Archive of SID

مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی
۷ خرداد ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
مجری: هم اندیشان انرژی کیمیا ۸۸۶۷۱۶۷۶ – ۰۲۱
www.Reservoir.ir

تعیین ضریب سیمان شدگی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در یکی از مخازن هیدروکربوری پارس جنوبی

احمدرضا احمدپور ترکمانی[1]
تهران-چهار راه کالج-کوچه البرز-دبیرستان ماندگار البرز
Reza_dhl_dr@yahoo.com

چکیده

روابط آرچی به منظور تعیین اشباع شدگی آب در مخازن هیدروکربوری مورد استفاده قرار می گیرند. این روابط دارای ضرایبی می باشند که در آزمایشگاه تعیین می گردند که این پارامترهای فیزیکی عبارتند از : فاکتور سیمان شدگی(m), توان اشباع (n) و ثابت پیچا پیچی(a) . در صورت غیر قابل دسترس بودن نتایج آزمایشگاهی از مقادیر ثابتی استفاده می شود, با توجه این که این پارامترها توابعی از جنس سنگ , بافت سنگ ودر برخی موارد تخلخل می شوند و در سازند های مخزنی , معمولا بافت وجنس سنگ متغیر و دارای تنوع می باشد, بنابراین اختصاص پارامتر های ثابت جهت محاسبه در صد اشباع همواره با خطا همراه می باشد. تعیین دقیق ضرایب آرچی از مهم ترین چالش ها در ارزیابی های پتروفیزیکی می باشد و عدم دسترسی به مقادیرواقعی آن ها باعث خطای زیادی در محاسبه اشباع شدگی سیالات در مخازن به منظور تعیین ذخیره هیدروکربور می گردد, لذا استفاده از روش هایی نظیر شبکه عصبی مصنوعی در تعیین سیمان شدگی و همچنین فاکتور مقاومت سازندی در چاه های فاقد این ضرایب بسیار سودمند خواهد بود.علاوه بر آن به دلیل پر هزینه و زمان بر بودن مطالعات مغزه , با استفاده از این روش در وقت و هزینه صرفه جویی می شود . در این مقاله دو شبکه مجزا به منظور پیش بینی ضریب سیمان شدگی و فاکتور مقاومت سازندی طراحی شد، که هر یک از این شبکه ها پیش بینی قابل قبولی را ارائه کردند. در این روش بین لاگ ها وضریب سیمان شدگی با استفاده از تکنیک شبکه عصبی رابطه ای به دست آمد، به این صورت که از اطلاعات چاه پیمایی به عنوان داده های ورودی واز ضریب سیمان شدگی به عنوان خروجی استفاده شد که با استفاده از جعبه ابزار شبکه عصبی نرم افزار متلب طراحی صورت گرفت . از همین روش برای پیش بینی فاکتور مقاومت سازندی نیز استفاده شد. در این روش از اطلاعات مربوط به ۴ چاه استفاده شد که رابطه به دست آمده را به چاه هایی که مغزه ندارند ولی لاگ آن ها در اختیار می باشد، تعمیم و پارامتر های مورد نظر پیش بینی شدند.

۱- دانشجوی مهندسی نفت دانشگاه گرمسار

www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی
۷ خرداد ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
مجری: هم اندیشان انرژی کیمیا ۸۸۶۷۱۶۷۶ – ۰۲۱
www.Reservoir.ir

1-استفاده ازتکنیک شبکه عصبی مصنوعی برای تعیین ضریب سیمان‌شدگی درمیدان پارس جنوبی

1-۱- مقدمه

داده های مورد استفاده در این مقاله به منظور تعیین ضریب سیمان شدگی(m) وهم چنین فاکتور مقاومت سازندی (FRF) توسط شبکه ی عصبی، مشتمل براطلاعات رقومی شده چاه پیمایی ۴ چاه و هم چنین اطلاعات مغزه ۲ چاه از یک مخزن در میدان پارس جنوبی می باشد. اطلاعات مورد استفاده مربوط به چاه های شماره ۱۱، ۱۳، ۱۴، ۱۵ می باشد که چاه های شماره ۱۱ و ۱۳ فاقد اطلاعات مغزه می باشد و چاه های ۱۴ و ۱۵ این اطلاعات را دارا می باشد.

1-۲- آماده سازی فایل حاوی داده ها

آماده سازی و تصحیح داده ها قبل از ورود به شبکه ، یکی از مراحل وقت گیر ، مشکل و حساس کار با شبکه های عصبی می باشد. برای اطمینان از نتایج حاصل از شبکه باید مراحل زیر به ترتیب ودقت فراوان روی داده ها انجام گیرد.

اطلاعات دریافتی از شرکت مذکور شامل فایل هایی با فرمت DLIS و LIS و LAS و ASCII می باشد. فایل های با فرمت LIS و DLIS در نرم افزار Excel خوانده نمی شود. لذا برای اینکه این فایل ها توسط نرم افزار Notepad و Excel قرائت و ذخیره گرددد، نیاز به تبدیل فرمت های ذکر شده به LAS و ASCII می باشد، که این کار توسط Toolbox.۱ نرم افزار Schlumberger انجام شد. Toolbox.۱ این نرم افزار قادر به تبدیل فرمت LIS به DLIS وهم چنین DLIS به LAS و ASCII می باشد. ابتدا توسط مبدل (convertor) DLIS → LIS تمام فایل های با فرمت LIS انتخاب و به فایل هایی با فرمت DLIS تبدیل می شوند که این فایل ها با همان نام قبلی ولی با فرمت جدید DLIS ذخیره می گردند. باید توجه کرد که از همان ابتدا باید تمام اطلاعات و نگارهای مورد نیاز این مطالعه انتخاب شوند. در ضمن باید دقت نمود که پارامترهایی که قابل تنظیم هستند برای تمام فایل و برای همه چاه ها یکسان سازی شود. برای مثال پارامتر عمق انتخابی باید در یک سیستم یکسان باشد، برای نمونه همگی بر حسب متر (m) ویا بر حسب فوت (ft) باشند.

گام بعدی در این مرحله توسط مبدل دیگر این نرم افزار یعنی DLIS → LAS انجام می شود که در نهایت تمام فایل های با فرمت DLIS و LIS با همان نام ابتدایی، به فرمت LAS تبدیل و ذخیره می گردند. بعد از این تبدیلات توسط Toolbox.۱ نرم افزار Schlumberger ، تمام فایل ها توسط نرم افزار Notepad باز و اطلاعات اضافی شامل Head log حذف وبعد از آن در نهایت به نرم افزار Excel منتقل و ذخیره می گردد.

1-۳- انتخاب داده ها

همان گونه که قبلا ذکر شد اطلاعات موجود در این پروژه شامل داده های چاه پیمایی ۴ چاه که ۲ چاه دارای داده های آنالیز

www.SID.ir

Archive of SID

مغزه(core description) نیز می باشد. به منظور استفاده از تکنیک شبکه عصبی ، نیاز به ورودی ها و خروجی های مرتبط با هم ودر عین حال یکسان در همه چاه ها می باشد. از بین نگار های ثبت شده ، نگارهای قابل قبول و مرتبط با موضوع این مطالعه یعنی تعیین ضریب سیمان شدگی و هم چنین فاکتور مقاومت سازندی شامل نگار های GR (اشعه گاما) ، NPHI (نگار تخلخل نوترون)، ROHB (نگار چگالی) و PEF (اثر فتوالکتریک) انتخاب شدند که این نگارها در همه چاه ها برداشت شده اند. البته نگار های مرتبط دیگری مثل DT ، LLS ، LLD در بعضی از چاه ها موجود بودند ، لذا به دلیل عدم ثبت و برداشت آن ها در همه چاه ها انتخاب نشده و حذف گردیدند. همچنین داده های آنالیز مغزه شامل Porosity ، m (a= 1) و FRF می باشد.داده های چاه پیمایی به عنوان ورودی و داده های آنالیز مغزه به عنوان خروجی در نظر گرفته شدند.

1-۴- حذف دنباله (tail) در نگارها

برای هر کدام از نگار ها ، ابتدا دنباله ها یا tail حذف می شوند . دنباله ها در جایی از نگار و معمولا در انتهای نگار می باشد که به علت ثبت مربوط به کالیبراسیون و مقطع ، تکرار صورت می گیرد. دنباله به صورت یک عدد منفی (معمولا 999.25-) در انتهای نگار یا تکرار یک عدد مربوط به یک عمق در چندین عمق متوالی صورت می گیرد. وجود دنباله ها در ساخت و طراحی شبکه باعث جواب منفی می شود، لذا قبل از ورود به شبکه باید حذف گردند. بدین منظور با استفاده از نرم افزار Excel نمودار نقطه ای نگارها ترسیم و اعداد منفی و همچنین تکرار ها مشخص و حذف می گردند.

