Archive of SID

مجموعه مقالات سومین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی
تهران، ۲۹ خرداد ماه ۱۳۹۳ مجری: هم اندیشان انرژی کیمیا
تلفن: ۸۸۶۷۱۶۷۶ – ۰۲۱ www.Reservoir.ir

کاربرد مدل شبکه عصبی در پیش بینی فشار نقطه شبنم میادین گاز میعانی ایران

شیما ابراهیم زاده[۱], فوق لیسانس,مهندسی شیمی,Ebrahimzadeh_sh@yahoo.com, شرکت ملی نفت,پژوهشکده ازدیاد بر داشت نفت و گاز
مریم قاسمی, فوق لیسانس, مهندسی نفت,mghasemi.m@gmail.com, شرکت ملی نفت,پژوهشکده ازدیاد بر داشت نفت و گاز
احسان صدارت, فوق لیسانس, مهندسی نفت,e_sedarat@yahoo.com,شرکت ملی نفت,پژوهشکده ازدیاد بر داشت نفت و گاز
شهاب گرامی,دکترا, مهندسی نفت,sgerami@gmail.com, شرکت ملی نفت,پژوهشکده ازدیاد برداشت نفت و گاز
محمدعلی عمادی,دکترا,مهندسی نفت,ema2di@yahoo.com شرکت ملی نفت,پژوهشکده ازدیاد برداشت نفت و گاز

چکیده

تعیین نفطه شبنم یکی از مهمترین عناصردر محاسبات مهندسی مخزن می باشد.از جمله روشهای مورد استفاده در تعیین فشار نقطه شبنم ,روش آزمایشگاهی است که هزینه بر و زمان بر می باشد به همین دلیل شناسایی روشهای جایگزین در تعیین نقطه شبنم امری ضروری است . استفاده از شبکه های عصبی یکی از این روش های جایگزین می باشد.هدف این مقاله ارائه یک کاربرد دقیق از مدل شبکه عصبی جهت پیش بینی فشار نقطه شبنم در سیالات گاز میعانی مخازن تحت اشباع کشور ایران می باشد. این مدل پیشنهادی بر اساس روش پس انتشار خطا و ورودی هایی همچون ترکیبات غیرهیدرو کربنی نظیر دی اکسید کربن و نیتروژن و ترکیبات هیدرو کربنی نظیر متان و C_{7+} و همچنین دما وجرم مولکولیC_{7+} است .نتایج ساختاری شبکه بر مبنای سه لایه شامل :یک لایه ورودی با ۶نرون ,یک لایه میانی با ۲۰نرون و یک لایه خروجی با ۱نرون می باشد. شبکه عصبی مذکور توسط ۱۱۹داده آزمایشگاهی از نمونه چاههای مختلف میادین گاز میعانی کشور ایران آموزش داده شده است و به منظور اعتبار دهی, شبکه آموزش دیده با تعدادی داده آزمایشگاهی از نمونه سیالات گاز میعانی مخازن دیگر,تست گردید.نتایج مدل نشان می دهد که خروجی شبکه با مقدار مطلوب آن در فاز آزمایش با خطایی معادل ۱/۵۷۶۷درصدمطابقت دارد که این نشان دهنده اطمینان از صحت مدل شبکه عصبی در این مطالعه می باشد.

کلمات کلیدی:فشار نقطه شبنم.شبکه عصبی.الگوریتم پس انتشار خطا.

