

تعیین پارامتر تضعیف امواج برشی در جنوب ایران

هادی عباسی^۱، رضا حیدری^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوفیزیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، abbasi_hadi@ymail.com

^۲ استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، r.heidari61@gmail.com

چکیده

عامل کیفیت لرزه ای Q یکی از مفیدترین پارامترهای توصیف تضعیف امواج لرزه ای است. برای محاسبه تضعیف از ضریب کیفیت لرزه ای استفاده می شود که از پارامترهای مهم علم زلزله شناسی است. تضعیف یکی از پارامترهای اساسی در پیش بینی میزان جنبش زمین در بحث های مربوط به تجزیه و تحلیل خطرات لرزه ای است. این پارامتر در هر فرکانس با ضریب کیفیت نسبت عکس دارد (Q^{-1}). تضعیف امواج لرزه ای در درون زمین شامل دو بخش پراکندگی (Scattering) و جذب ذاتی (Intrinsic Absorption) می باشد و با لرزه خیزی و پیچیدگی های زمین ساختی هر منطقه در ارتباط است. منطقه مورد بررسی جنوب ایران می باشد. در این تحقیق جهت برآورد ضریب کیفیت امواج برشی از روش کمترین مربعات استفاده شده است. طبق نتایج بدست آمده ضریب کیفیت و وابستگی بسامدی منطقه برای مولفه افقی $Q = 112f^{0.83}$ و مولفه قائم بصورت $Q = 113f^{0.83}$ می باشد. مقادیر ضریب کیفیت در بسامد مرجع ۱ هر تیز و کمتر از ۲۰۰ است. با توجه به اینکه ضریب کیفیت و وابستگی بسامدی با شرایط زمین ساختی هر منطقه در ارتباط می باشد. پایین بودن ضریب کیفیت نشان دهنده این است که منطقه از نظر زمین ساختی جزء مناطق فعال و میزان تضعیف امواج بالا می باشد.

واژه های کلیدی: پارامتر تضعیف، عامل کیفیت، امواج برشی، ضریب کیفیت، وابستگی بسامدی، ناحیه جنوب ایران

Attenuation estimation of shear waves in the southern of Iran

Abbasi, H.¹ and Heidari, R.²

¹M. Sc. Student of Geophysics, Science and Research Branch Islamic Azad University

²Assistant Professor, Science and Research Branch Islamic Azad University

Abstract

Seismic quality factor is one of the most useful parameters to describing the attenuation of seismic waves. To calculate the attenuation, the seismic quality coefficient is used which is one of the important parameters of earthquake science. Attenuation is one of the basic parameters in predicting the amount of land movement in the discussion of seismic hazard analysis. The inverse of quality factor represents the attenuation. The attenuation of seismic waves inside the earth consists of two parts of the scattering and intrinsic absorption, and is associated with the seismicity and tectonic complexity of each region, and the quality factor is expressed as a inverse. The studied area is south of Iran. In this research, the least squares method was used to estimate the shear wave quality coefficient. According to the results, the coefficient of quality and frequency dependence of the region for the horizontal component and the vertical component are. The values of the quality coefficients in the reference frequency are 1 Hz and less than 200. Given the fact that the coefficient of quality and frequency dependency are related to the tectonic conditions of each region, the low quality factor indicates that the area is tectonic in terms of active areas and the rate of attenuation of high waves.

