

ارزیابی پتروفیزیکی سازند آسماری در میدان نفتی قلعه نار واقع در فروافتادگی دزفول

اکرم عیوضی نژاد^۱، مهدی زارع^۲

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد زمین شناسی نفت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

۲- دانشیار پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۲/۱۱ تاریخ تصویب: ۱۳۸۹/۱۱/۲۷

چکیده

میدان نفتی قلعه نار در ۴۰ کیلومتری شمال شهرستان اندیمشک واقع شده و دارای دو مخزن به نام های سازند آسماری و گروه بنگستان است. سازند آسماری با ترکیب سنگ شناسی ماسه سنگ آهکی، آهک ماسه ای با میان لایه های شیل یکی از مهم ترین مخازن فروافتادگی دزفول به شمار می رود. به همین منظور در این مقاله به ارزیابی پتروفیزیکی سازند آسماری با استفاده از نرم افزار Geolog پرداخته می شود که شامل تعیین ترکیب سنگ شناسی، حجم شیل، تخلخل و اشباع آب است. بر همین اساس مناطقی که از لحاظ اقتصادی مناسب بهره برداری هستند، شناسایی شده است که شامل منطقه A₁ دارای میانگین تخلخل ۰/۲، میانگین اشباع آب ۰/۵۵ و میانگین حجم شیل ۰/۷/۵ است. منطقه A₂ دارای میانگین تخلخل ۰/۱۲، میانگین اشباع آب ۰/۴۵ و میانگین حجم شیل ۰/۳۷/۵، منطقه A₃ دارای میانگین تخلخل ۰/۵، میانگین اشباع آب ۰/۴۰ و میانگین حجم شیل ۰/۳۵ است. در مقایسه با میدان های نفتی مخزن آسماری در فروافتادگی دزفول مناطق A₁ و A₂ میدان نفتی قلعه نار از لحاظ تخلخل و اشباع آب شرایط مشابهی از نظر کیفیت مخزنی با چاه BH-51 میدان نفتی بی بی حکیمه دارند اما به علت وسعت کم میدان نفتی قلعه نار استخراج از میدان نفتی بی بی حکیمه اقتصادی تر به نظر می رسد. میدان نفتی قلعه نار تخلخل کمتری را نسبت به نتایج آنالیز مغزه در میدان نفتی اهواز نشان می دهد، لذا توان اقتصادی میدان نفتی قلعه نار به مراتب کمتر از میدان اهواز است.

واژگان کلیدی: سازند آسماری، میدان نفتی قلعه نار، ارزیابی پتروفیزیکی، مناطق مخزنی

مقدمه

این میدان، سازند آسماری و گروه بنگستان است. سازند آسماری حاوی نفت با درجه سبکی ۳۰ درجه API و گوگرد ۰/۸ درصد است و گروه بنگستان حاوی گاز است.

نشانه های وجود هیدروکربن در منطقه به صورت چشمه های نفتی تراوش های بین لایه ای و رگه های نفتی دیده می شود (شکل ۱).

میدان نفتی قلعه نار در ۴۰ کیلومتری شمال شهرستان اندیمشک قرار دارد و در سال ۱۳۵۴، با حفر چاه شماره ۱ توسط شرکت اسکو کشف گردید و تا سال ۱۳۷۰ در مجموع سه حلقه چاه در این میدان حفر گردید [۷]. این میدان به طول ۶۰ کیلومتر و عرض ۴ تا ۶ کیلومتر تاقدیس کوچکی در دامنه جنوبی تاقدیس بالارود و در شمالی ترین حد فروافتادگی دزفول است. مخازن اصلی

روش کار

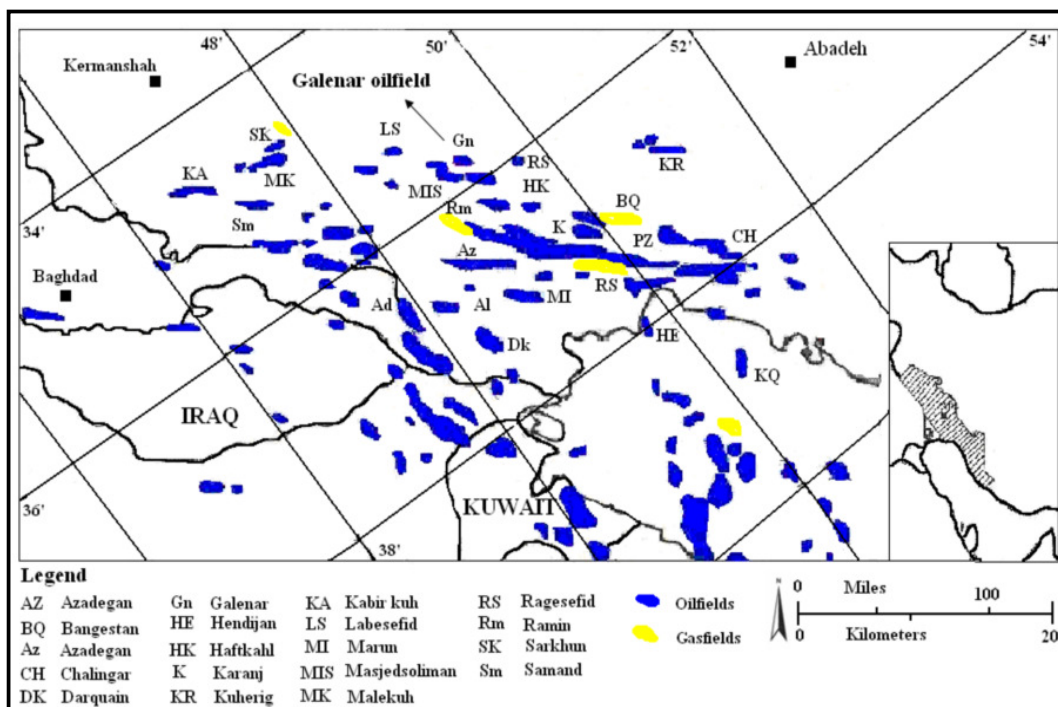
در حوزه اکتشاف و استخراج ذخایر هیدروکربوری طراحی شده است. علاوه بر کاربردهای این نرم افزار در ژئوفیزیک و حفاری توانایی و کاربرد تخصصی تر این نرم افزار در پتروفیزیک است و بخش های مختلف این نرم افزار امکان رسیدن به نتایج بسیار دقیق و مفیدی را برای زمین شناسان نفت و مهندسين پتروفیزیک فراهم می کند.

