

استفاده از ترکیب نشانگرهای لرزه‌ای در شبکه عصبی مصنوعی جهت شناسایی دودکش گازی در یکی از میادین خلیج فارس

روزبه مهرانفر، شرکت OIEC ■ سوسن سپه‌وند، مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ■ علی امیری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زرنند

چکیده

با توجه به نیاز مبرم به منابع هیدروکربوری و کاهش روز افزون منابع شناخته شده فعلی، اکتشاف منابع جدید با روش‌های نوین از اهمیت به‌سزایی برخوردار است و موفقیت در آن مستلزم شناسایی دقیق سیستم‌های نفتی منطقه است که مهاجرت هیدروکربور از سنگ منشاء به سنگ مخزن و نگهداری در سنگ مخزن و عدم تخلیه هیدروکربور، از مسائل اساسی در مطالعه هر سیستم نفتی است. امروزه با استفاده از تکنیک دودکش گازی، شناسایی مسیرهای مهاجرت هیدروکربور در زیر سطح زمین بر روی مقاطع لرزه‌نگاری سه بعدی امکان‌پذیر است. دودکش گازی به صورت یک بخش نوفه‌ای بر روی داده‌های لرزه‌ای دیده می‌شود و این تکنیک از مجموعه نشانگرهای چند بعدی در شبکه عصبی مصنوعی استفاده کرده و در بخش نوفه‌ای داده‌های لرزه‌نگاری متمرکز است. در این روش نشان‌گرهای لرزه‌ای حساس به شناسایی دودکش در محدوده مورد نظر پردازش کرده و سپس با استفاده از شبکه عصبی نشان‌گرهای جدیدی از نشان‌گرهای ورودی اولیه حاصل می‌شود. تکرار پلکانی چنین فرآیندی سبب بهینه شدن اطلاعات و شناسایی دودکش از زمینه لرزه‌ای می‌شود.

در این مطالعه یکی از میادین بخش مرکزی خلیج فارس مورد بررسی قرار گرفت و حضور دودکش گازی در آن اثبات شد. خروج گاز از سنگ منشاء سیلورین به مخازن گروه دهرم بر روی داده‌های لرزه‌ای قابل رویت است. البته به هم ریختگی رفلکتورها در اعماق زیاد، خود متاثر از کیفیت ضعیف داده‌ها در این اعماق است. به علاوه وجود اثرات دودکش در اعماق پائین‌تر از دهرم، خروج گاز از مخزن نیز در طول زمان زمین‌شناسی رخ داده است که اثرات آن تا انتهای کرتاسه دیده می‌شود. عملکرد گسل نیز عامل دیگری است که در خروج گاز تاثیرگذار می‌باشد. این گسل با عبور از سنگ پوشش ضخیم دشتک، تا تورونین را تحت تاثیر قرار داده و خروج گاز در کل این فواصل دیده می‌شود.

اطلاعات مقاله

تاریخ ارسال نویسنده: ۹۶/۱۰/۱۲

تاریخ ارسال به بازبین: ۹۶/۱۰/۲۱

تاریخ پذیرش بازبین: ۹۶/۱۲/۰۲

واژگان کلیدی:

دودکش گازی، نشان‌گر لرزه‌ای، شبکه عصبی، مسیر مهاجرت سیال، خلیج فارس

مقدمه

در حین مهاجرت از یک توالی چینه‌ای، سنگ‌ها شکسته شده و یا به صورت شیمیایی دچار تغییر می‌شوند. در این هنگام گاز می‌تواند در پشت مجرای خروج مایع قرار گیرد. در داده‌های لرزه‌نگاری، این اثر خود را به صورت دنباله‌های عمودی مسیر مهاجرت هیدروکربور نشان داده و بنابراین اطلاعات قابل‌ذکری در خصوص سیستم نفتی ارائه می‌دهد. به این مسیرهای عمودی که همراه با اثرهای محوشدگی بازتابنده، کاهش پیوستاری، نقاط روشن و پراش موج همراه است، دودکش گازی گفته می‌شود [۱]. دودکش‌های گازی ارتباط مکانی بین سنگ منشاء، تله نفتی، نقطه افتادگی و بی‌هنجاری‌های نزدیک سطح را برقرار می‌کنند. تفسیر دقیق این امر کمک خواهد کرد تا تاریخچه هیدروکربوری یک حوضه را به هم متصل کرده و تفاوت بین اهداف نشست‌دار و بدون نشست و خطرات زمین‌ساز را تشخیص داد [۲]. آنچه که امروزه به عنوان دودکش بر روی داده‌های لرزه‌ای دیده می‌شود که حاصل خروج هیدروکربور در طی میلیون‌ها سال از سنگ منشاء به افق‌های بالاتر یا حاصل نشست از سنگ مخزن یا سنگ پوشش است. بنابراین وجود دودکش قبل از هر چیز بیانگر حضور هیدروکربور در زیر سطح و فعال بودن سیستم نفتی منطقه صرف‌نظر

حجم باقیمانده در مخزن یا نشست به سطح زمین است.

۱- شبکه عصبی

در صنعت نفت، شبکه‌های عصبی ابزار مفیدی در شناسایی مخازن است. یک شبکه عصبی مصنوعی یک سیستم دینامیکی است که با پردازش روی داده‌های تجربی، روابط نهفته در ورای داده‌ها و الگوها را به ساختار شبکه منتقل می‌کند. به این سیستم‌ها هوشمند می‌گویند، چرا که براساس محاسبات بر روی داده‌های عددی یا مثال‌ها، قوانین کلی را فرا می‌گیرند. این سیستم‌های مبتنی بر هوش محاسباتی، سعی در مدل‌سازی ساختار مغز بشر دارند [۳]. شبکه عصبی مناسب‌ترین مورد برای تطبیق الگویی، طبقه‌بندی و تخمین در حین آموزش یا یادگیری است [۴].

روش نیمه خودکار تشخیص دودکش‌ها از یک کلاسه‌کننده شبکه عصبی مصنوعی با یک لایه مخفی و تعدادی نشانگر انتخاب شده در محل‌های محدودی از دو کلاس دودکش گازی و زمینه، استفاده می‌کند. شبکه عصبی آموزش دیده سپس بر روی تمام داده‌های نگاشته شده تا دو خروجی احتمالی برای دو کلاس دودکش و زمینه به دست می‌آید. کاربرد این روش و ساخت احتمال سه بعدی

* نویسنده‌ی عهده‌دار مکاتبات (ruzbeh.mehranfar@gmail.com)

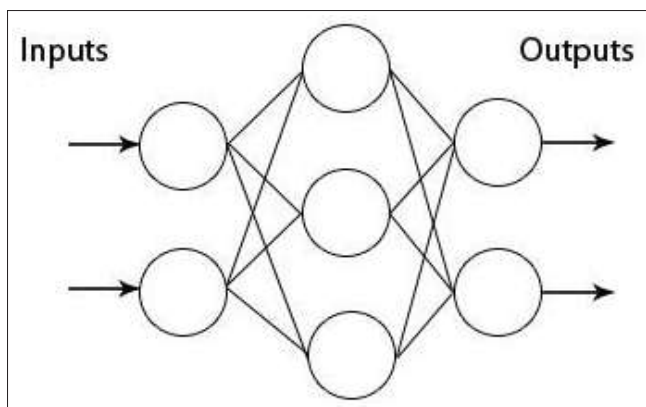
۴- دودکش گازی

دودکش‌های گازی به صورت یک مجموعه آشفتگی لرزه‌ای عمودی بوده که با شباهت ناچیز تریس با تریس نمایان می‌شوند. برای مطالعه دودکش‌ها نیز نشانگرهای مناسبی وجود دارند. از بین نشانگرهای مختلف، تعدادی از آنها مانند انرژی^۱، تشابه^۲، انحراف شیب^۳، انحناء^۴ و فرکانس^۵ برای تشخیص مسیر مهاجرت هیدروکربور در مقاطع لرزه‌ای مناسب است.