Keys word: Attenuation parameter, quality factor, shear wave, quality coefficient, frequency dependency, southern of Iran

۱ مقدمه

جهت برآورد خطر زمین لرزه ها و شبیه سازی حرکات نیرومند زمین و از طرفی بررسی ساختار زمین، برآورد پارامتر تضعیف امواج لرزه ای نقشی اساسی و اجتناب ناپذیر دارد. با توجه به لرزه خیز بودن همه نقاط کشور ایران، برآورد پارامترهای مرتبط با زمین لرزه در نواحی گوناگون آن ضروری است. با داشتن مقدار ضریب کیفیت در هر ناحیه می توان به کیفیت جنس زمین و چگونگی فعالیت لرزه خیزی در آن ناحیه پی برد. همچنین با استفاده از این ضریب می توان برای محاسبه دیگر پارامترهای زمین لرزه از جمله سرعت، ممان و بزرگی کمک گرفت. این پارامتر که در هر فرکانس با ضریب کیفیت نسبت عکس دارد و تا حدود زیادی معرف خصوصیات محیط عبوری و نحوه انتشار امواج زلزله است. تضعیف امواج به دو علت ناکشسانی و پراکندگی

بر اثر برهمکنش با ناهمگنی ها در محیط رخ می دهد. در مورد نخست انرژی با تبدیل به گرما بر اثر اصطکاک داخلی هدر می رود (تضعیف ذاتی). در مورد دوم انرژی در فضا پخش می شود و بنابر این، بخشی از آن به گیرنده نمی رسد. هر دو عامل باعث کاهش دامنه مشاهده شده در یک فاصله نسبتاً نزدیک از کانون می شود. برای چنین فاصله های کوتاهی امواج اصولاً از پوسته عبور کرده و متاثر از ناکشسانی و ناهمگنی هستند. تحقیقات صورت گرفته بیانگر آن است که تضعیف امواج زمین لرزه ای با لرزه خیزی و پیچیدگی های زمین ساختی منطقه در ارتباط است. به طوری که نواحی لرزه خیز و فعال زمین ساختی که دارای شارش گرمایی نسبتاً زیادی هستند، تضعیف بیشتری نسبت به نواحی پایدار زمین ساختی را دارند (ساتو و فلهلر، ۱۹۹۸). مطابق این تحقیقات، ضریب کیفیت در بسامد مرجع ۱ هرتز (Q_0)، در مناطق فعال زمین ساختی دارای مقادیر کم (کمتر از ۲۰۰) است در حالی که در مناطق پایدار زمین ساختی دارای مقادیر Q_0 زیاد (بیشتر از ۶۰۰) هستند. ناحیه مورد بررسی در این تحقیق جنوب ایران در محدوده ای با طول جغرافیایی بین ۵۲ تا ۵۷ درجه و عرض جغرافیایی ۲۶ تا ۲۹ درجه است. این منطقه از نظر ایالات لرزه زمین ساختی جزء منطقه لرزه زمین ساختی زاگرس و بخش کوچکی از غرب ایالات لرزه زمین ساختی مکران می باشد. زاگرس از دیدگاه زلزله خیزی بسیار فعال و زلزله خیز ترین منطقه ایران می باشد. بیش از ۵۰ درصد زمین لرزه های ایران که توسط شبکه های جهانی به ثبت رسیده اند در گستره زاگرس روی داده است و بخش غربی مکران، رشته کوه های زاگرس توالی ضخیمی از سنگ های رسوبی را شامل می شود. چین های زاگرس و همچنین ساختار های نمکی بصورت ناگهانی در شرق زون گسلی میناب جایی که ناحیه فرورانش مکران وجود دارد، قطع می شوند (میرزائی و همکاران، ۱۹۹۸).

۲ روش تحقیق

در این تحقیق پارامتر تضعیف امواج برشی در جنوب ایران از روش کمترین مربعات برای دو مولفه افقی و مولفه قائم تعیین خواهد شد. بازه زمانی مربوط به امواج برشی را جدا می کنیم. پس از انتخاب بازه زمانی جهت پردازش آنها، اسکریپت های متعددی در محیط لینوکس و با نرم افزار SAC (Seismic Analysis Code) نوشته شده است. دامنه امواج برشی یعنی A در فرکانس f برای زمین لرزه ثبت شده در i ایستگاه در این روش به شکل رابطه (۱) می باشد (بنز و همکاران، ۱۹۹۷):