۳- تبدیل داده های چاه به فرمت قابل استفاده توسط نرم افزار: داده های خام به طور معمول در فرمت های .txt و .xls و .pdf. در اختیار می گیرد. این فرمت ها برای نرم افزار geolog قابل قبول نیست و داده های خام باید به فرمت .las. که فرمت نرم افزار geolog است تغییر یابد.

تعیین ترکیب سنگ شناسی، حجم شیل، تخلخل، اشباع آب مهم ترین پارامترهایی هستند که در ارزیابی پتروفیزیکی و کیفیت مخزن سازندها تعیین می شوند [10]. به منظور ارزیابی پتروفیزیکی با داده های خام مراحل مطالعه به ترتیب زیر طی شده است:

۱- گردآوری اطلاعات میدان و چاه های حفاری شده: که شامل گزارش ها مقالات و طرح های توسعه میدان می باشد.

۲- استفاده از نرم افزار مناسب جهت محاسبه پارامترهای پتروفیزیکی: نرم افزار ژئولاگ (Geolog) ساخت شرکت پارادایم (Paradigm) نسخه ۶/۶ جهت استفاده حرفه ای



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی میدان نفتی قلعه نار در شمال فرافتادگی دزفول [16]

مرحله مهم در ارزیابی خواص مخزنی است و می توان زون های مخزنی را از غیر مخزنی جداسازی نمود. سازند آسماری یکی از مهمترین مخازن میدان های نفتی است به طوری که همراه با سنگ مخزن سروک ۴۰۰ میلیون بشکه نفت درجا و ۷ درصد از کل مخازن دنیا را تشکیل می دهند [9]. در سازند آسماری دو بخش تشخیص داده شده است که عبارتند از: بخش ماسه سنگی اهواز شامل ماسه سنگ آهکی، آهک ماسه ای و شیل با نومولیت های الیگوسن و بخش آهک کلهر که از آهک سفید مایل به کرم تا آهک دولومیتی تشکیل شده است [۲]. نمودارهای متقاطع مختلفی برای تعیین لیتولوژی به کار می برد. با استفاده از این نمودار ها میتوان ترکیب کانی های عمده را در مخزن مانند کوارتز، آهک، انیدریت و دولومیت را شناسایی کرد. تعیین سنگ شناسی مقدم بر ارزیابی های دیگر است. به طوری که تعیین تخلخل بدون داشتن دانشی از سنگ شناسی دقیق نیست.

نمودار متقاطع چگالی - نوترون - گاما

قبل از استفاده از این نمودار متقاطع لازم است که ابتدا نگارها از لحاظ شیل و هیدروکربن تصحیح می شوند. در نمودار متقاطع چگالی - نوترون - گاما می توان حداکثر دو کانی مختلف را شناسایی کرد که نمودار نوترون از نوع NPFI و نمودار چگالی از نوع RHO است. محل پلات شدن نقطه ای است که با توجه به فاصله ی نقطه از خطوط زمینه نشانگر درصد لیتولوژی است. با توجه به شکل ۲ بیشتر نقاط در محدوده ماسه سنگ و سنگ آهک قرار دارد. نقاط مربوط به پرتو گاما بر روی خط ماسه سنگ نشان دهنده حضور شیل است. اما این میزان شیل در خط سنگ آهک کاهش پیدا کرده است و در خط دولومیت به حداقل می رسد.

۴- اعمال تصحیح محیطی بر روی داده های خام: در برخی موارد به دلیل شرایط محیطی ابزار های اندازه گیری مقدار بیشتر یا کمتر داده را ثبت می نمایند برای مثال در ابزار نمودار گیری چگالی منبع پرتو گاما و ثبت کننده روی کفشک فلزی سوار هستند که آن نیز به یک بازوی جمع شونده متصل است. به کمک فنر ها این صفحات در روی دیواره چاه نگه داشته می شوند. برای این نمودار زمانی، تصحیح لازم است که تماس بین کفشک و سازند به دلیل ناهمواری دیواره چاه به طور کامل انجام نشود. ناهمواری ها در طول چاه بر اثر ریزش لایه های شیلی دیواره ایجاد می شود [۲]. بیشتر این خطوط در لایه های شیلی ایجاد شده است

۵- انجام محاسبات پتروفیزیکی به روش Determin: جهت انجام کلیه تفسیرهای پتروفیزیکی، ژئولاگ امکان استفاده از هریک از دو روش عمده آنالیز پتروفیزیکی یعنی روش قطعی و احتمالی را می دهد. در این پژوهش از روش قطعی استفاده می شود [14].

۶- تعیین مناطق مخزنی: پس از انجام محاسبات، مناطق مخزنی که از لحاظ اقتصادی حائز اهمیت هستند شناخته شده و منطقه بندی می گردد در هر کدام از این مناطق پارامترهای پتروفیزیکی نظیر تخلخل و اشباع آب نسبت به عمق چاه نفتی شناخته می شود.

۷- مقایسه سازند آسماری در میدان نفتی قلعه نار با میدان های نفتی دیگر: نتایج بررسی های پتروفیزیکی و منطقه بندی میدان نفتی قلعه نار با میدان های نفتی دیگر از لحاظ پتروفیزیکی و اقتصادی مقایسه می شود.

ترکیب سنگ شناسی

یکی از کاربرد های اصلی داده های پتروفیزیکی تشخیص سنگ شناسی است. شناسایی ترکیب سنگ شناسی یک

نمودار متقاطع نوترون-گاما

این نمودار روش مناسبی برای تعیین فواصل مخزنی است [15]. در فواصل حاوی شیل GR به حضور شیل پاسخ داده و در نتیجه در این فواصل نقاط پلات شده به صورت یک نمودار خطی نمایش داده می شود (شکل ۴).

