



تخمین عامل جذب با استفاده از روش رگرسیون خطی بر دامنه‌ی امواج پایین‌رونده

زینب جعفری^۱، رسول حمیدزاده مقدم^۱، دانشگاه صنعتی سهند تبریزمحمد رضا بختیاری^۲، مدیریت اکتشاف نفت

چکیده

در این پژوهش یکی از روش‌های نوین محاسبه‌ی عامل کیفیت یعنی روش استهلاک دامنه‌ی موج پایین‌رونده برای داده‌های پروفایل لرزه‌ای قائم یکی از چاه‌های ایران روی داده‌های خام و داده‌های پردازش شده همراه با بازیابی دامنه و بدون بازیابی دامنه بررسی گردیده که در آن بهترین روند موج پایین‌رونده برای محاسبه‌ی عامل کیفیت استفاده شده است. در نهایت با مقایسه‌ی نتایج مشاهده می‌شود که عامل کیفیت در داده‌ها با بازیابی دامنه در تمامی لایه‌ها بیشتر از حالات دیگر است. همچنین عامل کیفیت حاصل از داده‌های خام بیشتر از داده‌های بدون بازیابی دامنه است.

اطلاعات مقاله

* دریافت:

۹۴/۱۰/۲۸

* پذیرش:

۹۴/۱۰/۲۸

* ارسال برای چاپ:

۹۴/۱۱/۱۸

واژگان کلیدی

عامل کیفیت

تضعیف موج

روش استهلاک دامنه‌ی

موج پایین‌رونده

روش‌های متفاوت محاسبه عامل Q

مقدمه

تن^۴ تعداد ده روش مختلف محاسبه را روی داده‌های پروفایل لرزه‌ای قائم مقایسه کرد و نتیجه گرفت که هیچ روشی به تنهایی برای تمامی شرایطی مناسب نیست و بر سایر روش‌ها برتری ندارد [۴].

پژول^۵ عامل کیفیت را با استفاده از استهلاک دامنه با انطباق خطی مستقیم روی لگاریتم نسبت‌های دامنه برای مقادیر ثابت فرکانس در اعماق مختلف محاسبه کرد. با این روش آنها مدعی شدند که به هیچ فرضی مبنی بر وابستگی عامل کیفیت به فرکانس نیاز نیست [۵].

۱- روش استهلاک دامنه‌ی موج پایین‌رونده

در محیط ویسکوز پخش موج در جهت مثبت x با کاهش دامنه در حین عبور به شکل رابطه‌ی ۱- بیان می‌شود:

$$\psi(x, t) = A_0 e^{-ax} e^{i(\omega t - kx)} \quad (1)$$

فرض کنید استهلاک پیک دامنه روی یک طول موج $\exp(-)$ π/Q باشد و x_m نشان‌دهنده‌ی x متناظر با پیک ψ و λ طول موج موبوطه باشد آنگاه رابطه‌ی ۲- را خواهیم داشت:

$$\frac{\psi(x_m + \lambda, t)}{\psi(x_m, t)} = \frac{A_0 e^{-a(x_m + \lambda)}}{A_0 e^{-ax_m}} = e^{-a\lambda} = e^{-\pi/Q} \quad (2)$$

به عبارتی:

عامل کیفیت، کمیتی است که برای کمی‌سازی جذب غیرالاستیک وارد حیطه‌ی لرزه‌نگاری شده است [۱]. موج هنگام حرکت در درون زمین بخشی از انرژی خود را از دست می‌دهد. در این حالت عموماً فرکانس‌های بالاتر زودتر از فرکانس‌های پایین‌تر تضعیف می‌شوند. دانستن عامل کیفیت می‌تواند در بهبود مقاطع لرزه‌نگاری بسیار مؤثر باشد. علاوه بر این عامل کیفیت می‌تواند در بررسی برخی متغیرهای مخزنی نیز استفاده شود. هنوز روش یکتایی برای محاسبه‌ی این عامل ارائه نشده است. هر کدام از روش‌ها در شرایط مختلف، کیفیت‌های متفاوتی ارائه داده‌اند.

مفهوم عامل کیفیت برای نخستین بار توسط جانسون^۳ در بخش مهندسی شرکت الکتریک غرب و جهت ارزیابی کیفیت سیم‌پیچ‌ها معرفی شد [۲].

