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

ارزیابی خصوصیات پتروفیزیکی وانیزوتروپی سازند فهلیان در یکی از چاه‌های نفتی جنوب ایران

راضیه فولادوند[۱]،کانگ شیائوچوان[۱]

تهران، خیابان ولیعصر، روبروی پارک ملت، برج سایه، شرکت OTS،طبقه ۸، واحد ۲
(RaziehFouladvand.ots@gwoesc.com)

چکیده

در این پژوهش، با استفاده از داده‌های چاه نگاری و به کمک نرم‌افزارهای(Interactive Petrophysics, IP) و PetroSite توزیع پارامترهای پتروفیزیکی و انیزوتروپی سازند مورد بررسی قرار گرفتند. هدف اصلی این تحقیق بررسی توزیع پارامترهای پتروفیزیکی و تعیین نوع انیزوتروپی با استفاده از نگارهای چاه‌پیمایی می باشد. بدین منظور از نگارهای پرتو گاما، تخلخل (نوترون، چگالی، صوتی) و فاکتور فتوالکتریک (PEF) استفاده شد. بااستفاده از نمودارهای متقاطع شامل نوترون- چگالی، نوترون- صوتی و MID لیتولوژی سازند فهلیان در این چاه آهک تمیز با محتوای بسیار کم شیل تعیین شد. در این چاه متوسط تخلخل مفید ۹/۸۸ درصد و میانگین اشباع آب ۳۰/۶ درصد محاسبه شد. بر اساس تفسیر نمودار صوتی Full waveform نوع انیزوتروپی در برخی از اینتروال‌ها ناشی از ریزش دیواره چاه در لایه‌های شیلی و در دیگر اینتروال‌ها ناشی از تفاوت بین کند شوندگی امواج صوتی عرضی سریع و کند(Fast and Slow Shear Slowness) تشخیص داده شد. بر اساس نتایج به دست آمده از تفسیر انیزوتروپی، جهت تنش وارده شمال شرقی – جنوب غربی تشخیص داده شد.

واژه‌های کلیدی: سازند فهلیان، پارامترهای پتروفیزیکی و انیزوتروپی.

۱-بخش زمین شناسی شرکت Overseas Technical Service Kish

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

The Evaluation of Petrophysical Properties and Anisotropy of Fahliyan Formation in one of the oil wells in Southern Iran

Razieh Fouladvand[1] , Kang Xiaoquan[1]

Unit 2, Floor 8, Sayeh Tower, in front of Mellat Park, Valiasr Ave., Tehran, Iran
(RaziehFouladvand.ots@gwoesc.com)

Abstract

In this study, using well logging data and Interactive Petrophysics (IP) and Petrosite softwares, the petrophysical parameters distribution and formation anisotrophy were studied. The main objective of this study is the investigation of petrophysical properties distribution and the determination of anisotrophy type with wireline logs data. Therefore, Gamma ray curve, porosity curves (neutron, density and sonic) and photo electric factor (PEF) curve were used. Using Neutron-density and Neutron-sonic and MID crossplots, the lithology of Fahliyan formation was determined clean limestone with low shale volume content. The average effective porosity and water saturation was calculated 9.88% and 30.8% respectively. According to full waveform sonic log data interpretation, anisotropy is created by shale interval which is easy to make hole collapse. Others anisotropy is created by fast and slow shear slowness. The Geo-Stress analysis result show that the Max Stress direction is NE-SW.

Key words: Fahliyan Formation, Petrophysical Parameters and anisotropy.

