

## تخمین ضرایب الاستیک با استفاده از نگار موج برشی دوقطبی برای یکی از میادین نفتی جنوب ایران

ذاکر محمدی اصل<sup>۱</sup>، احمد ادیب<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی نفت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب، ایران. [za87mo@gmail.com](mailto:za87mo@gmail.com)

۲- دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران جنوب، ایران. [adib@azad.ac.ir](mailto:adib@azad.ac.ir)

### چکیده

تخمین ضرایب الاستیک مخازن هیدروکربنی، نقش مهم و فزاینده‌ای در ارزیابی و توسعه میادین نفت و گاز دارد و کمک شایانی در ارزیابی ریسک‌های محتمل در حفاری خواهد کرد. تخمین ضرایب الاستیک در روش دینامیکی با اندازه‌گیری سرعت عبور امواج تراکمی و برشی در شرایط برجا و یا آزمایشگاه، پارامترهای دینامیکی سنگ بدست می‌آید، در روش استاتیکی، با انجام آزمایش‌های مقاومت فشاری، پارامترهای استاتیکی مغزه اندازه‌گیری می‌شود. مقادیر پارامترهای دینامیکی از پارامترهای استاتیکی متناظر خود بزرگتر هستند. بنابراین به منظور اندازه‌گیری پیوسته (روش دینامیکی) و منطقی (روش استاتیکی) پارامترهای مکانیک سنگ برای طول چاه، تعیین روابط تجربی بین پارامترهای دینامیکی و استاتیکی ضروری است. استفاده از نگار DSI (مجموعه لاگ‌های صوتی) می‌تواند ضرایب الاستیک را با دقت بیشتری و به صورت پیوسته و با هزینه‌های کمتر از موج برشی بدست آورد.

واژه‌های کلیدی: تخمین ضرایب الاستیک، نگار DSI، موج برشی، شکافت هیدرولیکی

## Determine elastic Modules by using Dipole Shear Image: A case Study Iran South of Oil Reservoir

Zaker Mohammadias<sup>1</sup>, Ahmad Adib<sup>2</sup>

1-MSD student of petroleum Engineering, Islamic Azad University, South Tehran Branch, Iran, [za87mo@gmail.com](mailto:za87mo@gmail.com)

2- Associate Professor, Islamic Azad University, South Tehran Branch, Iran, [adib@azad.ac.ir](mailto:adib@azad.ac.ir)

### Abstract

Estimating elastic modulus in hydrocarbon reservoirs has an important role in evaluating and developing oil and gas fields will help in appraisal of possible risks in drilling. Elastic modulus are measurable with dynamic and static methods. In dynamic method, dynamic parameters of rock are evaluated by measuring crossing velocity of compression and shear waves in insitu Conditions or in the laboratory and in static method static parameters of core in laboratory are measured by destruction tests like single axial compressive strength or three axis. Dynamic parameters are greater than the corresponding static values. So for continuous (dynamic method) and logical (static method) measurement of rock mechanic parameter for the length of the well, creating practical relations between dynamic and static parameters is necessary. One of the ways to estimate elastic modulus is using DSI tools (set of sonic logs). DSI tool directly measures shear wave with higher accuracy, lower cost and continually.