محاسبه تخلخل

تخلخل سنگ برابر است با نسبت حجم فضاهای خالی به حجم کل سنگ. یکی از مهم ترین فاکتورها در تعیین حجم ذخیره تخلخل است. روش های مختلفی برای محاسبه نوترون چگالی و صوتی استفاده می شود که می توان از یک نگار و یا ترکیبی از نگارهای مختلف استفاده کرد. قبل از محاسبه تخلخل تصحیحات محیطی تصحیح هیدروکربن تصحیح شیل انجام می شود. استفاده از اطلاعات مغزه یکی دیگر از روش های تعیین تخلخل است. در نمودار GR-CXO-CT بیشترین میزان تخلخل در بازه ۰/۴-۰/۱ متغیر است (شکل ۵).

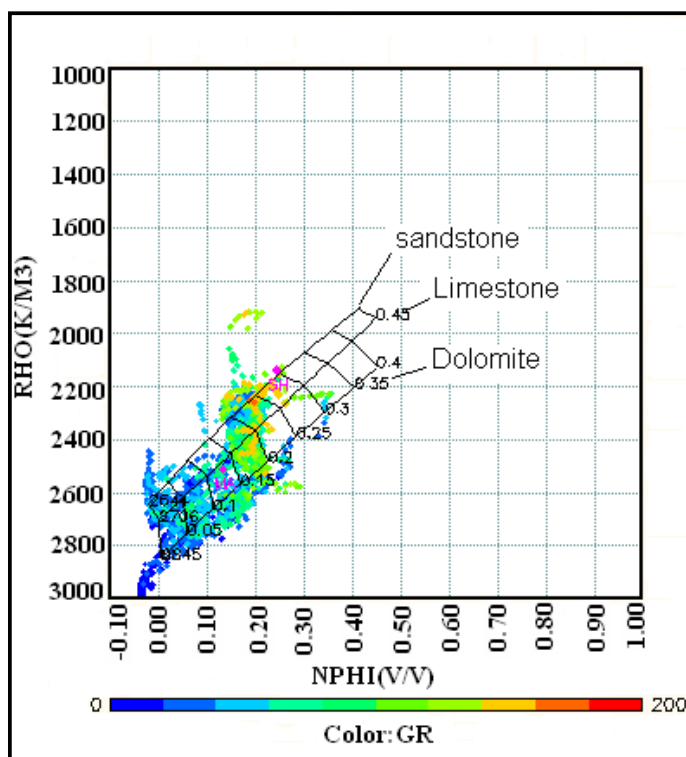
این مطلب نشان دهنده افزایش میزان شیل در ماسه سنگ و سنگ آهک سازند آسماری است.

نمودار متقاطع M-N-گاما

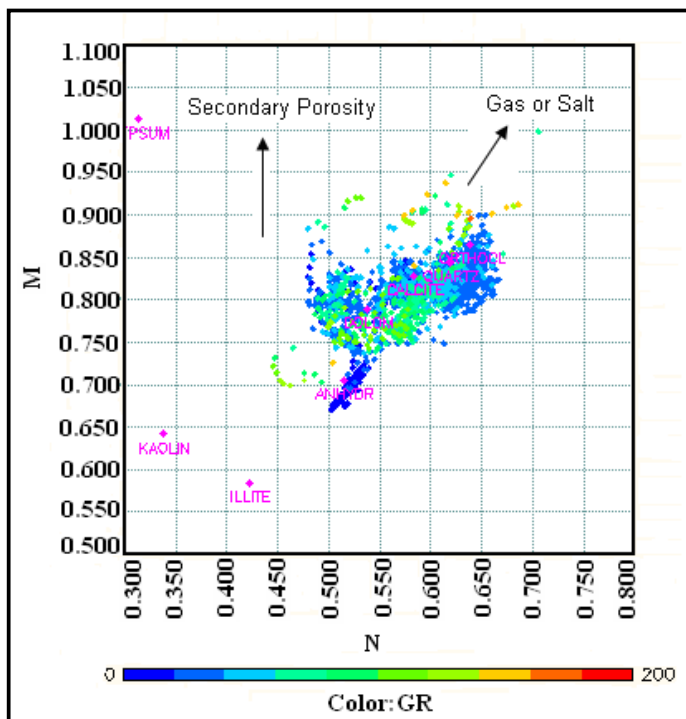
این نمودار متقاطع در تعیین سنگ شناسی با استفاده از سه لاگ تخلخل و در واقع برای حذف اثر تخلخل و بدست آوردن ترکیب کانی شناسی به کار می رود [8]. در این نمودار M و N در مقابل هم رسم شده اند. یکی از کاربردهای این پلات مشخص کردن تخلخل ثانویه است. تخلخل ثانویه M را تغییر می دهد اما بر N بی اثر است. نمودار متقاطع نوترون-چگالی نیز به شیب مشابهی به نام N منتهی می شود. M در واقع شیب منحنی زمان سیر امواج است (شکل ۳).

