس پذیر است هر گاه :

$$\int \psi(t) dx = 0 \quad (\text{الف-۶})$$

این شرط تنها در صورتی برقرار است که موجک خاصیت نوسانی داشته باشد. در این

صورت معکوس تبدیل موجک از رابطه زیر محاسبه می گردد:

^۱ Inverse wavelet Analysis

$$S(t) = \frac{1}{c_\psi^2} \int_a \int_b \Psi_x^\psi(b, a) \frac{1}{a^2} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) db da \quad (\text{الف-۷})$$

c_ψ ثابت پذیرش (Admissibility Constant) نام دارد و مقدار ثابتی است که به ویولت مورد نظر بستگی داشته و برگشت پذیر بودن تبدیل و توانایی بازسازی کامل به این ثابت بستگی دارد.

$$c_\psi = \left(2\pi \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{|\hat{\psi}(\xi)|^2}{|\xi|} d\xi \right)^{\frac{1}{2}} < \infty \quad (\text{الف-۸})$$

$\hat{\psi}$ تبدیل فوریه تابع ویولت مادر است.

الف-۱۲ - گسسته سازی تبدیل موجک پیوسته^۱

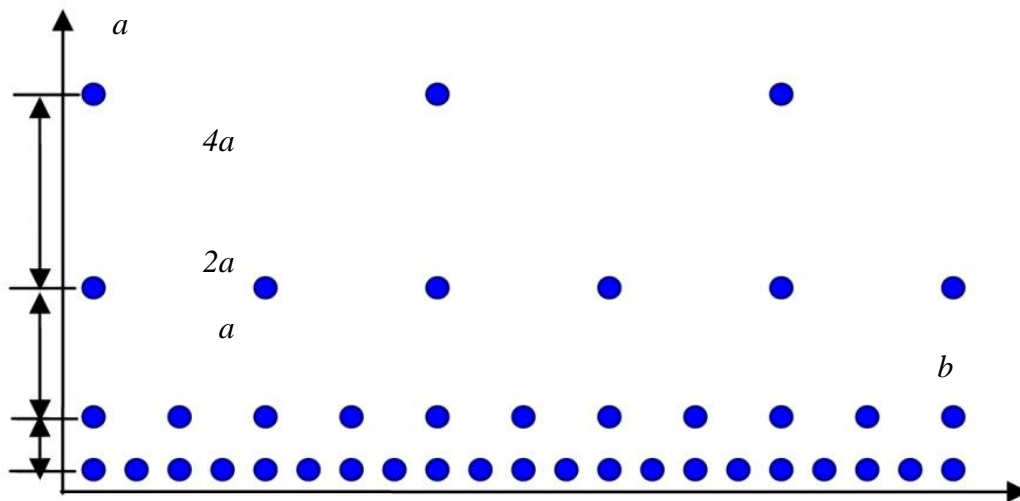
فرایندهایی که تا کنون ذکر شد از آنالیز فوریه تا تبدیلات موجک تماماً پیوسته بودند و نمی توانستیم آنها را در محاسبات کامپیوتری بکار ببریم. برای این کار می بایست این محاسبات به صورت رقمی (دیجیتال) در آورده شود. برای این منظور می بایست از نسخه گسسته شده موجک استفاده نماییم. ساده ترین روش برای این کار نمونه برداری یکنواخت در حوضه زمان - فرکانس می باشد. معمولاً در تبدیل موجک می توان با کاهش مقیاس (فرکانس بالاتر) نرخ نمونه برداری را با توجه به نرخ نایکوئیست افزایش داد. در حقیقت رابطه بین مقیاس و نرخ نمونه برداری عکس یکدیگر می باشد مانند ذیل:

^۱ Discrete simulation of continuous wavelet Analysis

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{a_2}{a_1} = \frac{f_1}{f_2} \quad (\text{الف-۹})$$

این نوع نمونه برداری باعث می گردد که در مقیاس های بالاتر تعداد نمونه برداری کمتری صورت پذیرد که خود از حجم محاسبات توسط کامپیوتر کاسته و باعث صرفه جویی در زمان محاسبات می گردد.