**Keywords:** Estimating elastic modulus, DSI tools, shear wave, Hydrolic fissure

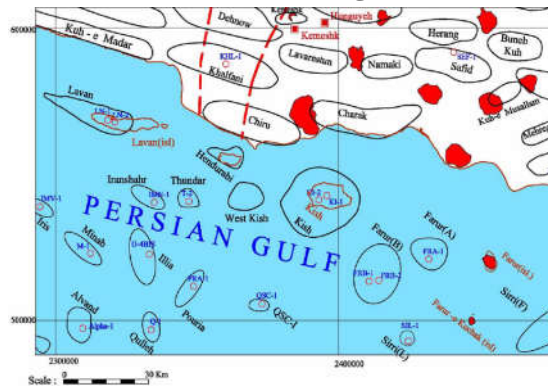
### ۱ مقدمه

در این مقاله با استفاده از نگارهای چاه‌پیمایی و خصوصیات پتروفیزیکی در مقاطع نازک، سازندهای کنگان، دالان از لحاظ خواص مخزنی و پتروفیزیکی با استفاده از تلفیق دیگر اطلاعات موجود در میدان تعیین شد. میدان مورد مطالعه با بیش از ۹۰ کیلومتر مربع وسعت در ۱۸ کیلومتری کرانه جنوبی ایران بین مختصات جغرافیایی ۵۳ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۴ دقیقه طول شرقی و ۲۶ درجه و ۲۹ دقیقه تا ۲۶ درجه و ۳۵ دقیقه عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱).

### ۲ روش تحقیق

ارزیابی پتروفیزیکی موجب دستیابی به ویژگی‌های مخزن و توصیف بهتر آن و شناسایی مخزن با تمام همگونی و ناهمگونی‌های آن می‌شود. برای ارزیابی پتروفیزیکی چاه مورد مطالعه، حجم شیل، تخلخل کل و مؤثر، اشباع آب کل و مؤثر و شناسایی زون‌های گازی بررسی و تعیین گردید. روش‌ها و کراس پلات‌های متعددی جهت تشخیص لیتولوژی وجود دارد، که

در این مطالعه پس از انجام تصحیحات محیطی، کراس پلات‌های نوترون-چگالی، M-N پلات و MID پلات که از جمله نگارهای تخلخل محسوب می‌شود، برای تعیین رخساره لیتولوژی بکار برده شد. نتایج ارزیابی و استفاده از چارت‌های استاندارد شلمبرژه و تطابق آن با نمودارهای سرچاهی نشان می‌دهد لیتولوژی غالب در فاصله عمقی ارزیابی شده از سازندهای مورد مطالعه در چاه مورد نظر دولومیت، سنگ آهک، سنگ آهک دولومیتی، شیل و انیدریت می‌باشد که در مدل مولتی‌مین برای محاسبات پتروفیزیکی بکار گرفته شد (چهرازی و رضایی ۱۳۸۹).

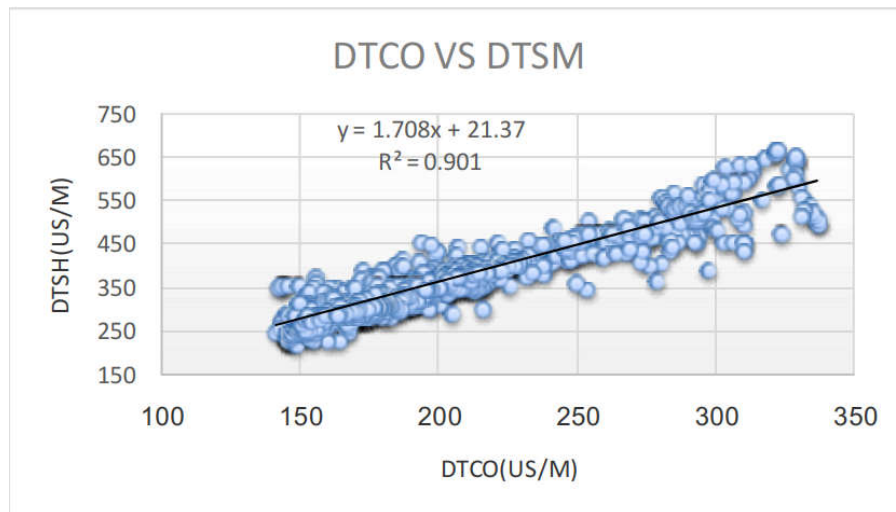


شکل ۱. محل و موقعیت تاقدیس میدان مورد مطالعه و چاه‌های حفاری شده در خلیج فارس (گزارش های داخلی فلات قاره ۱۳۹۲)

امواج تراکمی، برشی و استونلی در ارزیابی‌های زمین‌شناسی، پتروفیزیکی، ژئوفیزیکی، حفاری و تعیین خواص الاستیکی سنگ کاربرد دارند. مطالعات خواص الاستیک شامل مدول بالک، مدول برشی، مدول یانگ و نسبت پواسون است. در مطالعات پتروفیزیکی از امواج برشی برای تشخیص زون‌های گازدار استفاده می‌شود (کلاویر و همکاران، ۱۹۷۶). در این تحقیق روابط میان سرعت امواج تراکمی، برشی و استونلی در چهار بازه متفاوت از نظر پتروفیزیکی و زمین‌شناسی در سازندهای کنگان و دالان مورد بررسی قرار می‌گیرد.

