بسم الله الرحمن الرحيم
إنه من سليمان وإنه

دانشکده معدن، نفت، ژئوفیزیک

گروه ژئوفیزیک

تخمین توزیع تخلخل به کمک نشانگرهای لرزه‌ای در یکی از مخازن نفتی جنوب ایران

دانشجو :

فاطمه نعیمی

اساتید راهنما :

دکتر علی مرادزاده

دکتر علی نجاتی کلاته

اساتید مشاور:

دکتر امین روشندل کاهو

مهندس جعفر نعیمی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته ژئوفیزیک

بهمن ۱۳۹۰

تقدیم به پدر بزرگوار و مادر مهربانم:

آن دو فرشته ای که از خواسته هایشان گذشتند، سختی ها را به جان خریدند و خود را سپر بلای مشکلات و ناملایمات کردند تا من به جایگاهی که اکنون در آن ایستاده ام برسم.

و به:

همسرم، اسطوره زندگیم، پناه خستگیم و امید بودنم.

تقدیر و تشکر

سپاس و ستایش مر خدای را جل و جلاله که آثار قدرت او بر چهره روز روشن، تابان است و انوار حکمت او در دل شب تار، درفشان. آفریدگاری که خویشتن را به ما شناساند و درهای علم را بر ما گشود و عمری و فرصتی عطا فرمود تا بدان، بنده ضعیف خویش را در طریق علم و معرفت بیازماید.

از آقای دکتر علی مرادزاده و آقای دکتر علی نجاتی کلاته، که زحمت راهنمایی این پایان‌نامه را بر عهده داشتند و با رهنمودهایشان مرا تا پایان مسیر کمک کردند، کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم.

نگارنده این پایان‌نامه بر خود می‌داند که از زحمات استادان مشاور آقای دکتر امین روشندل‌کاهو و آقای مهندس جعفر نعیمی که در تمام مراحل انجام این کار دلسوزانه مرا یاری رسانده‌اند تشکر و سپاسگزاری نماید.

از دوستان عزیزم آقای مهندس علی حمیدی، مهندس سمانه صفری، مهندس محبوبه خسروجردی و مهندس زهرا قیاسی که در تمام مراحل انجام پایان‌نامه همواره یار و همراهم بودند کمال تشکر را دارم.

دانشکده معدن، نفت، ژئوفیزیک

گروه ژئوفیزیک

تعهد نامه

اینجانب **فاطمه نعیمی** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی معدن گرایش اکتشاف از دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه کارشناسی ارشد تحت عنوان: **تخمین توزیع تخلخل به کمک نشانگرهای لرزه‌ای در یکی از مخازن نفتی جنوب ایران** تحت راهنمایی آقایان **دکتر علی مراد زاده و دکتر علی نجاتی کلاته**

متعهد می‌شوم:

- 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 تا کنون 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 می‌باشد و مقالات مستخرج با نام «دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا «Shahrood University of Technilogy» به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تاثیرگذار بوده‌اند، در مقالات مستخرج از این پایان نامه رعایت می‌گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا 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 اخلاقی انسانی رعایت شده است.

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه‌های رایانه‌ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده)) مربوط به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد. 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 نمی‌باشد.

چکیده

در این مطالعه روش‌های جدید تخمین پارامترهای مخزن به کمک نشانگرهای لرزه‌ای بررسی شده است. هدف اصلی این مطالعه، تخمین کمی پارامتر تخلخل در یکی از میادین دریایی ایران توسط روش‌های جدید تخمین پارامترهای مخزنی بوده است. برای این منظور ترکیب روش رگرسیون چند متغیره و روش-های جدیدتر مانند شبکه‌های عصبی با نشانگرهای لرزه‌ای بررسی شده است. داده‌های چاه‌ها که شامل نگارهای مختلف از جمله نگارهای تخلخل، دانسیته، صوتی و مقاومت ویژه است مورد استفاده قرار گرفتند.

در این مطالعه تصحیح نمودارهای صوتی با اطلاعات لرزه‌ای موجود در چاه (چک‌شات)، پیک‌کردن افق‌های لرزه‌ای، تهیه موجک و ساخت لرزه‌نگاشت مصنوعی، ایجاد انطباق بین اطلاعات چاه و لرزه‌نگاری، ساخت مدل اولیه، انجام وارون‌سازی و استفاده از روش‌های مختلف برای تعیین تخلخل انجام شده است.