1-۵- تطابق عمقی یا Depth matching (Shifting)

به منظور به دست آوردن اطمینان از نتایج شبکه عصبی بعد از حذف دنباله ، باید از تطابق بین داده های مغزه و نمودار های چاه پیمایی در هر نقطه عمقی اطمینان حاصل کنیم . عمق ثبت شده برای نگارهای مختلف در هر یک از چاه ها و همچنین اعماق ثبت شده برای نمونه های مغزه به دست آمده از چاه ممکن است یکسان نباشد ودر واقع نیاز به انجام تطابق عمقی Depth matching می باشد.

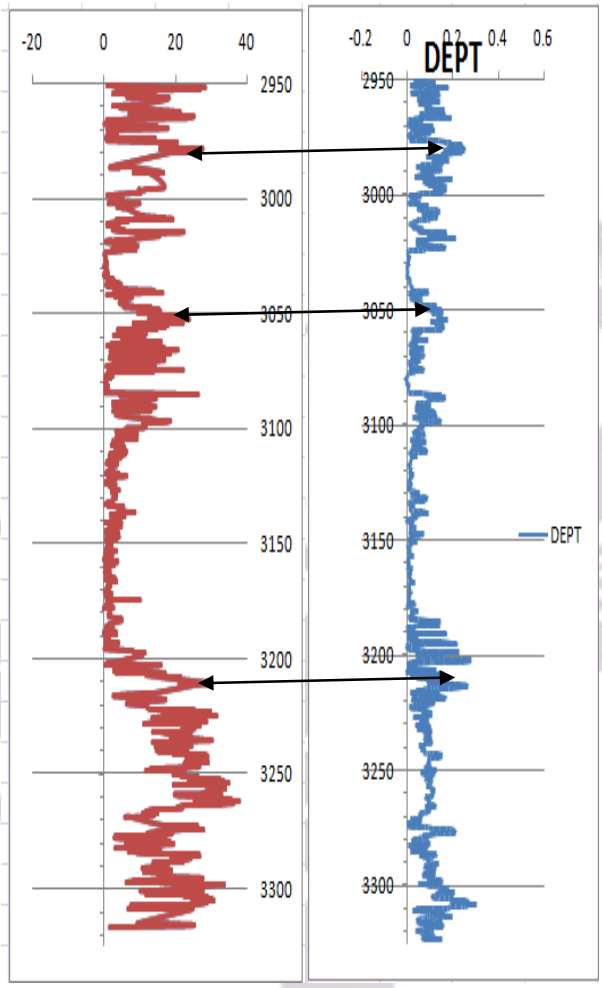
دلیل عدم تطابق عمق نمونه های چاه پیمایی و مغزه ممکن است به دلیل نارسایی هاو مشکلات مغزه گیری مانند کشش کابل باشد. به علاوه نقطه اثر سوند های مختلف که نمودار های گوناگون را ثبت می کنند، متفاوت است و این تفاوت باعث می‌شود تا در لاگ هایی که به‌طور همزمان برداشت نشده اند. خصوصیات ثبت شده لاگ ها نسبت به یکدیگر در عمق مورد نظر یک جابجایی داشته باشند. برای حل این مشکل باید کرولاسیون متقاطع بین داده های مغزه و لاگ انجام پذیرد تا میزان جابجایی لازم بین عمق ثبت شده برای نمودارهای مختلف و مغزه به طور هماهنگ کردن عمق لاگ ها با مغزه مشخص شود. در صورتی که تطابق عمقی انجام نشود، ضریب همبستگی بین نگار ها و داده های مغزه (FRF،m) مخزن پایین خواهد آمد که روی کارآیی شبکه به شدت تاثیر منفی می گذارد.

برای رسیدن به این هدف با استفاده از نرم افزار Excel نمودار تخلخل مغزه (Porosity) در مقابل عمق را به عنوان شاخص مغزه و معادل آن در نمودار های چاه پیمایی یعنی نگار NPHI در مقابل عمق را به عنوان شاخص نمودار های چاه پیمایی ترسیم می

www.SID.ir

Archive of SID

کنیم شکل(1-۱). سپس با از پیک های شاخص، و مقایسه عمق آن ها ، انطباق بین دو نمودار ترسیم شده انجام می گیرد و اختلاف عمقی بین دو نمودار به دست می آید.



شکل(1-۱) : تطابق عمقی بین داده‌های چاه پیمایی (لاگ تخلخل، NPHI) وداده‌های مغزه (Porosity) درچاه شماره ۱۵

در این پروژه تطابق عمقی برای چاه های شماره ۱۴ و ۱۵ به طور جداگانه انجام شد. خوشبختانه در چاه شماره ۱۴ قبلا این کار انجام شده بود و نمونه های چاه پیمایی و مغزه از نظر عمقی کاملا با هم منطبق بودند. ولی در مورد چاه شماره ۱۵ همان گونه که در شکل (1-۱) مشاهده می گردد، حدود (4m) بین عمق نمونه های مغزه و عمق نمونه های چاه پیمایی وجود دارد که 4m را از عمق نمونه های چاه پیمایی کم می گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

Matched depth=log depth- 4m

1-۶- طراحی شبکه ی عصبی

عموما برای فرایند آموزش و طراحی شبکه ی عصبی چهار مرحله وجود دارد:

۱- مهیا کردن داده های آموزشی

۲- ایجاد شبکه

۳- آموزش شبکه

۴- شبیه سازی شبکه با داده های جدید(تعمیم شبکه)

بعد ار تطابق عمقی، داده های چاه پیمایی و داده های آنالیز مغزه به صورت جفت های ورودی و خروجی متناظر و مرتبط بر اساس عمق مرتب می شوند به طوری که به ازای یک عمق خاص یکسری عدد برای نگارهای مختلف به عنوان ورودی و یکسری عدد برای داده های آنالیز مغره به عنوان خروجی موجود می باشد که در نرم افزار Excel ذخیره شده اند.
براساس داده های موجود دو روش برای انتخاب داده های آموزشی توسط این تکنیک وجود دارد:
۱- در روش اول از داده های یک چاه حاوی داده های آنالیز مغره به عنوان آموزش و از داده های چاه دیگر حاوی همین اطلاعات به عنوان اعتبار سنجی و آزمایش استفاده می شود و بعد از طراحی و ایجاد یک شبکه ی بهینه برای بدست آوردن پارامتر مجهول (خروجی)، آن را به عنوان دو چاه فاقدخروجی (داده های آنالیز مغزه) تعمیم داده و پارامترهای مورد نظر توسط شبکه پیش بینی می گردند.
۲- در روش دوم کلیه ی داده های دو چاه حاوی داده های ورودی (نمودارهای چاه پیمایی) و داده های خروجی(داده های آنالیز مغزه) به طور تصادفی با یکدیگر مخلوط می شوند به طوری که شانس انتخاب هر داده یکسان باشد. در ضمن استفاده از این روش باعث می شود تا شبکه در حین آموزش با کلیه ی شرایط موجود در مخزن روبرو شده و آموزش ببیند و قدرت تعمیم خود را حفظ کند.
از آنجاییکه تعداد نمونه های متناطر ورودی و خروجی موجود در هر یک از چاه های ۱۴و۱۵ کم و محدود بود از روش دوم استفاده شد و داده های دو چاه ۱۴و ۱۵ با یکدیگر تلفیق و مخلوط شده اند که تعداد نمونه های تلفیقی ۱۰۵ نمونه می باشد.