در این ساختمان حرکت رو به بالای نمک کامبرین هرگز تا ترشیری ادامه داشته و شکل‌گیری ساختمان متأثر از حرکت نمک و عملکرد گسل بوده است [۶]. مخازن کنگان، دالان و فراقان در این ساختمان گازی بوده و گسل مذکور به صورت تراستی در این مخازن عمل کرده است و ستیغ ساختمان را تحت تاثیر قرار داده است.

نشانگرهای لرزه‌ای چندگانه، دارای حساسیت به انواع مختلف ویژگی‌های پدیده‌های زمین‌شناسی بوده و در افزایش تقابل بین پدیده‌ها با زمینه و آشکارسازی ویژگی‌های پنهان به کار برده می‌شوند. انتخاب نقاط تفسیری مناسب توسط مفسر در دو کلاس دودکش و غیر دودکش، سهم بزرگی در تاکید یا حذف یک نشانگر دارد و نتیجه کار را تا حد قابل توجهی بهبود می‌دهد. علاوه بر این مفسر در مرحله آموزش با شبکه در تعامل بوده و شبکه را در یافتن حداقل تعداد نقاط مجموعه آموزش دهنده برای طبقه‌بندی هدایت می‌کند. انتخاب الگوی ورودی نقاط دودکش و غیردودکش در شبکه عصبی نظارت شده، عامل برتری آن بر شبکه عصبی نظارت نشده است.

برای انجام مطالعه دودکش گازی بر روی مقاطع لرزه‌ای ابتدا باید داده‌ها توسط مفسر با تجربه مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد تا مناطق درست از لحاظ گسترش دودکش گازی شناسایی شود. بنابراین ابتدا نقاط مورد نظر جهت دودکش گازی و پس زمینه لرزه‌ای به نرم‌افزار معرفی می‌شود. در مرحله بعد، گروه نشانگرها به منظور محاسبه نشانگرهای اولیه در نقاط مشخصه و تلفیق آنها و در نتیجه به دست آوردن گروه نشانگرهای جدید، به عنوان لایه ورودی به شبکه عصبی



شکل ۱ | روش‌های مختلف ارتباط گروه‌ها

کلاس دودکش گازی (مکعب دودکش) باعث تحول عظیمی در یافتن مسیر مهاجرت مایعات، تحلیل نشستی گسل‌ها و اولویت‌بندی هدف‌های اکتشافی شده است.

۲- شبکه‌های عصبی مصنوعی

شبکه عصبی مصنوعی، مجموعه‌ای از تعداد نسبتاً زیاد واحدهای پردازشی است که در یک ساختمان منظم، پیکره‌بندی می‌شوند. هر واحد دارای چندین ورودی است که این ورودی‌ها با هم ترکیب شده و بعد از انجام یک مجموعه عملیات، یک خروجی حاصل می‌شود. اساس کار این واحدهای پردازشی بر ارتباطات میان این واحدها استوار است که شبیه ارتباطات میان نورون‌های بیولوژیکی در مغز انسان است، که خروجی یک سلول، ورودی دیگری را تشکیل می‌دهد. واحدهای پردازشی در این شبکه شامل لایه ورودی، لایه خروجی و یک یا چند لایه پنهان عملگر است. لایه اول (ورودی) ورودی را در خروجی خود بدون هیچ‌گونه تغییری کپی می‌کند. اما سایر لایه‌ها بر روی داده‌ها کار پردازش را انجام می‌دهند و یک خروجی خواهند داشت. این گروه‌ها قابلیت یادگیری، به خاطر سپاری و تعمیم به یک مجموعه داده آموزشی یا نقاط بنیادی را دارند. شکل ۱- چندین روش مختلف ارتباط گروه‌ها را نشان می‌دهد [۴]. براساس شرایط ارتباط نورون‌های مصنوعی و چگونگی اتصال ورودی و خروجی، انواع مختلف شبکه‌های عصبی مصنوعی را خواهیم داشت.

