برآورد توان هیدروکربن زایی سازندهای پابده و گورپی در چاههای A و B ، با استفاده از روش ΔLogR و شبکه عصبی در یکی از میدانهای نفتی جنوب باختری ایران

نوشته: مهدی پاریاب*

* گروه مهندسی اکتشاف نفت، دانشکده مهندسی معدن، دانشکدهٔ فنی دانشگاه تهران

Potential of Hydrocarbon Generation of Pabdeh and Gurpi Formations on the Basis of ΔLogR and Neural Network Techniques in Wells A and B in an Oil Field in the South-West Iran

By: M. Paryab*

* Exploration of Petroleum Engineering, Mining Faculty,Tehran University

تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۰۴/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۵/۰۷/۰۱

چکیده

سنگهای منشأ هیدروکربن به عنوان منبع تولید و استخراج هیدروکربن، همواره مورد توجه بوده و با آزمایشهای گوناگون، بررسی می‌شوند. در این مقاله نیز سعی شده از روشی با هزینه و زمان کمتر یکی از ویژگیهای آنها مطالعه گردد. به منظور تعیین توان هیدروکربن‌زایی سنگ منشأ هیدروکربن، در آزمایشگاه ژئوشیمی با استفاده از دستگاه Rock-Eval تعداد محدودی نمونه آزمایش شد و گازهای هیدروکربن متساعد شده از نمونه‌ها در دمای ۳۵۰ °C به عنوان توان حال حاضر تولید هیدروکربن از سنگ منشأ هیدروکربن تحت واحد mgHy/gr rock و یا KgHy/Ton rock در نظر گرفته شد. از آنجا که این نوع برآورد توان هیدروکربن‌زایی، زمان و هزینهٔ نسبتاً بالایی دارد و در کل میدان یا بازهٔ سازند اعمال نمی‌شود، در روشی که در این مطالعه استفاده گردیده، با کالیبره کردن اطلاعات حاصل از نمونه‌ها که محدود به نقاط خاصی از چاهها بوده، می‌توان در نقاط دیگر فاقد اطلاعات نمونه، نیز این ویژگی را تعیین کرد. پس از مشخص نمودن اطلاعاتی همانند S2،Tmax وTOC در آزمایشگاه به منظور برآورد توان هیدروکربن‌زایی(S_2) در دو سازند پابده و گورپی، از روش ΔLogR و برهم‌نهی نگارهای چاه‌نگاری مقاومت- صوتی، مقاومت- چگالی و مقاومت- نوترون، مقادیر TOC در دو سازند مذکور در چاههای A و B یکی از میدانهای نفتی در جنوب باختر ایران محاسبه گردید. سپس با تعمیم رابطه‌ای که از مقایسه اطلاعات حاصل از مغزه‌ها بین S2 و TOC در این دو چاه به دست آمد، در کل بازه سازندها مقدار S_2 از این رابطه و مقادیر TOC حاصل از روش ΔLogR محاسبه شد و توان این دو سازند در تولید هیدروکربن ارزیابی گردید. در نهایت نیز مقادیر به دست آمده در هر چاه توسط شبکه عصبی پیشخور با قابلیت آموزش برگشت‌پذیر طراحی شده توسط روش آزمون و خطا در نرم‌افزار Matlab، مورد بررسی قرار گرفته و نتایج مناسبی از شبکه به‌دست آمد.

کلید واژه‌ها: سنگ منشأ، توان هیدروکربن‌زایی، کل کربن آلی، پیرولیز راک- اوال، Tmax ، نگار مقاومت، نگار صوتی، نگار چگالی، نگار نوترون، شبکه عصبی پیشخور، آموزش برگشت‌پذیر.

Abstract

Hydrocarbon source rocks, the subject of various analyses and investigations, are well appreciated because of their capacity for oil generation. In the present study, attempts were made to evaluate source rock using a leap cost analytical method. For this purpose, some samples from these formations were analyzed by Rock- Eval. CO2 generated from these samples at 350ºC are calculated as mgHy/gr rock or Kg Hy/Ton rock. As this method requires more time and is relatively expensive, we offered a new

method in which by calibration of data, obtained from analyzed samples, the result could be attributed to the whole interval of a formation. By calculation of S2, Tmax and TOC of analyzed samples collected from wells A and B for both Pabdeh and Gurpi formations in accordance with ΔLogR method, rescaling of Resistivity-sonic logs, Resistivity-Density logs and Resistivity-Neutron logs, TOC content of these formations were estimated. Comparison between these data and data obtained from direct sample measurements in lab and extrapolation of an equation that relates these data to S2 and TOC of sample analysis, TOC and S2 content of whole intervals of these formations were calculated through ΔLogR method. Then hydrocarbon generation potential of the Pabdeh and Gurpi formations were finally evaluated. These data were processed in a neural network method with forward back propagation capability designed as try and error structure within Matlab software. Final results are in good agreement with those data obtained from direct measurements

Keywords: Source rock, Hydrocarbon generation potential (s2), Total organic carbon (TOC), Rock-Eval pyrolysis, Resistivity log, Sonic log, Density log, Neutron log, Feed forward back propagation neural network.