1-۷- حذف داده های نامناسب

حذف داده های نامناسب در دو مرحله صورت می گیرد:
۱- در مرحله ی اول داده های خارج از بازه ی تعریف شده برای هر نگار حذف می شوند.
بازه های تعریف شده برای هر نگار ها براساس فرمول های مربوط به صورت زیر است.

$$GR \rightarrow [0 \quad 200]$$
$$PEF \rightarrow [1 \quad 10]$$

www.SID.ir

Archive of SID

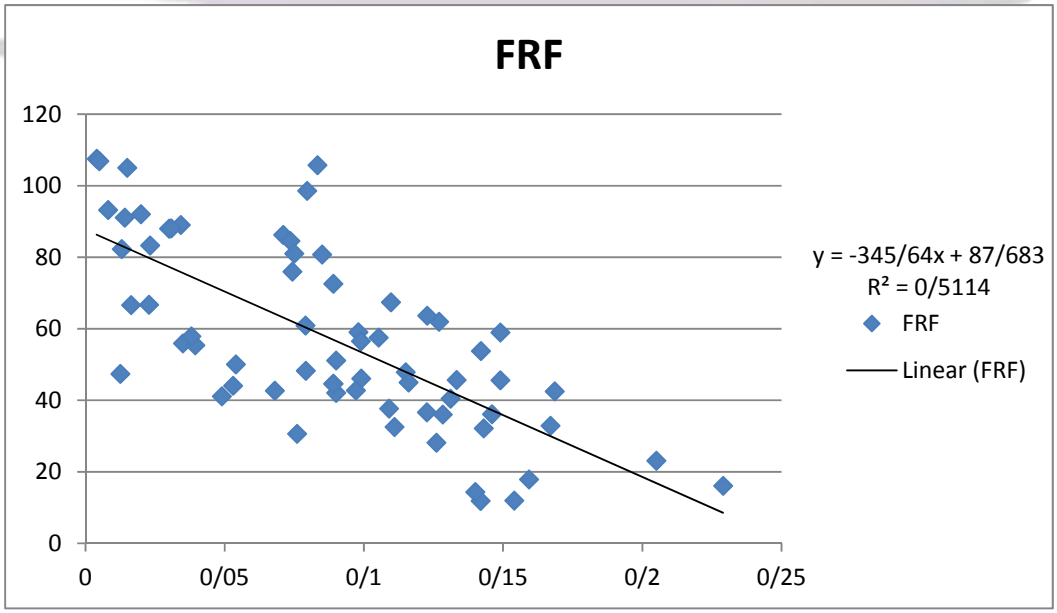
NPH → [0 0.3]
ROHB → [1.9 2.9]

۲- حذف داده های نامناسب با استفاده از تعیین ضریب همبستگی آماری بین داده ها

به منظور شناسایی داده های مناسب و حذف داده های نامناسب ، ابتدا باید ضریب همبستگی بین نگار های مختلف با m و همین طور با FRF به طور مجزا با استفاده از فایل تلفیقی (۱۴و ۱۵) انجام شود وداده هایی که از نظر آماری بیشترین مقدار مطلق (مثبت یا منفی) را با m ویا FRF دارند، به عنوان داده های مناسب جهت آموزش و در نهایت ایجاد شبکه انتخاب شوند و ما بقی داده ها به عنوان داده های نامناسب حذف می گردند.

۸-۱- تعیین ضریب همبستگی برای FRF

برای شناسایی داده های مناسب جهت ایجاد شبکه به منظور پیش بینی FRF و تعیین ضریب همبستگی بین داده ها ، نگار NPHI با FRF را در نظر می گیریم و نمودار نقطه ای آن ها را ترسیم می کنیم و مقدار R^2 آن به دست می آید. نمونه هایی که نسبت به بردار هدف (یعنی جایی که $R^2= 1$) دورتر باشند ، یک به یک حذف تا R دلخواه و مطلوب به دست آید.برای FRF همان گونه که در شکل (۲-2) دیده می شود، ($R= 0.511$) می باشد، که با توجه به تعداد نمونه ها ، ضریب همبستگی خوبی دارند. از ۱۰۵ نمونه ، ۶۷ نمونه باقی ماندند که در ساخت و طراحی شبکه مورد نظر، به عنوان داده های آموزشی ذخیره می گردند.



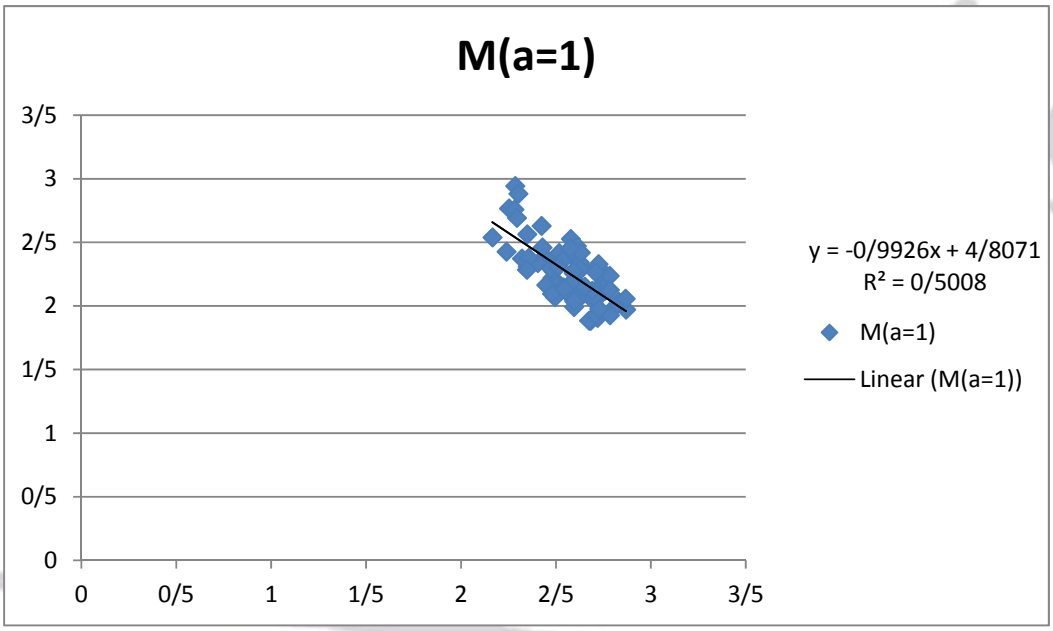
شکل (۲-2) : نمودار ضریب همبستگی بین داده های نگار(NPHI) و (FRF)

www.SID.ir

Archive of SID

1-۹- تعیین ضریب همبستگی برای(m)

برای تعیین ضریب همبستگی بین داده ها به منظور ایجاد شبکه برای پیش بینی و تعیین (m) از رسم نمودار نقطه ای نگار RHOB با m استفاده شد که بعد از حذف داده های نا مناسب و بی ارتباط با m ، داده های مناسب R^2= ۰.500 بدست آمد که در شکل (1-۳) دیده می شود و برای ساخت این شبکه ۷۸ نمونه باقی ماند.



شکل (1-۳) : نمودار تعیین ضریب همبستگی بین داده های نگار (RHOB) و (m)

بردارهای ورودی به صورت تصادفی به ۳ دسته تقسیم می شوند:

۱- ۷۰ درصد به عنوان مجموعه ی آموزشی
۲- ۱۵ درصد به عنوان مجموعه ی ارزیابی یا اعتبار سنجی در راستای جلوگیری از بیش برازش شبکه یا Overfitting
۳- ۱۵ درصد دیگر به عنوان تست برای بررسی کارایی شبکه نهایی استفاده شد.

1-۱۰- آموزش شبکه با استفاده از شبکه ی پس انتشار خطا (BP)

با استفاده از نرم افزار متلب (MATLAB) و توسط جعبه ابزار شبکه ی عصبی از الگوریتم پس انتشار خطا به منظور آموزش و یادگیری (یادگیری با ناظر) استفاده شد. از مرسوم ترین شبکه های پس انتشار خطا، شبکه های چند لایه ی پیش خور یا Feed-

www.SID.ir

Archive of SID

forward با تابع انتقال غیر خطی Tan-sigmoid در لایه های مخفی و تابع انتقال خطی در لایه ی خروجی استفاده شد. وجود چند لایه از نرون های با یک تابع انتقال غیر خطی به شبکه این اجازه را می دهد که توانایی یادگیری، رابطه ی خطی و غیر خطی را بین ورودی ها و خروجی ها داشته باشد و لایه ی خروجی خطی به شبکه این امکان را می دهد که خروجی خارج از محدوده ی ۱+ و ۱- داشته باشیم.

در روش (BP) یا پس انتشار خطا برای آموزش از تکنیک های استاندارد و بهینه سازی عددی استفاده می شود که یکی از تکنیک ها روش Levenberg- marquardt که این روش سریع ترین روش پیاده سازی شده در متلب می باشد و برای یک شبکه ی متوسط(با چند صد پارامتر موثر) دارای کارایی بسیار بالایی می باشد. این شبکه(BP) به صورت پیش فرض از همین الگوریتم Levenberg- marquardt به عنوان تابع آموزش استفاده می کند. این نوع از شبکه های عصبی در ارتباط با تخمین توابع(رگرسیون) کارایی مناسبی دارند.