1- Geoscience Department of Overseas Technical Service Kish (OTS) Company

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

ارزیابی پتروفیزیکی یک عنصر کلیدی در مطالعات جامع مخازن، محاسبه مقدار ذخیره و نیز برای تشخیص رفتار چاه در طی تولید است. نتایج این مطالعات شامل تعیین خواص سنگ‌ها، میزان تخلخل و نفوذپذیری، نوع و میزان اشباع شدگی سیالات مختلف، انیزوتروژی و جهت تنش است. شناخت نوع لیتولوژی، محاسبه حجم شیل(Vsh)، میزان تخلخل کل (PHIT)،تخلخل مؤثر(PHIE)،اشباع آب(SW)، مهمترین پارامترهایی هستند که در ارزیابی پتروفیزیکی جهت پی بردن به کیفیت مخزنی سازندها تعیین می شوند[۱]. با استفاده از انیزوتروژی می توان جهت تنش وارده بر سازند را تعیین کرد. تنش وارده بر سازند دارای نقش مهمی در توسعه مخازن نفتی و گازی است. جهت و مقدار تنش برای ایجاد پایداری چاه در حین حفاری انحرافی و نحوه مشبک کاری برای جلوگیری از ماسه‌زایی در حین تولید حائز اهمیت است [۲].

۲- روش کار

دراین پژوهش، داده‌های چاه نگاری مربوط به یک چاه حفاری شده مورداستفاده قرار گرفت. بعد از کنترل کیفیت نمودارها، از نرم افزار IP(Interactive Petrophysics software) جهت شناخت نوع لیتولوژی، محاسبه حجم شیل(Vsh)، میزان تخلخل ،اشباع آب (SW)استفاده شد. در ادامه از نرم افزار Petrosite جهت تعیین انیزوتروپی و تنش استفاده شد.

۲-۱تعیین لیتولوژی

در این مطالعه، شناسایی لیتولوژی به کمک کراس پلات‌های نوترون- چگالی، نوترون- صوتی و MID صورت گرفته است که تمامی آن‌ها لیتولوژی سازند فهلیان در منطقه مورد مطالعه را ترکیبی از سنگ آهک و به مقدار کم شیل نشان می دهند (شکل ۱).

www.SID.ir

Archive of SID

۲-۲محاسبه حجم شیل (Vsh)

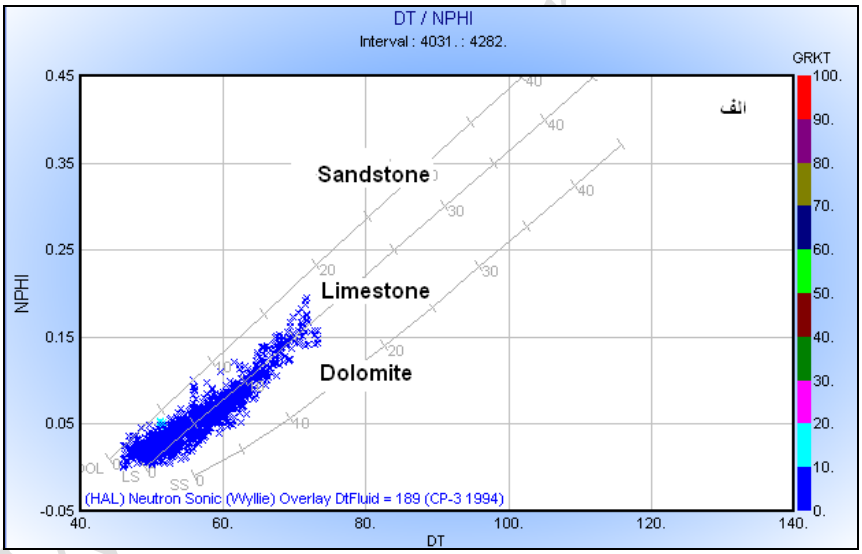
حجم شیل، یکی از مهمترین پارامترهای مورد بررسی در کلیه مطالعات پتروفیزیکی و کیفیت مخزنی است. برای محاسبه شیل به طور معمول از نگار CGRاستفاده می شود[۳].در این روش، قرائت مقادیر بیشینه و کمینه CGR در سازند فهلیان بر اساس رابطه (۱) انجام شد.

$$VSH = \frac{(CGR-CGRm}{(CGRmax-CGF} \qquad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه CGR max : مربوط به بخش شیلی، CGR min :مربوط به بخش تمیز، CGR: قرائت نمودار گاما در عمق مورد نظر می باشد. میانگین حجم شیل محاسبه شده در سازند فهلیان بسیار پایین و در حدود ۲/۰۷ درصد می‌باشد. براین اساس، سازند فهلیان، جزءسازندهای تمیز محسوب می‌گردد.