مقدمه

شرط لازم برای تشکیل ذخایر نفت و گاز، وجود لایه‌های غنی از مواد آلی است که توان تولید هیدروکربن را داشته باشند. چنین لایه‌هایی سنگ منشأ نامیده می‌شوند. با مطالعه کروژن، می‌توان کمیت ماده آلی، کیفیت مواد آلی(نوع کروژن) و درجه بلوغ (Maturation Level) آنها را تعیین کرد. کمیت، بیانگر مقدار مواد آلی و میزان قدرت سنگ در تولید هیدروکربن است. کیفیت مواد آلی نیز تعیین‌کننده نوع هیدروکربن تولیدی از سنگ منشأ هیدروکربن بوده، در نهایت درجه تکامل مواد آلی نیز بیانگر مرحله تولید هیدروکربن است. TOC مهم‌ترین عامل کنترل‌کننده کمیت در سنگ منشأ بوده و عواملی مانندS1, S2, HI, OI و... وابستگی شدیدی با آن دارند. تمامی موارد ذکر شده در آزمایشگاه توسط دستگاه پیرولیز Rock-Eval و با صرف هزینه و زمان نسبتاً طولانی انجام می‌شود. عواملی همچون TOC وS2 را می‌توان از روشهای ساده‌تر و البته کم‌هزینه‌تر نیز همانند روش استفاده از برهم‌نهی نگارهای مقاومت، صوتی، نوترون و چگالی نیز به دست آورد(Hood et al., 1975; Passey et al.,1990).

با توجه به استفاده روز افزون از شبکه عصبی در علوم مختلف و بویژه در علوم مرتبط با منابع هیدروکربنی، می‌توان کارآیی آن را در برآورد و تعیین توان هیدروکربن‌زایی و ویژگیهایی همانند در سنگ منشأ مورد بررسی قرار داد. به طور کلی با وجود عواملی که دارای ارتباط ضعیفی با یکدیگرند، به عنوان ورودی و خروجی شبکه، این امکان وجود دارد که به پاسخی مطلوب دست یافت (منهاج، ۱۳۸۱).

موقعیت جغرافیایی و زمین‌شناسی منطقه

این میـــدان نفتی در جنوب باختـــری ایران و فروافتـــادگی دزفـــول (Dezful Embayment) حدود چندین ده کیلومتری جنوب اهواز قرار دارد. ساختار میدان مورد بررسی در دشتی مسطح قرار داشته و فاقد هر گونه رخنمون سطحی است، این ساختار توسط عملیات لرزه‌نگاری برداشت و مشخص گردیده است. در این مطالعات و مطالعات بعدی، روند این ساختار مشخص گردید. روند این تاقدیس نیز از روند چین‌خوردگی در زاگرس (شمال باختر- جنوب خاور) پیروی می‌نماید. ساختار تاقدیس متقارن بوده و حداکثـــر طول آن بر روی افق سروک ۵۰ کیلومتر، عرض تقـــریبی آن ۵ کیلومتر و بستار قائم آن ۲۱۰ متر است. توالی چینه‌شناسی حفاری شده در این میدان محدوده سنی از میوسن پسین- پلیوسن(سازند آغاجاری) تا کرتاسهٔ پیشین یا نئوکومین (سازند فهلیان زیرین) را در بر می‌گیرد. در این مطالعه سازندهای پابده و گورپی به ستبرای ۴۵۲ متر مطالعه و بررسی شدند (شکل۱) (گزارش ارزیابی زمین‌شناسی جنوب غربی زاگرس،۱۳۸۲).

روشهای تعیین TOC

پیرولیز Rock-Eval احتمالاً بهترین ابزار برای تعیین مقدار، نوع و درجه بلوغ ماده آلی است. افزون بر این، این ابزار یک ارزیابی نیمه کمی از مقدار هیدروکربن قابل تولید ارائه می‌دهد. مقادیر مربوط به نمونه‌های موجود که توسط آزمایش پیرولیز Rock-Eval در سازندهای سنگ منشأ دو چاه A و B مطالعه شده‌اند، درجدولهای ۱ و ۲ آورده شده‌اند. روشهای پیرولیز کم‌هزینه و سریع بوده و استفاده از آنها در شرایط ساده و عادی نیز میسر است. بنابراین استفاده از آن بسیار متداول گردیده، اما باید توجه داشت که این روش محدود به نمونه‌های در دسترس بوده که مناطق خاصی از سازند را در بر می‌گیرد. از سوی دیگر، حتی با وجود نمونه‌های زیاد نیز نمی‌توان به دلیل هزینه بالا تمامی سازند را مطالعه و آزمایش کرد. لذا یافتن روشهای کارآمد و کم‌هزینه می‌تواند مهم و قابل تأمل باشد. یکی از این روشها را می‌توان روش ΔLogR دانست که علاوه بر مزایای مذکور در آن، می‌توان بازهٔ بیشتری از سازندها را مطالعه و بررسی کرد(Hood et al.,1975; Passey et al., 1990)