۳- نشانگرهای لرزه‌ای

نشانگرهای لرزه‌ای توابع ریاضی مشتق شده از داده‌های لرزه‌ای هستند که در حوزه زمان و فرکانس به صورت لحظه‌ای یا پنجره‌ای استخراج می‌شوند [۵] و به صورت ویژگی‌های متعدد ذاتی ردلرزه‌ای از نظر کیفی (پیش‌بینی سنگ‌شناسی) و کمی (پیش‌بینی پتروفیزیکی) تجزیه و تحلیل می‌شوند و تجسم‌گرایی (Imagination) تفسیر لرزه‌ای برای شناسایی پدیده‌ها را افزایش می‌دهند. بدین ترتیب پدیده‌های زمین‌شناسی به سبب تفاوت در پاسخ لرزه‌ای متفاوت با زمینه‌شان که بر کیفیت داده‌های لرزه‌ای تاثیر می‌گذارند، با استفاده از نشانگرهای مختلف توصیف می‌شوند. اگرچه نشانگرهای لرزه‌ای به پدیده زمین‌شناسی خاصی حساس نیستند.

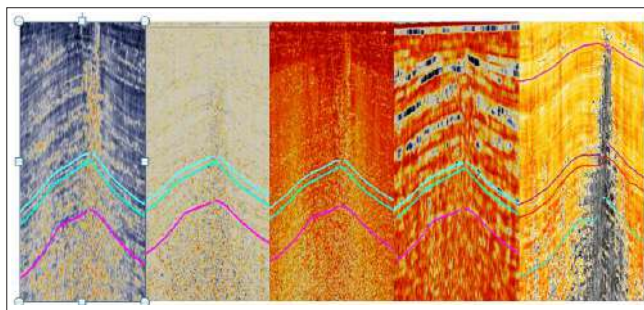
انتخاب نشانگرهای مناسب و مرتبط در استفاده از شبکه عصبی از اهمیت بسزایی برخوردار است. در این مطالعه سعی شده تا با استفاده از انتخاب ورودی‌های مناسب و روش نظارت شده شبکه عصبی از یک شبکه موثر و کارآمد در شناسایی دودکش‌های گازی استفاده شود. با کاربرد تصویرسازی ساختمانی و تجسم‌گرایی تفسیر لرزه‌ای، می‌توان گسل‌ها و دودکش‌ها را شناسایی کرد.

نتایج بهتری ارائه می‌دهند، در جدول ۱- آمده است. در کلیه نقاطی که به عنوان دودکش و غیردودکش توسط مفسر انتخاب شده‌اند این نشانگرها محاسبه شده و مقادیر عددی آنها ارائه می‌شود. خروجی این مقادیر در شبکه عصبی وارد می‌شود (شکل-۲).

جدول ۱- لیست نشانگرهای مورد استفاده در تشخیص دودکش را نشان می‌دهد که نشانگرهای انحناء، شیب، تشابه و انرژی بیشترین وزن را دارند. بازه‌های زمانی ذکر شده مقادیر بازه‌های نهایی مورد استفاده است.