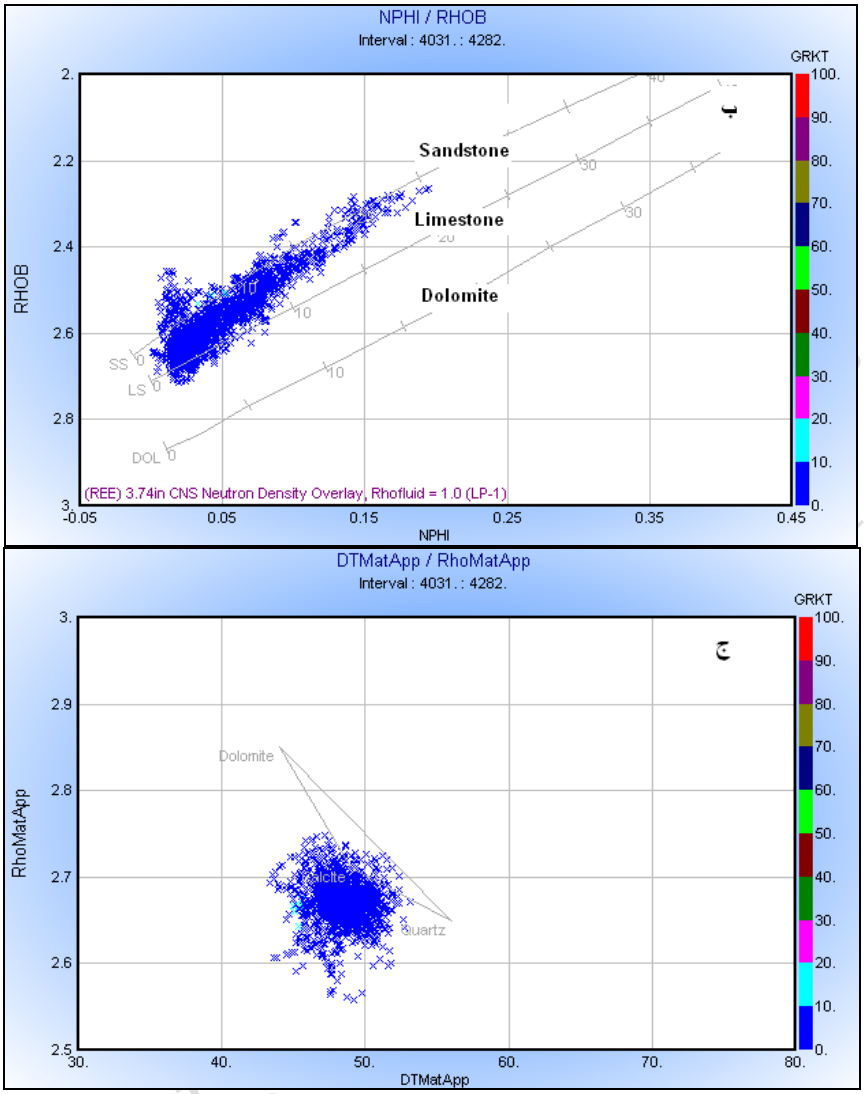
۲-۳محاسبه میزان تخلخل

برای محاسبه تخلخل، عمدتا از نگارهای نوترون، چگالی، صوتی و مقاومت ویژه استفاده می‌شود. همچنین می‌توان از یک و یا ترکیبی از چند نگار جهت محاسبه تخلخل استفاده نمود[۱]. در این مطالعه از روش نوترون – صوتی استفاده شده‌است (رابطه(۲)) که مزیت استفاده از این روش نسبت به نوترون – چگالی در داشتن محدودیت کمتر در شرایط بد چاه و وجود



www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- کراس پلات نوترون- صوتی (الف)، نوترون- چگالی (ب)، نوترون- صوتی و کراس پلات MID (ج)

ناهمواری در دیواره چاه است.