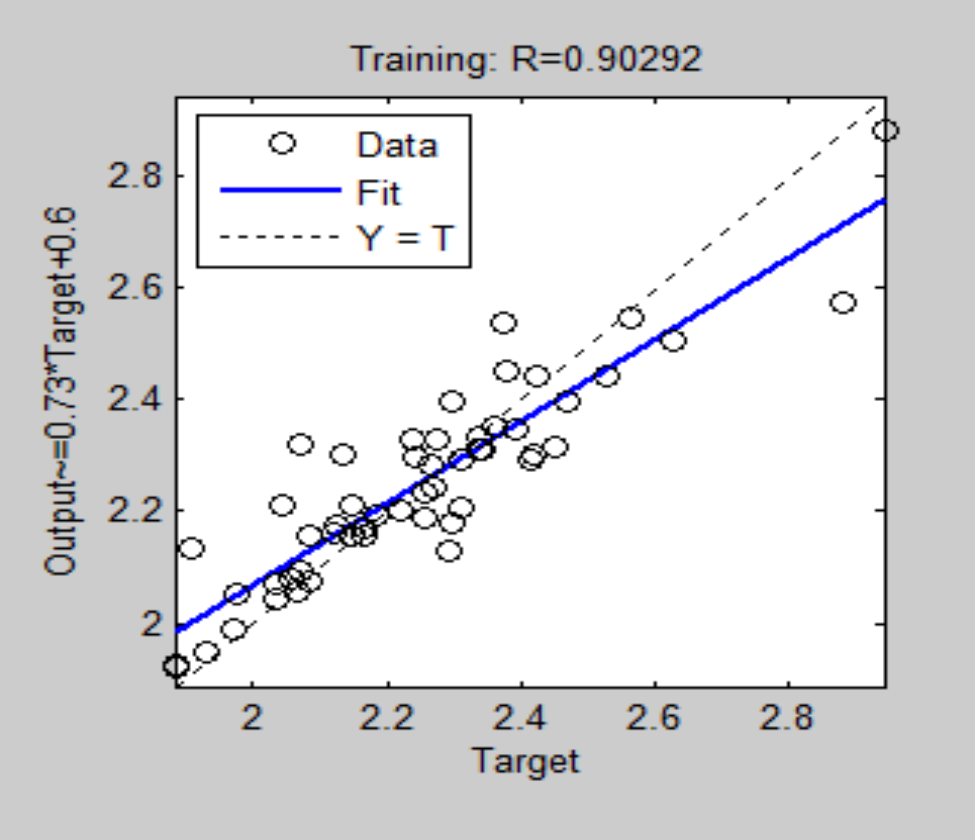
با توجه به مطالب بالا و داده های موجود ، در این پروژه دو شبکه مجزا طراحی شد. یک شبکه به منظور پیش بینی فاکتور مقاومت سازندی (FRF) و دیگری شبکه ای به منظور پیش بینی ضریب سیمان شدگی (m) .

1-۱۱- ایجاد و آموزش شبکه عصبی برای (m) :

برای ایجاد شبکه جهت پیش بینی (m) ورودی ها وخروجی ها به صورت ماتریس در Excel ذخیره شده است. ورودی شبکه یک ماتریس [4 x 67] و خروجی شبکه یک ماتریس[1 x 67] می باشد. همانگونه که قبلا ذکر شد، بردار های ورودی به شبکه که شامل (ورودی ها و خروجی ها) می باشد، به سه دسته آموزشی ، اعتبار سنجی و آزمایشی تقسیم می شود. شروع آموزش ابتدا با ۴ نرون در لایه مخفی با تابع سیگموئید ، ۴ نرون در لایه ورودی با تابع غیر خطی و ۱ نرون در لایه خروجی با تابع خطی آغاز شد. به دلیل ضریب همبستگی پایین ، تعداد لایه های مخفی به تدریج تا ۹ لایه افزایش یافت که در نهایت شبکه بهینه با ۹ لایه مخفی طراحی و ذخیره گشت تا به چاه های فاقد خروجی (m) تعمیم داده شود. در شکل های (1-۴) تا (1-۶) نمودار های مربوط به ضریب همبستگی سه مجموعه آموزشی، اعتبار سنجی و آزمایشی دیده می شود که هر سه مجموعه تقریبا بر روی بردار هدف یعنی جایی که (R= 1) است، منطبق و مقدار R برای هر کدام مشخص می باشد.

www.SID.ir

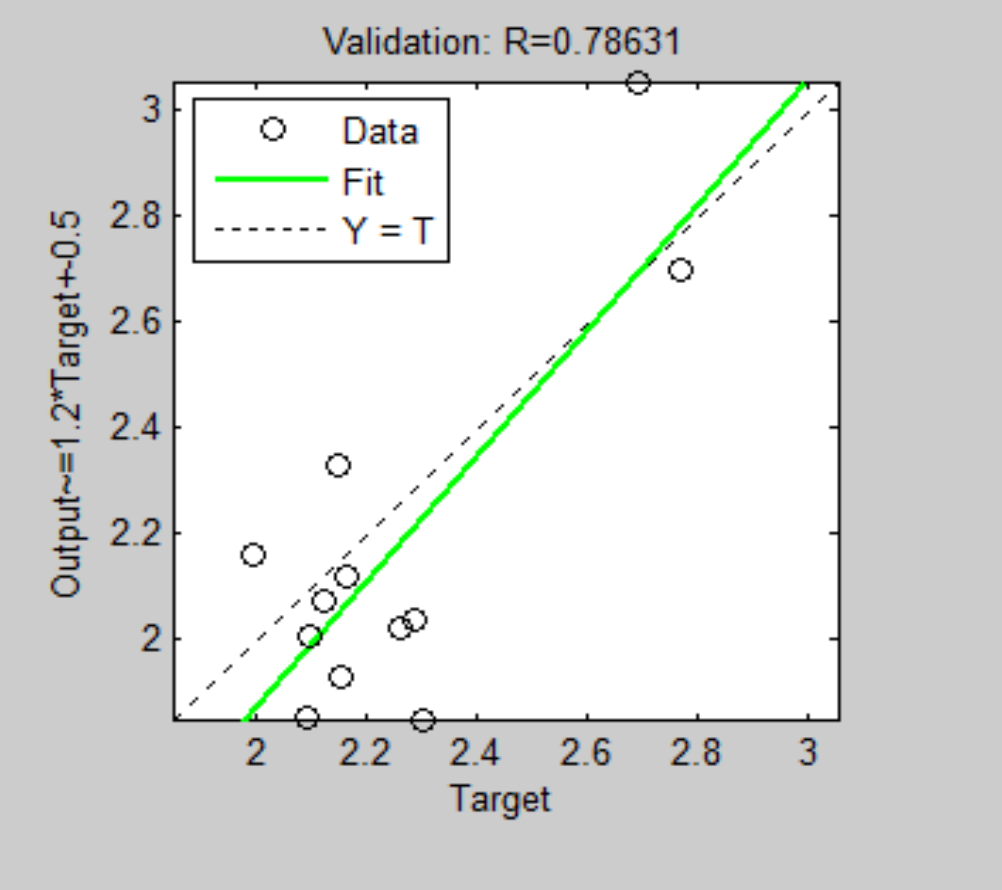
Archive of SID



شکل (۱-۴) : نمودار ضریب همبستگی حاصل از شبکه طراحی شده بین داده های آموزشی (R= 0.90292)

