Archive of SID

تهیه لاگ های خام پتروفیزیکی به وسیله فن آوری الگوریتم ژنتیک در یکی از میادین جنوب کشور

عبدالعظیم طریک[۱]، علی کدخدائی[۲]، شهاب گرامی[۳]، مهران آرین[۴]

دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه مهندسی نفت، تهران، ایران.

Azim.Torrik@yahoo.com

چکیده

از آنجایی که خصوصیات پتروفیزیکی در نقاط مختلف یک مخزن تقریبا مشابه یکدیگر هستند می‌توان از رابطه بین لاگ ها در یک چاه از مخزن فوق استفاده کرده و به چاه های مجاور بسط دهیم که در این مقاله سعی بر بدست آوردن رابطه ای مناسب بین لاگ های مذکور است که پس از حصول نتیجه مناسب آن را در چاه های مجاور مورد استفاده قرار دهیم. در این مطالعه در مخزن هدف، دو چاه شماره ۳ و ۱۷ از مخزن مورد نظر مورد بررسی قرار گرفت. داده های موجود از این دو چاه مربوط به لاگ های DT، RHOB و NPHI بود. ابتدا با استفاده از نرم افزار متلب و جعبه ابزار الگوریتم ژنتیک رابطه ای برای RHOB بوسیله NPHI و DT در چاه شماره ۳ بدست آمد. هدف اولیه بدست آوردن رابطه بین سه لاگ فوق در چاه شماره ۳ بود. بدین منظور از ۳ تابع مختلف استفاده گردید تا مشخص گردد کدام تابع بهترین نتیجه را به ما می‌دهد.(یک تابع خطی و دو تابع غیر خطی). پس از بدست آوردن تابع های فوق، تابع های حاصله از چاه شماره ۳ در چاه شماره ۱۷ مورد آزمایش قرار داده شد. پس از اجرا، نتایج بدست آمده از رابطه های فوق در چاه شماره ۱۷ با داده های واقعی این چاه مورد بررسی قرار داده و مقایسه گردید و نمودارهای آن رسم شد. همین منوال برای بدست آوردن NPHI با استفاده از ورودی های RHOB و DT نیز تکرار شد که نتایج آن در این مقاله ارائه شده است.

واژه های کلیدی: پتروفیزیک، لاگ، الگوریتم، ژنتیک، مخزن، چاه

---

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی اکتشاف نفت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران،گروه مهندسی نفت، تهران، ایران

[۲] استادیار، دانشگاه تبریز، گروه زمین شناسی، تبریز، ایران

[۳] استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه مهندسی نفت، تهران، ایران

[۴] دانشیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه مهندسی نفت، تهران، ایران

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

اولین نمودار الکتریکی در سال ۱۳۰۶ (۱۹۲۷) در یکی از چاه های میدان نفتی Pechelbronn در Alsace از استان های شمال غربی فرانسه ثبت شد و تنها شامل یک نمودار مقاومت مخصوص الکتریکی بود و برای ثبت آن از متد Station استفاده گردید. با این روش، دستگاه اندازه گیری که سوند نامیده می‌شود، در مقابل لایه های مورد نظر در چاه توقف می‌کرد و مقاومت اندازه گیری شده نیز با دست رسم می‌شد. بعد از آن سال در سال ۱۳۰۸(۱۹۲۹) اولین نمودارهای مقاومت مخصوص برای مقاصد اقتصادی در ونزوئلا، ایالت متحده امریکا و روسیه مورد استفاده قرار گرفت. سودمندی این نمودار در تطابق لایه ها و تشخیص لایه های هیدروکربن دار در صنعت نفت مورد توجه قرار گرفت.

در سال ۱۳۱۰ (۱۹۳۱) نمودار پتانسیل خودزاد (SP) نیز به نمودار مقاومت مخصوص افزوده شد و در همان سال برادران شلومبرژه (مارسل و کنراد) روش ثبت مداوم را تکمیل و اولین بات قلمی را نیز توسعه دادند. بعد از سال ۱۳۲۸ (۱۹۴۹) نمودار نوترون به صورت یک تعیین کننده تخلخل مورد توجه واقع گردید و در سال ۱۳۴۱ (۱۹۶۲) نمودار SNP و در سال ۱۳۴۹ (۱۹۷۰) دستگاه نوتونی و به دنبال آن دستگاه دوگانه نوترون ابداع و به بازار ارائه شد.