محاسبه حجم شیل

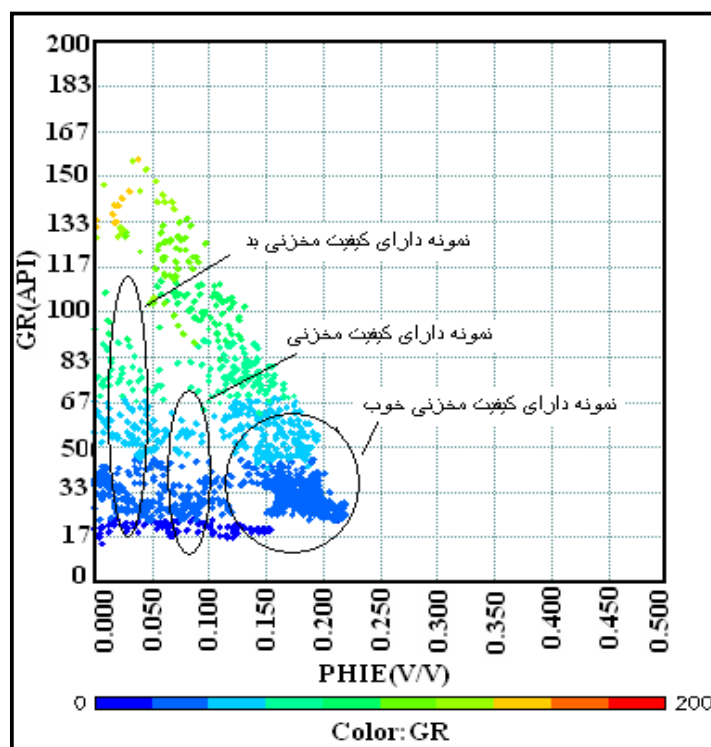
حجم شیل در یک مخزن نقش مهمی در خواص مخزن دارد. شیل می تواند تغییرات زیادی را در مخزن ایجاد کند. تغییر در ترکیب کانی شناسی شیل بر سایر خواص آنها اثر می گذارد. وجود شیل در مخازن هیدروکربنی تاثیر شدیدی بر برآورد ذخیره و توان تولید دارد. رس در شیل تعیین تخلخل و اشباع شدگی را مشکل می کند. وجود درصد اندکی رس در فضاهای خالی به شدت بر تراوایی اثر می گذارد. محاسبه شیل از نمودارهای SGR و CGR انجام می شود. مقدار شیل محاسبه شده از GR بیشتر از CGR است. چون در این روش علاوه بر تورיום و پتاسیم کانی اورانیوم نیز ثبت می شود که قابلیت انحلال بالایی دارد. در محاسبه حجم شیل تنها از روش CGR می توان بصورت دقیق حجم شیل را محاسبه کرد.



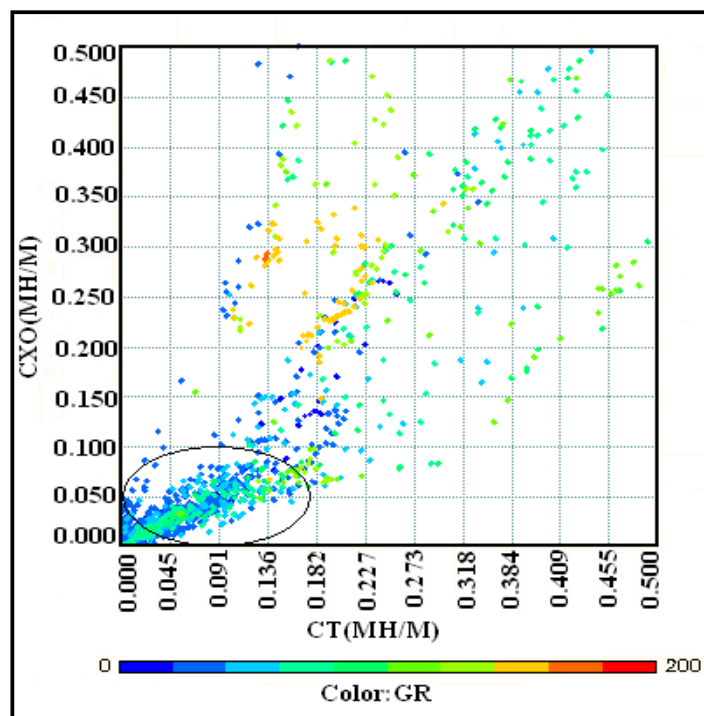
شکل ۲- نمودار مقاطع چگالی-نوترون-گاما



شکل ۳- نمودار مقاطع M-N-گاما



شکل ۴- نمودار مقاطع نوترون- گاما

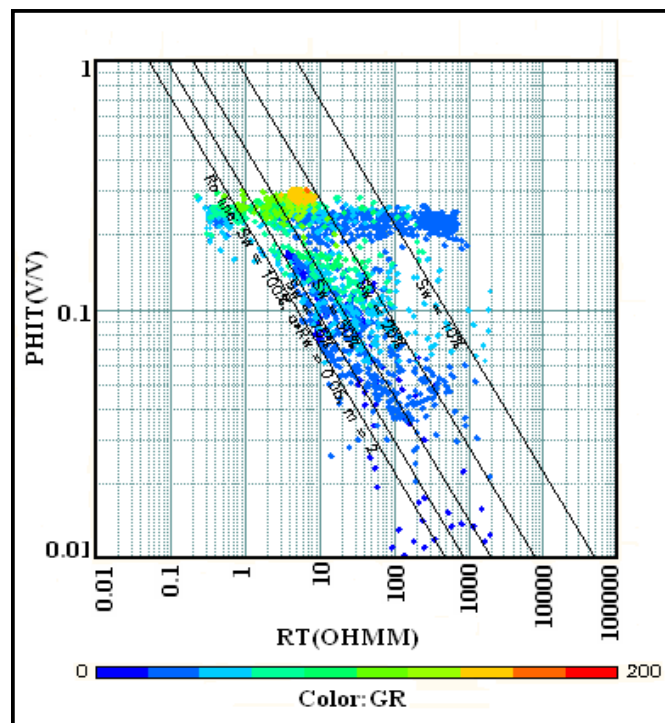


شکل ۵- نمودار مقاطع GR-CT-CXO بدست آمده از مغزه

محاسبه مقاومت آب سازندی

می تواند چندین منشا داشته باشد که شامل کاتالوگ آب، آنالیز شیمیایی آب سازندی، نگار SP و روش های متعدد دیگر براساس نمودار های متقاطع مقاومت ویژه- تخلخل و یا معادلات اشباع شدگی هستند [۶] روش های مختلفی برای محاسبه مقاومت آب سازندی وجود دارد که مهمترین هدف این روش ها متمایز کردن بخش های هیدروکربن دار در مقابل قسمت های آبدار است در این مقاله از روش پیکت پلات (Picket Plot) استفاده می شود. این روش در سال ۱۹۶۶ توسط پیکت ابداع شد. با استفاده از این روش می توان علاوه بر محاسبه R_w مقدار m را نیز برآورد کرد. با توجه به شکل ۶ مقدار R برابر 0.06 اهم بر متر و m برابر ۲ محاسبه گردید.