رابطه(۲)

$$\emptyset = \emptyset S1 + \frac{\emptyset N1 - \emptyset S1}{1 - (\emptyset N1 - \emptyset N2)(\emptyset S1 - \emptyset S2)}$$

میانگین تخلخل محاسبه شده سازند فهلیان درحدود۹/۸۸درصد می‌باشد.

۲-۴محاسبه میزان اشباع آب

برای محاسبه اشباع آب از فرمول آرچی استفاده شد:

www.SID.ir

Archive of SID

$$SW=\left(\frac{aRW}{RT\times\emptyset^{m}}\right)^{1/n}$$

در این فرمول:

RW: مقاومت آب سازندی

RT: مقاومت واقعی سازندی

Φ: تخلخل موثر

m: شاخص سیمان

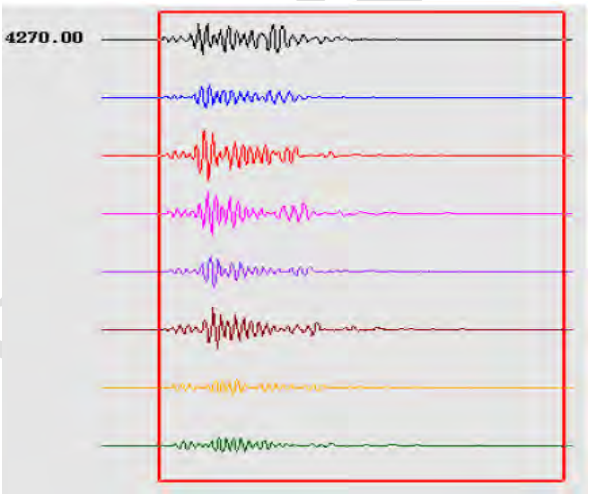
n: شاخص اشباع

a: شاخص مقاومت سازندی

میانگین اشباع آب سازند فهلیان درحدود۳۰/۶درصد می‌باشد.