### ۳ نتایج

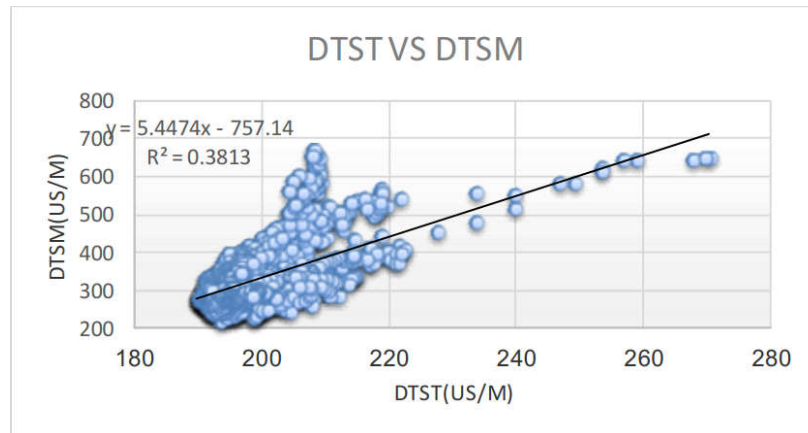
روابط موجود میان سرعت امواج برشی، تراکمی و استونلی برای سازندهای کنگان و دالان در جدول ۱ و شکل‌های ۲ و ۳ ارائه می‌گردد.



شکل ۲. نمودار تقاطع کندشدگی تراکمی در مقابل کندشدگی برشی

جدول ۱. روابط موجود میان سرعت امواج برشی - تراکمی و استونلی برای سازندهای کنگان و دالان (چهرازی و رضایی ۱۳۸۹).

رابطه	R <sup>2</sup>
$DTsm = 1/7081 DTCO + 21/37$	۰/۹۰۱۴
$DTsm = 0/4474 DTST - 707/14$	۰/۳۸۱۳

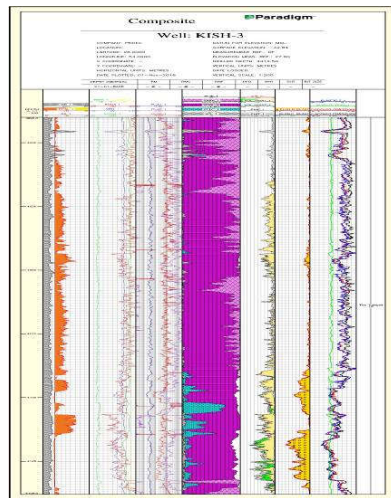


شکل ۳. نمودار تقاطع کندشدگی استونلی در مقابل کندشدگی برشی

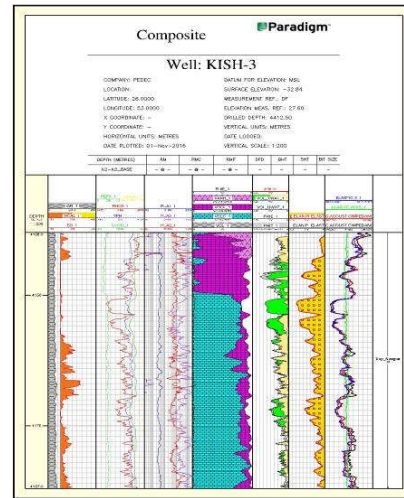
روابط موجود میان سرعت امواج تراکمی، برشی و استونلی برای واحدهای K1, K2 محاسبه و نتایج آن در جدول ۲ آورده شده است. در صورتیکه نمودار چگالی با نمودار DSI در سازندی رانده شده باشد می‌توان پارامترهای الاستیک را تعیین کرد. در شکل ۴ و ۵ این مقادیر و ضریب یانگ برای دو زون مخزنی مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول ۲. روابط موجود میان سرعت امواج تراکمی، برشی و استونلی برای زون‌های k1 و K2

zone	رابطه امواج تراکمی و برشی	رابطه امواج برشی و استونلی
K1	$DTSM = 1/4361 DTST + 61/958$	$DTSM = 0/1038 DTST + 166/72$
K2	$DTSM = 1/6125 DTST + 37/958$	$DTSM = 0/1692 DTST + 148/65$