$$A_{ij}(f) = R_{ij}^{-\gamma} S_j(f) G_i(f) e^{-R\pi f J / Q} \quad (1)$$

جایی که $S_j(f)$ طیف چشمه است، G_i اثرات ساختگاه، R_{ij} فاصله کانونی بین زمین لرزه ها j و ایستگاه i ، γ بیان کننده گسترش هندسی و برابر ۰.۵ است در این مطالعه Q ، پارامتر کیفیت در فرکانس f هست و β سرعت متوسط موج برشی برای پوسته و برای این مطالعه $3/2$ کیلومتر بر ثانیه می باشد. با گرفتن لگاریتم طبیعی از طرفین رابطه خطی (۱) و عملیات ریاضی می توان نوشت:

$$\ln A_{ij}(f) + \gamma \ln R_{ij} = \ln G_i(f) + \ln S_j(f) - R\pi f J / Q \quad (2)$$

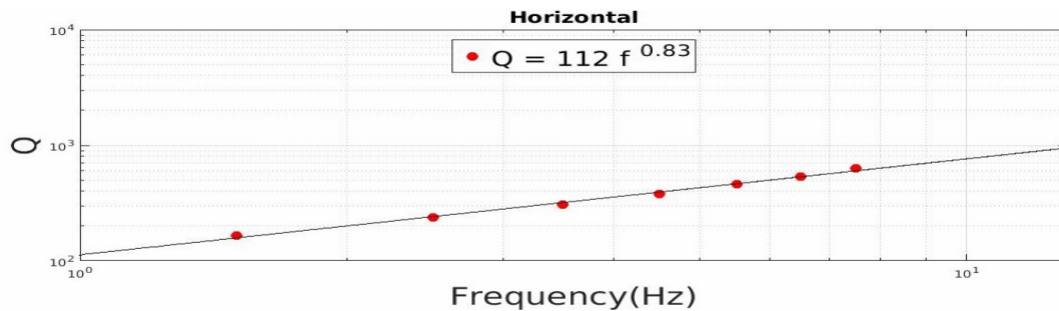
زمانی که نمودار سمت چپ معادله بر اساس فاصله کانونی رسم شود، سمت راست معادله بیان کننده خطی است که G و S عرض از مبدا و Q شیب آن را کنترل می کند. برای هر شکل موج با فرکانس مربوط، با اعمال یک رگرسیون خطی می توان مقدار Q را برای هر یک از آنها برآورد کرد. پس از بدست آوردن مقادیر Q تخمینی از روی رگرسیون خطی ضریب کیفیت را با قانون قوی که بشکل رابطه (۳) مدل کرده اند بدست آورده می شود.

$$Q = Q_0 (f / f_0)^\eta \quad (3)$$

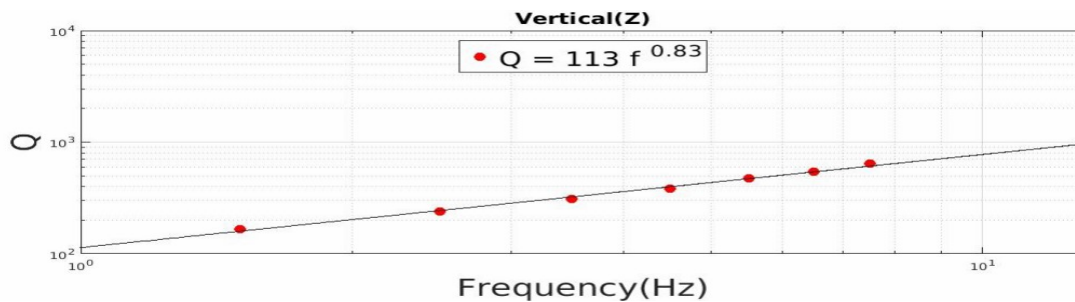
که f_0 فرکانس مرجع (معمولاً برابر ۱ هرتز)، Q_0 برابر با Q در فرکانس مرجع، η روی فرکانس موردنظر ثابت فرض شده است. از رابطه (۳) لگاریتم می گیریم:

$$\ln Q = Q_0 + \eta \ln(f) \quad (4)$$

در رابطه (۴) مقادیر Q_0 و η نامعلوم می باشد در نتیجه با اعمال یک رگرسیون خطی روی نمودار لگاریتمی، شیب نمودار نشان دهنده η و عرض از مبدا آن نشان دهنده Q_0 می باشد (شکل ۱و۲).