برای گسسته نمودن تبدیل موجک می بایست در ابتدا مقیاس a را بر حسب یک درجه بندی لگاریتمی گسسته کرد سپس عامل زمان را بر اساس عامل مقیاس گسسته می گردد. بدین صورت برای هر مقیاس یک یک نرخ نمونه برداری جداگانه استفاده می شود. معمولا نمونه برداری بر روی یک درجه بندی دو دویی^۱ انجام می شود. در شکل الف-۱۵ این نوع نمونه برداری نشان داده شده است.



شکل الف-۱۴: نحوه نمونه برداری دو دویی

^۱ Dyadic

گسسته سازی موجک مادر به صورت ذیل می باشد:

$$\psi_{j,k}(t) = a_0^{-j} \psi(a_0^{-j} t - kb_0) \quad (\text{الف-۱۰})$$

با استفاده از رابطه بالا نسخه گسسته شده تبدیل موجک به صورت ذیل می باشد:

$$\Psi_x^{\psi j,k} = \int S(t) \psi_{j,k}(t) dt \quad (\text{الف-۱۱})$$

در صورتی که بخواهیم سیگنال اصلی را از روی نسخه گسسته شده بدست آوریم می توانیم از رابطه ذیل استفاده نماییم.

$$S(t) = c_\psi \sum_j \sum_k \Psi_x^{\psi j,k} \psi_{j,k}(t) \quad (\text{الف-۱۲})$$

الف-۱۳ - آنالیز گسسته موجک^۱

در حقیقت نسخه گسسته شده تبدیل موجک، یک سری موجک است که از تبدیل موجک پیوسته نمونه گرفته شده است. اطلاعات موجود در روش گسسته سازی تبدیل موجک زائد و اضافی^۲ است و منجر به افزایش بار محاسباتی برای کامپیوتر می گردد. به این دلیل از روش آنالیز گسسته موجک استفاده می گردد.

برای این روش از دو فیلتر بالاگذر و پایین گذر به صورت زیر استفاده می گردد :

$$y_{high}[k] = c_\psi \sum_n x[n].g[2k - n] \quad (\text{الف-۱۳})$$

$$y_{low}[k] = c_\psi \sum_n x[n].h[2k - n] \quad (\text{الف-۱۴})$$

^۱ Discrete Wavelet Analysis

^۲ Redundant

این روش به روش بانک فیلتر معروف است بدین صورت عمل می کند که سیگنال از یک فیلتر پایین گذر نیم باند با پاسخ ضربه $h[n]$ عبور می کند. خروجی فیلتر برابر است با کانولوشن سیگنال ورودی و پاسخ ضربه (رابطه ۲۲)

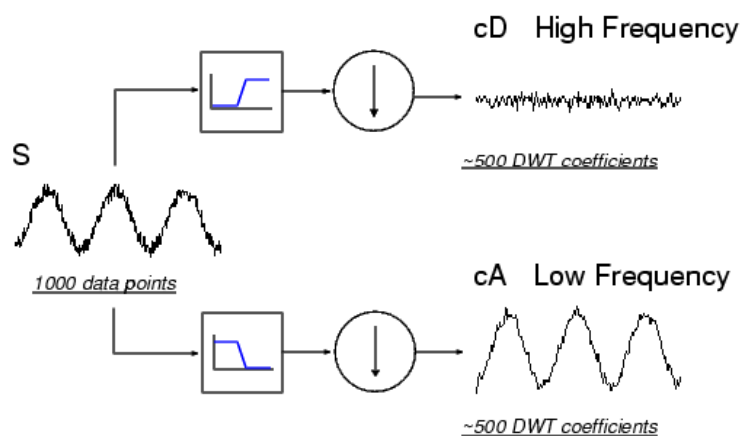
بدین ترتیب تمامی مولفه های فرکانسی که بیشتر از نصف فرکانس بزرگترین فرکانس موجود می باشند حذف می شوند. نیمی از نمونه ها قابل حذف هستند. بدین ترتیب طول سیگنال بدون از دست دادن اطلاعات نصف می شود (شکل الف-۱۶)