در ΔLogR با استفاده از سه روش برهم‌نهی نگارها، مانند نگارهای مقاومت- صوتی، مقاومت- چگالی و مقاومت- نوترون، مقادیر مربوط به $R_{Baseline}$، $\rho_{Baseline}$، $\Delta t_{Baseline}$، $\emptyset N_{Baseline}$ و P را از محل دارای بهترین همپوشانی در نمودارهای رسم شده قرائت نموده و به منظور تعیین TOC از آنها استفاده می‌شود. لازم به ذکر است که با تغییر بازهٔ نگارهای مقاومت، صوتی، چگالی و نوترون به منظور دستیابی به بهترین همپوشانی در چاه A، محدوده نگار مقاومت در روش بر هم‌نهی مقاومت- صوتی بین ۰/۰۲ تا ۲۰۰۰ اهم متر، در برهم نهی مقاومت- چگالی از۰/۰۱ تا۱۰۰۰ اهم متر و در برهم‌نهی مقاومت - نوترون بین ۰/۰۱ تا ۱۰۰۰ اهم متر و در یک مقیاس لگاریتمی انتخاب گردید. محدودهٔ نگار صوتی بین ۱۴۰ تا ۱۵ میکروثانیه بر فوت در یک مقیاس خطی، محدودهٔ نگار چگالی برای این چاه از ۲ تا ۳/۱ gr/cm^3 به صورت خطی و محدودهٔ نگار نوترون نیز از ۰۵/-۰ تا ۰/۴۵ بر حسب درصد تخلخل به صورت خطی مشخص و اعمال گردید. در ادامه با استفاده از اعداد به دست آمده و همچنین روابط زیر مقدار ΔLogR و در نهایت مقدار TOC در هر سه روش بر حسب درصد وزنی محاسبه گردید. باتوجه به سن سازندهای پابده و گورپی و همچنین مقادیر Tmax به دست آمده از پیرولیز راک- اوال مقدار LOM=11.5 برای درجه دگرسانی موادآلی در فرمول نهایی تعیین TOC از روش Hood (1975) به دست آمد. شکل ۲، مقادیر TOC به دست آمده از سه روش مذکور را نشان می‌دهد. چنانچه ملاحظه می‌شود، نتایج حاصل از روش مقاومت- صوتی همخوانی بهتری با اطلاعات حاصل از نمونه‌ها نسبت به دو برهم‌نهی دیگر دارند. علت تفاوت موجود در مقدار TOC محاسبه شده در این روشها با مقادیر حاصل از مغزه‌ها را می‌توان در اثرات چاه، وجود کانیهایی همچون گلوکونیت، مونتموریلونیت و بیتومن مشاهده شده در نمونه‌ها دانست. چنانچه خواهیم دید عناصر موجود در این کانیها و دیگر اجزای به دست آمده از سازندها حتی بر پاسخ نگار گاما نیز تأثیر گذاشته و چنانچه می‌بینیم، مناطق با غنای مواد آلی بیشتر در این میدان الزاماً پرتو گامای بالایی را نشان نمی‌دهند که در صورت نبود گزارش زمین‌شناسی از نمونه‌های تجزیه شده این دو چاه، باعث بروز خطا در تفسیر می‌شود. مقادیر ثابت نوشته شده در زیر برای چاهA اعمال شده و برای چاه B نیز تعیین گردیده‌اند. در رابطه آخر نیز با استفاده از مقادیر به دست آمده در روابط قبلی، می‌توان مقدار TOC را به طور مستقیم بر حسب درصد وزنی تعیین نمود (Hood et al.,1975; Passey et al.,1990; Serra,1984).

$$\Delta LogR_{\Delta t}=Log_{10}(R_{BAseline})-P\ (\Delta t-\Delta t_{Baseline})$$

(P=.04 , Rb=11 , ΔTb=63)

$$\Delta LogR_{Den}=Log_{10}(R/R_{Baseline})-P\ (\rho_b-\rho_{Baseline})$$

(P=4.54 , Rb=8 ,ρb=2.5)

$$\Delta LogR_{Neu}=Log_{10}(R/R_{Baseline})+P\ (\emptyset_N-\emptyset N_{Baseline})$$

(P=10 , Rb=9 , ΦNb=.15)

$$Toc=(\Delta LogR)*10^{(2.297-0.01688\ LoM)}$$

تعیین توان هیدروکربن‌زایی (S2) در سنگ منشأ

به منظور تعیین توان هیدروکربن‌زایی (S2) سازندهای مورد مطالعه در دو چاه A وB از این میدان، ابتدا روابط بین مقادیر TOC وS2 نمونه‌های آزمایش شده در آزمایش پیرولیز راک- اوال در هر چاه تعیین شد (شکل۳- الف و ۳- ب)، بدین ترتیب رابطه $S_2=0.6254*TOC+0.0221$ برای چاه A و رابطه $S_2=0.6341*TOC+0.0815$ برای چاه B به دست آمد. نقطهٔ با مقدار S2 بالا در شکل۳- ب می‌تواند به سبب حضور هیدروکربنهای آزاد در نمونه و یا همچنین بیتومن گیر افتاده در فضاهای خالی نمونه باشد.

در مرحلهٔ بعد، پس از تعیین مقادیرTOC در تمامی ژرفاهای دارای نگارهای مقاومت، صوتی و.. توسط روش ΔLogR در این سازندها و همچنین تعمیم رابطهٔ موجود میان مقدار S2 وTOC در اطلاعات حاصل از مغزه‌ها که در جدولهای ۱و۲ آورده شده‌اند، درادامه، به منظور تعیین S2 به عنوان پارامتری ثانویه، به ترتیب روابط مذکور برای چاه A و B را در مقادیر TOC حاصل از روش ΔLogR کل بازهٔ مورد مطالعه اعمال کرده، S2 در هر ژرفا محاسبه و نگار مربوط به آن رسم شد(شکل۴-الف و۴- ب).

