

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک

مهندسی اکتشاف نفت

پایان نامه کارشناسی ارشد

برآورد توزیع نشانگر زون جریان با استفاده از تلفیق داده‌های لرزه‌ای و چاه‌نگاری

دانشجو

مهدی رستگاریا

اساتید راهنما

دکتر امین روشندل کاهو

دکتر علی کدخدایی

استاد مشاور

محسن لشکری

مهر ۱۳۹۱

دانشگاه صنعتی شاهرود
دانشکده : مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک
گروه : اکتشاف نفت

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای مهدی رستگاریا

تحت عنوان: برآورد توزیع نشانگر زون جریان با استفاده از تلفیق داده های لرزه ای و چاهنگاری

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

امضاء	اساتید مشاور	امضاء	اساتید راهنما
	نام و نام خانوادگی : محسن لشکری		نام و نام خانوادگی : دکتر امین روشندل کاهو
	نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی : دکتر علی کدخدایی

امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء	اساتید داور
	نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی :
			نام و نام خانوادگی :
			نام و نام خانوادگی :
			نام و نام خانوادگی :

تقدیم به

روح پرفخوح امام خمینی (ره)،

شهدای انقلاب و

شهدای هشت سال دفاع مقدس

و تقدیم به

دستهای زحمتکش پدر

و

محبت های بی دریغ مادر

و

صبوری همسر مهربانم

چکیده

شناخت هر چه بهتر مخزن جهت برنامه‌های ازدیاد برداشت و توسعه میادین هیدروکربنی امری لازم و ضروری است. در این خصوص استفاده از مفاهیم و تکنیک‌های نوین جهت دسته‌بندی سنگ‌های مخزن و تعریف زون‌های تولیدی و غیر تولیدی بسیار مفید و کاربردی خواهد بود. تعریف زون‌های مخزنی بر اساس واحدهای جریان هیدرولیکی و به کمک مفهوم تحلیل خوشه‌ای از جمله روش‌های کاربردی مزبور می‌باشد که می‌توانند معایب زون‌بندی‌های مرسوم زمین‌شناسی و یا پتروفیزیکی را برطرف کرده و دیدگاهی نوین به تعریف نوع سنگ و زون‌بندی از دیدگاه مخزنی داشته باشند.

در این مطالعه، ابتدا ما برای طبقه‌بندی انواع سنگ‌ها بر پایه واحدهای جریان هیدرولیکی از مفهوم رخساره‌های الکتریکی استفاده کرده تا زون‌هایی با تراوایی بالا را شناسایی کنیم تا بتوانیم مشکل هتروژنی و عوامل موثر دیاژنز را در تراوایی تشخیص دهیم. بدین صورت که ابتدا با به کار بردن روش خوشه‌بندی چند تفکیکی بر پایه گراف^۱ (MRGC) رخساره‌های الکتریکی بهینه را برای چاه شماره (۱۲) به دست آوردیم. برای این کار از ارتباط لاگ^۲ NMR با شاخص زون جریان برای لینک کردن رخساره‌ها با تراوایی استفاده کردیم و در نهایت با استفاده از روش ماشین بردار پشتیبان این رخساره‌ها را برای چاه‌های دیگر تخمین زدیم.

در مرحله بعد موج استونلی را با استفاده از روش رگرسیون بردار پشتیبان (SVR) در چاه‌های ۷ و ۸ میدان محاسبه کردیم. برای این کار در هر یک از لیتولوژی‌های کربناته و ماسه سنگ یک مدل جداگانه ایجاد کردیم و سپس با در نظر گرفتن تغییرات لیتولوژی سازند که روی شاخص تراوایی استونلی تاثیرگذار هستند، فاکتور شاخص تطابق را برای کانی‌های اصلی سازند که دولومیت، آهک و ماسه‌سنگ هستند به دست آوردیم که برای این منظور از کالیبراسیون شاخص تراوایی استونلی با داده-