شکل ۴. تعیین ضرایب الاستیک در زون مخزنی K1



شکل ۵. تعیین ضرایب الاستیک در زون مخزنی K2

### ۳ نتیجه‌گیری

در بیشتر چاه‌های میادین نفتی و گازی کنگان و دالان اندازه‌گیری موج برشی به ندرت صورت می‌گیرد و سرعت موج برشی و ضرایب الاستیک با روشهای غیر مستقیم اندازه‌گیری می‌شود. برخلاف داده‌های سرعت موج برشی، داده‌های سرعت موج فشارشی و دیگر نمودارهای متداول از جمله نوترون، چگالی و مقاومت به آسانی با ابزارهای مربوطه اندازه‌گیری و در دسترس

هستند. این داده ها ارتباط فیزیکی و و ریاضی با داده های سرعت موج برشی دارند و از آنجایی که در بخش های مخزنی داشتن سرعت موج برشی برای بررسی های لیتولوژی، تعیین نوع سیالات و محاسبه پارامترهای الاستیکی و همچنین مکانیک سنگ اهمیت دارد. برای اخذ نتایج بهتر، اطلاعات تکمیلی از چاه مورد نظر بر مبنای مغزه ها اخذ و شکستگی ها با نتایج مغزه اخذ مطابقت داده شود. مقایسه ساخت های رسوبی بین مغزه و نمودار تصویری این امکان را فراهم می آورد تا تغییرات جانبی لایه های نازک و سایر پدیده ها در مقیاس چاه قابل بررسی باشند. همچنین نمودار تصویری امکان مشاهده گسل های کوچک و ریزش ها را که در نمودار شیب سنج مبهم یا غیرقابل مشاهده هستند و یا بدلیل بزرگی در مغزه قابل شناسایی نیستند، را فراهم می آورد.

#### منابع

- ۱- آقانباتی، سیدعلی، ۱۳۸۳، زمین شناسی ایران انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشاف معدنی کشور.
- ۲- رضایی، محمدرضا و چهارازی، علی، ۱۳۸۵. اصول برداشت و تفسیر نگارهای چاه پیمایی، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ۶۹۹ صفحه.
- 3- AL-adani, N. Barati, A., 2003. New hydraulic unit permeability approach with DSI. The Ninth Formation Evaluation symposium, Japan, SLB.
- 4- Barker hughes, 2014, star Imager\_WBM resistivity imager, baker atlas
- 5- Brie, A., Pampuri, F., and Division, A. A., 1998. Effective evaluation of fluid mobility from stoneley waves using full biot model inversion. SPE.
- 6- Cao, H., 2004. DSI dipole Shear sonic Imager. SLB.
- 7- Crains, E. R., 2000. Sonic-well logging. crains petrophysical Handbook. Alberta, Calgary, Calgary Universit.
- 8- Clavier, C., And Rust, D. H., 1976, MID Plot: A New Lithology Technique, Log Analyst, Vol. 17, No.6, P.16.
- 9- Dilay, A. J., 1982. Direct hydrocarbon indicators lead to Canadian gas find. World oil.
- 10- Ensley, R. A., 1984. Comparison of P and S-wave seismic data, a new method for detecting gas reservoirs.
- 11- Halliburton, 1995, Electrical micro imaging service, salse kit.
- 12- Haldorsen, J. B. U., Johnson, D. L., Plona, T., Sinha, B., Valero, H. P., and Winkler, K., 2006. Borehole acoustic waves. Oilfield rev.