در مرحله دوم سیگنال از یک فیلتر بالا گذر نیم باند با پاسخ ضربه $g[n]$ عبور می کند. (رابطه ۲۱)

در مرحله اول آنالیز دو خروجی داریم:

خروجی بالا گذر : شبیه سیگنال اولیه ← تقریب (Approximation)

خروجی پایین گذر: جزئیات فرکانس بالای سیگنال ← جزئیات (Detail)

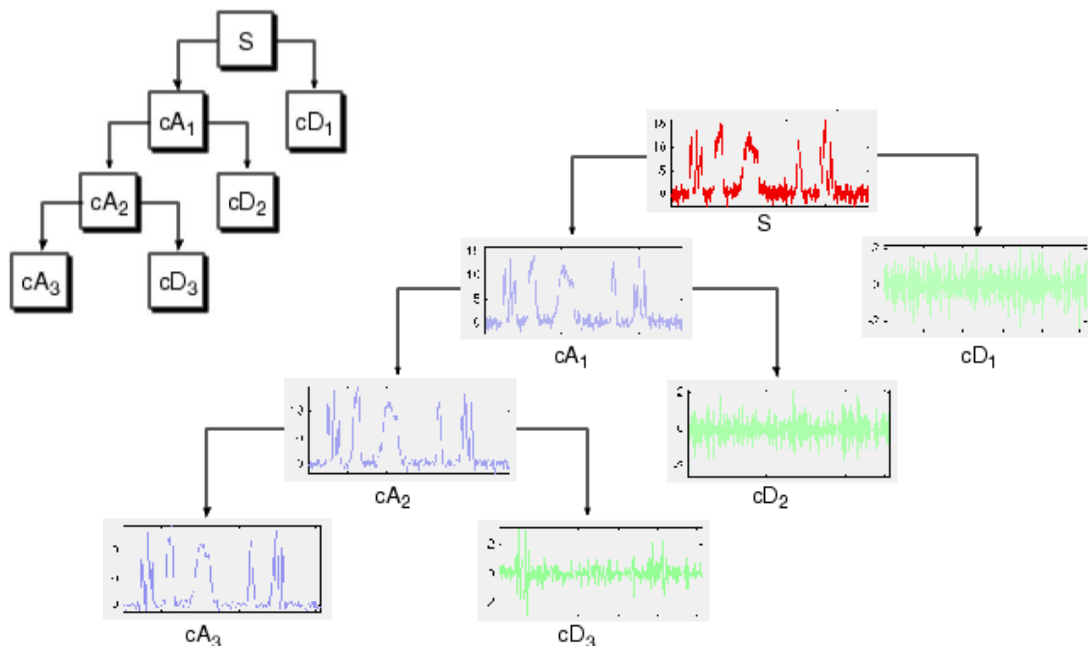


شکل الف-۱۵: مرحله اول آنالیز گسسته موجک

عملیات را روی خروجی فیلتر پائین گذر پیاده می کنیم و ادامه می دهیم. در نهایت از کنار یکدیگر قرار دادن خروجی های فیلتر ها تبدیل موجک گسسته حاصل می شود.

در هر مرحله قدرت تفکیک پذیری فرکانسی دو برابر و قدرت تفکیک پذیری زمانی نصف می شود. شکل (۱۷)

$$S = cD_1 + cD_2 + cD_3 + \dots + cD_1 + cA_n \quad (\text{الف-۱۵})$$



شکل الف-۱۶: شکل شماتیک آنالیز گسسته موجک - در هر مرحله قدرت تفکیک پذیری فرکانسی دو برابر و قدرت تفکیک پذیری زمانی نصف می شود.