[۱]-نویسنده عهده دار مکاتباتEbrahimzadeh_sh@yahoo.com

www.Reservoir.ir
www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تعیین دقیق خواص ترمودینامیکی سیالات مخزن جهت انجام محاسبات مهندسی مخزن در مراحل ذخیره سازی ,تولید و برنامه ریزی بسیار مهم و اساسی است .یکی از مهمترین خواص ترمودینامیکی سیالات گاز میعانی فشار نقطه شبنم می باشد.پیش بینی هرچه دقیق تر فشار نقطه شبنم به دلیل اهمیت زمان تشکیل میعانات در مناطق ته چاهی بسیار مهم است. زمانی که سیال گاز میعانی در بالای فشار نقطه شبنم تولید می شود ,سیال تولیدی حاوی مایعات کندانس شده است که روی سطح جمع می شود [۱].روشهای مختلفی جهت پیش بینی خواص ترمودینامیکی سیال مخزن همچون شبیه سازی عددی و روشهای آزمایشگاهی وجود دارد. به دلیل اینکه روشهای آزمایشگاهی هزینه بر و زمان گیر می باشد به طور معمول از شبیه سازی عددی جهت تخمین اولیه خواص سیالات استفاده می شود . از مدل شبکه عصبی می توان به عنوان مدل جایگزین جهت تعیین رفتار ترمودینامیکی سیالات همچون نقطه شبنم استفاده نمود [۲].در این مطالعه , شبکه عصبی جهت تعیین فشار نقطه شبنم در سیالات گاز میعانی کشور ایران و همچنین تعیین بهترین نمونه های یکی از میادین گازی ایران به کار می رود.

روابط تعیین فشار نقطه شبنم

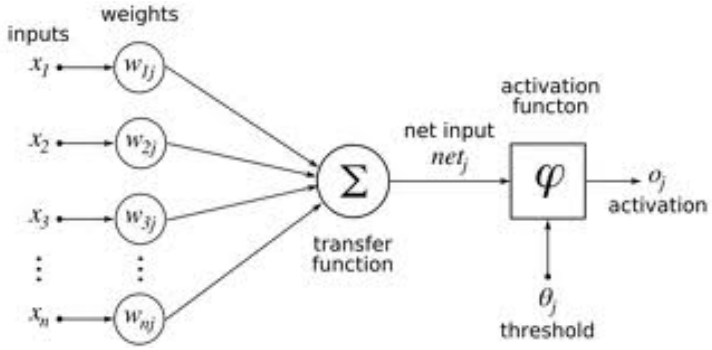
در سیالات گاز میعانی , زمانی که فشار در نواحی اطراف چاه به زیر فشار نقطه شبنم می رسد , تولید چاه به سرعت کاهش می یابد به همین دلیل تعیین دقیق فشار نقطه شبنم برای سیالات گاز میعانی بسیار حائز اهمیت است [۳]. تعدادی از محققین روابطی را جهت تعیین فشار نقطه شبنم بر اساس متغیرهایی همچون دما,ترکیبات هیدرو کربنی و خواص C_{7+} ارائه کرده اند.به عنوان مثال ارگانیک (Organick) و گلدینگ (Golding) در سال ۱۹۵۲روابطی را برای پیش بینی فشار اشباع سیال گاز میعانی و مخلوط نفت فرار (volatile) ارائه کردند . نمنس(Nementh) وکندی (Kennedy) در سال ۱۹۶۷یک رابطه ای بین فشار نقطه شبنم سیالات مخازن هیدرو کربنی و ترکیبات ,دما و مشخصه های C_{7+} پیشنهاد کردند.هوموود(Humoud)وآل مرهون(Al-Marhoun) در سال۲۰۰۱یک رابطه تجربی جدیدی برای پیش بینی فشار نقطه شبنم در سیالات گاز میعانی بر اساس داده های موجود یک میدان,ارائه کردند [۱].الشارکاوی (Elsharkawy) در سال ۲۰۰۲یک مدل تجربی جدیدی برای تخمین فشار نقطه شبنم سیال گاز میعانی به صورت تابعی از آنالیز گاز و دمای سیال ارائه کردند [۴] .