مقاومت (Resistivity) خاصیت فیزیکی سنگ بوده و در واقع مقاومتی است که سنگ در مقابل عبور جریان الکتریسیته از خود نشان می دهد. هیدروکربن سنگ و آب شیرین نقش غیر هادی داشته و بنابراین در مقابل جریان الکتریسیته از خود مقاومت نشان می دهد. آب شور هادی بوده و دارای مقاومت الکتریکی کم است [۴] آب سازندی گاهی به نام آب فسیل یا آب بین ذره ای خوانده می شود. آبی که توسط گل حفاری آلوده نشده و فضاهای خالی سنگ در بخش دست نخورده سازند را پر می کند. مقاومت ویژه آب سازندی R_w یکی از پارامترهای مهم در تفسیر نگار به شمار می رود. اطلاعات به دست آمده از مقاومت ویژه آب سازندی



شکل ۶- نمودار متقاطع پیکت- پلات

محاسبه اشباع آب

به منظور تعیین میزان اشباع آب از رابطه آرچی و روش ارزیابی اندونزی که توسط پویان و لوکس در سال ۱۹۷۱ ارائه شده است از نرم افزار Geolog استفاده شده است که نتایج آن بصورت منحنی اشباع آب نمایش داده شده است [11].

$$(S_w)^n = (F.R_w)/R_t \quad ۳-$$

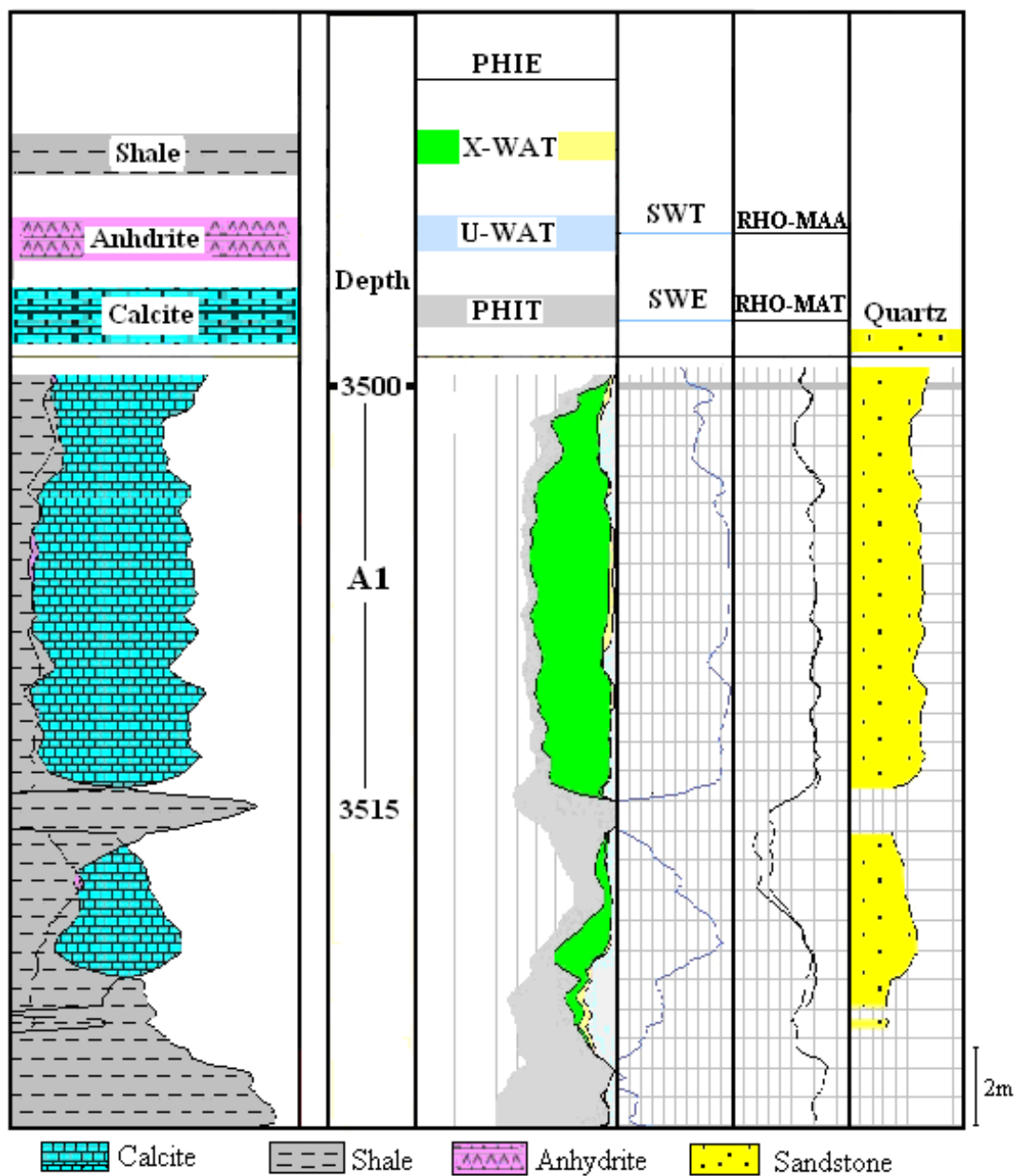
در رابطه ۱ R_w مقاومت ویژه آب سازندی n نماد اشباع آب S_w بخشی از حجم خلل و فرج است که توسط آب سازندی پر شده باشد. R_t مقاومت ویژه سنگ است که در تخلخل آن با آب و مقدار هیدروکربن پر شده باشد و در واقع همان مقاومت ویژه واقعی می باشد [۴].