شرکتهای سرویس دهنده، در جوار توسعه دستگاهها، اقدام به تاسیس مرکز تحقیقاتی وسیعی نیز نموده و بخش زیادی از درآمده خود را به آنها اختصاص داده اند. در این مراکز برای تفسیر نمودارها و نحوه ارائه علمی تر و دقیق تر نتایج بشدت فعالیت می‌گردد و در این راه به قدری پیشرفت نموده اند که چاه پیمایی (well logging)بصورت یکی از دروس دانشگاهی درآمده و هم اکنون در بعضی از رشته های مهندسی دانشگاه های ایران و دانشگاه های اروپائی و امریکائی تدریس می‌گردد.[۱]

کاهش هزینه های یک پروژه و همچنین صرفه جویی در زمان، یکی از ایده آل های هر پروژه ای می‌باشد. در نتیجه ما باید به سویی برویم که هم در هزینه و هم در وقت صرفه جویی نماییم. روش الگوریتم ژنتیک که روشی جدید می‌باشد یکی از روش هایی که است که می‌تواند ما را در جهت رساندن به این مهم کمک نماید. این روش و روش های دیگر مانند شبکه های عصبی می‌توانند مفید واقع گردند. با توجه به هزینه بالای عملیات لاگ گیری از مخازن، مطالعه در مورد روش های جایگزین امری ضروری به نظر می‌رسد.

۲- مراحل انجام کار:

در ابتدا داده های چاه شماره ۳ در برنامه تعریف شد. NPHI و DT به عنوان ورودی و RHOB به عنوان خروجی تعریف شدند. سپس m-file لازم جهت به کار بردن آن در جعبه ابزار الگوریتم ژنتیک نگارش شد. m-file به ۳ صورت نوشته شد. در m-file اولی تابعی خطی با ۳ متغیر، در دومی تابعی غیر خطی با ۵ متغیر و در سومی تابعی غیر خطی با ۱۶ متغیر تعریف شد. پس از نگارش m-file آن را در جعبه ابزار الگوریتم ژنتیک به کار برده و تنظیمات لازم روی جعبه ابزار انجام شد. تنظیمات شامل تعریف تعداد نسل، تعداد جمعیت، تعداد متغیر، جهش و شرایط توقف الگوریتم بود.

پس از انجام تنظیمات لازم برنامه را اجرا کردیم. الگوریتم با تولید یک جمعیت آغازین تصادفی کار خود را شروع کردو سپس الگوریتم در ادامه یک ترتیب از جمعیت های جدید ایجاد نمود (نسل ها). در هر گام الگوریتم از افراد موجود در نسل حاضر برای تولید نسل بعدی استفاده می‌کرد. برای تولید نسل جدید الگوریتم مراحل زیر را طی می‌کند:

- به هر عضو از جمعیت حاضر یک امتیاز تخصیص می دهد. این کار با محاسبه مقدار شایستگی هر یک از افراد حاضر در جمعیت انجام می‌شود.
- امتیازهای شایستگی به دست آمده به کمک مقیاس بندی به محدوده قابل استفاده تری از مقادیر تبدیل می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

- فرزندان به کمک والدین تولید می‌گردند. فرزندان با ایجاد تغییرات تصادفی روی یکی از والدین(جهش) و یا ترکیب بردارهای مربوط به هر دوی والدین(تلفیق) تولید می‌شوند.
- جمعیت حاضر با فرزندان جایگزین می‌شوند و نسل بعدی شکل می‌گیرد.

الگوریتم زمانی متوقف می‌شود که یکی از شرایطی که قبل از اجرای برنامه تعریف گردید تحقق یابد. پس از طی پروسه فوق الگوریتم متوقف و بهترین تابع را به ما می‌دهد.[۲]

۲-۱-ساخت لاگ RHOB

۲-۱-۱-تابع خطی با ۳ متغیر

تابع بدست آمده برای RHOB با استفاده از DT و NPHI در چاه شماره سه با استفاده از تابع خطی ۳ متغیره به صورت زیر بود.