بعد از اینکه بهترین روابط بین نشانگرهای لرزه‌ای و پارامتر مخزنی تخلخل در محل چاه‌ها، استخراج شد آنگاه از این روابط برای بدست آوردن پارامتر مخزنی تخلخل در مکان‌های دیگر میدان استفاده می‌شود. با استفاده از آنالیز رگرسیون چند متغیره و شبکه‌های عصبی احتمالی (PNN)، شبکه عصبی چندلایه پیش-خور (MLFN) و شبکه عصبی با تابع پایه شعاعی (RBFN) و به کمک شش نشانگر لرزه‌ای (نتیجه وارون-سازی، زمان، فیلتر ۲۵/۳۰-۱۵/۲۰، فرکانس میانه وزن‌دار، کسینوس فاز لحظه‌ای و مشتق دامنه لحظه‌ای) تخمین توزیع تخلخل انجام شد. در این بخش شبکه عصبی احتمالی با داشتن خطای تخمینی برابر ۴/۶۹ درصد و همبستگی متوسط ارزیابی متقابل برابر ۶۸/۲۶ درصد بهترین روش برای تخمین تخلخل تعیین شد.

در مرحله بعد تخمین تخلخل با استفاده از رگرسیون چند متغیره و سه شبکه عصبی ذکر شده و با کمک نُه نشانگر لرزه‌ای جدید (کیفیت لحظه‌ای، پلاریته ظاهری، مؤلفه‌های تک‌فرکانس، نمودار حقیقی مقاومت صوتی، پهنای باند لحظه‌ای، افزایش زمان، کسینوس فاز لحظه‌ای، نتیجه وارون سازی و فاز لحظه‌ای)

صورت گرفت. این حالت باعث بهبود چشمگیری در تخمین توزیع تخلخل شد. در این حالت نیز روش شبکه عصبی احتمالی بهترین نتیجه را در مقایسه با دیگر روش‌های استفاده شده حاصل نموده است. در این حالت میزان متوسط همبستگی بین نگارهای تخلخل واقعی در چاه‌ها و نگارهای تخمین زده شده در مرحله اعتبارسنجی ۷۹ درصد و خطای تخمین ۳/۸۵ درصد تعیین شد.

کلمات کلیدی: تخلخل مخزن، نشانگرهای لرزه‌ای، مقاومت صوتی، نگارهای چاه، داده‌های لرزه‌ای، شبکه-های عصبی.

لیست مقالات مستخرج از پایان نامه:

- ❖ بررسی بهبود تخمین تخلخل با استفاده از نشانگرهای لرزه‌ای

پذیرش چاپ در:

پانزدهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران.

- ❖ وارون سازی بر پایه مدل با پارامترهای مختلف و بررسی نتایج آنها در یکی از میادین نفتی ایران

پذیرش چاپ در:

پانزدهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران.

فهرست

فهرست

فصل اول: کلیات ۱

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲ مروری بر مدل سازی و استخراج پارامترهای پتروفیزیکی مخزن از روی داده‌های لرزه‌ای ۴