¹ Multi resolution Graph-based Clustering

² Nuclear magnetic resonance

های تراوایی مغزه دو چاه شماره ۸ و ۷ استفاده کردیم. سپس با استفاده از حجم کانی‌های به دست آمده در هر عمق که خروجی ارزیابی پتروفیزیکی می‌باشد، شاخص تراوایی استونلی را در چاه‌های دیگر تخمین زدیم. نتایج نشان داد که شاخص زون جریان بدست آمده از امواج استونلی تطابق خوبی را با رخساره‌های الکتریکی تخمین زده شده در مرحله قبل و همچنین نتایج ارزیابی پتروفیزیکی مانند حجم نفت، تخلخل موثر و ستون چینه‌شناسی نشان می‌دهد. سپس به منظور تعمیم شاخص زون جریان در بین چاه‌ها از تکنیک نشانگرهای لرزه‌ای استفاده کردیم. به این ترتیب که با بکار بستن وارون‌سازی لرزه‌ای به کمک نرم افزار همپسون راسل^۳، امپدانس صوتی پهن‌بند که بیشترین وابستگی را با شاخص زون جریان و تخلخل دارد از داده‌های لرزه‌ای استخراج شد. سپس با استفاده از رگرسیون مرحله‌ای و اعتبارسنجی متقابل، نشانگرهای لرزه‌ای بهینه مرتبط با شاخص زون جریان و تخلخل انتخاب شدند. نتیجه‌ی این کار بدست آوردن توزیع سه بُعدی این پارامترها در سراسر مخزن است. این مدل‌های سه بعدی شاخص زون جریان و تخلخل دید صحیحی از گسترش زون‌های مستعد مخزنی (از نظر تولید) را بدست می‌دهند. نتایج به وضوح نشان می‌دهد که روش فوق در تعیین مکان‌های جدید جهت حفاری-های تولیدی و تزریقی می‌تواند کمک شایانی کند.

کلمات کلیدی: وارون‌سازی لرزه‌ای، داده‌های لرزه‌ای و چاه‌نگاری، مدل شاخص زون جریان و تخلخل، رخساره الکتریکی، ماشین بردار پشتیبان^۴ (SVM)، خوشه‌بندی چند تفکیکی بر پایه گراف (MRGC)، رگرسیون بردار پشتیبان (SVR).

³ Hampson- Russell

⁴ Support Vector Machine

تقدیر و تشکر

با ذکر حمد و سپاس خداوند، از زحمات گرانقدر عزیزانی که بنده را در قسمت‌های مختلف این پایان نامه یاری رسانده‌اند کمال تشکر را دارم.

نگارنده این پایان‌نامه بر خود می‌داند که از زحمات استادان راهنما دکتر امین روشندل کاهو و دکتر علی کدخدایی و مشاوران صنعتی جناب آقای مهندس محسن لشکری و محسن زینالی و علی عنایتی که در تمام مراحل انجام این کار دلسوزانه مرا یاری رسانده‌اند تشکر و سپاسگزاری نماید. همکاری شرکت نفت مناطق مرکزی برای در اختیار قرار دادن داده‌های لازم و صنعتی شدن این پایان‌نامه جای تقدیر و تشکر دارد.

از استادان گرانقدر دکتر مهرداد سلیمانی منفرد، دکتر حسین مهدی‌زاده و دکتر قویدل و مهندس میلاد رضوی و امیر حاتم‌پور و مصطفی جاوید بخاطر راهنمایی‌ها و کمک‌های ارزشمندشان کمال تقدیر و سپاس‌گزاری را دارم.

در انتها از زحمات دوستان عزیزم آقایان مهندس علی قنبری، رئوف غلامی و مهندس فائزه صفری و معصومه رستمی و خانم سپیده سهرابی که در تهیه مقالات و کارهای کامپیوتری پایان‌نامه به بنده کمک کردند و همینطور دوستان گرانقدرم جناب آقای مهندس علمدار فرامرز و سعید واعظیان و حسین طالبی و ... بخاطر راهنمایی‌های ارزشمندشان، کمال تشکر را دارم.

مهدی رستگاریا

دانشجو تأیید می نماید که مطالب مندرج در این پایان نامه نتیجه تحقیقات خودش می باشد و در صورت استفاده از نتایج دیگران مرجع آن را ذکر نموده است.

کلیه حقوق مادی از نتایج مطالعات، آزمایشات و نوآوری ناشی از تحقیق این پایان نامه متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد .

ماه و سال ۱۳۹۱/۶/۲۵

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات

- ۱-۱ مقدمه..... ۲
- ۲-۱ مفهوم شاخص زون جریان..... ۲
- ۳-۱ اهمیت زمین‌شناسی شاخص زون جریانی..... ۴
- ۴-۱ مطالعات انجام شده..... ۴
- ۵-۱ اهداف مطالعه..... ۶
- ۶-۱ ساختار پایان‌نامه..... ۷

فصل دوم: معرفی میدان

- ۱-۲ مقدمه..... ۹
- ۲-۲ موقعیت میدان چشمه خوش..... ۹
- ۳-۲ اطلاعات زمین‌شناسی..... ۱۰
- ۴-۲ چینه‌شناسی..... ۱۲
- ۱-۴-۲ سازند آغا جاری..... ۱۲
- ۲-۴-۲ سازند گچساران..... ۱۲
- ۳-۴-۲ سازند آسماری..... ۱۳
- ۴-۴-۲ سازند پابده..... ۱۳
- ۵-۲ اطلاعات ژئوفیزیکی میدان..... ۱۳
- ۶-۲ چاه‌های مورد مطالعه..... ۱۴

فصل سوم: تخمین رخساره‌ها بر مبنای واحدهای جریان هیدرولیکی

- ۱-۳ مقدمه..... ۱۷
- ۲-۳ مفهوم رخساره‌های الکتریکی..... ۱۸
- ۳-۳ آنالیز خوشه‌ای چند تفکیکی بر پایه گراف..... ۱۹
- ۱-۳-۳ دلیل انتخاب روش آنالیز خوشه‌ای چند تفکیکی بر پایه گراف (MRGC)..... ۱۹
- ۲-۳-۳ الگوریتم..... ۲۰
- ۳-۳ ماشین بردار پشتیبان..... ۲۳
- ۴-۳ ارتباط بین نگار تشدید مغناطیس هسته‌ای با شاخص زون جریان..... ۲۶
- ۶-۳ روش کار..... ۲۸

فصل چهارم: تخمین شاخص زون جریان

- ۱-۴ ابزار تصویرگر موج برشی (DSI)..... ۴۲
- ۲-۴ بخش‌های مختلف ابزار..... ۴۳
- ۱-۲-۴ بخش فرستنده..... ۴۳
- ۲-۲-۴ بخش جداکننده..... ۴۳
- ۳-۲-۴ بخش گیرنده..... ۴۳
- ۴-۲-۴ کارتریج برداشت..... ۴۳
- ۳-۴ مدهای مختلف کارکرد ابزار..... ۴۵
- ۱-۳-۴ مد استونلی (M3)..... ۴۵
- ۲-۳-۴ مد فشارشی و برشی (M4)..... ۴۵
- ۴-۴ تضعیف امواج صوتی..... ۴۵

- ۴-۵ پراکندگی امواج صوتی..... ۴۶
- ۴-۶ تکنیک پردازش همدوسی زمان- کندی (STS)..... ۴۷
- ۴-۷ تخمین شاخص زون جریان با استفاده از داده های مغزه..... ۵۰
- ۴-۸ رگرسیون خطی ماشین بردار پشتیبان..... ۵۳
- ۴-۱۰ ارزیابی تراوایی با روش کالیبراسیون-FZI- استونلی ۵۵
- ۴-۱۱ روش کار..... ۵۸
- فصل پنجم: مراحل تئوری ژئوفیزیک..... ۷۶
- ۵-۱ مقدمه..... ۷۷
- ۵-۲ مروری بر مدل سازی و استخراج پارامترهای پتروفیزیکی مخزن از روی داده های لرزه ای ۷۷
- ۵-۳ مبانی وارون سازی لرزه ای..... ۷۸
- ۵-۴ اطلاعات ورودی ۸۱
- ۵-۵ محاسبه موجک با استفاده از چاه و مقطع لرزه ای..... ۸۱
- ۵-۶ مدل اولیه فرضی..... ۸۳
- ۵-۷ وارون سازی بر پایه مدل..... ۸۴
- ۵-۸ نشانگرهای لرزه ای..... ۸۴
- ۵-۸-۱ مبانی نشانگرهای لرزه ای..... ۸۴
- ۵-۸-۲ محاسبه و تحلیل نشانگرها..... ۸۴
- ۵-۸-۳ پوش ردلرزه..... ۸۵