۲-۵ تعیین انیزوتروپی

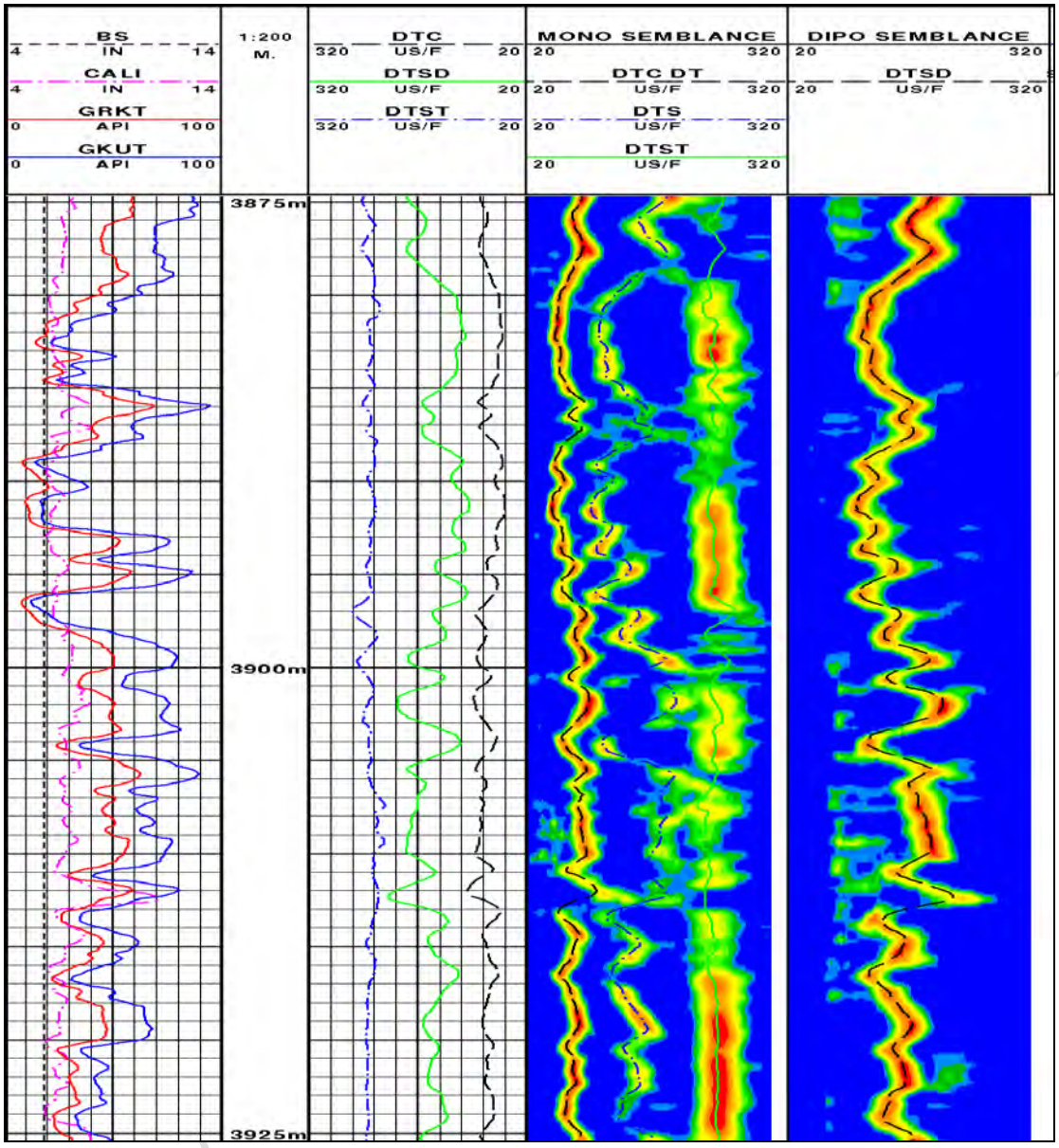
با استفاده از نرم افزار Petrosite و نگار (Wave Sonic Tool, WSTT) ابتدادادههای هشت دریافت کننده مونوپل (Monopole) و هشت دریافت کننده دایپل (Dipole) شامل XX، XY، YX و YY مورد بررسی قرار گرفت که نشان دهنده کارکرد خوب دریافت کنندههاست (شکل ۲). تغییرات یکسان روند منحنی‌های صوتی تراکمی (Compressional DT)، عرضی (Shear DT) و استونلی(Stoneley DT)به دست آمده از نگار WSTT با روند پرتو گاما نشان دهنده کیفیت خوب نگارهای آن است(شکل ۳).



شکل ۲- امواج دریافت شده توسط هشت دریافت کننده مونوپل

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- امواج دریافت شده توسط دریافت کننده‌های مونوپل و دایپل