۱-۳ اهمیت و ضرورت مطالعه ۷

۱-۴ اهداف پایان نامه و روش تحقیق ۸

۱-۵ ساختار پایان نامه ۹

فصل دوم: اصول و مبانی پردازش و مدل‌سازی داده‌ها ۱۰

۲-۱ مقدمه ۱۱

۲-۲ تعیین خصوصیات پتروفیزیکی ۱۱

۲-۳ لرزه‌نگاری ۱۳

۲-۳-۱ روش‌های لرزه‌ای ۱۳

۲-۳-۲ اصول لرزه‌ای ۱۴

۲-۴ وارون‌سازی ۱۴

۲-۴-۱ پاسخ زمین یا بازتاب ۱۷

۲-۴-۲ موجک لرزه‌ای و استخراج آن ۱۸

۲-۴-۳ انواع روش‌های وارون‌سازی ۲۰

۲-۴-۳-۱ روش بازگشتی یا وارون‌سازی محدود باند ۲۱

۲-۴-۳-۲ روش وارون‌سازی اسپایک‌های پراکنده غیرمقید یا وارون‌سازی رنگی ۲۲

۲-۴-۳-۳ روش مدل پایه یا وارون‌سازی خطی تعمیم یافته ۲۳
۲-۵ نشانگرهای لرزه‌ای ۲۵
۲-۵-۱ طبقه‌بندی نشانگرهای لرزه‌ای ۲۶
۲-۵-۲ محاسبه و تحلیل نشانگرها ۲۹
۲-۵-۲-۱پوش ردلرزه..... ۳۰
۲-۵-۲-۲ نرخ تغییرات پوش دامنه ۳۲
۲-۵-۲-۳ مشتق دوم پوش دامنه ۳۱
۲-۵-۲-۴ فاز لحظه‌ای ۳۳
۲-۵-۲-۵ فرکانس لحظه‌ای ۳۴
۲-۵-۲-۶ فرکانس میانه وزن‌دار ۳۵
۲-۵-۲-۷ مقاومت صوتی ۳۵
۲-۶ رگرسیون چندگانه خطی ۳۶
۲-۶-۱ حالت کلی چند متغیره ۳۶
۲-۶-۲ رگرسیون چند متغیره با استفاده از عملگر همامیخت ۳۹
۲-۷ تخمین به کمک نشانگرها با الگوریتم رگرسیون قدم به قدم ۴۲
۲-۸ اعتبارسنجی متقابل ۴۴
۲-۹ شبکه‌های عصبی مصنوعی ۴۶
۲-۹-۱ شبکه عصبی چند لایه پیشخور..... ۴۷
۲-۹-۲ شبکه‌های عصبی بر پایه توابع ۴۸
۲-۹-۳ شبکه‌های عصبی احتمال‌پذیر PNN..... ۴۹