شبکه عصبی

شبکه عصبی روشی برای محاسبه است که بر پایه اتصال به هم پیوسته چندین واحد پردازشی ساخته می شود.شبکه از تعداد دلخواهی نرون تشکیل می شود که مجموعه ورودی را به خروجی ربط می دهند.ساختار توپولوژیک معمول ترین شبکه عصبی چند لایه در شکل ۱نشان داده شده است :[۵]

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۱:ساختار معمول ترین شبکه عصبی[۶]

در مدل شبکه عصبی ورودی به هر نرون در فاکتورهای وزنی ضرب می شودو نتایج با هم جمع می شوند [۱] .به طور معمول ,زمانی که تعداد nورودی (x1,x2,x3,...,xn)و یک خروجی داریم ,خروجی(y)بر اساس فرمول ذیل حساب می شود:

$$y = f(net) = f\left(\sum_{i=1}^{n} w_i x_i\right) \quad \text{.....(۱)}$$

F(net) تابع فعالیت و wi فاکتور وزنی می باشد [۵] . معمولا بالاترین مقدار تابع فعالیت ۱و پایین ترین آن ۰می باشد. انواع مختلفی از شبکه عصبی مصنوعی وجود دارد[۷].شبکه پس انتشار خطا یکی از معمول ترین الگوریتمها برای اجرای مرحله آموزش شبکه عصبی می باشد[۸].اساس کار این الگوریتم بر مبنای مشتق گیری از تابع خطا نسبت به وزن های شبکه است و اصلاح وزن ها ی شبکه و همچنین تکرار این فرایند تا زمانی که این مقدار از یک حد قابل قبولی کمتر نشود ادامه پیدا خواهد کرد.در این الگوریتم بایستی توابعی مورد استفاده قرار گیرند که دارای مشتق باشد[۶]. در پایان[جهت اطمینان از صحت یاد گیری شبکه ,خروجی شبکه با مقدار مطلوب آن و با محاسبه میزان خطا (معادله ۲),مقایسه می شود [۹]:

$$e = (1/2)\sum_{i=1}^{N}\{d(i) - a(i)\}^2 \quad \text{.....(۲)}$$

e میزان خطا و d وa به ترتیب مقدار مطلوب و خروجی شبکه می باشد و خطا بعد از هر مرحله آموزش محاسبه می شود .زمانی که خطا کمتر از مقدار خاص می شود ,مرحله آموزش تمام خواهد شد.میزان دقت داده های ورودی از اساسی ترین موارد جهت دستیابی به نتایج درست شبکه می باشد.

در سالهای اخیر دانشمندان زیادی با استفاده از کاربردهای مدل شبکه عصبی مشکلات اساسی در زمینه مهندسی نفت راحل کردند[۵]. به عنوان مثال ,الشارکاوی و فدا (Foda)در سال ۱۹۹۸یک مدل شبکه عصبی برای تعیین فشار نقطه شبنم و ضریب تراکم پذیری گاز در فشار نقطه شبنم گاز میعانی بر اساس ترکیبات اولیه ارائه کردند. همچنین استارتزمن(Startzman) در سال ۲۰۰۳یک مدل شبکه عصبی برای پیش بینی فشار نقطه شبنم در سیال گاز میعانی با ورودیهایی شامل ترکیبات هیدرو کربنی ,غیر هیدرو کربنی , جرم مولکولی و دانسیته ویژه C۷+ با دقت معادل ۷,۷۳۳۶٪ارائه کرد[۱].در این مطالعه با استفاده از مدل