- ۴-۸-۵ نرخ تغییرات پوش دامنه..... ۸۵
- ۵-۸-۵ مشتق دوم پوش دامنه..... ۸۵
- ۶-۸-۵ فاز لحظه‌ای..... ۸۶
- ۷-۸-۵ فرکانس لحظه‌ای..... ۸۶
- ۸-۸-۵ مقاومت صوتی..... ۸۷
- فصل ششم: مراحل عملی ژئوفیزیک (استخراج موجک و ساخت مدل امپدانس صوتی)..... ۸۸
- ۱-۶ مقدمه..... ۸۹
- ۲-۶ داده‌های مربوط به چاه و فراخوانی آن‌ها در نرم‌افزار..... ۸۹
- ۳-۶ تبدیل داده‌های مربوط به چاه‌ها از مقیاس عمقی به مقیاس زمانی..... ۹۰
- ۴-۶ تهیه نگار مقاومت صوتی..... ۹۲
- ۵-۶ داده‌های لرزه‌ای و فراخوانی آنها در نرم‌افزار..... ۹۲
- ۶-۶ محاسبه موجک و تهیه ردلرزه مصنوعی..... ۹۴
- ۷-۶ محاسبه موجک به کمک داده‌های لرزه‌ای و نگارهای چاه..... ۹۴
- ۸-۶ ساخت مدل اولیه..... ۹۶
- ۹-۶ وارون‌سازی..... ۹۸
- ۱-۹-۶ وارون‌سازی بر پایه مدل..... ۹۸

فصل هفتم: مراحل عملی ژئوفیزیک (ایجاد مدل سه بعدی شاخص زون جریان).....	۱۰۰
۱-۷ تخمین تخلخل و شاخص زون جریان.....	۱۰۱
۲-۷ تحلیل به کمک چند نشانگر.....	۱۰۱
۳-۷ وارون سازی و تهیه مدل تخلخل و شاخص زون جریان برای حجم سه بعدی.....	۱۱۲
۴-۷ بررسی تغییرات چینه شناسی لرزه ای افق آسماری.....	۱۱۷
فصل هشتم: نتیجه گیری و پیشنهادات.....	۱۲۰
۱-۸ نتایج.....	۱۲۱
۲-۸ پیشنهادات.....	۱۲۱
پیوست.....	۱۲۴

فهرست اشکال

- شکل ۱-۲: موقعیت جغرافیایی میدان چشمه خوش..... ۱۰
- شکل ۲-۲: ارتباط تقریبی بین بخش ماسه سنگی اهواز و اهک آسماری..... ۱۱
- شکل ۳-۲: ارتباط زمانی و مکانی واحدهای سنگی سنوزوئیک زاگرس..... ۱۱
- شکل ۲-۴: (a) نقشه زمانی افق آسماری را نشان می‌دهد که عملکرد آن ساختمان چشمه خوش را به دو بخش شمال شرقی و جنوب غربی تقسیم کرده است. (b) مقطع لرزه‌ای عمود بر محور ساختمان می‌باشد..... ۱۴
- شکل ۲-۵: موقعیت چاه‌های به کار گرفته شده در میدان چشمه خوش..... ۱۵
- شکل ۳-۱: نمایش شکل شماتیک مشکل بعد..... ۲۰
- شکل ۳-۲: محاسبه تابع اندیس همسایگی به صورت شماتیک..... ۲۱
- شکل ۳-۳: حالت‌های ممکن در الگوریتم جذب..... ۲۱
- شکل ۳-۴: فلوجارت تعیین تابع شاخص کرنل..... ۲۲
- شکل ۳-۵: منحنی اندیس شاخص کرنل که به ترتیب کاهشی مرتب شده است؛ می‌توان از این منحنی برای تعیین تعداد بهینه خوشه‌ها در دقت‌های تفکیک متفاوت استفاده کرد..... ۲۳
- شکل ۳-۶: صفحه جداساز بهینه با حداکثر مقدار حاشیه..... ۲۴
- شکل ۳-۷: نتایج کلاسترینگ MRGC برای چاه ۱۲..... ۲۹
- شکل ۳-۸: رخساره‌های بدست آمده از روش MRGC برای چاه شماره ۱۲ نشان داده شده است..... ۳۰
- شکل ۳-۹: نمایش تغییرات هریک از پارامترها برای رخساره‌های مخزنی در مخازن کربناته و ماسه سنگی..... ۳۳