۲-۹-۴ شبکه‌های عصبی برپایه توابع شعاعی (RBFN) ۵۲

فصل سوم: معرفی منطقه مورد مطالعه و داده‌های مورد استفاده ۵۵

۳-۱ مقدمه ۵۶

۳-۲ میدان بلال ۵۶

۳-۳ داده های مورد استفاده ۵۸

۳-۴ ساختارهای زمین‌شناسی مناطق جنوب ایران ۵۸

۳-۴-۱ سازند آسماری ۵۹

۳-۴-۲ سازند جهرم ۵۹

۳-۴-۳ سازند ایلام ۶۱

۳-۴-۴ سازند لافان ۶۱

۳-۴- ۵ سازند سروک ۶۱

۳-۴-۶ سازند کژدمی ۶۱

۳-۴-۷ سازند داریان ۶۲

۳-۴- ۸ سازند گدوان ۶۲

۳-۴-۹ سازند فهلیان ۶۲

۳-۴-۱۰ سازند هیث ۶۳

۳-۴-۱۱ سازند سورمه ۶۳

۳-۴-۱۲ سازند نیریز ۶۳

۳-۴-۱۳ سازند دشتک ۶۴

۳-۴-۱۴ سازندکنگان ۶۴

۳-۴-۱۵ سازند دالان ۶۴

فصل چهارم: انجام محاسبات هوشمند برای تخمین تخلخل میدان بلال ۶۵

۴-۱ مقدمه ۶۶

۴-۲ نرم‌افزارهای مورد استفاده ۶۷

۴-۳ فراخوانی داده‌های مربوط به چاه‌ها و اطلاعات لرزه‌ای در نرم‌افزار ۶۸

۴-۴ وارون‌سازی ۷۳

۴-۴-۱ محاسبه موجک و تهیه ردلرزه مصنوعی ۷۳

۴-۴-۲ مدل فرضی اولیه یا مدل زمین‌شناسی ۷۶

۴-۴-۳ وارون‌سازی به روش بر مبنای مدل ۷۶

۴-۵ تخمین تخلخل به کمک نشانگرهای لرزه‌ای ۷۹

۴-۵-۱ تحلیل به کمک چند نشانگر (رگرسیون چند متغیره) ۸۲

۴-۵-۲ تحلیل به کمک شبکه‌های عصبی ۸۸

۴-۵-۲-۱ تخمین تخلخل با شبکه عصبی PNN ۸۹

۴-۵-۲-۲ تخمین تخلخل با شبکه عصبی MLFN ۹۲

۴-۵-۲-۳ تخمین تخلخل با شبکه عصبی RBFN ۹۴

۴-۶ تخمین تخلخل به کمک نشانگرهای لرزه‌ای جدید ۹۸

۴-۶-۱ تحلیل به کمک چند نشانگر (رگرسیون چند متغیره) ۹۹

۴-۵-۲ تحلیل به کمک شبکه‌های عصبی با کمک نشانگرهای جدید ۱۰۵

۴-۶-۲-۱ تخمین تخلخل با شبکه عصبی PNN ۱۰۵

۴-۶-۲-۲ تخمین تخلخل با شبکه عصبی MLFN ۱۰۷

۴-۶-۲-۳ تخمین تخلخل با شبکه عصبی RBFN ۱۱۰

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات ۱۱۴

۵-۱ جمع بندی نتایج و بحث روی آن‌ها ۱۱۵

۵-۲ پیشنهادات ۱۱۷

منابع و مراجع ۱۱۹

فهرست شکل‌ها

شکل (۲-۱). طرح کلی واکاوی داده های مخزنی. ۱۳

شکل (۲-۲). مراحل انجام کار تا قبل مرحله وارون‌سازی ۱۵

شکل (۲-۳). ریز مراحل عملیات‌های مختلف برای وارون‌سازی ۱۶

شکل (۲-۴). روش‌های مختلف وارون‌سازی ۲۱

شکل (۲-۵). نمایش هندسی نگاشت واقعی، بخش حقیقی (a) ومجازی (b) فاز لحظه ای (c) و فرکانس میانگین وزن داده شده (منحنی خط چین) (d) و نمایش هم بعد (e) ۳۱

شکل (۲-۶). نگار تخلخل به عنوان هدف در سمت چپ و سه نشانگر لرزه‌ای به عنوان ورودی یا متغیرهای مستقل در سمت راست که برای رگرسیون چندگانه خطی استفاده شده‌اند (راسل، ۲۰۰۴).. ..... ۳۷

شکل (۲-۷). اختلاف بین رگرسیون چند متغیره معمولی و رگرسیون چند متغیره با استفاده از عملگر همامیخت، (a)وزن‌های منفرد که در رابطه (۲-۱۷)،استفاده می‌شوند، (b) وزن‌های همامیخت که در رابطه (۲-۲۴)، استفاده می‌شوند ۴۱

شکل (۲-۸). اختلاف فرکانس بین نمودارهای چاه‌نگاری با نمودارهای نشانگرهای لرزه‌ای ۴۱

شکل (۲-۹). فلوچارت انتخاب نشانگر ها در روش رگرسیون قدم به قدم ۴۴

شکل (۲-۱۰). خطای میانگین اعتبارسنجی (نمودار قرمز) و آموزش با تمام نمونه‌ها (نمودار سیاه) بر اساس تعداد نشانگرهای مورد استفاده ۴۶

شکل (۲-۱۱). طرحی از شبکه عصبی چند لایه،که از یک لایه ورودی، یک یا چند لایه پنهان و یک لایه خروجی تشکیل می‌شود..... ۴۷

شکل(۲-۱۲). تفاوت بین بردارهای تحت آموزش s_j که خروجی حاصل از آن‌ها مقادیر شناخته شده t_j و بردار x_k که خروجی آن مشخص نیست..... ۵۰

شکل(۲-۱۳). طرحی از سه بردار نشان داده شده در شکل(۲-۱۲)، در فضای دو بعدی نشانگرها و مفهوم فاصله بین آنها ۵۰

شکل (۳-۱). موقعیت جغرافیایی میدان بلال ۵۷

شکل (۳-۲). نمایش محل چاه‌ها نسبت به راس افق مخزنی در میدان بلال ۵۸

شکل (۳-۳) ستون چینه‌شناسی سازندهای خلیج‌فارس در سواحل ایرانی و عربی ۶۰

شکل(۴-۱). نمایش سه بعدی چاه‌های مورد استفاده در این مطالعه از میدان ۶۸

شکل (۴-۲). تصحیح چک‌شات بر روی چاه 3w-3. ..... ۶۹

شکل (۴-۳). نقشه خطوط لرزه‌ای ناحیه مورد مطالعه به همراه نمایش محل چاه‌ها در این ناحیه. ۷۱

شکل(۴-۴). افق‌های نشانه‌گذاری شده میشریف و شعیبا و نمایش هماهنگی آن با سرسازندها در چاه 3w-3 برای خط لرزه‌ای ۲۰۶۷ ..... ۷۲

شکل(۴-۵). نقشه افق نشانه‌گذاری شده سرسازند میشریف.. ..... ۷۲

شکل (۴-۶). موجک منتخب حاصل از دو چاه 3w-1و 3W-3 در حیطه زمان و داده لرزه‌ای اطراف آن. ۷۴