با توجه به جدول ۳ می‌توان بیان کرد که کمیت سنگ منشأ هیدروکربن، با توجه به عواملی همچون TOC ، S2 وS1 تعیین گردیده که گویای میزان توان هیدروکربن‌زایی احتمالی در این سازندهاست. چنانچه دیده می‌شود سازندهای مورد مطالعه در این میدان در گروه ضعیف قرار می‌گیرند، هر چند که این وضعیت در چاه B محدوده‌ای بین ضعیف و مطلوب را نشان می‌دهد، اما با توجه به اینکه این چاه در قسمت باختری میدان مورد مطالعه قرار دارد، تنها نشانه‌ای از افزایش مقدار مواد آلی و همچنین هیدروکربن، در گذر از خاور به باختر میدان مورد نظر می‌باشد و هیچ‌گونه توان بالای تولید هیدروکربن را نشان نمی‌دهد(Hunt,1996).

تعمیم S2 با استفاده ازشبکه عصبی

با توجه به اینکه هدف از طراحی شبکه عصبی، تعیین مقدار هیدروکربن قابل تولید(S_2) توسط سنگ منشأ بوده و همچنین نگارهای مقاومت، صوتی، چگالی و نوترون به عنوان ورودی شبکه در نظر گرفته می‌شوند، پس از

فراخوانی اطلاعات ذخیره شده تحت فایلهای آموزشی(۲۵۰۰ عدد در چاه A)، اعتباری(۹۰۰ عدد در چاه A)و آزمایشی (۹۰۰ عدد در چاه A)، داده‌های آموزش ورودی(Train input)، آموزش خروجی (Train output)، اعتباری ورودی(Validation input)، اعتباری خروجی (Validation output)، آزمایشی ورودی (Test input) و آزمایشی خروجی (Test output) ایجاد شد. سپس در محیط نرم‌افزار Matlab و با استفاده از روش آزمون و خطا، اقدام به طراحی شبکه عصبی پیشخور با قابلیت آموزش برگشت‌پذیر (Multi layer Feed forward back propagation) نموده که در بیشتر پروژه‌های مهندسی استفاده می‌گردد و مناسب‌ترین پاسخ با کمترین خطا را در شبکه‌ای سه لایه (در لایه اول ۵ نرون، لایه دوم ۹ نرون ودر لایه خروجی ۱ نرون) به دست آوردیم. نوع توابع در لایه اول و دوم tansig و در لایه سوم از نوع purelin انتخاب گردید (شکل ۵).

تابع آموزشی مورد استفاده trainlm بوده که سرعت بالایی در همگرا کردن آموزش شبکه دارد. با ۱۵۰۰ دور آموزش شبکه در چاه A، میانگین مربعات خطا، ۰/۰۰۶۹۹۱۴۶ و در چاه B ۰/۰۰۲۸۸۱۳۴ به دست آمد که پایین‌ترین خطاها در مقایسه با سایر شبکه‌های طراحی شده بود. در انتهای کار، با شبیه‌سازی در شبکه و رسم نمودارهای مختلف مرتبط با آن، همان‌گونه که در شکل ۶-الف و ۶- ب نیز دیده می‌شود، پاسخ شبکه مورد نظر در چاه A دارای ضریب همبستگی رگرسیون ۰/۸۲۴ و در چاه B نیز دارای ضریب همبستگی ۰/۹۹۱ گردید(منهاج، ۱۳۸۱).