تعیین مناطق مخزنی

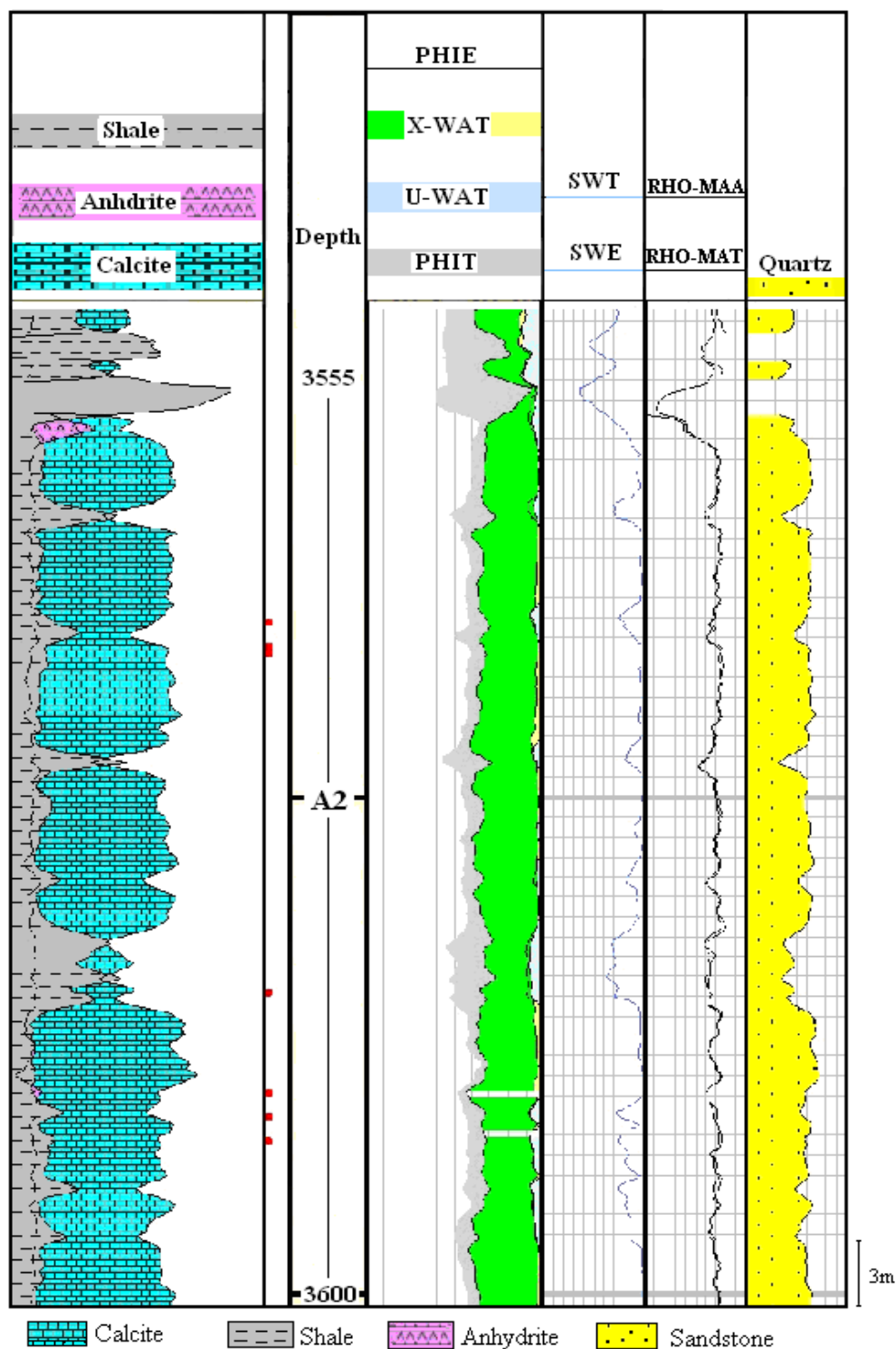
با محاسبه پارامترهای پتروفیزیکی و تعیین لیتولوژی سازند در اعماق مختلف نمودار پتروفیزیکی ترکیبی بدست می آید.

این نمودار ترکیبی (composite log) از نمودارهای درون چاهی است. نمودارهای ترکیبی برای برقراری همخوانی و روابط میان نمودارهای مختلف ارزشمند می باشد [۴].