www.SID.ir

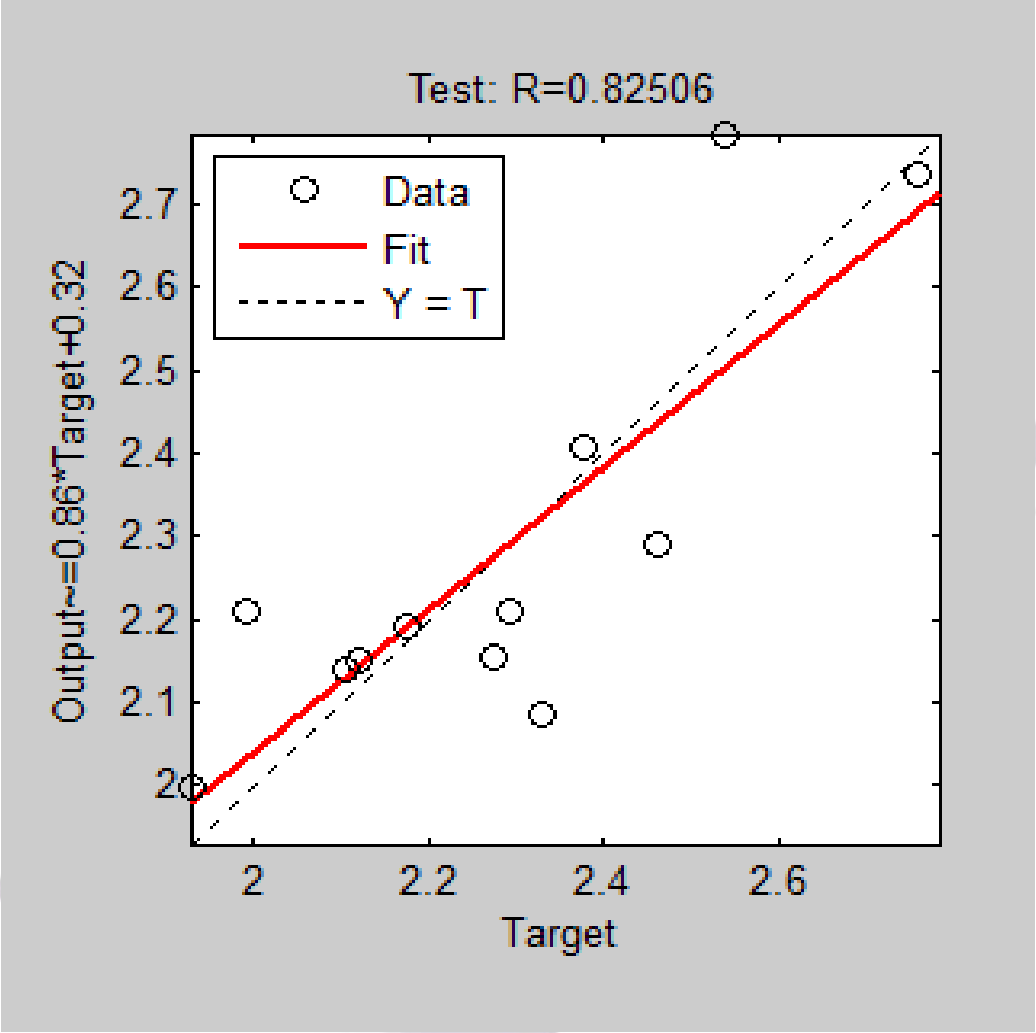
Archive of SID



شکل (۱-۵) : نمودار ضریب همبستگی حاصل از شبکه طراحی شده بین داده های اعتبار سنجی (R= 0.87631)

www.SID.ir

Archive of SID



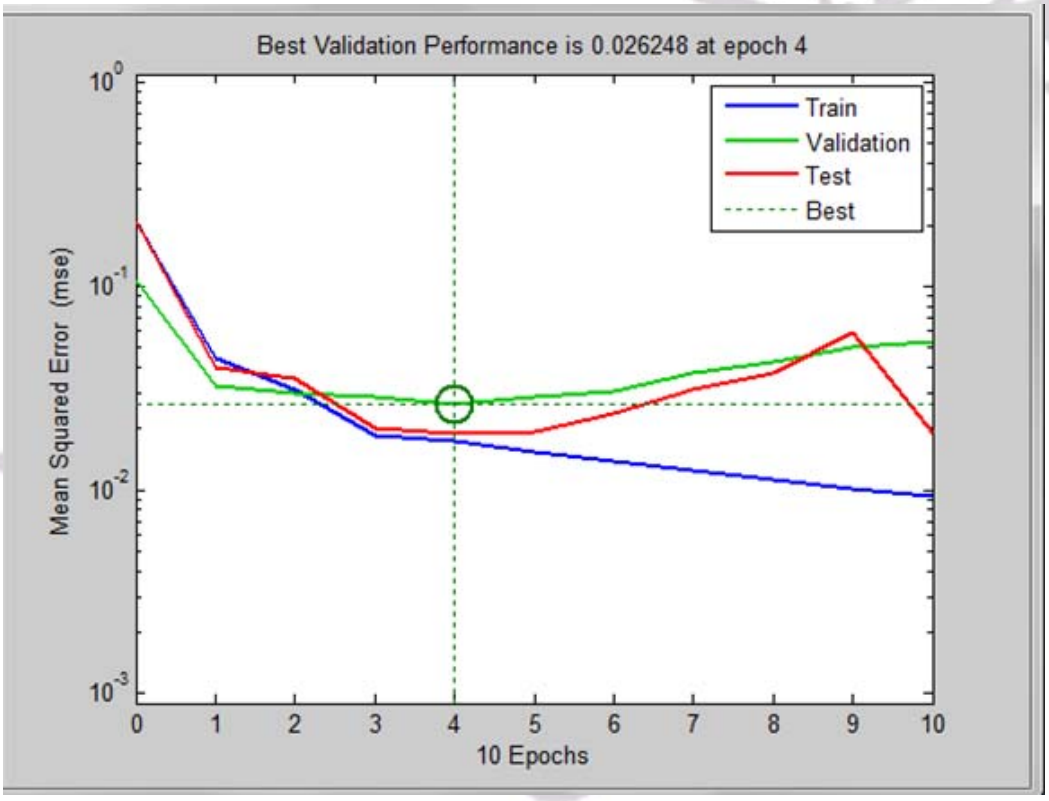
شکل (1-۶) : نمودار ضریب همبستگی بین داده های آزمایشی حاصل از شبکه طراحی شده برای ضریب سیمان شدگی (R= 82506)

www.SID.ir

Archive of SID

1-۱۲- کمترین میانگین مربعات خطا

در واقع میانگین مربع اختلاف بین خروجی (output) و بردار هدف (target) می باشد.به ازای هر ورودی به شبکه، خروجی شبکه با هدف مقایسه شده و مقدار خطا محاسبه می گردد، که هدف ما حداقل ساختن میانگین مجموع مربعات خطا می باشد. کمترین مقدار ، بهترین عدد می باشد، به عبارتی مقدار ۰ یعنی هیچ گونه خطایی وجود ندارد. شکل (1-۷) ، نمودار مربوط به میانگین مربعات خطا در سه مجموعه ذکر شده می باشد.



شکل (1-۷): منحنی تغییرات میانگین مربعات خطا در برابر تعداد تکرارهای انجام شده در سه آموزش، اعتبار سنجی و آزمایش

www.SID.ir

Archive of SID

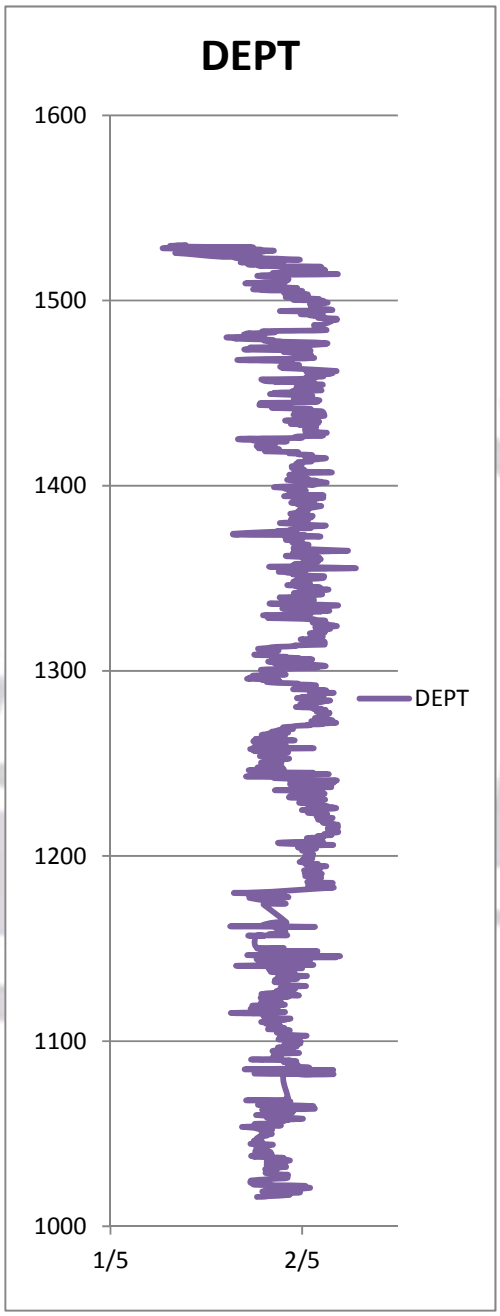
همان گونه که در شکل (1-۷) مشاهده می شود، در آغاز آموزش هر سه نمودارشیب تندی به سمت پایین و مقدار کمتر دارند که روند خوبی از آموزش را نشان می دهد و پس از ۱۰ دور تکرار در دور چهارم، کمترین میانگین مقدار مربعات خطا را داریم. در واقع در تکرار چهارم بهترین کارآیی در مورد مجموعه ارزیابی (اعتبارسنجی) ، به وقوع پیوسته است. همچنین خطای مجموعه آموزشی با خطای مجموعه ارزیابی دارای رفتار و خصوصیات مشابهی می باشد.