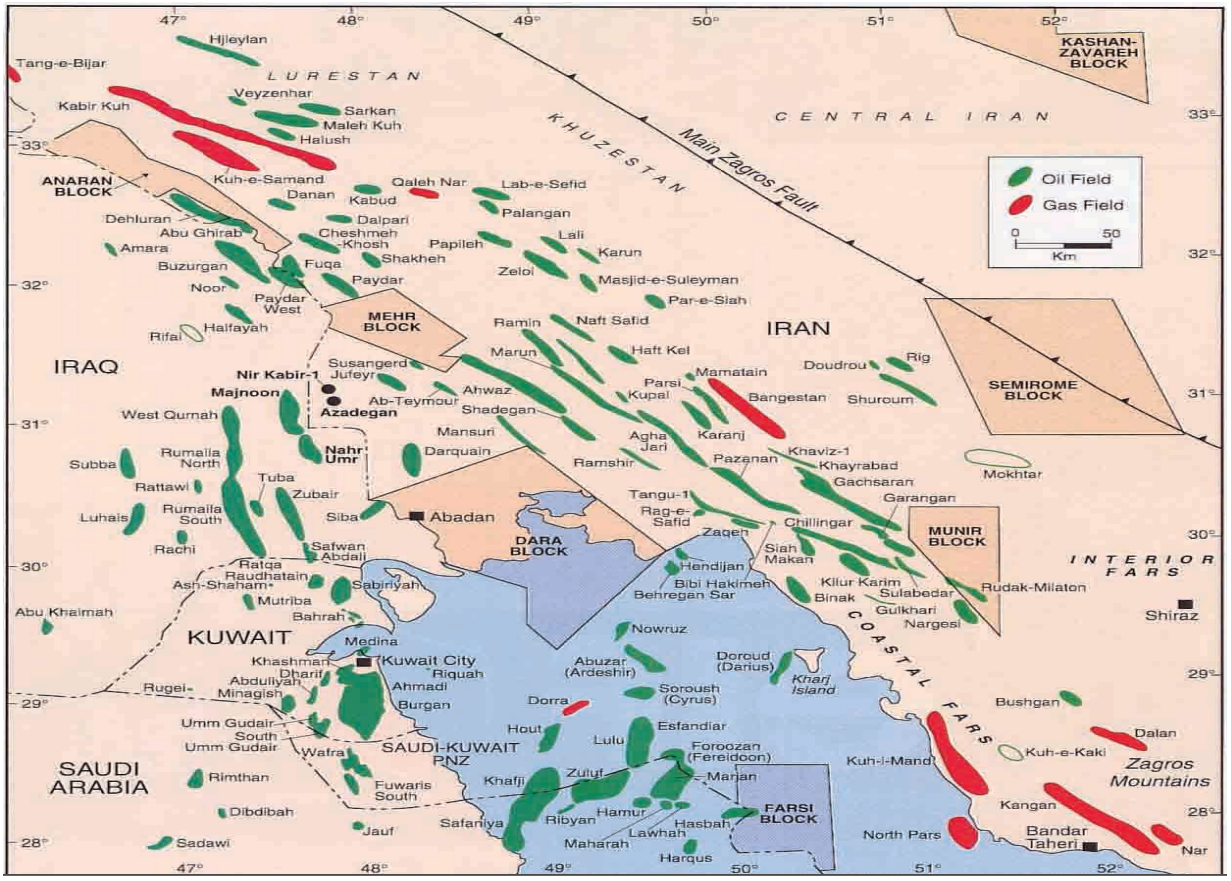
نتیجه‌گیری

۱- ستبرای لایه‌ها، نوع سنگ‌شناسی و بویژه اثرات گمانه، تأثیر بسزائی در TOC های قرائت شده حاصل از نگارهای چگالی و نوترون داشته، به نحوی که در این مطالعه، مقادیر TOC محاسبه شده توسط این نگارها، تفاوت زیادی با مقادیر اندازه‌گیری شده بر اساس مغزه‌ها دارد. تأثیراین پدیده بر TOC به دست آمده نیز تا حدودی مشخص است.

۲- رابطه موجود بین TOC و GR در این میدان به علت تأثیر زیاد عناصر توریم و پتاسیم بر GR و همچنین رابطه ضعیف این عناصر با TOC، نسبتی ضعیف است. این در صورتی است که به طور معمول عنصر اورانیم نسبت مستقیمی را با مقدار مواد آلی نشان می‌دهد که در این میدان دارای نسبت ضعیفی با GR بوده و به همین دلیل سهم کمتری را در این نگار که حاصل از سه عنصر اورانیم، پتاسیم و توریم است، نشان می‌دهد. به همین علت، قسمتهای با GR بالا به طور عموم مقادیر TOC بالایی را نشان نمی‌دهند.

۳- با توجه به رابطه به‌دست آمده بین داده‌های آزمایشگاهیTOC و S2 حاصل از مغزه و همچنین مقادیرTOC حاصل از روش ΔLogR در کل بازه، می‌توان توان هیدروکربن‌زایی سازندها (S2) را به دست آورد. میانگین S_2 در کل بازه، بیانگر یک سنگ منشأ فقیر از ماده آلی و با توان هیدروکربن‌زایی پایین، بویژه در چاه A است. در چاهB از این لحاظ وضعیت نسبتاً بهتر است، اما به طور کلی انتظار تولید هیدروکربن پایینی از سازندهای پابده و گورپی در این میدان می‌رود .

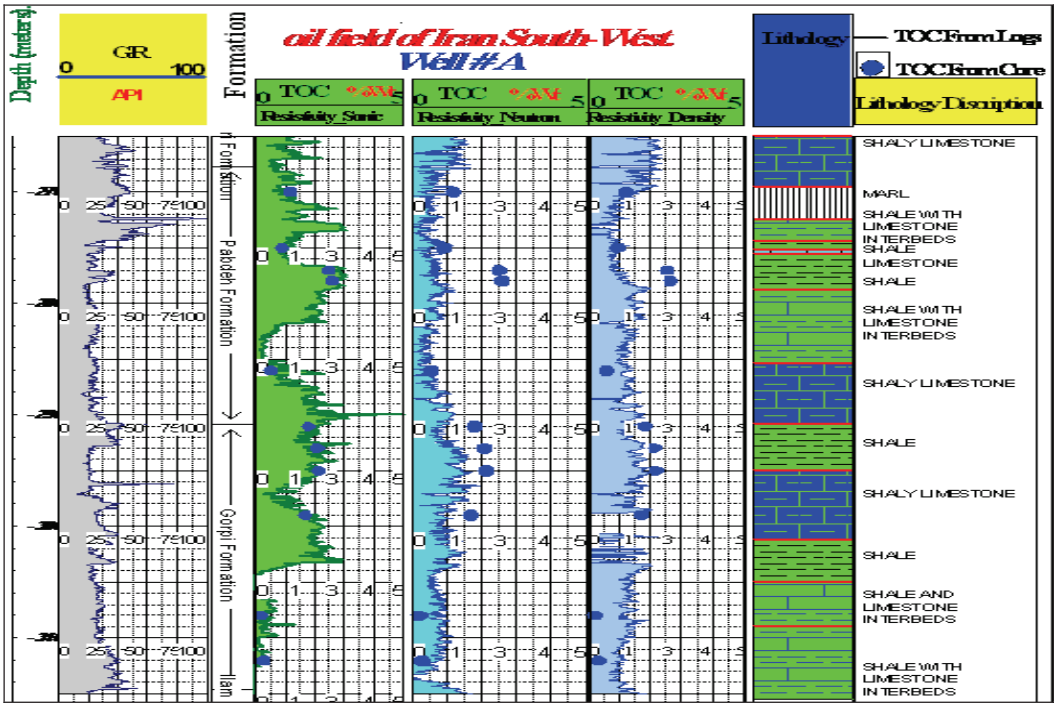
۴- با استفاده از اطلاعات مربوط به نگارهای مقاومت، صوتی، نوترون و چگالی به عنوان ورودیهای شبکه عصبی و میزان S2 به عنوان خروجی شبکه عصبی، در هر دو چاه ضریب همبستگی و پاسخ مناسبی از شبکه عصبی ایجاد شده، دیده می‌شود. بدین ترتیب می‌توان با استفاده از ورودیهای شبکه عصبی و بدون استفاده از مراحل مذکور در این میدان از شبکه عصبی پیشنهادی به منظور تعیین مقدارS2 استفاده کرد.