به طور کلی در بررسی مسیر مهاجرت هیدروکربور یا دودکش گازی از سه پنجره استفاده می‌شود (شکل-۳). یکی در محدوده نقطه بررسی، دیگری در بالا و سومی در پایین پنجره است. مقدار نشانگرهای محدوده دودکش در هر سه پنجره یکسان بوده ولی در زون‌های با انرژی کم و نوفه‌ای، فقط در پنجره میانی معادل زون دودکش است. براساس اطلاعات جدول-۱، نشانگرهای انرژی و تشابه در بازه‌های زمانی مختلف بر مبنای عملکرد پنجره‌ها قابل محاسبه است. نکته مهم در این شکل و پنجره‌های مطرح شده، ایجاد تصور مقایسه‌ای از نواحی دارای دودکش با نواحی پراکنده نوفه‌ای دیگر است. به این معنا که در کل مسیر دودکش، زون‌های نوفه‌ای با شیب بالا و انرژی کم هستند، اما در سایر جاها که بخش‌هایی از داده لرزه‌ای چنین حالتی را نشان می‌دهد، در اطراف آن زمینه لرزه‌ای چنین حالتی ندارد. پس از محاسبه نشانگرهای مختلف در محل نقاط انتخابی به عنوان زمینه و دودکش، نتایج وارد شبکه عصبی شده و پس از انجام محاسبات ویژه، خروجی شبکه -دودکش گازی- به دست می‌آید (شکل-۴).

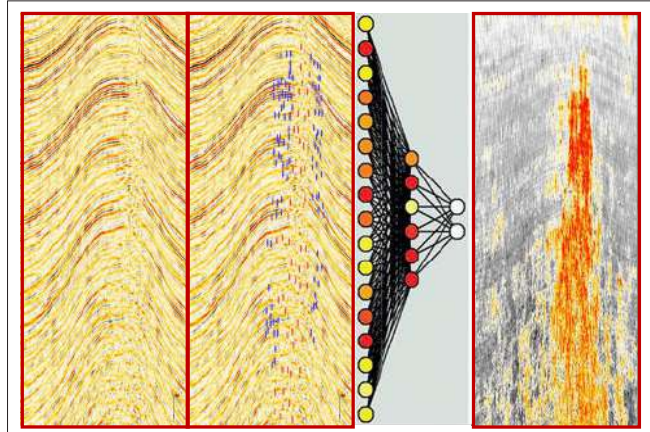
شکل ۴- نتایج حاصل از اعمال نشانگرهای مختلف در جهت یک خط طولی از مکعب لرزه‌ای سه بعدی ساختمان مورد نظر را نشان می‌دهد. در شکل سمت راست که نتیجه نهایی دودکش را نشان می‌دهد، خط سبز رنگ بیانگر افق کنگان است و در زیر این افق، دودکش (بخش تیره رنگ) وجود دارد که می‌تواند بیانگر مهاجرت از سنگ مشاء باشد.



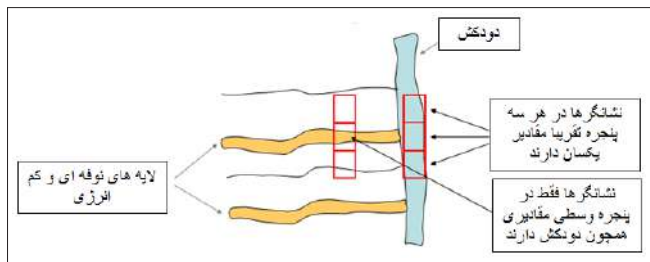
۴ | مقایسه نشانگرهای تشابه، انحناء، شیب و انرژی (به ترتیب از چپ به راست) و در نهایت برش احتمالی دودکش (آخرین شکل) حاصل از تلفیق نتایج نشانگرهای لرزه‌ای در شبکه عصبی.

معرفی می‌شوند. در این مطالعه جهت محاسبات شبکه عصبی از روش نظارت شده شبکه عصبی استفاده شده است.