1-۱۳- شبیه سازی با داده های جدید برای (m)

در مرحله پایانی از شبکه ذخیره شده برای شبیه سازی در مورد داده های جدید یعنی چاه های فاقد خروجی (m) استفاده شد. در واقع شبکه را به چاه های دیگر تعمیم می دهیم، شکل های (1-۸) و (1-۹) نمودار نقطه ای m پیش بینی شده در چاه های شماره ۱۱ و ۱۳ در میدان پارس جنوبی می باشد. همان گونه که دیده می شود، داده های پیش بینی شده در بازه تعریف شده برای m یعنی (۱,۳ تا ۵,۷) قرار دارد که نشان دهنده کارآیی شبکه طراحی شده می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (1-۸) : نمودار ضریب سیمان شدگی پیش بینی شده در مقابل عمق در چاه شماره ۱۱

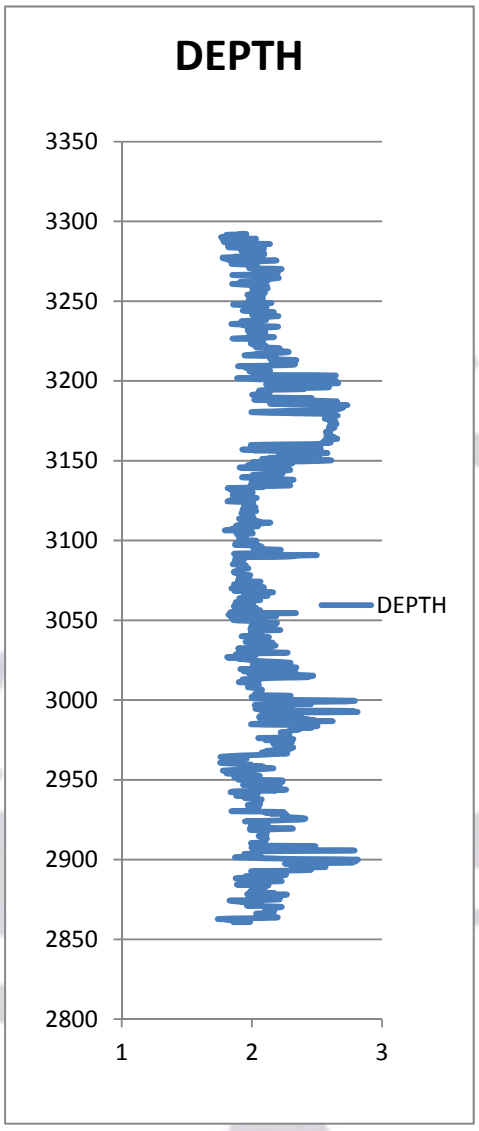
www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی
۷ خرداد ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
مجری: هم اندیشان انرژی کیمیا ۸۸۶۷۱۶۷۶ – ۰۲۱
www.Reservoir.ir

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (1-۹) : نمودار ضریب سیمان شدگی پیش بینی شده در مقابل عمق در چاه شماره ۱۳

www.SID.ir

Archive of SID

2-۱۴- ایجاد و آموزش شبکه عصبی برای (FRF) :

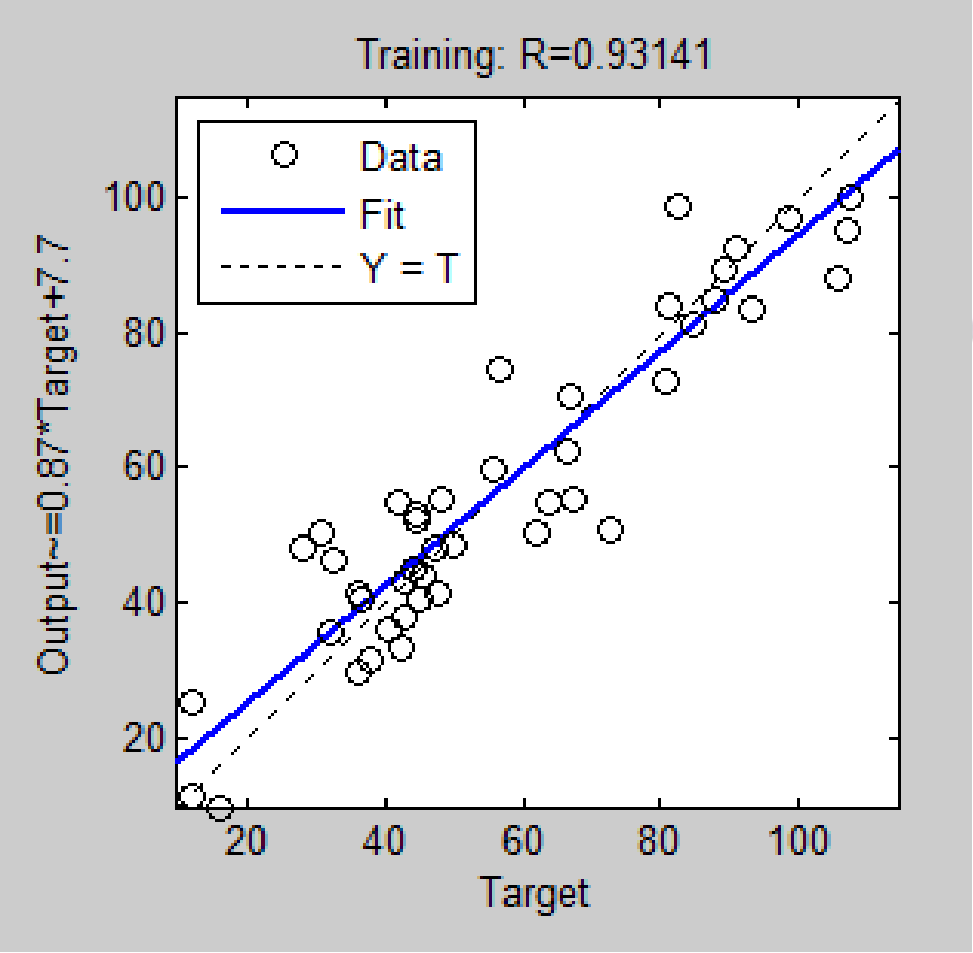
برای ایجاد شبکه جهت پیش بینی (FRF) همانند روش قبل ورودی ها وخروجی ها به صورت ماتریس در Excel ذخیره شده است. ورودی شبکه یک ماتریس [4 x 77] و خروجی شبکه یک ماتریس [1 x 77] می باشد. برای ایجاد شبکه جهت پیش بینی (FRF) همانند شبکه قبلی، شروع آموزش ابتدا با ۴ نرون در لایه مخفی با تابع سیگموئید ، ۴ نرون در لایه ورودی با تابع غیر خطی و ۱ نرون در لایه خروجی با تابع خطی آغاز شد. به دلیل ضریب همبستگی پایین ، تعداد لایه های مخفی به تدریج تا ۱۰ لایه افزایش یافت که در نهایت شبکه بهینه با ۱۰ لایه مخفی طراحی و ذخیره گشت تا به چاه های فاقد خروجی(FRF) تعمیم داده شود. در شکل های (1-۱۰) تا (1-۱۲) نمودارهای مربوط به ضریب همبستگی سه مجموعه آموزشی، اعتبار سنجی و آزمایشی دیده می شود . در مورد این شبکه نیز هر سه مجموعه تقریبا بر روی بردار هدف یعنی جایی که (R= 1) است، منطبق و مقدار R برای هر کدام مشخص می باشد.