شکل (۴-۷). نمایش تطابق، ردلرزه واقعی (مشکی)، ردلرزه مصنوعی (آبی) و میانگین ردلرزه واقعی(قرمز) در چاه 3w-3. .. .. ۷۵

شکل(۴-۸). ضریب تطابق ردلرزه واقعی و ردلرزه مصنوعی در محل چاه‌ها... ..... ۷۵

شکل (۴-۹). مدل اولیه با اعمال فیلتر پایین گذر ۱۰ هرتز در راستای خط لرزه‌ای ۲۰۶۷.. ..... ۷۷

شکل (۴-۱۰). نمایش تطابق نمودار مقاومت صوتی بدست آمده از نتیجه وارون‌سازی (نمودار قرمز) ، نمودار مقاومت صوتی واقعی (نمودار آبی) و مدل اولیه(مشکی) در محل چاه 3w-1. ..... ۷۸

شکل(۴-۱۱). نمایش همبستگی کلی بین نتیجه وارون‌سازی و نمودار مقاومت صوتی واقعی در محل چاه‌ها.. ..... ۷۹

شکل(۴-۱۲). مدل نهایی مقاومت صوتی حاصل ازوارون‌سازی داده‌های خط لرزه‌ای ۲۰۶۷ ..... ۷۹

شکل(۴-۱۳). نمایش همزمان داده‌های خط لرزه‌ای ۲۰۶۷ و نتایج وارون‌سازی بعنوان نشانگر منفرد خارجی. ۸۰

شکل(۴-۱۴). بررسی و مقایسه اثر طول عملگر در مقدار خطای تخمین به کمک چند نشانگر ۸۳

شکل(۴-۱۵). نمودار مقدار خطای آموزش و اعتبارسنجی متقابل بر اساس تعداد نشانگرها به روش رگرسیون مرحله‌ای که نمودار قرمز خطای اعتبارسنجی و نمودار مشکی خطای آموزش می‌باشد.. ..... ۸۴

شکل (۴-۱۶). نمودار مقایسه داده‌های تخلخل واقعی و تخلخل بدست آمده از روش تحلیل چند نشانگری در محل چاه‌ها. ۸۶

شکل(۴-۱۷). تطابق نگارهای تخلخل واقعی و مدل‌سازی شده توسط روش تحلیل چند نشانگری در چاه-ها. ۸۶

شکل(۴-۱۸). نتایج تخمین تخلخل در محدوده مخزنی مورد مطالعه با اعمال روش تحلیل به کمک چند نشانگر بر حجم داده‌های لرزه‌ای مقطع ,۲۱۱۴ ..... ۸۷

شکل (۴-۱۹). نقشه توزیع تخلخل در لایه مخزنی با به کارگیری روش تحلیل چند نشانگری همراه با نمایش محل چاه‌ها در میدان. ۸۸

شکل (۴-۲۰). نمایش تطابق نگار تخلخل واقعی و محاسبه شده توسط شبکه عصبی PNN در محل چاه-ها به کمک شش نشانگر لرزه‌ای. ۹۰

شکل (۴-۲۱). نتایج تخمین تخلخل در محدوده مخزنی مورد مطالعه با اعمال شبکه عصبی PNN بر حجم داده‌های لرزه‌ای مقطع ۲۱۱۴ ..... ۹۱

شکل (۴-۲۲). نقشه توزیع تخلخل در لایه مخزنی با بکارگیری شبکه عصبی احتمالی PNN همراه با موقعیت چاه‌ها. ۹۱

شکل (۴-۲۴). نتایج تخمین تخلخل در محدوده مخزنی مورد مطالعه با اعمال شبکه عصبی MLFN بر حجم داده‌های لرزه‌ای مقطع ۲۱۱۴... ..... ۹۲

شکل (۴-۲۳). نمایش تطابق نگار تخلخل واقعی و محاسبه شده توسط شبکه عصبی MLFN در محل چاه‌ها به کمک شش اشاره شده در متن. ۹۳

شکل (۴-۲۵). نقشه توزیع تخلخل در لایه مخزنی با بکارگیری شبکه عصبی MLFN همراه با موقعیت چاه‌ها. ۹۴

شکل(۴-۲۶). نمایش تطابق نگار تخلخل واقعی و محاسبه شده توسط شبکه عصبی RBFN در محل چاه‌ها به کمک شش نشانگر نامبرده شده. ۹۵