مشخصات نشانگرهای ورودی که در تلفیق دارای بیشترین کارایی در شناسایی دودکش‌ها بوده و در محاسبات شبکه عصبی نظارت شده

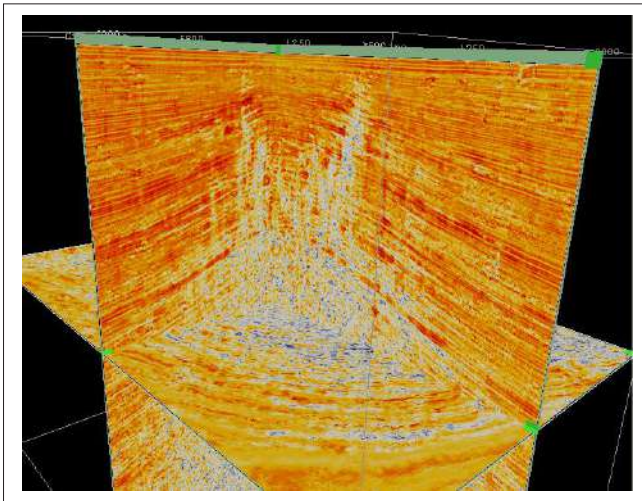


۲ | از چپ به راست: با انتخاب نقاط دودکش (قرمز رنگ) و غیردودکش (آبی رنگ) در مقطع لرزه‌ای و اعمال شبکه عصبی بر روی آنها، دودکش گازی از پس زمینه لرزه‌ای قابل تفکیک است. (خط طولی ۱۳۴۰ نمونه است)

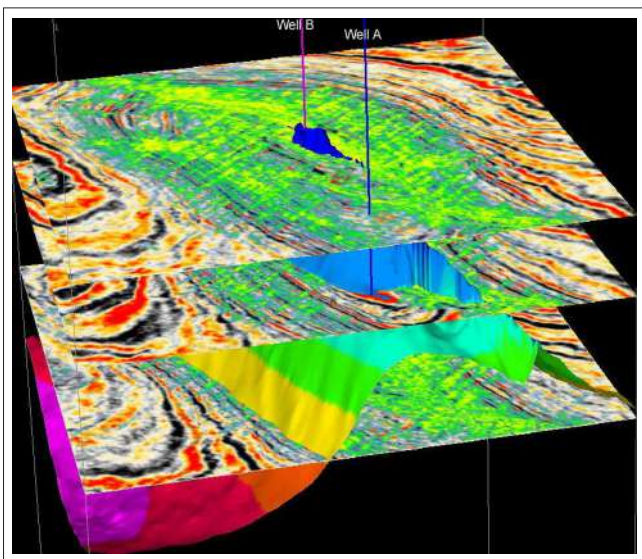


۳ | چگونگی بررسی نشانگرها در پنجره‌های مختلف

پارامترهای نشانگرهای ورودی در محاسبات شبکه عصبی	بازه زمانی (میلی ثانیه)	نشانگر
خروجی		لحظه‌ای
فاز لحظه‌ای		فرکانس
دامنه لحظه‌ای		شیب
مجذور فرکانس میانگین		انرژی
انحراف شیب فرکانس		تشابه
شیب قطبی		انحناء
Ln انرژی، انرژی	$[-6, 6]$, $[-8, 8]$, $[-12, 12]$ $[-14, 14]$, $[-16, 16]$, $[-20, 20]$, $[-24, 24]$ $[-28, 28]$, $[-32, 32]$, $[-40, 40]$	
مکعب تشابه (باهدایت شیب و بدون هدایت شیب)	$[-6, 6]$, $[-12, 12]$, $[-28, 28]$ $[-40, 40]$, $[-48, 48]$, $[-56, 56]$ $[-64, 64]$	
بیشینه، کمینه و شیب		



شکل ۵ | نمای سه بعدی خروج هیدروکربور بر روی خط طولی ۱۶۰۰، خط عرضی ۵۹۰۰ و برش زمانی ۲۵۰۰ میلی ثانیه پس از اعمال شبکه عصبی. محل های روشن بیانگر دودکش گازی است.