- شکل ۳-۱۰: دو شکل بالایی تغییرات تخلخل موثر (سمت راست) و اندازه متوسط گلوگاه حفرات (سمت چپ) را برای کربناته و دو شکل پائینی برای قسمت‌های ماسه‌سنگی می باشد..... ۳۴
- شکل ۳-۱۱: الکتروفاسیس‌های بدست آمده توسط روش SVM برای چاه شماره ۸..... ۳۹
- شکل ۳-۱۲: الکتروفاسیس‌های بدست آمده توسط روش SVM برای چاه شماره ۷..... ۴۰
- شکل ۴-۱: شماتیک ابزار تصویرگر موج برشی و بخش‌های مختلف آن..... ۴۱
- شکل ۴-۲: بخشهای تشکیل دهنده‌ی ابزار تصویرگر موج برشی..... ۴۴
- شکل ۴-۳: منحنی‌های پراکندگی در سازند کند..... ۴۶
- شکل ۴-۴: منحنی‌های پراکندگی در سازند سریع..... ۴۷
- شکل ۴-۵: نحوه‌ی حرکت پنجره‌ی زمانی بر روی شکل موج‌ها..... ۴۸
- شکل ۴-۶: پردازش همدوسی زمان - کندی (STC)..... ۴۹
- شکل ۴-۷: نمایش هندسی متغیر کمکی..... ۵۴
- شکل ۴-۸: موج استونلی تخمین زده شده (DTST) توسط روش SVR..... ۵۹
- شکل ۴-۹: موج استونلی تخمین زده شده (DTST) توسط روش SVR که در تراک دوم نشان داده شده است..... ۶۱
- شکل ۴-۱۰: نمودار متقاطع کندی موج استونلی در برابر تخلخل موثر..... ۶۲
- شکل ۴-۱۱: تراوایی محاسبه شده از روش FZI استونلی برای قسمت‌های کربناته مخزن که تطابق خوبی را داده‌های مغزه نشان می‌دهند..... ۶۶
- شکل ۴-۱۲: تراوایی محاسبه شده از روش FZI استونلی برای قسمت های ماسه سنگی مخزن که تطابق خوبی را با داده های مغزه نشان می‌دهند..... ۶۷

- شکل ۴-۱۳: مقایسه تراوایی NMR با تراوایی حاصل از کندی موج استونلی برای قسمت کربناته چاه ۱۲..... ۶۸
- شکل ۴-۱۴: مقایسه تراوایی NMR با تراوایی حاصل از کندی موج استونلی برای قسمت ماسه سنگی چاه ۱۲..... ۶۹
- شکل ۴-۱۵: تخمین شاخص زون جریان و رخساره‌های الکتریکی برای چاه شماره ۳..... ۷۱
- شکل ۴-۱۶: تخمین شاخص زون جریان و رخساره‌های الکتریکی برای چاه شماره ۵..... ۷۲
- شکل ۴-۱۷: تخمین شاخص زون جریان و رخساره‌های الکتریکی برای چاه شماره ۶..... ۷۳
- شکل ۴-۱۸: تخمین شاخص زون جریان و رخساره‌های الکتریکی برای چاه شماره ۹..... ۷۴
- شکل ۴-۱۹: تخمین شاخص زون جریان و رخساره‌های الکتریکی برای چاه شماره ۱۲..... ۷۵
- شکل ۵-۱: نمای کلی مراحل که در نرم افزار برای وارون سازی انجام می‌شود..... ۸۰
- شکل ۵-۲: نمودار کلی الگوریتم وارون سازی لرزه‌ای..... ۸۰
- شکل ۶-۱: اعمال چک‌شات در چاه شماره ۹ میدان چشمه خوش..... ۹۱
- شکل ۶-۲: نقشه خطوط لرزه‌ای ترسیم شده توسط نرم‌افزار..... ۹۳
- شکل ۶-۳: ضریب تطابق کل ردلرزه واقعی و مصنوعی..... ۹۵
- شکل ۶-۴: موجک منتخب در حیطة زمان و فرکانس..... ۹۵
- شکل ۶-۵: همبستگی ایجاد شده بین مصنوعی و واقعی در چاه شماره ۹ پس از استخراج موجک نهایی..... ۹۶
- شکل ۶-۶: مدل اولیه با اعمال فیلتر پایین گذر ۱۰ هرتز..... ۹۷
- شکل ۶-۷: نتیجه نهایی وارون سازی مقاومت صوتی پهن‌بند بر مبنای مدل..... ۹۹