الف-۱۴ - کاربرد آنالیز موجک

امروزه آنالیز موجک کاربردهای فراوانی پیدا کرده است. به دلیل حساسیت بالای این آنالیز نسبت به تغییرات گذرا و سریع از این آنالیز برای شناسایی مرزهای انواع تصاویر استفاده شده است. از جمله این آنالیزها می توان به تجزیه تحلیل تصاویر تشخیص هویت مانند سیستم های هوشمند تشخیص تصویر، تشخیص اثر انگشت و ... نام برد. از دیگر کاربردها می توان به تجزیه تحلیل سیگنال های صوتی، جریان های الکتریکی در مغز، صداهای زیر آبی ضربه ای و داده های طیف نمایی NMR اشاره کرد.

از کاربردهای دیگر آنالیز موجک می توان به تشخیص سطوح کم مقاومت در سازه ها اشاره کرد. بدلیل حساسیت موجک ها نسبت به لبه های تیز امواج می توان از این روش برای شناسایی محل های دارای شکستگی در سازه ها استفاده نمود.

در علوم مربوط به زمین نیز آنالیز موجک کاربردهای متعددی را دارد. در ژئوفیزیک بخصوص در لرزه شناسی و چاه پیمایی کاربرد گسترده ای دارد. این نوع آنالیز در تجزیه تحلیل و انواع داده های چاه پیمایی می تواند مورد استفاده قرار گیرد. این داده های می تواند در شناسایی مرزهایی که به سرعت تغییر می کنند مانند گسل ها و ناپیوستگی ها و نیز برای تشخیص تغییرات دوره ای میزان و سرعت رسوبگذاری می تواند مورد استفاده قرار گیرد. همچنین این آنالیز را می توان برای تجزیه تحلیل نمودار های زئوشیمیایی مانند نسبت حجمی انیدریت بکار برد. این نوع آنالیز موج در بررسی امواج زلزله نیز کاربرد فراوانی پیدا کرده است. همچنین برای مشخص کردن ساختارهای پیچیده ای که در تلاطم ظاهر می شوند مانند جریان های جوی، پیش بینی سیلابهای فصلی و بررسی ساختارهای ستاره ای کاربرد دارد. در گرانی سنجی نیز در برآورد مرز چشمه های گرانی بکار گرفته شده ولی بیشترین کاربرد آن در کاربرد روش تبدیل موجک گسسته در کاهش نویز سیگنال های لرزه نگاری و افزایش امکان تفسیر بهتر نگاره های لرزه ای می باشد.

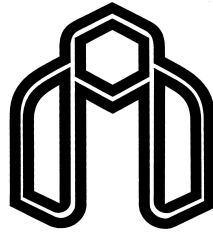
Abstract

Nowadays use of wavelet analysis has many applications to identify and analyze the transient boundaries & waves, such as image borders and earthquake waves. Detection of discontinuities in the sedimentary sequence and identifying the boundaries of sequence stratigraphic surfaces are one of those applications. In this study, we use wavelet analysis of wire line logs data, such as GR, NPHI, RHOB, RHOZ, THOR / URAN and multi min data such as anhydrite percentage volume, which that data are change during sequence boundaries. Different types of sequence boundaries impact on different types of logs and wire line logs are affected by structural and lithology changes; So We can't identify those boundaries using a kind of correlation coefficients. In This study, we want combine that coefficients together and offer a good way to determine automatically the borders with lowest error. Thus The best results are coefficients combination of GR, NPHI, RHOB (RHOZ) logs and the anhydrite percentage volume multi min; And coefficients combination of GR, NPHI, RHOB (RHOZ) logs and thorium to uranium ratio (THOR / URAN) graphs.

❖ Keywords

Geophysics, Sedimentology, Wire line logs, Sequence stratigraphy, Wavelet analysis, Digital filtering, South Pars Field

In the name of God



Shahrood University of Technology
Faculty of Mining, Petroleum & Geophysics

“Determination of sequence stratigraphic surfaces using wire line log data in South Pars field”

Nakhostin Mortazavi. M

Supervisors:

Dr. Kamkare Rouhani. A.

Dr. Arab amiri. A.

September 2012