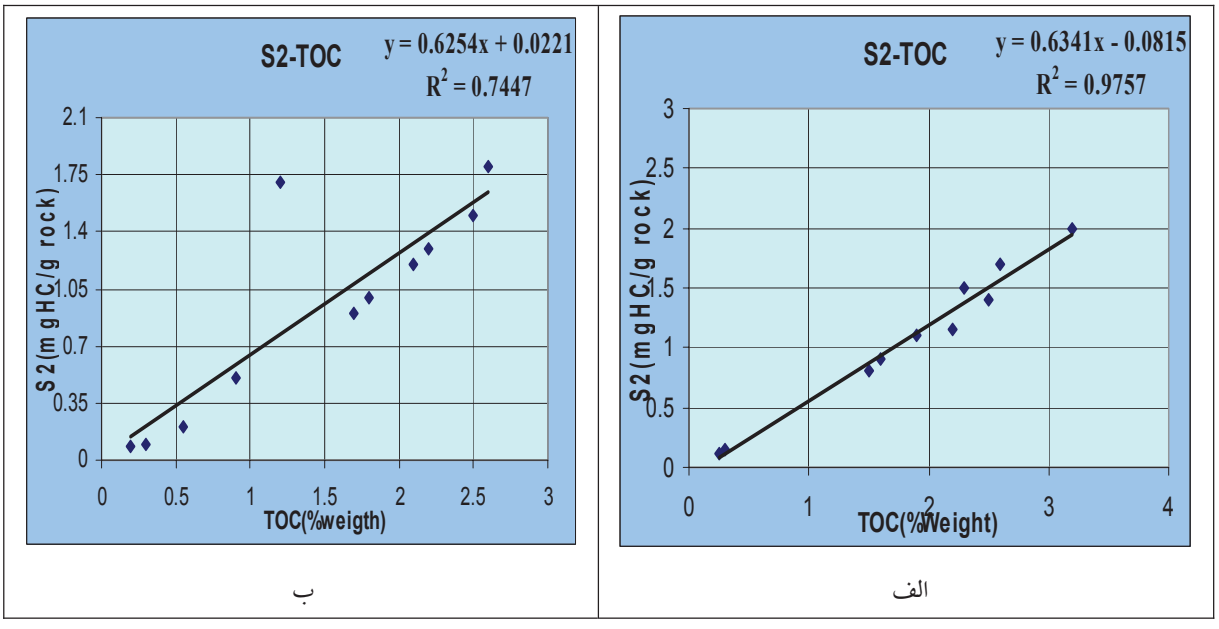
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه و میدانهای نفتی و گازی موجود (گزارش ارزیابی زمین‌شناسی جنوب باختری زاگرس،۱۳۸۲)

جدول ۱ - نتایج آزمایش راک اوال نمونه‌های مغزه در چاه A (گزارش ارزیابی زمین‌شناسی جنوب باختری زاگرس،۱۳۸۲)

Depth (meter)	Formation	Tmax (°C)	S2 mgHy/gr rock	TOC From Core % weight
۲۷۰۰	پابده	۴۲۱	۱/۷	۱/۲
۲۷۵۰	پابده	۴۱۸	/۵	۰/۹
۲۷۷۰	پابده	۴۱۵	۱/۵	۲/۵
۲۷۸۰	پابده	۴۲۵	۱/۸	۲/۶
۲۸۶۰	پابده	۴۱۹	۰/۲	۰/۵۵
۲۹۱۰	گورپی	۴۲۸	۱	۱/۸
۲۹۳۰	گورپی	۴۲۹	۱/۲	۲/۱
۲۹۵۰	گورپی	۴۱۹	۱/۳	۲/۲
۲۹۹۰	گورپی	۴۳۲	۰/۹	۱/۷
۳۰۸۰	گورپی	۴۱۳	۰/۰۸	۰/۲