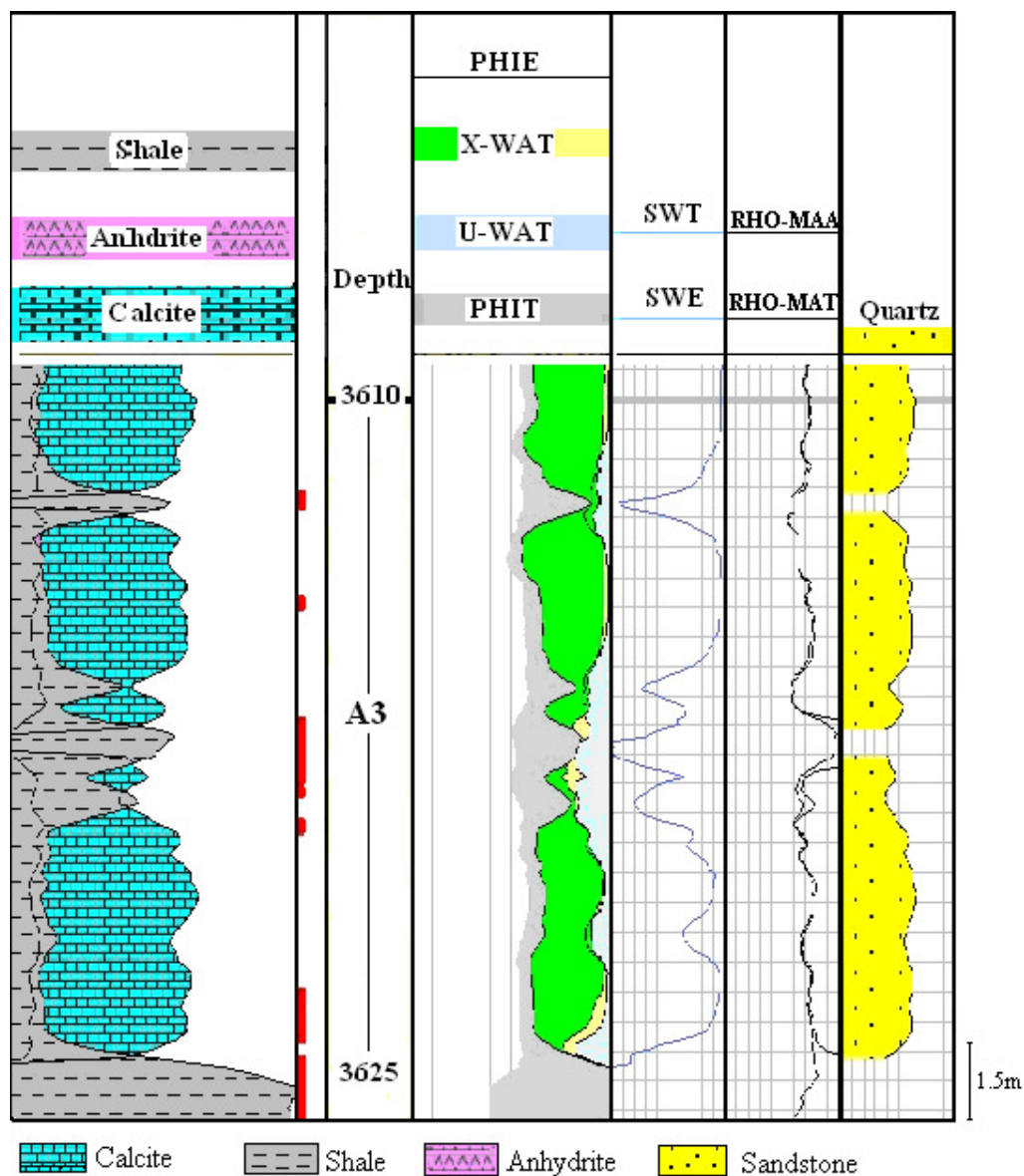
این نمودار شامل ستون سنگ شناسی است که شامل کربناته، شیل و انیدریت می باشد. منحنی های تخلخل از نوع PHIE تخلخل موثر یعنی قسمتی از تخلخل است که سیالات آزاد به درون آن راه داشته باشد و PHIT تخلخل کل یعنی مجموع تخلخل اولیه و تخلخل ثانویه است. ستون اشباع آب شامل: SWE اشباع آب موثر و SWT اشباع آب کل و ستون چگالی شامل: منحنی چگالی از نوع RHO می باشد. بر همین اساس سه منطقه مخزنی تعیین شده است (جدول ۱). [11,12] (شکل ۷، ۹ و ۱۰).



شکل ۷- نمودار پتروفیزیکی منطقه A₁



شکل ۸- نمودار پتروفیزیکی منطقه A₂



شکل ۹- نمودار پتروفیزیکی منطقه A3

جدول ۱- نتایج ارزیابی سه منطقه A3, A2, A1 سازند آسماری در میدان قلعه نار

منطقه	عمق (متر)	درصد اشباع آب (کمینه)	درصد اشباع آب (بیشینه)	درصد حجم شیل (کمینه)	درصد حجم شیل (بیشینه)	تخلخل (میانگین) %
A1	۳۵۰۰-۳۵۱۵	۴۰	۷۰	۵	۱۰	۲
A2	۳۵۵۵-۳۶۰۰	۳۰	۶۰	۷۰	۵	۱۲
A3	۳۶۱۰-۳۶۲۵	۰	۴۰	۵۰	۲۰	۵

مقایسه پارامترهای پتروفیزیکی

به قلعه نار می تواند وسعت خیلی زیاد این میدان نسبت به میدان کوچک قلعه نار دانست.

به منظور مقایسه نتایج ارزیابی مخزن آسماری با مخازن دیگر فروافتادگی دزفول دو میدان از میدان های مهم و اقتصادی به منظور مقایسه پارامترهای پتروفیزیکی انتخاب شده است که به شرح زیر می باشد:

میدان نفتی اهواز

اکتشاف میدان نفتی اهواز با حفر چاه شماره ۶ در سال ۱۹۵۶ صورت گرفت. این میدان در سال ۱۳۴۰ وارد مرحله تولید شد و تا سال ۱۳۷۰ در مجموع ۲۰۹ حلقه چاه در این میدان حفاری شده است [۷] مخازن این میدان شامل سازند آسماری و مخزن بنگستان (ایلام و سروک) است نتایج حاصل از مغزه میدان نفتی اهواز میزان تخلخل بالایی را نسبت به میدان قلعه نار نشان می دهد. به طوری که تخلخل متوسط در میدان نفتی اهواز ۳۰٪ در حالی که در زون A₂ قلعه نار که بهترین شرایط مخزنی را تخلخل در حدود ۱۲٪ نشان می دهد. بنابراین توان اقتصادی میدان نفتی اهواز به مراتب بیش تر از میدان نفتی قلعه نار است (جدول ۳).