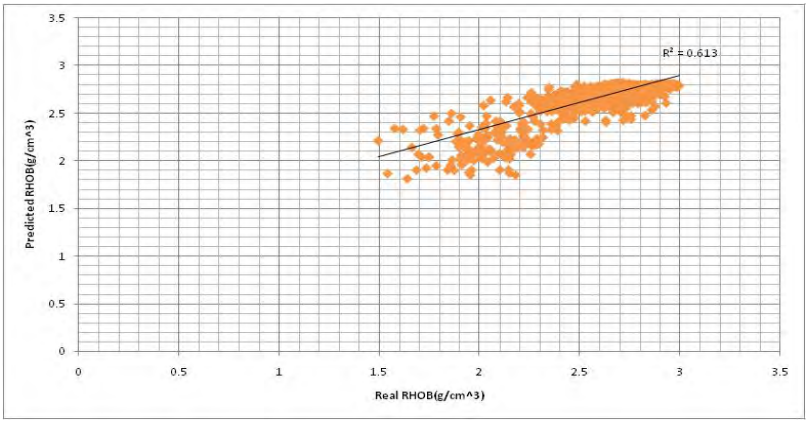
$$RHOB_Pred=X(1,1).*NPHI+ X(1,2).*DT+ X(1,3)$$ (رابطه ۱)

که ضرایب X در آنها به صورت زیر است.

$X(1,1)= -0.022048999559926$
$X(1,2)= 0.003289638928944$
$X(1,3)= 2.646303093192957$

مقدار بهترین کارایی یا Best در این تابع برابر 0.127152 است که مقدار خوبی می‌باشد که نشان دهنده تطابق حداکثری بین مقادیر واقعی و محاسبه شده توسط تابع می‌باشد.

حال تابع فوق، در چاه شماره ۱۷ به کار گرفته شد. DT و NPHI را به عنوان ورودی به تابع فوق تعریف کرده و RHOB نیز به عنوان خروجی تابع تعریف شد. در نتیجه به ازای هر DT و NPHI که در چاه شماره ۱۷ موجود است یک مقدار برای RHOB برای چاه شماره ۱۷ بدست خواهد آمد. از آنجایی که مقادیر واقعی RHOB در چاه شماره ۱۷ موجود بود با مقادیر محاسبه شده توسط تابع بدست آمده از چاه شماره ۳ مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت که نمودار آن به صورت زیر است.



شکل ۱ – مقایسه بین مقادیر واقعی و محاسبه شده RHOB توسط تابع خطی با ۳ متغیر در چاه شماره ۱۷

www.SID.ir

Archive of SID

۲-۱-۲- تابع غیر خطی با ۵ متغیر

حال، تابع غیر خطی ۵ متغیره مورد بررسی قرار گرفت که پس از طی پروسه فوق تابع زیر حاصل گردید:

$$RHOB_Pred=X(1,1).*NPHI\text{^}round(X(1,4))+ X(1,2).*DT\text{^}round(X(1,5))+ X(1,3)$$

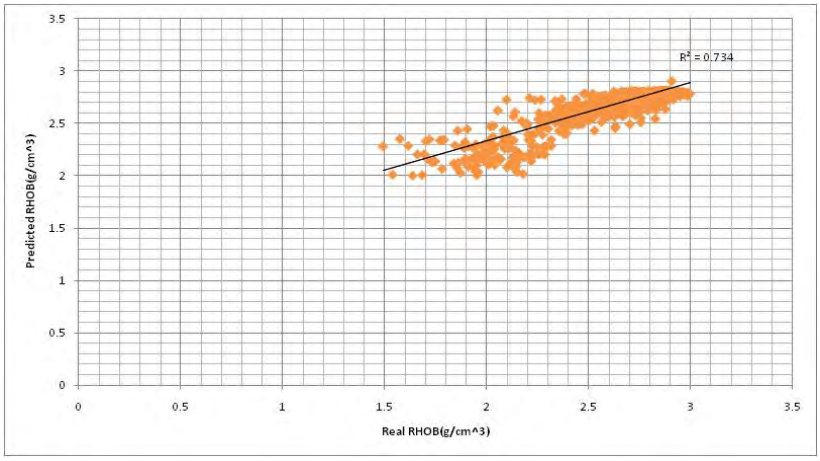
(رابطه ۲)

که ضرایب X در آنها به صورت زیر است.

$X(1,1)= -0.012650974250230$
$X(1,2)= 19.553926995588565$
$X(1,3)= 2.415494054074074$
$X(1,4)= 0.613603319852221$
$X(1,5)= -0.886707851589101$

مقدار Best در این تابع برابر با 0.11439 بود.

حال رابطه شماره ۲ در چاه شماره ۱۷ به کار برده شد. که پس از بدست آمدن مقادیر RHOB، مقادیر محاسبه شده با مقادیر واقعی مقایسه گردید که به صورت زیر می‌باشد.