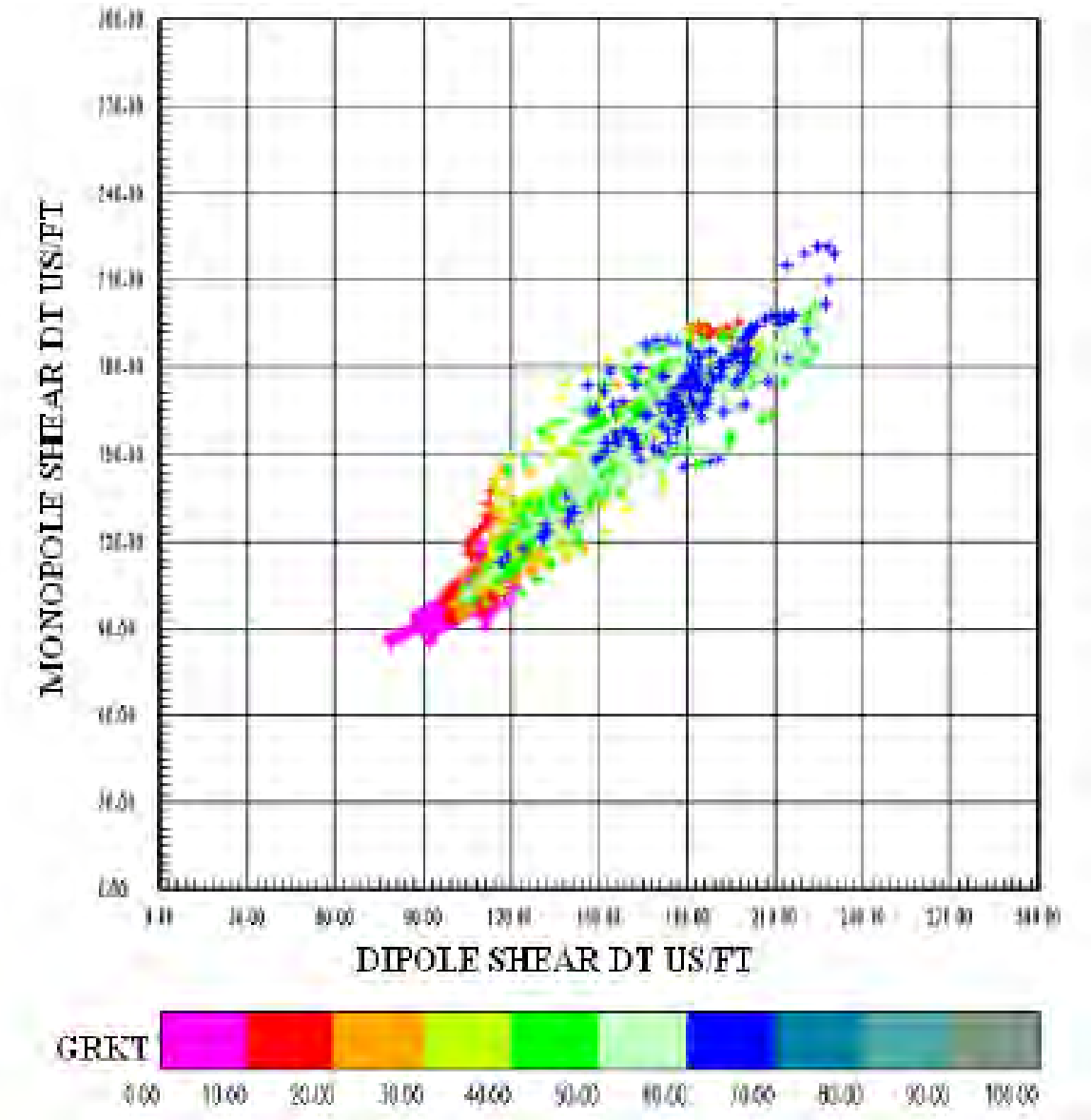
میزان کندشوندگی موج عرضی دریافت کننده مونوپل با میزان کندشوندگی موج عرضی دریافت کننده دایپل یکسان است (شکل ۴). اما در برخی اینتروال‌های نرم با سرعت کم امواج عرضی توسط دریافت کننده مونوپل ثبت نمی شود و دلیل آن ضعیف شدن این امواج در سازندهای کم سرعت است. میزان کتدشوندگی بالا نمایانگر اینتروال‌های شیلی است.