www.Reservoir.ir

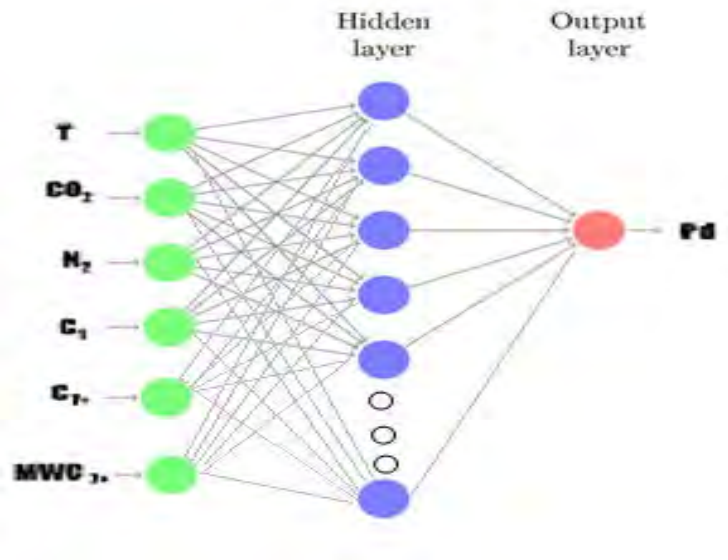
www.SID.ir

Archive of SID

شبکه عصبی با حداقل ورودی ها ,به رابطه ای برای پیش بینی فشار نقطه شبنم جهت سیالات گاز میعانی کشور ایران می رسیم .

روش کار

یکی از مهمترین تصمیمات در توسعه مدل شبکه عصبی ,انتخاب داده ها یی با میزان دقت بالا می باشد[۱۰].در این مطالعه داده های ورودی شامل متغیر های دما,فشار نقطه شبنم ,ترکیبات غیر هیدرو کربنی ,ترکیبا ت هیدرو کربنی (متان و C_{7+})و جرم مولکولی C_{7+} می باشد و از ۱۱۹ سری داده های آزمایشگاهی استخراج شده از گزارشات سالهای ۱۹۹۱الی ۲۰۱۰استفاده شده است و شبکه عصبی با استفاده از الگوریتم یادگیری پس انتشار خطا , آموزش می بیند.همانطور که در شکل ۲ مشاهده می کنید شبکه عصبی در این مطالعه شامل ۳لایه است:یک لایه ورودی(i)با ۶نرون و یک لایه میانی (j)با ۲۰نرون و یک لایه خروجی (k)با یک نرون .



شکل ۲-شبکه عصبی مورد نظر درپیش بینی فشار نقطه شبنم

از جمله معمول ترین توابع فعالساز که در آموزش شبکه به کار می رود در معادلات ۳و۴معرفی شده اند: [۶]

$$Fj=\frac{1}{(1+e-(\upsilon j))} \quad \ldots(۳)$$

و

$$Fj=\frac{(1-e-(\upsilon j))}{(1+e-(\upsilon j))} \quad \ldots\ldots(۴)$$

www.SID.ir

Archive of SID

υj نشاندهنده مجموع وزنها ی تمامی ورودی ها و Fj خروجی نرون می باشدکه به عنوان ورودی برای نرون بعد در طول شبکه می باشد. در این مطالعه معادله ۳برای لایه خروجی و تابع فعالساز معادله ۴در لایه میانی استفاده می گردد. به منظور اطمینان از صحت شبکه ,خروجی شبکه با داده های آزمایشگاهی مطلوب بر اساس میزان خطا (طبق معادله ۲)مقایسه می شود.

بحث و بررسی

در این مطالعه داده های انتخابی شامل مقادیر آزمایشگاهی دما,نقطه شبنم,ترکیبات غیر هیدرو کربنی ,(H2S,CO2,N2)و ترکیبات هیدرو کربنی(C7+,C1)و جرم مولکولی c7+ از میادین گاز میعان جنوبی ایران می باشد.

Pd=ƒ(T,zi,MwC7+).....(۵)

جدول ۱حدود مقادیر آزمایشگاهی ورودی ها و خروجی مورد استفاده در مدل شبکه عصبی را نشان می دهد.(۱۱۹داده آزمایشگاهی بر گرفته از گزارشات سالهای ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۱).