عامل کیفیت می‌تواند در قالب متغیری مطلوب به عنوان یک ابزار شناسایی عمل کرده و روابطی را با اشباع سیال، نوع سیال و فشار منفذی نشان دهد. این عامل همچنین به تغییرات سیال منفذی و فشار منفذی غیرنرمال حساس است. به همین دلیل است که محاسبه‌ی عامل کیفیت موضوع مهمی تلقی شده و خود را در بسیاری از مفاهیم مثل جذب، فهم و تعریف مکانیسم گسل‌ها، درجه‌ی فشردگی، حضور گازها و همچنین شناسایی مقدار سیالات در شیل و ماسه‌ی متخلخل نشان می‌دهد [۳].

*نویسنده‌ی عهده‌دار مکاتبات (zeinabjafari1990@gmail.com)

این دامنه از موج پایین رونده دریافت شده است [۵].

۲- روش کار

در این مطالعه، روش استهلاک دامنه با استفاده از امواج پایین رونده در داده‌های پروفایل لرزه‌ای قائم برای محاسبه‌ی عامل کیفیت در یکی از چاه‌های شمال شرقی ایران استفاده شده و در نهایت نتایج آن برای بازه‌های عمقی مختلف نمایش داده شده است. در این روش ابتدا داده‌ها پردازش می‌شود و یک بار در پردازش داده‌ها، بازیابی دامنه‌ی حقیقی انجام شده و بار دیگر انجام نشده است. سپس دامنه‌ی موج مستقیم روی داده‌های پروفایل لرزه‌ای قائم برای موج پایین رونده در اعماق مختلف برای داده‌های خام و هر دو دسته داده‌های پردازش شده محاسبه گردیده و با استفاده از اطلاعات موجود عامل کیفیت محاسبه شده است.

۲-۱- داده‌های خام

با استفاده از امواج مستقیم، سرعت‌های بازه‌ای توسط نرم افزار PROMAX محاسبه شده است. با توجه به اطلاعات سرعت و تغییرات شدید بین آنها چهار لایه (در اعماق ۲۹۰۰-۲۵۰۰، ۳۴۰۰-۳۷۲۰، ۳۴۰۰-۴۶۰۰، ۳۷۲۰ متر) مشخص شده است. سپس برای هر یک از این چهار لایه طیف دامنه‌ی میانگین مطابق شکل ۲- به دست آمده و از روی آن، فرکانس مرکزی توسط نرم افزار Mathlab محاسبه شده است. پیشینه‌ی دامنه برای روندی از موجک که در شکل ۱- مشخص شده به دست آمده است. لگاریتم طبیعی دامنه‌ها محاسبه شده و سپس با استفاده از رابطه‌ی ۶- ضریب جذب برای چهار لایه‌ی مدنظر گرفته شده به طور جداگانه محاسبه شده است. در نهایت با استفاده از رابطه‌ی ۴- عامل کیفیت محاسبه شده است (شکل ۳- برای بازه‌ی ۳۷۲۰-۴۶۰۰).

۲-۲- داده‌های پردازش شده بدون بازیابی دامنه

داده‌های خام شکل ۱- با استفاده از نرم افزار PROMAX پردازش و در نهایت با استفاده از فیلتر میانی، امواج پایین رونده از امواج بالارونده جدا شده اما بازیابی دامنه روی آنها اعمال نشده است. سپس طیف دامنه از طریق نرم افزار Mathlab برای چهار لایه‌ی مدنظر محاسبه شده و فرکانس مرکزی به دست آمده است. در نهایت مانند حالت قبل ضرایب جذب و عامل‌های کیفیت به دست آمده‌اند.

۲-۳- داده‌های پردازش شده با بازیابی دامنه

داده‌های خام شکل ۱- توسط نرم افزار PROMAX دوباره پردازش شده‌اند. این بار نیز با استفاده از فیلتر میانی، امواج

$$a\lambda = a \frac{2\pi}{k} = \frac{\pi}{Q} \quad (۳)$$

$$Q = \frac{\pi}{a\lambda} = \frac{\pi f}{av} \quad (۴)$$

که نتیجه می‌دهد:

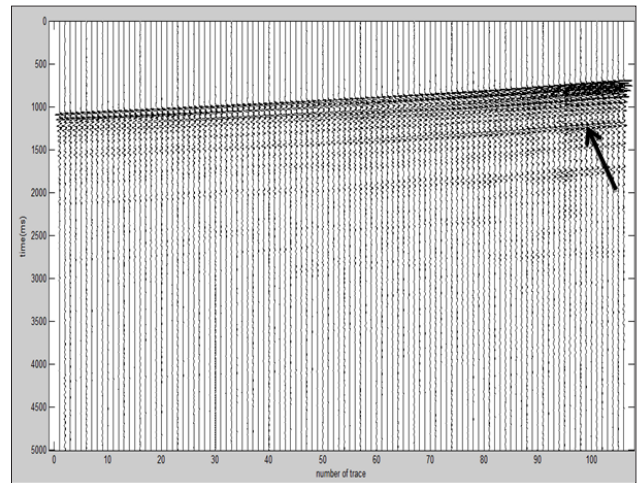
نسبت دامنه‌ها برای دو عمق مختلف x_1 و x_2 به شکل رابطه‌ی ۵- بیان می‌شود:

$$\frac{A(x_1)}{A(x_2)} = \exp\{a(x_2 - x_1)\} \quad (۵)$$

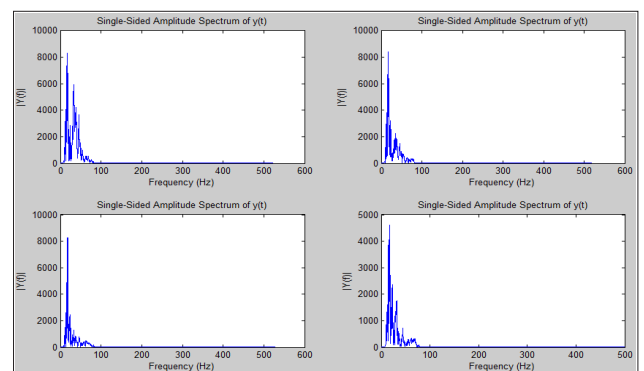
ضریب میرایی α با رگرسیون خطی لگاریتم نسبت دامنه‌ها به عنوان تابعی از بازه‌ی عمقی Δx به دست می‌آید.

$$\ln \left[\frac{A(x_1)}{A(x_2)} \right] = \alpha \Delta x \quad (۶)$$

عامل کیفیت متناظر با هر لایه یا بازه از رابطه‌ی ۴- به دست می‌آید. به عبارت دیگر این روش بسیار به روش نسبت‌های طیفی نزدیک است و فقط به نوع دامنه مورد نیاز اشاره دارد که در اینجا



شکل ۱ | داده‌های خام VSP با دورافت صفر، مؤلفه‌ی z



شکل ۲ | طیف دامنه‌ی میانگین چهار لایه‌ی مدنظر برای داده‌های شکل ۱-، بهترتیب بالا: سمت چپ مربوط به عمق ۲۹۰۰-۲۵۰۰ و سمت راست مربوط به عمق ۳۴۰۰-۳۷۲۰، پایین: سمت چپ مربوط به ۳۷۲۰-۳۴۰۰ و سمت راست مربوط به ۴۶۰۰-۳۷۲۰



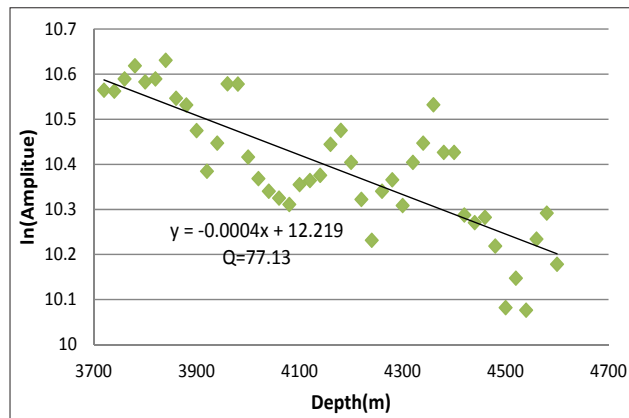
پایین رونده از امواج بالارونده جدا شده و بازیابی دامنه روی آنها اعمال گردیده است. سپس طیف دامنه از طریق نرم افزار Mathlab برای چهار لایه‌ی مدنظر محاسبه شده و فرکانس مرکزی به دست آمده است. در نهایت مانند حالت قبل ضرایب جذب و عامل های کیفیت به دست آمده اند.