میدان نفتی بی بی حکیمه

میدان نفتی بی بی حکیمه در ۲۵۰ کیلومتری جنوب شرق اهواز و ۳۰ کیلومتری خلیج فارس قرار دارد. این میدان در سال ۱۹۶۱ میلادی با حفر چاه اکتشافی BH-1 کشف و در سال ۱۹۶۴ به تولید اقتصادی رسید. مطالعات سنگ شناسی مخزن آسماری حاکی از وجود حجم عظیمی از سنگ های کربناته به همراه مقادیر جزئی شیل و لایه های ماسه سنگی است [۳] دو چاه BH-51 و BH-39 از لحاظ پتروفیزیکی و مقادیر تخلخل و اشباع آب بررسی شده است (جدول ۲). در مقایسه با میدان نفتی قلعه نار منطقه A₁ و A₂ شرایط مشابهی از لحاظ کاهش تخلخل با چاه BH-51 دارند. شرایط چاه BH-39 با منطقه A₃ از لحاظ اقتصادی برابر می باشد و تخلخل و اشباع آب تقریباً مشابه بوده است. دلیل اقتصادی بودن میدان بی بی حکیمه نسبت

جدول ۲- نتایج ارزیابی پتروفیزیکی سازند آسماری در میدان نفتی بی بی حکیمه [۳]

نام چاه	درصد اشباع آب (کمینه)	درصد اشباع آب (بیشینه)	درصد اشباع آب (میانگین)	درصد تخلخل (میانگین)
BH-39	۱۰	۹۰	۳۵	۱۰
BH-51	۹	۹۳	۵۵	۴

جدول ۳- نتایج ارزیابی پتروفیزیکی مغزه در میدان نفتی اهواز [۱]

عمق (متر)	درصد تخلخل (کمینه)	درصد تخلخل (بیشینه)
۲۴۰۰-۲۵۰۰	۴	۲۷
۲۵۰۰-۲۶۰۰	۱	۳۱
۲۶۰۰-۲۷۰۰	۲	۳۵
۲۷۰۰-۲۸۰۰	۲	۳۳

نتیجه گیری

بر مبنای مطالعات انجام شده در این تحقیق می توان نتایج زیر را ارائه کرد:

۱- از لحاظ اقتصادی سازند آسماری در میدان نفتی قلعه نار دارای سه منطقه مخزنی A_1, A_2, A_3 است.

۲- میانگین تخلخل در منطقه A_1, A_2, A_3 به ترتیب 0.2% ، 0.12% ، 0.05% ، میانگین اشباع آب 55% ، 45% و 40% ، میانگین حجم شیل $7/5\%$ ، $37/5\%$ و 35% برآورد و محاسبه شده است.

۳- منطقه های A_1 و A_2 سازند آسماری در میدان نفتی قلعه نار شرایط مشابهی از لحاظ کاهش تخلخل با چاه BH-51 دارند. شرایط چاه BH-39 با منطقه A_3 از لحاظ اقتصادی برابر می باشند و تخلخل و اشباع آب تقریباً مشابه بوده است. اما دلیل اقتصادی بودن میدان نفتی بی بی حکیمه وسعت خیلی زیاد این میدان نسبت به میدان کوچک قلعه نار دانست.

۴- نتایج حاصل از مغزه میدان نفتی اهواز میزان تخلخل بالایی را نسبت به میدان قلعه نار نشان می دهد. بنابراین توان اقتصادی میدان نفتی اهواز به مراتب بیش تر از میدان نفتی قلعه نار خواهد بود.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از مساعدت های علمی مدیریت پژوهش و توسعه شرکت ملی نفت ایران و مهندس علی محمد باقری عضو هیئت علمی پژوهشگاه صنعت نفت و آقای دکتر محمد رضا شیخ الاسلامی رئیس گروه زمین ساخت سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور تشکر و قدردانی می شود.

منابع

- ۱- آخوندی، ح. کمالی، م. کدخدایی، ع. راهداری، م (۱۳۸۸)؛ توصیف هوشمند پارامترهای پتروفیزیکی مخزن آسماری در میدان نفتی اهواز، فصلنامه زمین شناسی کاربردی، شماره ۳، ۱۲ ص.
- ۲- آقاباتی، ع.، (۱۳۸۲)؛ زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی ایران، ۵۸۶ ص.
- ۳- ابطیعی، ت. (۱۳۸۷)؛ طرح توسعه میدان نفتی بی بی حکیمه، شرکت ملی نفت ایران، ۴ ص.
- ۴- بالازاده، ع. (۱۳۸۶)؛ فرهنگ تشریحی واژه های پتروفیزیک، شرکت ملی نفت ایران، ۱۹۲ ص.
- ۵- رضایی، م. هنرمند، ج. (۱۳۸۳)؛ بررسی ویژگی های مخزنی سنگهای کربناته، دانشگاه تهران، ۲۷۵ ص.
- ۶- رضایی، م. چهارزی، ع. (۱۳۸۵)؛ اصول برداشت و تفسیر نگارهای چاه پیمایی، دانشگاه تهران، ۶۹۹ ص.
- ۷- مطیعی، ه. (۱۳۷۲)؛ زمین شناسی نفت زاگرس، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۳۶ ص.
- 8-Fertl, W.H., (1981), open Hole Cross-Plots Concepts – A Powerful Technique in Well Log Analysis, J. Pet. Tech Research. Vol.33,535-549pp.
- 9-Ghazban, F., (2007), Petroleum geology of the Persian Gulf, Pub TehranUniversity, 707p.
- 10-Hearst, j.R., Nelson, P.H., and Paillet, F.L., (2000), well logging for physical properties, John Wiley & Sas LTd, Chilchestern, 483p.
- 11-Noad, J., Hillgartner, H., Moellami, A., (2003), The Sedimentology of the Hydrocarbon-Bearing Asmari Formation of the Miocene of the Zagros Mountains, Iran, AAPG Search and Discovery Article, AAPG International Conference, Barcelona, Spain, 500p.
- 12-Poupon, A., and leveau, J., (1971), evaluation of water saturation in shaly formations, trans. SPWLA 12th, annual logging symposium, 102p.
- 13-Serra, O., (1984), Fundamental of well logs Interpretation: Elsevier Science Publisher B. V., 223p.
- 14-Sah S.L., (2008), Enclopedia of Petroleum Science and Engineering, Kalpas Publisher, India, 321p.
- 15-Schlumberger, (1989), Schlumberger Log Interpretation Charts, Houston, Texas, 204p.
- 16-Sherkati, S., Letouzey, J., (2004). Variation of structural style and basin evolution in the Central Zagros (Izeh zone and Dezful Embayment), Iran, Elsevier, Marine and petroleum geology, 21, 554 p.