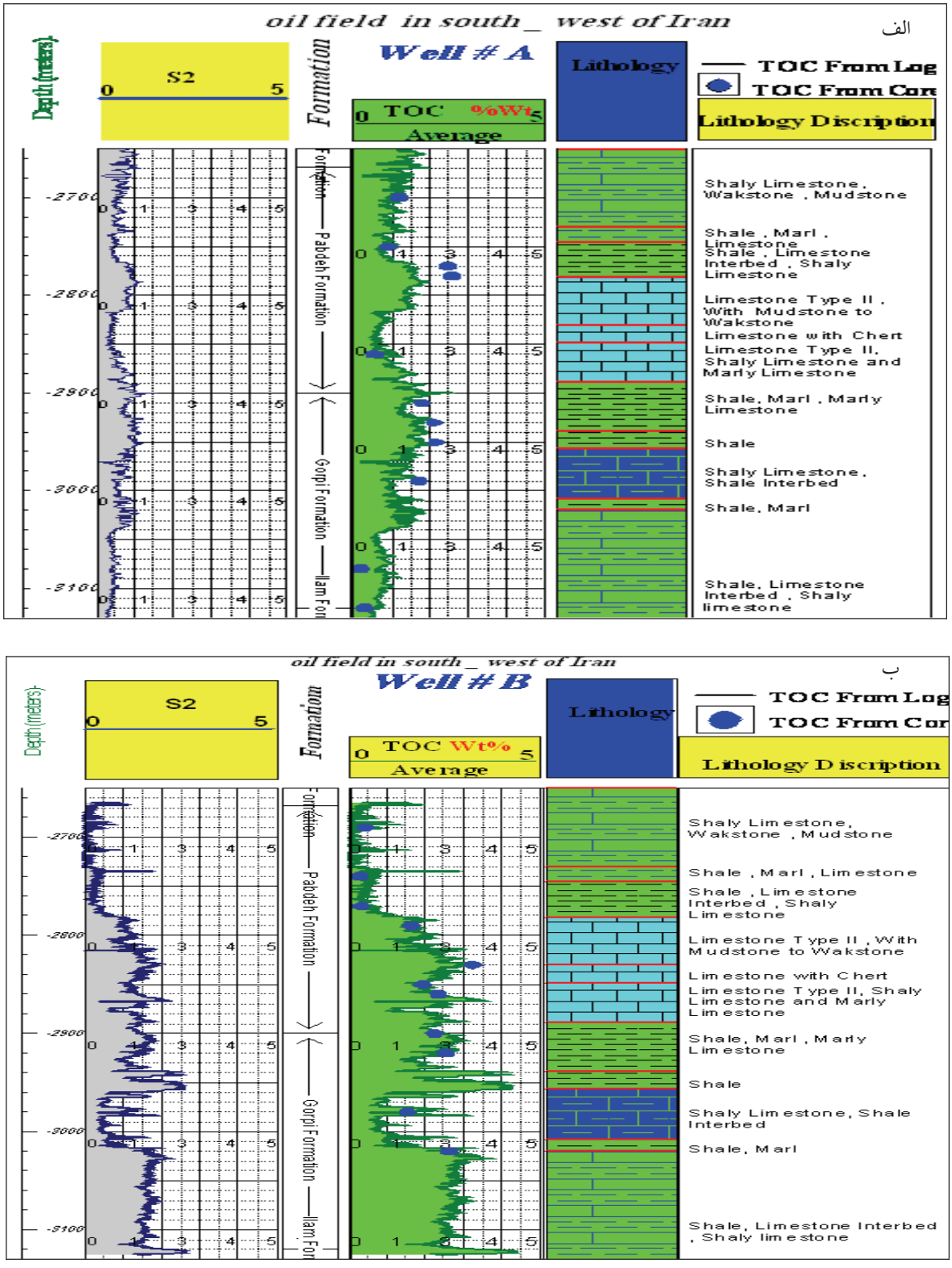


شکل ۲ - مقادیر TOC حاصل از روشهای مقاومت- صوتی، مقاومت- نوترون و مقاومت- چگالی در چاه A