شکل (۴-۲۷). نتایج تخمین تخلخل در محدوده مخزنی مورد مطالعه با اعمال شبکه عصبی RBFN بر حجم داده‌های لرزه‌ای مقطع ۲۱۱۴... ..... ۹۶

شکل (۴-۲۸). نقشه توزیع تخلخل در لایه مخزنی با بکارگیری شبکه عصبی RBFN همراه با موقعیت چاه‌ها. ۹۷

شکل(۴-۲۹). بررسی و مقایسه اثر طول عملگر در مقدار خطای تخمین به کمک چند نشانگر.. ..... ۱۰۰

شکل(۴-۳۰). نمودار مقدار خطا آموزش (نمودار مشکی) و اعتبارسنجی متقابل (نمودار قرمز) بر اساس تعداد نشانگرها به روش رگرسیون چند متغیره بعد از اضافه کردن نشانگرهای جدید ۱۰۱

شکل(۴-۳۱). نمودار مقایسه داده‌های تخلخل واقعی و تخلخل بدست آمده از روش تحلیل چند نشانگری در محل چاه‌ها... ..... ۱۰۲

شکل (۴-۳۲). تطابق نگارهای تخلخل واقعی و مدل‌سازی شده با روش تحلیل چند نشانگری در چاه‌ها به کمک نه نشانگر جدید..... ۱۰۳

شکل (۴-۳۳). نتایج تخمین تخلخل در محدوده مخزنی مورد مطالعه با روش تحلیل چند نشانگری بر حجم داده‌های لرزه‌ای مقطع ۲۱۱۴ ..... ۱۰۳

شکل (۴-۳۴). نقشه توزیع تخلخل در لایه مخزنی با بکارگیری روش تحلیل چند نشانگری بعد از اضافه کردن نشانگر جدید همراه با نمایش محل چاه‌ها..... ۱۰۴

شکل (۴-۳۵). تطابق نگارهای تخلخل واقعی و مدل‌سازی شده با روش شبکه عصبی PNN در چاه‌ها به کمک نشانگرهای جدید. ۱۰۵

شکل (۴-۳۶). نتایج تخمین تخلخل در محدوده مخزنی مورد مطالعه با روش شبکه عصبی PNN بر حجم داده‌های لرزه‌ای مقطع ۲۱۱۴... .. .. ۱۰۶

شکل (۴-۳۷). نقشه توزیع تخلخل در لایه مخزنی به کمک روش شبکه عصبی PNN در چاه‌ها بعد از اضافه کردن نشانگر جدید همراه با موقعیت چاه‌ها. ۱۰۷

شکل (۴-۳۸). تطابق نگارهای تخلخل واقعی و مدل‌سازی شده با روش شبکه عصبی MLFN در چاه‌ها به کمک نشانگرهای جدید. ۱۰۸

شکل (۴-۳۹). نتایج تخمین تخلخل در محدوده مخزنی مورد مطالعه با روش شبکه عصبی MLFN بر حجم داده‌های لرزه‌ای مقطع ۲۱۱۴, ... ۱۰۸

شکل (۴-۴۰). نقشه توزیع تخلخل در لایه مخزنی به کمک روش شبکه عصبیMLFN در چاه‌ها بعد از اضافه کردن نشانگر جدید همراه با موقعیت چاه‌ها. ۱۰۹

شکل (۴-۴۱). تطابق نگارهای تخلخل واقعی و مدل‌سازی شده با روش شبکه عصبی RBFN در چاه‌ها به کمک نشانگرهای جدید. ۱۱۰

شکل (۴-۴۲). نتایج تخمین تخلخل در محدوده مخزنی مورد مطالعه با روش شبکه عصبی RBFN بر حجم داده‌های لرزه‌ای مقطع ۲۱۱۴. ..... ۱۱۱

شکل (۴-۴۳). نقشه توزیع تخلخل در لایه مخزنی به کمک روش شبکه عصبی RBFN در چاه‌ها بعد از اضافه کردن نشانگر جدید همراه با موقعیت چاه‌ها. ۱۱۲

فهرست جدول‌ها

جدول۲-۱.نشانگرها ونوع اطلاعاتی که ارائه می‌دهند ۲۶

جدول(۴-۱). لیست نشانگرهای موجود در نرم‌افزار همپسون-راسل ۸۱