همایش مهندسی مخازن هیدروکربوری

www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی
۷ خرداد ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
مجری: هم اندیشان انرژی کیمیا ۸۸۶۷۱۶۷۶ – ۰۲۱
www.Reservoir.ir



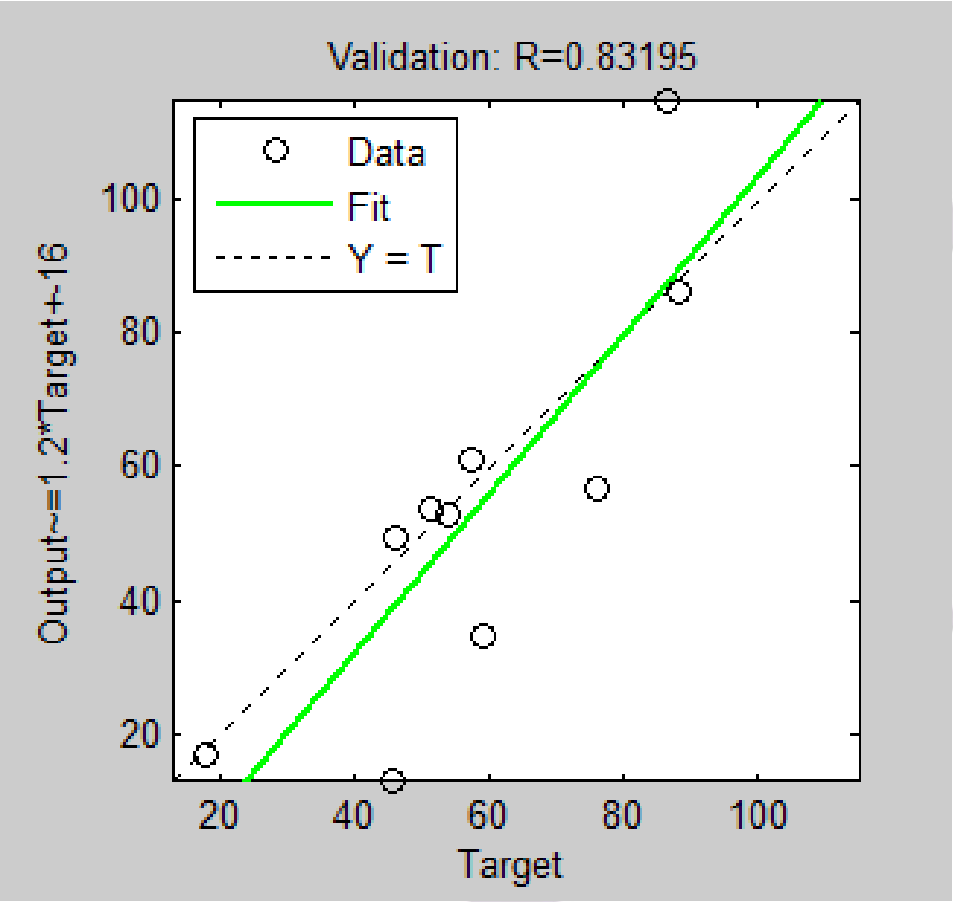
www.SID.ir

Archive of SID

شکل (1-۹) : نمودار ضریب همبستگی بین داده های آزمایشی حاصل از شبکه طراحی شده برای فاکتور مقاومت سازندی (R=93141)

www.SID.ir

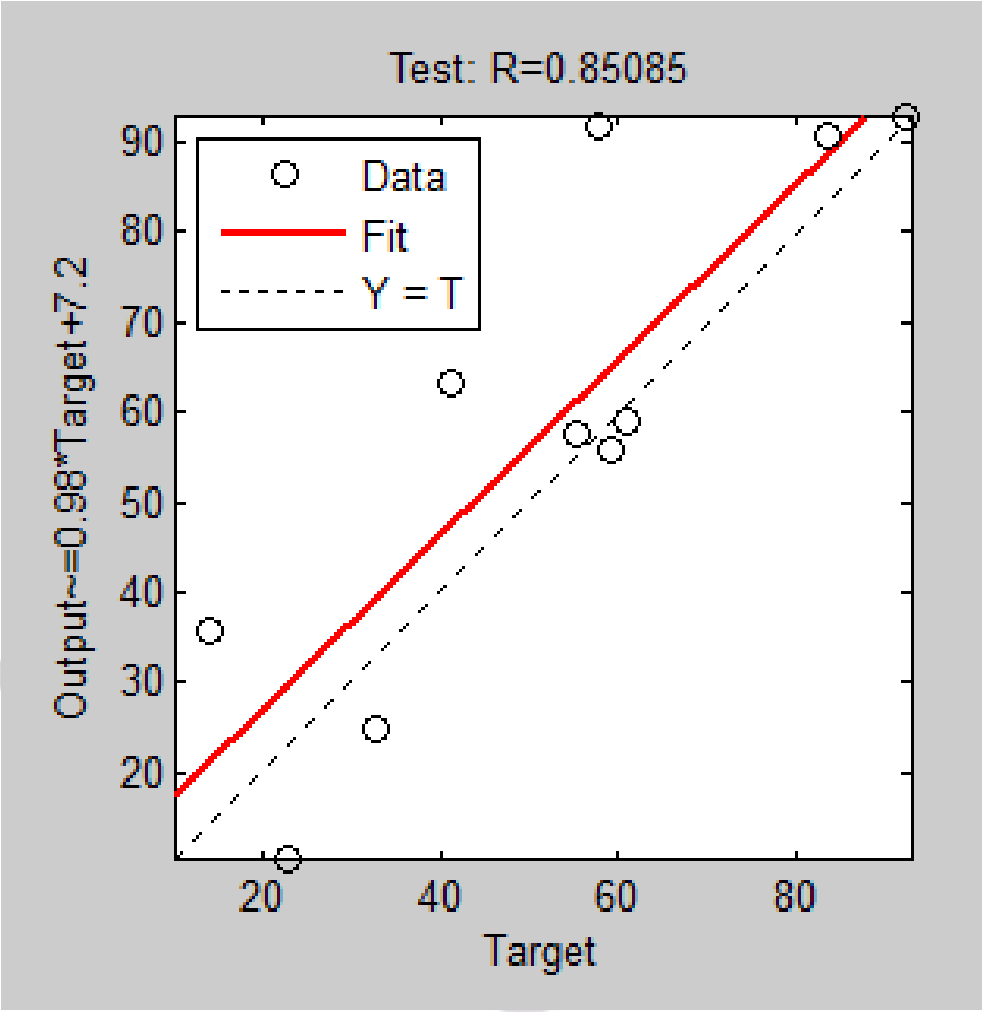
Archive of SID



شکل (1-۱۰) : نمودار ضریب همبستگی بین داده های آزمایشی حاصل از شبکه طراحی شده برای فاکتور مقاومت سازندی (R=0.83195)

www.SID.ir

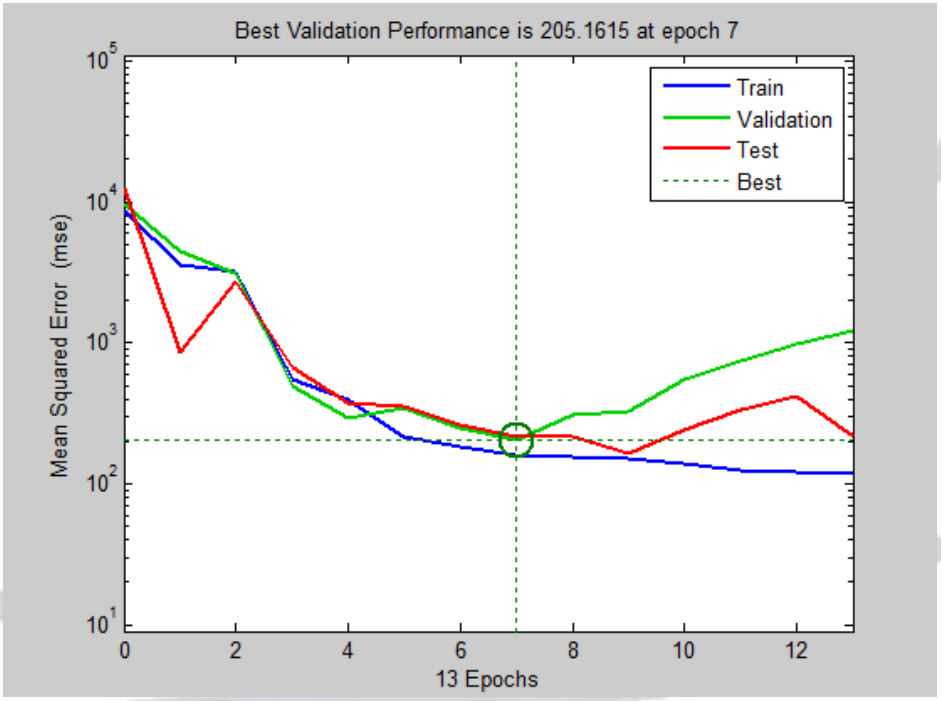
Archive of SID



شکل (1-۱۱) : نمودار ضریب همبستگی بین داده های آزمایشی حاصل از شبکه طراحی شده برای فاکتور مقاومت سازندی(R=0.85085)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (1-۱۲) : منحنی تغییرات میانگین مربعات خطا در برابر تعداد تکرارهای انجام شده در سه آموزش، اعتبار سنجی وآزمایش

www.SID.ir

Archive of SID

همان گونه که در شکل (۱-۱۲) مشاهده می شود، پس از ۱۳ دور تکرار در دور هفتم ، کمترین میانگین مقدار مربعات خطا را داریم. در واقع در تکرار هفتم بهترین کارآیی در مورد مجموعه ارزیابی (اعتبارسنجی)، به وقوع پیوسته است. همچنین خطای مجموعه آموزشی با خطای مجموعه ارزیابی دارای رفتار و خصوصیات مشابهی می باشد.