شکل ۶ | سه برش زمانی به ترتیب از پایین به بالا شامل ۱۸۴۰، ۱۶۴۰ و ۱۴۴۰ میلی ثانیه

خروجی شبکه عصبی در قالب مکعب دودکش گازی، مسیرهای مهاجرت گاز در طول زمان را به خوبی نشان می دهد. در شکل های ۵ و ۶ مسیر این مهاجرت به خوبی در برش های مختلف لرزه ای قابل رویت است. در شکل ۶، سه برش زمانی به ترتیب از پایین به بالا شامل ۱۸۴۰، ۱۶۴۰ و ۱۴۴۰ میلی ثانیه از افق کنگان عبور داده شده است. چاه B- در ستیغ ساختمان و محل عبور گسل و تمرکز دودکش گازی حفاری شده و چاه A- دور از چنین موقعیتی واقع شده است.

نتیجه گیری

ساختمان مورد مطالعه دارای مخازن گازی ثابت شده در افق دهرم بوده و یک گسل پی سنگی، ساختمان را به دو بخش تقسیم کرده است. بخشی از خروج هیدروکربور در راستای این گسل رخ داده که بر روی مقاطع لرزه ای به خوبی مشهود است و گسل مذکور تا زمان تورونین فعال بوده و عملکرد آن به خوبی بر روی داده های لرزه ای مشخص است. اثبات دودکش گازی در ساختمان مورد مطالعه، نشت گاز از مخزن دهرم در طول زمان زمین شناسی و خروج هیدروکربور از سنگ منشاء سیلورین را نشان می دهد. البته بخشی از ماهیت نوفه ای اطلاعات لرزه ای در این عمق، متأثر از کیفیت ضعیف داده ها بوده و ارتباطی به مهاجرت سیال ندارد.

استفاده از این تکنیک در ایران می تواند الگوهای مختلف نحوه گسترش دودکش را مشخص کرده و کمک و اطلاعات موثری در شناسایی و ارزیابی مخازن شارژ شده و تخلیه شده ارائه کند. انجام چنین مطالعه ای امکان ارزیابی ساختمان ها را پیش از حفاری فراهم کرده و دید مناسبی از وضعیت هیدروکربوری آنها میسر می سازد و می تواند مانع از حفاری ساختمان های خشک و اتلاف میلیون ها دلار هزینه حفاری شود. به این ترتیب، موقعیت و نحوه گسترش دودکش و نوع کلاس آن (خارج از حوزه این مقاله) بیانگر مثبت یا منفی بودن نقش دودکش بوده و با در نظر گرفتن چنین مواردی پیش از حفر یک ساختمان در خصوص خشک بودن یا نبودن آن می توان اظهار نظر کرد.

پانویس ها

- | | | |
|---------------|-----------------|--------------|
| 1- Energy | 3- Dip variance | 5- Frequency |
| 2- Similarity | 4- curvature | |

منابع

- [1] Heggland, R., 2005, using gas chimneys in seal integrity analysis: A discussion based on case histories, in P. Boulton and J. Kaldi, eds., Evaluating fault and cap rock seals: AAPG Hedberg series, no. 2, p. 237-245.
- [2] Marinade F. and Connolly D., Seismic Meta-Attributes as a Practical Exploration Tool, AAPG Geophysics Integration Committee, 2003.
- [3] Tingdahl, K.M., and de Rooij, M., 2005, "Semi-automatic Detection of Faults in 3-D Seismic Data". Geophysical Prospecting, 53, 533-542.
- [4] Aminzadeh, F., and de Groot, P., 2006, "Neural Networks and Other Soft Computing Techniques with applications in the oil industry". EAGE.
- [5] Childs, C., Sylta, Ø., Moriya, S., 2002, The Impact of Fault Seal Properties on Hydrocarbon Migration Modelling of the Oseberg-Syd Area, AAPG Hedberg Conference
- [6] Szabo, F., and Kheradpir, A., 1978, Permian and Triassic stratigraphy, southwest Iran: Jour. Petr. Geol., v. 1, p. 578-.