جدول ۱-حداکثر و حداقل داده های تعداد زیادی از میادین گاز میعانی جنوب ایران

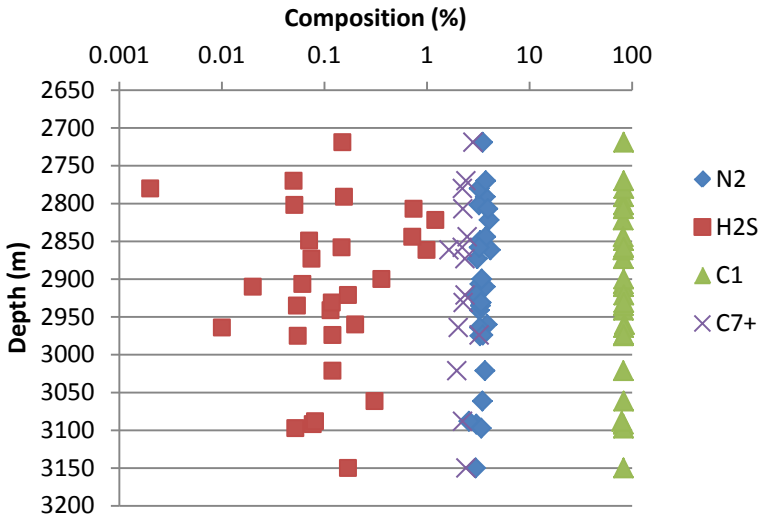
property	minimum	maximum
Dew point pressure,Kpa	11031.6	47675.2
Temperature,°C	36.6	138
Hydrogen sulfide,mol fraction	0	1.4
Carbon dioxide,mol fraction	0.63	3.9
nitrogen,mol fraction	0.06	9.73
Methane,mol fraction	77.68	89.63
Heptan-plus,mol fraction	0.5	6.65
Molecular weight C7+	91.85	208.07

شکل ۳ درصد مولی برخی از ترکیبات بر حسب عمق را در این مطالعه نشان می دهد .همانگونه که در این شکل نشان داده شده است,پراکندگی میزان ترکیب H2Sنسبت به عمق مخزن بسیار زیاد است ضمن اینکه توزیع این ماده نسبت به عمق از الگوی خاصی نیز تبعیت نمی کند و دلیل این پراکندگی می تواند ناشی از خطاهایی با شد که در اثر جذب H2Sبا بدنه ظروف نمونه گیری رخ داده است .به همین دلیل ترکیبH2S به عنوان متغیر ورودی مدل از ادامه مطالعه حذف می شود.

www.Reservoir.ir

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳-پراکندگی در صد مولی ترکیبات بر حسب عمق برای یکی از مخازن گاز میعانی ایران

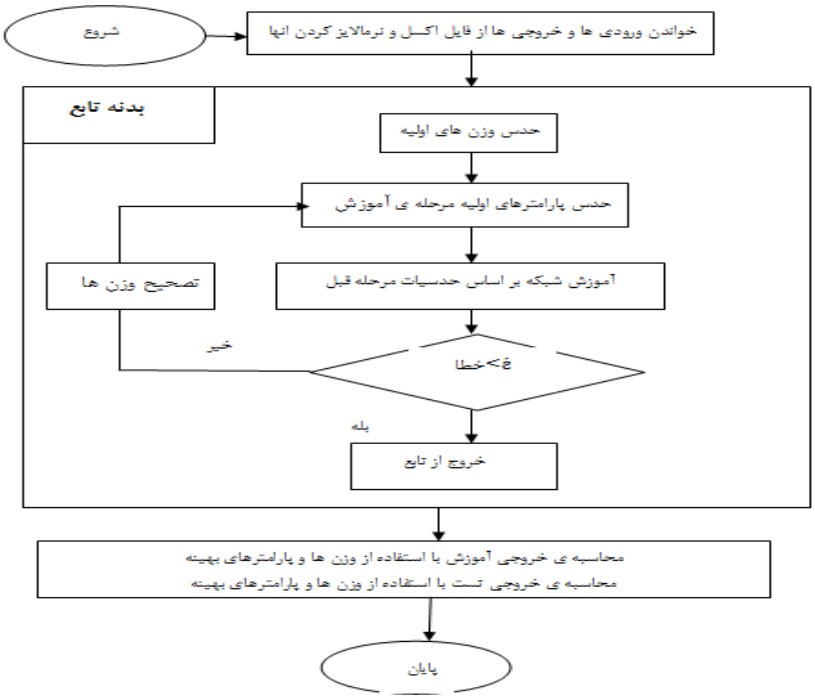
شکل ذیل الگوریتم کد نوشته شده در این مطالعه را نشان می دهد.