شکل ۱. تعیین ضریب کیفیت و وابستگی بسامدی در ناحیه جنوب ایران (مولفه افقی)



شکل ۲. تعیین ضریب کیفیت و وابستگی بسامدی در ناحیه جنوب ایران (مولفه افقی)

۳ نتیجه گیری

عامل کیفیت لرزه ای Q منطقه برای مولفه افقی $Q = 112 f^{0.83}$ و مولفه قائم بصورت $Q = 113 f^{0.83}$ پیشنهاد می شود. مقادیر ضریب کیفیت در بسامد مرجع ۱ هرتز و کمتر از ۲۰۰ است. با توجه به اینکه ضریب کیفیت و وابستگی بسامدی با شرایط زمین ساختی هر منطقه در ارتباط می باشد پایین بودن ضریب کیفیت نشان دهنده این است که منطقه از نظر زمین ساختی جزء مناطق فعال و میزان تضعیف امواج بالا می باشد. وجود لایه های نمکی در پوشش رسوبی میتواند عاملی جهت افزایش تضعیف امواج لرزه ای در این منطقه باشد. تضعیف امواج می تواند عاملی جهت کاهش خسارات ناشی از زمین لرزه ها نیز باشد. پدیده هایی همچون نهشته های تبخیری به نحو چشمگیری در تکتونیک زاگرس موثر می باشد. این چنین پدیده هایی می تواند موجب افزایش درجه حرارت در پی سنگ ها و مانع گسترش روبه بالای گسل ها شود. این جریان های گرمایی در مناطق فعال نیز می تواند عامل تضعیف امواج لرزه ای باشد. چرا که مناطق فعال زمین ساختی که دارای جریان گرمایی می باشد با افزایش دما تضعیف نیز در مقایسه با مناطق پایدار زیادتر می شود.

منابع

- Aki, K., Scattering and attenuation of shear waves in the lithosphere, *J. Geophys. Res.*, 85, 6496- 6504, 1980a.
 Benz, H., A. Frankel, and D. Moore, Regional Lg attenuation for the continental United States, *Bull. Seismo. Soc. Am.*, 87, 606-619, 1997.
 Chavez, D., and K. Priestly, Measurement of frequency dependent Lg attenuation in the Great Basin, *Geophys. Res. Lett.*, 13,551-554, 1986.
 Frankel, A., A. McGarr, J. B icknell, J. Mori, L. Seebet, and E. Cranswick, Attenuation of high-frequency shear waves in the crust: measurements from New York state South Africa and, southern California, *J. Geophys. Res.*, 95, 17441- 17457, 1990.
 McNamara, D. E. (2000). Frequency dependent Lg attenuation in south- central Alaska, *Geophys. Res. Lett.* 27, 3949-3952.
 McNamara, D., T. Owens and W. Walter, Propagation characteristics of Lg across the Tibetan Plateau, *Bull. Seismo. Soc. Am.*, 86, 457-469, 1996. .
 Mirzaei, N., Gao, M., Chen, Y. T., 1998, Seismic source regionalization for seismic zoning of Iran: major seismotectonic provinces. *J. Earthquake prediction Research*, 7, 465-49.
 Sato, H., and Fehler, M. C., 1998, *Seismic wave propagation and scattering in the heterogeneous earth*: Springer Verlag, New York.
 Xie, J. and Nuttli, O. W, 1988, Interpretation of high-frequency coda at large distances, *GeoPhys. J.*, 95, 579-595.