نتیجه گیری

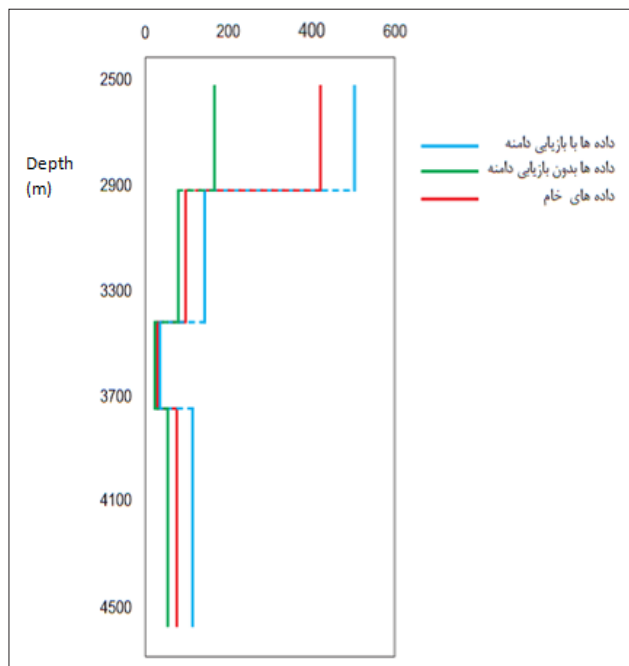
عامل های کیفیت به دست آمده در بخش قبل در شکل ۴- ملاحظه می شود. همان طور که در این شکل مشاهده می شود عامل کیفیت داده های با بازیابی دامنه در تمامی لایه ها بیشتر از حالات دیگر است. زمانی که بازیابی دامنه اعمال می شود تا حدودی سایر عوامل تضعیف بر طرف شده که این می تواند یکی از دلایل افزایش عامل کیفیت باشد. بنابراین طبیعی است که عامل کیفیت بیشتر و پدیده ی جذب کمتر باشد.

دلیل بیشتر بودن عامل کیفیت داده های خام نسبت به داده های بدون بازیابی را می توان این مسأله در نظر گرفت که زمانی که پردازش انجام می شود بخشی از نویزها بر طرف شده و تمامی سعی بر این است که امواج پایین رونده و بالارونده از هم جدا گردند. تأثیر بیشتر نویزهای اعماق سبب می شود دامنه ی سیگنال اصلی بزرگ تر از دامنه ی واقعی نشان داده شده و اثر اصلی جذب در داده های خام کاملاً مشخص نگردد. همین امر سبب می شود عامل کیفیت بیشتر از آنچه در واقعیت است محاسبه گردد.

در جایی که عامل کیفیت به شدت کاهش یافته یکی از دلایل آنرا می توان توالی های مداوم بین مارن و آهک دانست. در این محدوده لایه بندی مارن و آهک به شدت در حال تغییر است. تعدد مرز لایه ها تأثیر به سزایی بر کاهش عامل کیفیت دارد. از آنجا که نمونه برداری ها هر ۲۰ متر تکرار می شود و در این روش هر چه نمونه برداری ها بیشتر باشد خطا کاهش می یابد، نمی توان عامل کیفیت را به راحتی برای هر مرز کوچک محاسبه کرد.



شکل ۳ | نمودار لگاریتم دامنه بر حسب عمق برای ۴۶۰۰-۳۷۲۰ متر و محاسبه ی ضریب جذب $\alpha = -0.0004$ و $Q = 77.13$



شکل ۴ | مقایسه عوامل کیفیت به دست آمده در هر لایه بندی از سه داده در فصل قبل

پانویس ها

¹ rhamidzm@yahoo.com
² r_bakhteari@yahoo.com
³ K.S. Johnson

⁴ Tonn
⁵ Pujol

منابع

- [1] J.Pujol, Elastic Wave Propagation and Generation in seismology: Cambridge University Press, 2003
- [2] Paschotta, Rudiger, Encyclopedia of Laser Physics and Technology, 2008, Vol. 1: A-M, Wiley-VCH, p. 580.
- [3] Y.Wang, A stable and efficient approach of inverse Q filtering: Geophysics, 2002, 67, no. 2, 657_663
- [4] A.B.Haase, R.R.Stewart, Q factor estimation from borehole seismic data: CREWES Research Report, 2003, Volume 15.
- [5] H.lestarini, Estimation of frequency dependent attenuation from VSP data: Department of Exploration Geophysics, GPM, 2009, 209/.