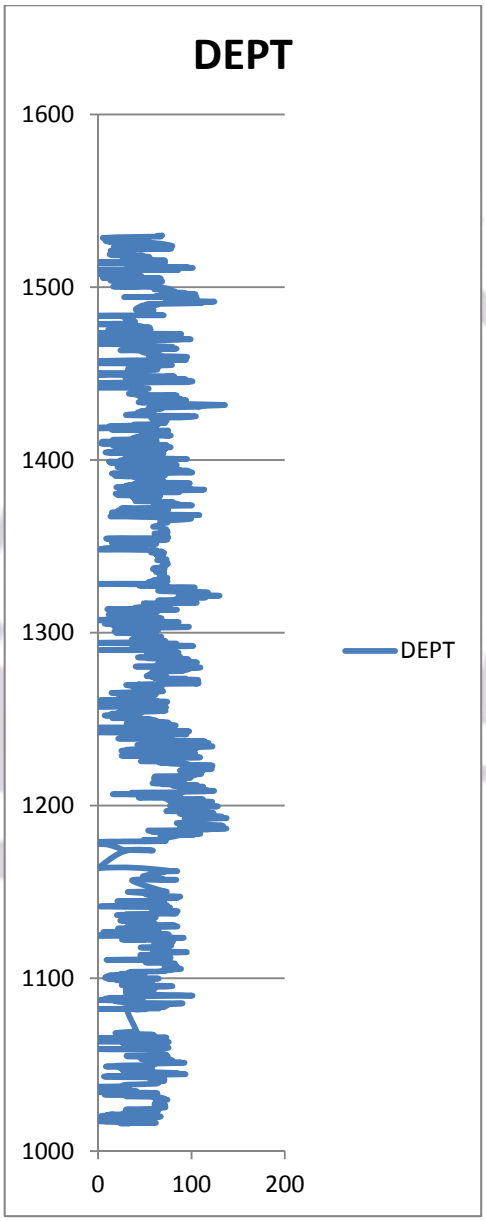
1-۱۵- شبیه سازی با داده های جدید برای FRF

در مرحله پایانی از شبکه ذخیره شده برای شبیه سازی در مورد داده های جدید یعنی چاه های فاقد خروجی (FRF) استفاده شد. درواقع شبکه را به چاه‌های دیگر تعمیم می دهیم، شکل های (1-۱۳) و(1 -۱۴) نمودار نقطه ای FRF پیش بینی شده در چاه های شماره ۱۱ و ۱۳ در میدان پارس جنوبی می باشد. همان گونه که دیده می شود، داده های پیش بینی شده در بازه تعریف شده برای FRF یعنی (۰ تا ۲۰۰) قرار دارد که نشان دهنده کارآیی شبکه طراحی شده می باشد.

همایش مهندسی مخازن هیدروکربوری

www.SID.ir

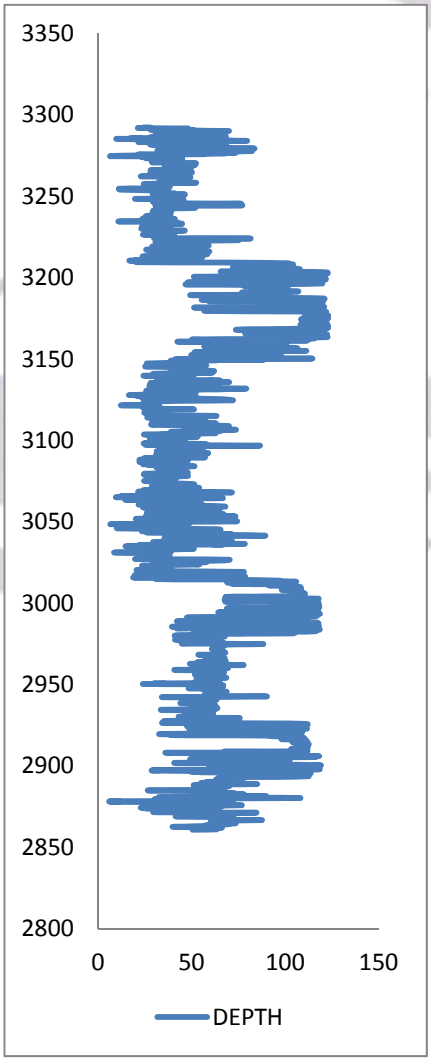
Archive of SID



شکل (1-۱۳) : نمودار FRF پیش بینی شده توسط شبکه در مقابل عمق در چاه شماره ۱۱

www.SID.ir

Archive of SID



شکل (1-۱۴) : نمودار FRF پیش بینی شده توسط شبکه در مقابل عمق در چاه شماره ۱۳

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

۱) شبکه عصبی توانمند بوده و خطا های آن در حد قابل قبولی است.
۲) شبکه عصبی روشی است که نیاز به هیچ گونه فرض اولیه در مورد رفتار داده ها ، شکل توابع احتمالی برقرار کننده بین آن ها و دانستن ساختار مسئله از قبل ندارد. بنابراین در مقایسه با سایر روش ها دارای کاربری ساده ای است.
۳) شبکه های عصبی می توانند به عنوان یک تکنیک قابل اعتماد جهت تخمین ضریب سیمان شدگی و فاکتور مقاومت سازندی در چاه های فاقد مغزه و یا چاه هایی که مغزه گیری در آن ها به طور کامل انجام نشده است به کار گرفته شود.
۴) عدم تطابق عمقی بین داده های چاه پیمایی و مغزه باعث پاسخ منفی در شبکه می شود.
۵) هر چه ضریب همبستگی بین داده ها بیشتر باشد، شبکه در حین آموزش با تعداد لایه مخفی کمتر و سریع تر به جواب مطلوب می رسد.
۶) ضریب همبستگی مجموعه آموزشی، اعتبار سنجی و آزمایشی برای تعیین ضریب سیمان شدگی به ترتیب ۰,۹۰ ، ۰,۷۸ و۰,۸۲ می باشد و برای فاکتور مقاومت سازندی به ترتیب۰,۹۳ ، ۰,۸۳ و ۰,۸۵ می باشد.
۷) استفاده از لایه خروجی خطی به ما این امکان را می دهد تا جواب خارج از محدوده 1- و1+ داشته باشیم.
۸) هر چه میانگین مربعات خطا (MSE) کمتر و به صفر نزدیک تر باشد، شبکه پاسخ قابل قبول تری ارائه می کند، در واقع خطای کمتری دارد.
۹) کمترین مقدار میانگین مربعات خطا برای ضریب سیمان شدگی در دور چهارم و برای فاکتور مقاومت سازندی این عدد در دور هفتم می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

مراجع

۱) رضایی، محمد رضا، ۱۳۸۴، زمین شناسی نفت، سازمان آموزشی و انتشاراتی فرهیختگان علوی
۲) رضایی، محمدرضا؛ چهرازی، علی، ۱۳۸۵، اصول برداشت و تفسیر نگار های چاه پیمایی، انتشارات دانشگاه تهران
۳) کاظم زاده ، عزت اله ، ۱۳۸۵، تعیین ضرایب آرچی در پتروفاسیس های متفاوت سنگ های کربناته، با استفاده از نگارهای انحراف سرعت امواج لرزه ای، موسسه ژئوفیزیک
۴) کیا، سید مصطفی، ۱۳۸۹، محاسبات نرم در متلب ، انتشارات کیان رایانه
۵) منهاج، محمد باقر، ۱۳۸۸، مبانی شبکه های عصبی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر
6) Abdolrahim Javaherian, 2008, An approach to defining tortuosity and cementation factor in carbonate reservoir rocks، Institute of Geophysics.
7) M.R. Rezaee, A new method to acquire m exponent and tortuosity factor for microscopically heterogeneous carbonates.

www.SID.ir