پس از بررسی کیفیت داده‌ها، پردازش آن‌ها توسط نرم افزار Petrosite و قسمت Fullwave آن صورت پذیرفت. یکی از مهمترین کاربردهای داده‌های کراس دایپل، آنالیز آن جهت به دست آوردن انیزوتروپی است.انیزوتروپی سازند می تواند اطلاعات ارزشمندی درباره شکستگی‌ها و تنش وارده بر سازند را فراهم سازد[۴]. در آنالیز انیزوتروپی تفاوت بین کندشوندگی امواج صوتی عرضی سریع و کند (Fast and Slow Shear Slowness) مورد بررسی قرار می گیرد(شکل ۵). بر اساس تفسیر نمودار صوتی Full waveform نوع انیزوتروپی در برخی از اینتروال‌ها ناشی از ریزش دیواره چاه در لایه‌های شیلی و در دیگر اینتروال‌ها ناشی از تفاوت بین کندشوندگی امواج صوتی عرضی سریع و کند (Fast and Slow Shear Slowness)

www.SID.ir

Archive of SID

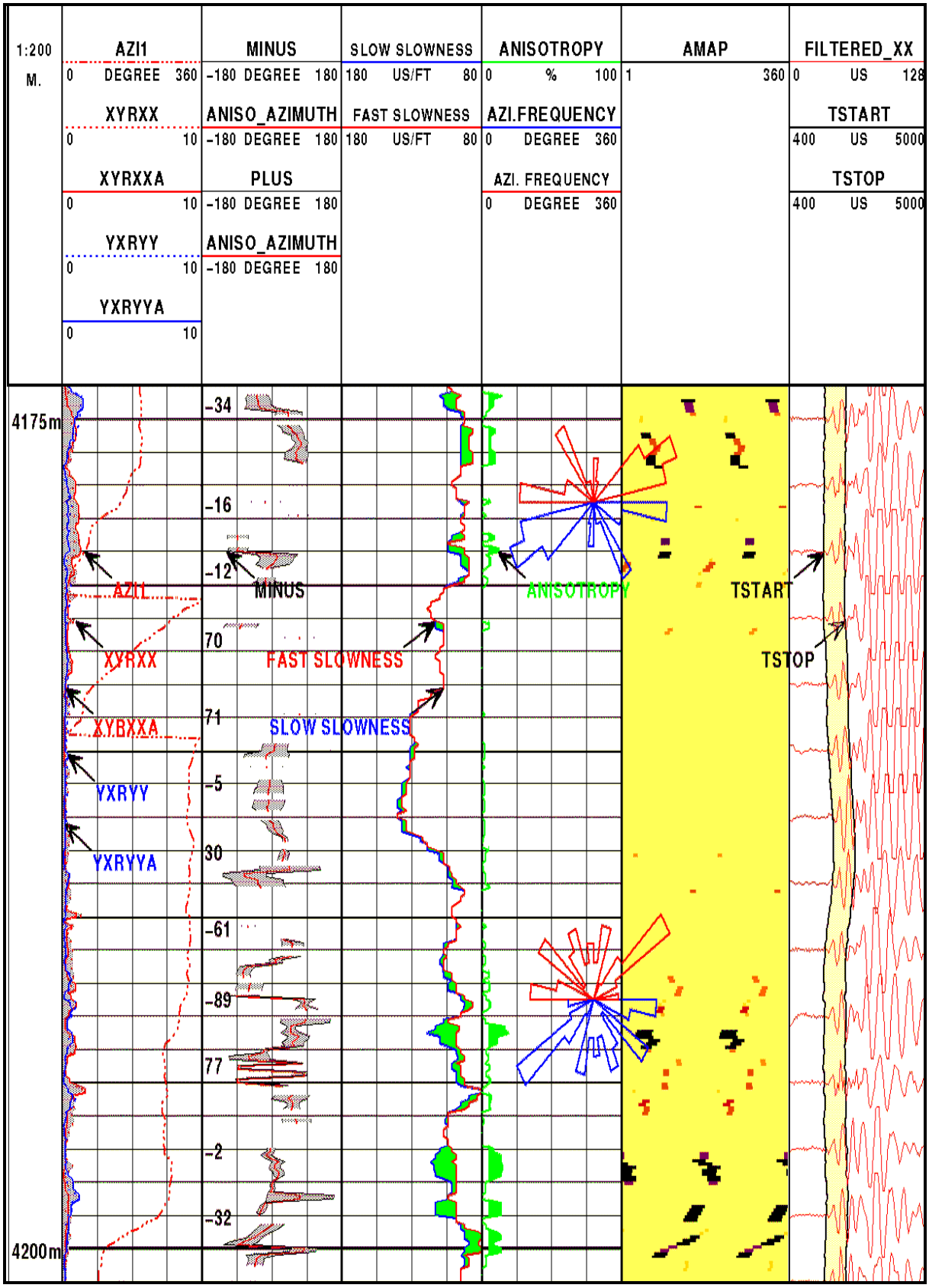
تشخیص داده شد. بر اساس نتایج به دست آمده از تفسیر انیزوتروپی و با کمک داده‌های به دست آمده از CAST ، جهت بیشینه تنش وارده شمال شرقی – جنوب غربی است.