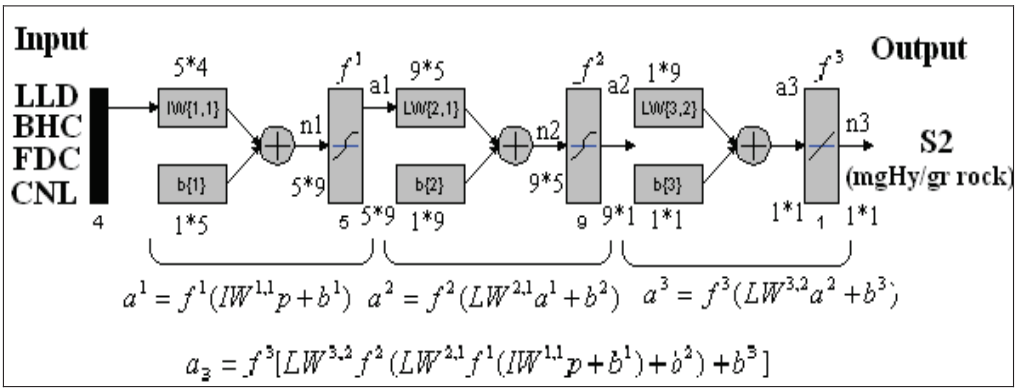
شکل ۳- الف) رابطه بین S2 و TOC در چاهA

ب) رابطه بین S2 و TOC در چاهB

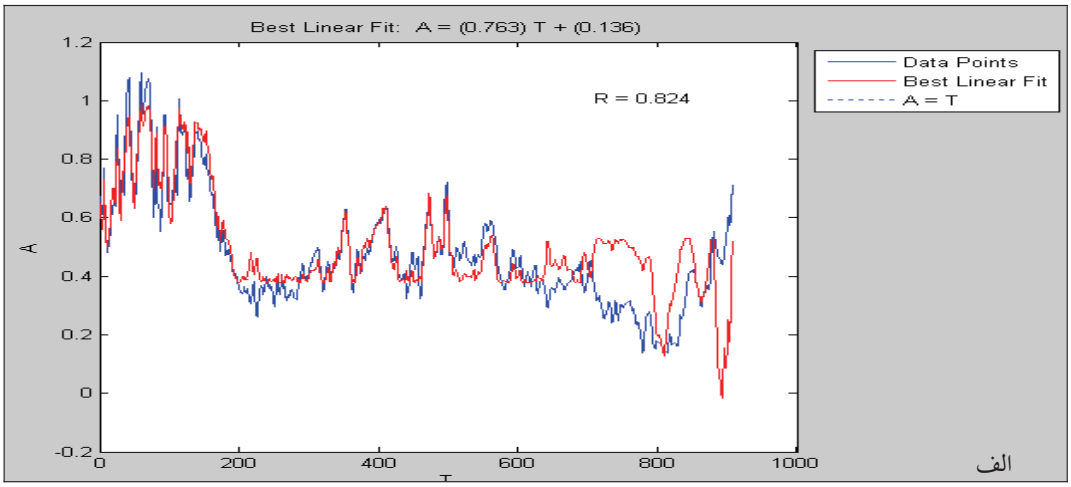


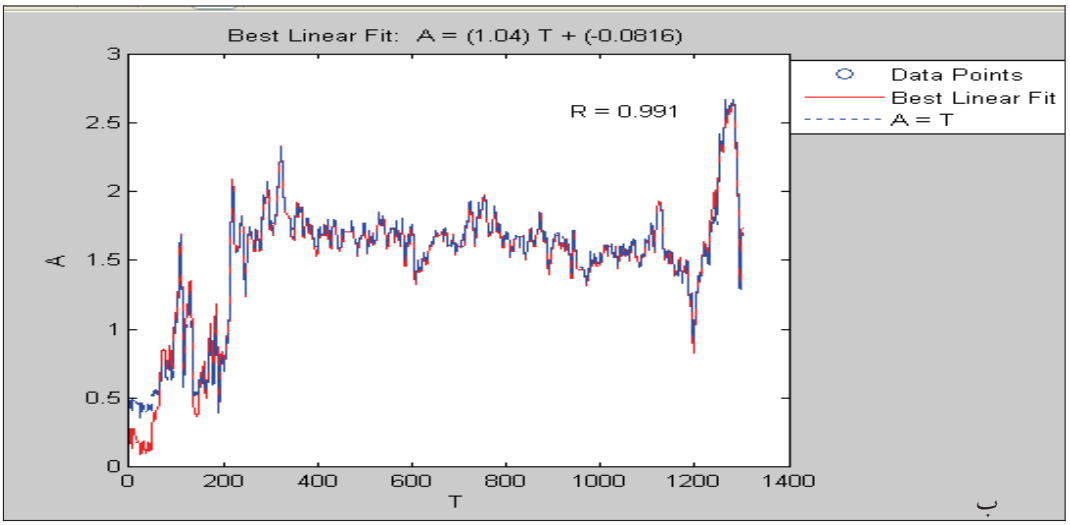
شکل۴- الف) نگار S2 و TOC در چاه A

ب) نگارS2 و TOC در چاهB



شکل۵ - شبکه طراحی شده در چاه A و B





شکل ۶-الف) مقایسهٔ نتایج حاصل از شبکه و اطلاعات اصلی در چاه A

ب) مقایسهٔ نتایج حاصل از شبکه و اطلاعات اصلی در چاه B

جدول۲ - نتایج آزمایش راک اوال نمونه‌های مغزه در چاه B (گزارش ارزیابی زمین‌شناسی جنوب باختری زاگرس،۱۳۸۲)

Depth (meter)	Formation	Tmax (°C)	S2 mgHy/gr rock	TOC From Core % weight
۲۷۴۰	پابده	۴۲۶	۰/۱۲	۰/۲۵
۲۷۷۰	پابده	۴۲۷	۰/۱۵	۰/۳
۲۷۹۰	پابده	۴۲۳	۰/۹	۱/۶
۲۸۳۰	پابده	۴۱۳	۲	۳/۲
۲۸۵۰	پابده	۴۱۹	۱/۱	۱/۹
۲۸۶۰	گورپی	۴۱۸	۱/۵	۲/۳
۲۹۰۰	گورپی	۴۲۶	۱/۱۵	۲/۲
۲۹۲۰	گورپی	۴۲۲	۱/۴	۲/۵
۲۹۸۰	گورپی	۴۱۴	۰/۸	۱/۵
۳۰۲۰	گورپی	۴۱۸	۱/۷	۲/۶

جدول۳ - تعیین کمیت سنگ منشأ با استفاده از پارامترهایی مانند S1,S2 و TOC (Hunt,1996)

Quantity	TOC (Wt. %)	S1 (mg HC/g rock)	S2 (mg HC/g rock)
Poor	0-0.5	0-0.5	0-2.5
Fair	0.5-1	0.5-1	2.5-5
Good	1-2	1-2	5-10
Very Good	2 +	2 +	10 +

کتابنگاری

گزارش ارزیابی زمین‌شناسی جنوب باختری زاگرس،۱۳۸۲ - شرکت ملی نفت ایران و گزارش شمارهٔ۱۲۶۴۸۲ .

منهاج، م. ب.، ۱۳۸۱ - مبانی شبکه‌های عصبی. مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر .

References

Hood, A., Gutjahr, C.C.M. & Heacock, R.L., 1975- "Organic Metamorphism and the Generation of Petroleum", The American Association Petroleum Geologist, Vol.59, and PP.986 -996.

Hunt, John M., 1996- "Petroleum Geochemistry and Geology", New York: Freeman , 743P.

Passey, O.R., Moretti, F.U. & Stroud, J.D., 1990- "a practical modal for organic richness from porosity and resistivity logs", The American Association Petroleum Geologist, Vol.74, and PP.1777-1794.

Serra,O. , 1984 - "fundamentals of well-log interpretation", Amsterdam Elsevier , 423P.