شکل ۲ – مقایسه بین مقادیر واقعی و محاسبه شده RHOB توسط تابع غیر خطی با ۵ متغیر در چاه شماره ۱۷

۲-۱-۳- تابع غیر خطی با ۱۶ متغیر

سپس تابع غیر خطی ۱۶ متغیره مورد بررسی قرار گرفت که پس از طی پروسه فوق تابع زیر حاصل گردید:

$$RHOB_Pred=X(1,1).*NPHI\text{^}X(1,9)+X(1,2).*NPHI\text{^}X(1,10)+X(1,3).*NPHI\text{^}X(1,11)+...$$
$$X(1,4).*NPHI\text{^}X(1,12)+X(1,5).*DT\text{^}X(1,13)+ X(1,6).*DT\text{^}X(1,14)+X(1,7).*DT\text{^}X(1,15)+$$
$$X(1,8).*DT\text{^}X(1,16)$$

(رابطه ۳)

www.SID.ir

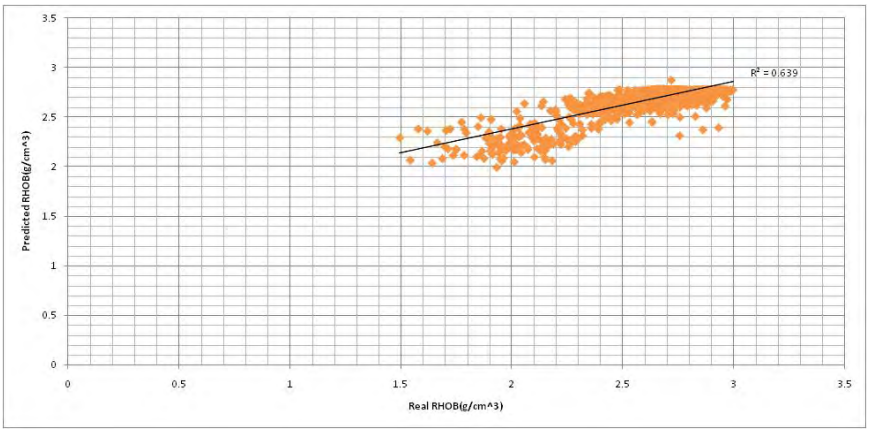
Archive of SID

که ضرایب X در آنها به صورت زیر است.

X(1,1)= 0.296675873218327
X(1,2)= 0.0520778902858696
X(1,3)= 0.182141075890434
X(1,4)= -0.277592148002426
X(1,5)= 0.870169060339048
X(1,6)= 0.338999151596080
X(1,7)= 1.71416804145406
X(1,8)= 0.0972813490916307
X(1,9)= 0.329409691116965
X(1,10)= 0.241278155067504
X(1,11)= 0.186969789370591
X(1,12)= 0.517336379176646
X(1,13)= 0.144841838461304
X(1,14)= -0.692928490841954
X(1,15)= -0.169725398043237
X(1,16)= -0.0363329870169873

مقدار Best در این تابع برابر با 0.12123 بود.

حال رابطه شماره ۳ در چاه شماره ۱۷ به کار برده شد. که پس از بدست آمدن مقادیر RHOB، مقادیر محاسبه شده با مقادیر واقعی مقایسه گردید که به صورت زیر می‌باشد.



شکل ۳ – مقایسه بین مقادیر واقعی و محاسبه شده RHOB توسط تابع غیر خطی با ۱۶ متغیر در چاه شماره ۱۷

۲-۲-ساخت لاگ NPHI

همین مراحل برای بدست آوردن NPHI نیز تکرار شد. در این مرحله DT و RHOB به عنوان ورودی و NPHI به عنوان خروجی در نظر گرفته شد.

www.SID.ir

Archive of SID

۲-۲-۱-تابع خطی با ۳ متغیر

در تابع خطی با ۳ متغیر در چاه شماره ۳ این تابع بدست آمد:

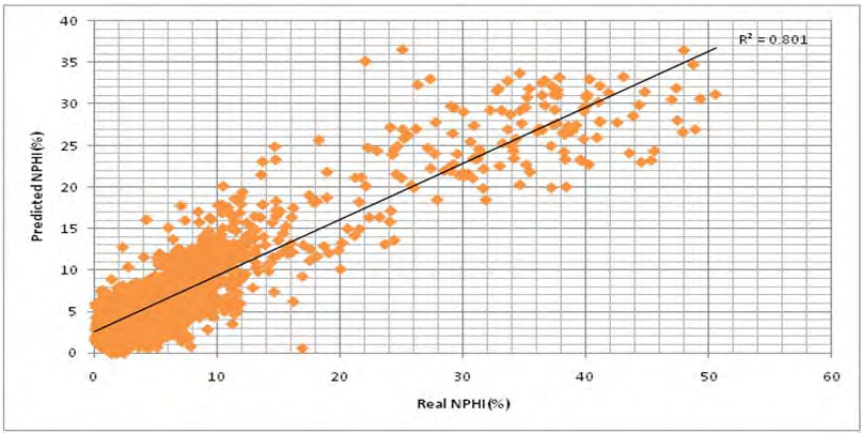
$$NPHI=X(1,1).*RHOB+ X(1,2).*DT+ X(1,3)$$ (رابطه ۴)

که ضرایب X در آنها به صورت زیر است.

$X(1,1)= -9.145208479301244$
$X(1,2)= 0.515478020190521$
$X(1,3)= 2.42710081705622$

مقدار Best در این تابع برابر با 4.5321 بود.

حال رابطه شماره ۴ در چاه شماره ۱۷ به کار برده شد. که پس از بدست آمدن مقادیر NPHI، مقادیر محاسبه شده با مقادیر واقعی مقایسه گردید که به صورت زیر می‌باشد.



شکل ۴ – مقایسه بین مقادیر واقعی و محاسبه شده NPHI توسط تابع خطی با ۳ متغیر در چاه شماره ۱۷

۲-۲-۲-تابع غیر خطی با ۵ متغیر

در تابع غیرخطی با ۵ متغیر در چاه شماره ۳ این تابع بدست آمد:

$$NPHI_Pred=X(1,1).*RHOB\text{^}round(X(1,4))+ X(1,2).*DT\text{^}round(X(1,5))+ X(1,3)$$ (رابطه ۵)

که ضرایب X در آنها به صورت زیر است.

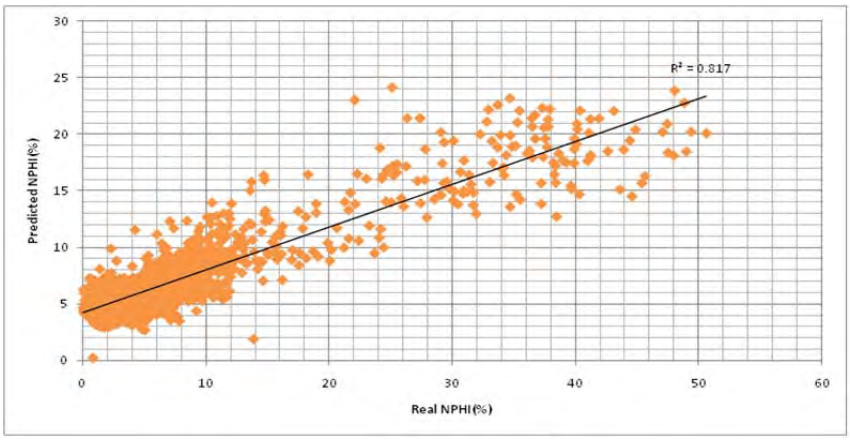
$X(1,1)= 16.457616764771778$
$X(1,2)= 0.367198484807718$
$X(1,3)= -14.747012915062877$
$X(1,4)= -2.991077543962347$
$X(1,5)= 0.830037654287299$

مقدار Best در این تابع برابر با 5.15565 بود.

www.SID.ir

Archive of SID

حال رابطه شماره ۵ در چاه شماره ۱۷ به کار برده شد. که پس از بدست آمدن مقادیر NPHI، مقادیر محاسبه شده با مقادیر واقعی مقایسه گردید که به صورت زیر می‌باشد.



شکل ۵ – مقایسه بین مقادیر واقعی و محاسبه شده NPHI توسط تابع غیر خطی با ۵ متغیر در چاه شماره ۱۷

۲-۲-۳-تابع غیر خطی با ۱۶ متغیر

در تابع غیرخطی با ۱۶ متغیر در چاه شماره ۳ این تابع بدست آمد:

*NPHI_Pred=X(1,1).*RHOB^X(1,9)+X(1,2).*RHOB^X(1,10)+X(1,3).*RHOB^X(1,11)+...*

*X(1,4).*RHOB^X(1,12)+X(1,5).*DT^X(1,13)+ X(1,6).*DT^X(1,14)+X(1,7).*DT^X(1,15)+*

*X(1,8).*DT^X(1,16)* (رابطه ۶)

که ضرایب X در آنها به صورت زیر است.