شکل ۴- الگوریتم کد مطلب نوشته شده برای شبکه

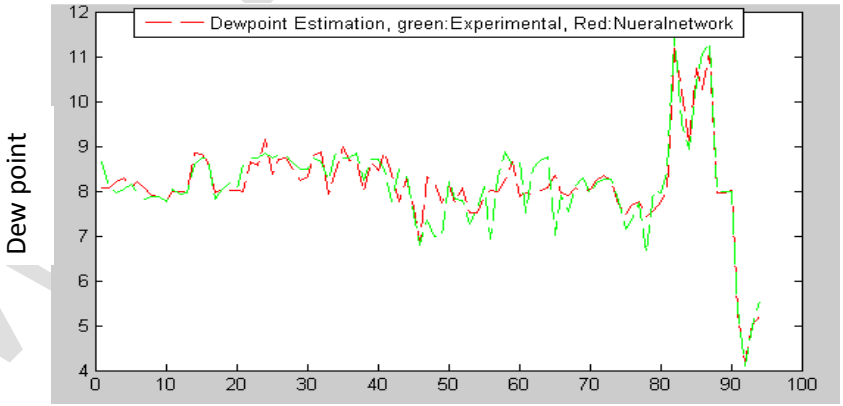
www.Reservoir.ir

www.SID.ir

Archive of SID



بر اساس نتایج فاز آموزش مدل شبکه عصبی رابطه ای بین پارامترهای ورودی انتخابی جهت پیش بینی مقدار خروجی (فشار نقطه شبنم)با توجه به مقادیر مطلوب گزارش شده به دست می آید.در این مطالعه الگوی پس انتشار خطا جهت پیش بینی فشار نقطه شبنم با حداقل خطا تشخیص داده شده و مورد استفاده قرار گرفت . در شکل ۵ می توان نتایج خروجی فاز آموزش مدل شبکه عصبی را مشاهده کرد.همانطور که می بینید منحنی مربوط به فشار نقطه شبنم پیش بینی شده بر اساس مدل شبکه عصبی مطابقت خوبی با منحنی مربوط به فشار نقطه شبنم گزارش شده دارد.

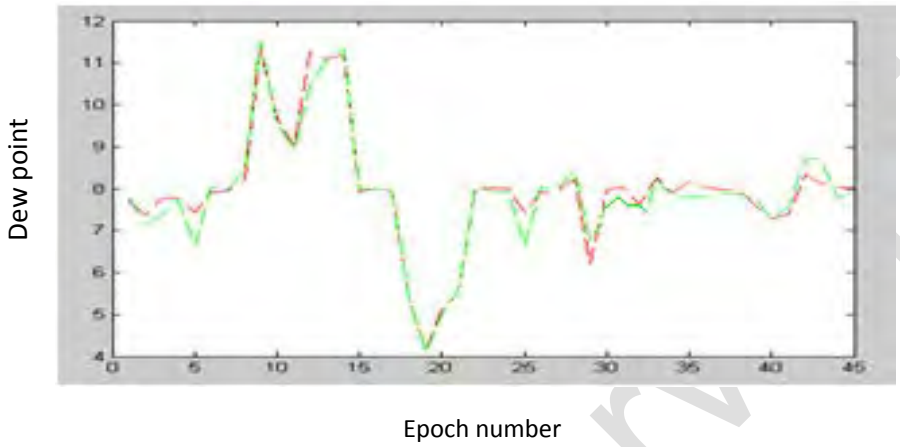


شکل۵-نتایج فاز آموزش مدل شبکه عصبی(خطوط سبز خروجی های مطلوب و خطوط قرمز خروجی شبکه در همه نمونه ها)