- شکل ۷-۱: بررسی و مقایسه اثر طول عملگر در مقدار خطای تخمین تخلخل به کمک چند نشانگر (کمترین خطا با استفاده از طول ۶ نقطه به دست می‌آید)..... ۱۰۱
- شکل ۷-۲: بررسی و مقایسه اثر طول عملگر در مقدار خطای تخمین شاخص زون جریان به کمک چند نشانگر (کمترین خطا با استفاده از طول ۹ نقطه به دست می‌آید)..... ۱۰۲
- شکل ۷-۳: نمودار مقدار خطا بر اساس تعداد نشانگرها برای تخمین تخلخل..... ۱۰۳
- شکل ۷-۴: نمودار مقدار خطا بر اساس تعداد نشانگرها برای تخمین شاخص زون جریان..... ۱۰۳
- شکل ۷-۵: نوع نشانگرهای انتخاب شده برای تخمین شاخص زون جریان و تخلخل برای مخزن آسماری..... ۱۰۴
- شکل ۷-۶: چاه‌های استفاده شده برای تخمین تخلخل..... ۱۰۵
- شکل ۷-۷: چاه‌های استفاده شده برای تخمین شاخص زون جریان..... ۱۰۵
- شکل ۷-۸: مقدار جا به جایی برای تمام چاه‌ها برای افزایش همبستگی..... ۱۰۶
- شکل ۷-۹: در اینجا لاگ‌های اولیه بعد از جابجایی به رنگ قرمز نشان داده شده است..... ۱۰۷
- شکل ۷-۱۰: نمودار مقایسه داده‌های تخلخل و شش نشانگر به دست آمده از روش تحلیل چند نشانگری..... ۱۰۸
- شکل ۷-۱۱: نمودار مقایسه داده‌های شاخص زون جریان و چهار نشانگر به دست آمده از روش تحلیل چند نشانگری..... ۱۰۸
- شکل ۷-۱۲: نمایش تطابق نگار تخلخل واقعی و محاسبه شده در محل چاه‌ها برای داده‌های آموزشی..... ۱۰۹
- شکل ۷-۱۳: نمایش تطابق نگار شاخص زون جریان واقعی و محاسبه شده در محل چاه‌ها برای داده‌های آموزشی..... ۱۱۰

شکل ۷-۱۴: نمایش تطابق نگار شاخص زون جریان واقعی و محاسبه شده در محل چاهها برای داده-

های اعتبارسنجی.....۱۱۱

شکل ۷-۱۵: برش زمانی ۱۵ میلی ثانیه زیر سازند آسماری از حجم شاخص زون جریان و امپدانس

صوتی.....۱۱۳

شکل ۷-۱۶: برش زمانی ۶۰ میلی ثانیه زیر سازند آسماری از حجم شاخص زون جریان و امپدانس

صوتی.....۱۱۴

شکل ۷-۱۷: برش زمانی ۱۰۰ میلی ثانیه زیر سازند آسماری از حجم شاخص زون جریان و امپدانس

صوتی.....۱۱۵

شکل ۷-۱۸: (A) نشانگر لرزه‌ای (B. Quadrature seismic amplitude) نشانگر لرزه‌ای Instantaneous

phase که فلش‌های سفید محل تغییرات خصوصیات لرزه‌ای را نشان می‌دهد.....۱۱۸

شکل ۷-۱۹: (a) تغییرات فاز لحظه‌ای در نشانگر لرزه‌ای Instantaneous phase (b) مقطع لرزه‌ای سه

دسته کلینوform (A, B, C)، رخساره آشفته (H) در سازند آسماری را نشان می‌دهد و پیوستگی در

محدوده A و B در زیر افق راس آسماری متوسط تا ضعیف می‌شود. همچنین عناصر چینه‌ای همچون