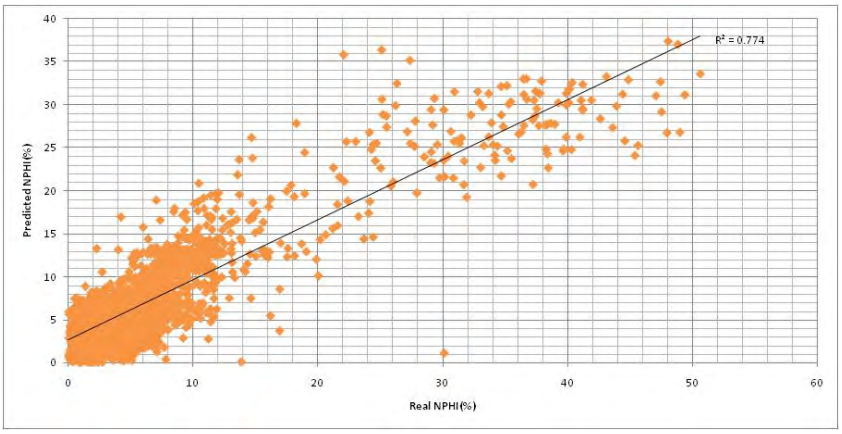
X(1,1)= 1.52719494749875
X(1,2)= -4.16766284132533
X(1,3)= -3.69626706052331
X(1,4)= 2.43193089329909
X(1,5)= 1.82038186631234
X(1,6)= 0.078195539138304
X(1,7)= -1.79807355638125
X(1,8)= -1.34443770302533
X(1,9)= -1.06748310730133
X(1,10)= 1.37635129843579
X(1,11)= 1.21325961922533
X(1,12)= -1.70442112606336
X(1,13)= 0.729695492638662
X(1,14)= 0.470801804121763
X(1,15)= -0.281721534241713
X(1,16)= -1.05343476552593

مقدار Best در این تابع برابر با 4.44056 بود.

www.SID.ir

Archive of SID

حال رابطه شماره ۶ در چاه شماره ۱۷ به کار برده شد. که پس از بدست آمدن مقادیر NPHI، مقادیر محاسبه شده با مقادیر واقعی مقایسه گردید که به صورت زیر می‌باشد.



شکل ۶ – مقایسه بین مقادیر واقعی و محاسبه شده NPHI توسط تابع غیر خطی با ۱۶ متغیر در چاه شماره ۱۷

۳- نتیجه گیری

با توجه به بررسی های انجام شده برای تعیین مقدار RHOB، رابطه ۲ که رابطه ای غیر خطی و با ۵ متغیر بود ضریب همبستگی بالایی نسبت به دو رابطه دیگر داشت. در نتیجه مقادیر بدست آمده از این رابطه به مقادیر واقعی نزدیک ترند. همچنین برای تعیین مقدار NPHI نیز، رابطه ۵ که رابطه ای غیر خطی و با ۵ متغیر بود جواب بهتری داشت و ضریب همبستگی در این رابطه از دو رابطه دیگر بالاتر بود. در نتیجه می‌توان از این رابطه جهت حصول نتایج بهتر برای تعیین NPHI و RHOB در مخزن مورد مطالعه استفاده نمود.

روش الگوریتم ژنتیک نیز می‌تواند به عنوان یک روش مفید در تعیین مقادیر لاگ های پتروفیزیکی به کار بیاید. البته در این روش تعیین تابع شایستگی مناسب در جهت رسیدن به نتایج بهتر بسیار مهم می‌باشد. که در این مقاله با سه تابع گوناگون مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت.

با توجه به هزینه های بالای عملیات چاه نگاری، یافتن روش های مکملی که از هزینه های فوق بکاهد ضروری به نظر می‌رسد که الگوریتم ژنتیک می‌تواند یکی از روش های مفید در این مورد باشد.

مراجع

[۱]موحد، بهرام، ۱۳۸۴، مبانی چاه پیمایی، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر

[۲]کیا، سید مصطفی، ۱۳۸۹، الگوریتم های ژنتیک در Matlab، انتشارات نشر کیان رایانه سبز

www.SID.ir