www.SID.ir

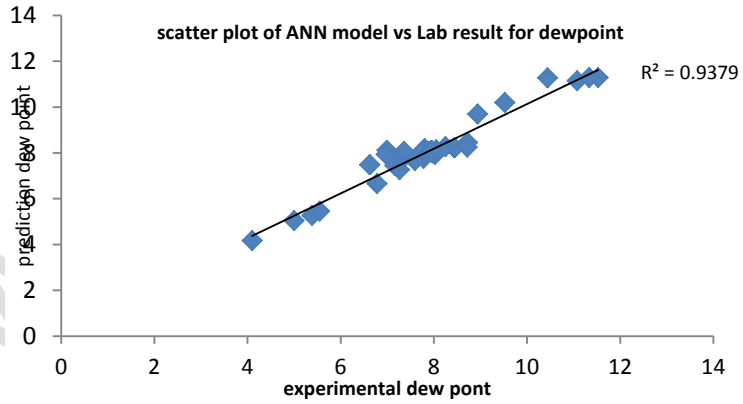
Archive of SID

جهت اطمینان از فاز آموزش شبکه عصبی ,این فاز با تعدادی داده واقعی متفاوت با داده های مربوط به مرحله آموزش مورد آزمایش قرار می گیرد.شکل ۶ نشان دهنده مطابقت کامل نتایج خروجی مدل شبکه عصبی با داده های گزارش شده از نتیجه آزمایشات جهت فشار نقطه شبنم در سیالات گاز میعانی مخازن تحت اشباع ایران می باشد.(خطوط سبز نشاندهنده خروجی های مطلوب و خطوط قرمز نشاندهنده خروجی شبکه می باشد)



شکل ۶- نتایج فاز آزمایش مدل شبکه عصبی(خطوط سبز خروجی های مطلوب و خطوط قرمز خروجی شبکه در همه نمونه ها)

شکل ۷ میزان پراکندگی نتایج خروجی شبکه عصبی(فشار نقطه شبنم پیش بینی شده) و خروجی مطلوب (گزارش شده از طریق آزمایش)را حول خط Y=Xنشان می دهد پراکندگی نقاط حول y=xنشان می دهد که مقدار خروجی شبکه با مقادیر مطلوب یا واقعی تطابق کاملا خوبی دارند.



شکل ۷-پراکندگی نتایج فاز آزمایش شبکه عصبی و داده های مطلوب

میزان دقت مدل شبکه عصبی در این مطالعه در جدول ۲ نشان داده شده است .بر اساس نتایج این جدول مدل شبکه عصبی طراحی شده در این مطالعه دارای حداقل خطا می باشد.

جدول۲-میزان خطای شبکه عصبی در این مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

میزان خطای مرحله آزمایش(test)	میزان خطا ی مرحله آموزش(train)
۱/۵۷۶۷	۷/۷۳۳۶

نتیجه گیری

در این پژوهش از مدل شبکه عصبی جهت تخمین کمیت فشار نقطه شبنم سیالات گاز میعانی کشور ایران بر اساس تابعی از در صد مولی ترکیبات هیدرو کربنی و غیر هیدرو کربنی ,دما استفاده شده است.شبکه بر مبنای داده های جمع آوری شده از نتایج آزمایش های انجام شده بر روی نمونه های گاز میعانی مخازن مختلف جنوب کشور ایران است که با توجه به اینکه مجموع مربعات خطا حداقل ممکن است لذا نتیجه شبکه عملکرد مناسب آنرا نشان می دهد.ساختار نهایی شبکه عصبی با الگوی پیشرو با یک لایه میانی با ۲۰نرون و یک لایه خروجی با یک نرون می باشد .تطابق مطلوب داده های خروجی فاز آموزش و آزمایش صحت شبکه عصبی طراحی شده در این مطالعه را تایید می کند و از این روش به دلیل سرعت بالا و هزینه کم , می تواند به عنوان جایگزینی مناسبی جهت تعیین فشار نقطه شبنم در سیالات گاز میعانی میادین تحت اشباع کشور ایران با استفاده از خواص ترمودینامیکی (PVT)با شد.