Downlap, Onlap, Offlap را می‌توان در این مقطع لرزه‌ای تشخیص داد.....۱۱۹

فهرست جداول

- جدول ۱-۳: توابع کرنل در فضای ویژگی..... ۲۶
- جدول ۲-۳: میانگین پارامترهای مخرنی برای رخساره‌های به دست آمده از روش MRGC برای چاه ۱۲..... ۲۹
- جدول ۳-۳: میانگین پارامترهای مخرنی برای رخساره‌های به دست آمده از روش MRGC برای لیتولوژی کربناته چاه ۱۲..... ۳۱
- جدول ۴-۳: میانگین پارامترهای مخرنی برای رخساره‌های به دست آمده از روش MRGC برای لیتولوژی ماسه سنگ چاه ۱۲..... ۳۱
- جدول ۵-۳: پارامترهای بهینه مدل برای هر یک از مخازن کربناته و ماسه‌سنگی که با استفاده از روش سعی و خطا به دست آمده است..... ۳۵
- جدول ۶-۳: ماتریس درهم‌ریختگی محاسبه شده برای مخازن کربناته با استفاده از مدل ایجاد شده..... ۳۵
- جدول ۷-۳: ماتریس درهم‌ریختگی محاسبه شده برای مخازن ماسه‌سنگی با استفاده از مدل ایجاد شده..... ۳۶
- جدول ۸-۳: پارامترهای دقت و حساسیت محاسبه شده برای مخزن کربناته..... ۳۶
- جدول ۹-۳: پارامترهای دقت و حساسیت محاسبه شده برای مخزن ماسه‌سنگی..... ۳۶
- جدول ۱-۴: مقایسه بین روش‌های هوشمند بر اساس دقت پیش بینی شاخص زون جریان..... ۵۰
- جدول ۲-۴: متغیرهای ورودی انتخاب شده توسط روش رگرسیون گام به گام برای ایجاد مدل SVR..... ۵۸
- جدول ۳-۴: پارامترهای بهینه حاصل شده برای مخازن نوع کربناته و ماسه‌سنگی..... ۵۹

- جدول ۴-۴: فاکتور شاخص تطابق محاسبه شده برای هر کانی..... ۶۳
- جدول ۴-۵: میزان همبستگی تراوایی NMR با تراوایی حاصل از کندی موج استونلی برای قسمت ماسه سنگی..... ۶۴
- جدول ۴-۶: میزان همبستگی تراوایی NMR با تراوایی حاصل از کندی موج استونلی برای قسمت کربناته مخزن..... ۶۵
- جدول ۴-۷: مقایسه اندازه‌گیری تراوایی بوسیله روشهای مختلف ۷۰
- جدول ۶-۱: اطلاعات و نگارهای مربوط به چاههای مورد استفاده در این مطالعه..... ۹۰
- جدول ۶-۲: موقعیت چاهها بر روی داده‌های لرزه‌ای..... ۹۳
- جدول ۶-۳: پارامترهای استفاده شده بر اساس روش بر پایه مدل..... ۹۸
- جدول ۷-۱: نتایج به دست آمده از روش تحلیل چندنشاندگی..... ۱۱۲

جدول علائم اختصاری

ANFIS	سیستم استنتاج نروفازی
BVI	حجم سیال مقید
CDP	نقطه عمقی مشترک
CMP	نقطه میانی مشترک
DSI	تصویرگر موج برشی
DT	نگار سونیک
DTST	کندی موج استونلی
DTSM	کندی موج برشی
DTF	کندی ظاهری پالایه‌ی گل
DTSTE	کندی موج استونلی در زون ناتراوا
FFI	حجم سیال آزاد
FZI	شاخص زون جریان
G	مدول برشی
HFU	واحد جریان هیدرولیکی
IMF	فاکتور شاخص تطابق
K	تراوایی
K_F	مدول بالک
K_{TIMUR}	تراوایی تیمور
K_{SDR}	تراوایی شرکت شلومبرژه
KRI	اندیس شاخص کرنل
MRGC	خوشه‌بندی چند تفکیکی بر پایه گراف
NMR	نگار تشدید مغناطیسی

PERMST	تراوایی استونلی
PHIE	نگار تخلخل موثر
PHIT	نگار تخلخل کل
PNN	شبکه عصبی احتمالی
r	ضرایب بازتاب زمین
RHOB	نگار چگالی
S_{VGR}	سطحویژه ذرات در واحد حجم
S_O	اشباع نفت
S_W	اشباع آب
S_{WIR}	اشباع آب کاهش نیافتنی
SVM	ماشین بردار پشتیبان
SVR	رگرسیون بردار پشتیبان
STC	گراف هم‌دوسی زمان-کندی
T_{2b}	زمان آرامش عرضی سیال
V_{sh}	حجم شیل
W	موجک
\emptyset_e	تخلخل موثر
\emptyset_z	تخلخل نرمالایز شده
ρ	کشش سطحی
τ	پیچ‌پیچی