شکل ۴- کندشوندگی موج عرضی دریافت کننده دایپل(محور X)
در مقابل کندشوندگی موج عرضی دریافت کننده مونوپل (محور Y)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- پلات انیزوتروپی

www.SID.ir

Archive of SID

۳- نتیجه‌گیری

براساس ارزیابی‌های انجام شده، لیتولوژی سازند فهلیان ترکیبی از سنگ آهک به مقدار کم شیل تعیین گردید. میانگین حجم شیل به دست آمده بااستفاده از نمودار CGR، ۲/۰۷ درصد می‌باشد. بر این اساس، سازند فهلیان درمنطقه مورد مطالعه جزء سازندهای تمیز محسوب می‌شود. بر اساس ارزیابی‌های انجام شده بر روی نمودارهای چاه‌پیمایی، منطقه مورد مطالعه میانگین تخلخل مؤثر ۹/۸۸ درصد و میزان اشباع آب به روش آرچی ۳۰/۶ نشان می‌دهد. بر اساس تفسیر نمودار صوتی Full waveform نوع انیزوتروپی در برخی از اینتروال‌ها ناشی از ریزش دیواره چاه در لایه‌های شیلی و در دیگر اینتروال‌ها ناشی از تفاوت بین کندشوندگی امواج صوتی عرضی سریع و کند (Fast and Slow Shear Slowness) تشخیص داده شد. بر اساس نتایج به دست آمده از تفسیر انیزوتروپی جهت بیشینه تنش وارده در چاه شمال شرقی – جنوب غربی است.

مراجع

1-Hearst, J. R., Nelson, P. H. and Paillet, F. L., 2000. "Well Logging for Physical Properties: A Handbook for Geophysicists, Geologists, and Engineers", New York,John Wiley and Sons, 483 pp.

2-Sinha, B., Bratton, T., Cryer, J., Nieting, S., Ugueto, G. and Bakulin, A., 2005. "Near-Wellbore Alteration and Formation Stress Parameters Using Borehole Sonic Data".Society of Petrpleum Engineers, Annual Technical Conference and exhibition.

۳- صیرفیان، ع.، ۱۳۸۷. "اصول مقدماتی چاه پیمایی برای زمین شناسان". انتشارات دانشگاه اصفهان، چاپ چهارم، ۳۷۱ ص.

4- Sajadian, H., Zhu, K. and Kang, X., 2012. “Wireline Logging Interpretation Report, WSTT Log”. Overseas Technical Service Kish, 44p.

www.SID.ir