مراجع

1 A.Gonzalez,M A.Barrufet,R Startzman(2002),Improved neural-network model predicts dewpoint pressure of retrograde gases,Journal of Petroleum Science &Engineering

2 Laszlo K.Nemeth ,A corrolation of dew point pressure with reservoir fluid composition and temperature ,submitted to the graduate college of the TEXAS A&M university for degree of Doctor of philosophy,May 1966.

3--A.M.Elsharkawy,predicting the dew point pressure for gas condensate reservoir:empirical model and equations of state,,fluid phase equilibria(2002)

4 M.K.Alarfaj,A.Abdulraheem,Y.R.Busaleh,Estimation(2012), Dewpoint Pressure Using Artificial Intelligence.

5-A.Lashin,reservoir parameter estimation using well logging data and production history of the KALADAFHOLT geothermal field.report2005,Number 12,submitted in the united nations university.

۶-جزوه"آشنایی با شبکه عصبی و کاربرد های آن در صنعت نفت".دکتر ساداتی,عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی

7 S.Hykin,a comprehensive foundation ,second edition,2005

8 R. Rojas: Neural Networks, Springer-Verlag, Berlin, 1996

9-A.k.verma,B.A.cheadle,A.routray,W.K.mohanty&Lalu mansinha. prosity and permeability estimation using neural network approach from well log data.geoconvention 2012.vision.

10.R.Rabunai,J.Dorado,Artificial neural network in real life-application,copyright2006-chapter3

www.Reservoir.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مجموعه مقالات سومین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی
تهران، ۲۹ خرداد ماه ۱۳۹۳ مجری: هم اندیشان انرژی کیمیا
www.Reservoir.ir تلفن: ۸۸۶۷۱۶۷۶ – ۰۲۱

Efficient Neural Network model to Predict dew point pressure in Iranian gas condensate fields

SH. Ebrahimzadeh*,M.Ghasemi,E.Sedarat,SH.Gerami,M.A.emadi

OR/EOR research institute, Tehran,Iran

Abstract

Exact prediction of dew point pressure is an important element in reservoir engineering calculations. The reliable method of getting a dew-point pressure is laboratory measurement which is time consuming and expensive. So, investigating of substitute methods for determining dew point pressure is important. Artificial Neural Network (ANN) is a quick and dependable tool. Which could be a reliable substitute for conventional reservoir simulators in predicting dewpoint pressure.

The objective of this paper is to present a highly accurate neural network model (NN) to predict dew point pressure in Iranian gas condensate reservoirs under saturated situation. The network is trained based on hydrocarbon and non hydrocarbon composition, molecular weight of heptan plus fraction and temperature as inputs the network and developed using a set of 119 experimental data of Iranian gas condensate reservoirs. it is optimized with minimizing the errors of each training step and to verify the model, it is tested with 45 experimental data points from various gas condensate reservoirs which are not used in training part. The results show that the final network construction is a multilayer perceptron with three layers :one input layer with 6 neuron ,one hidden layer with 20 neurons ,and one output layer with one neuron. The training and testing data sets confirm that the NNM is effectively trained yielding a fine generalization .

Keyword: dew point pressure; neural network

* Corresponding author Tel: +98 (21) 88661308
e-mail address: ebrahimzadeh_sh@yahoo.com

www.Reservoir.ir

www.SID.ir