

تغییرات عمق موهو و نسبت V_p/V_s با استفاده از روش ژو و کاناموری در خوزستان

غزاله شیرانزایی¹، افسانه نصرآبادی²، محمدرضا سپهوند³

¹دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده علوم و فناوری های نوین، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان

ghazaleh.sh69@gmail.com

²استادیار، دانشکده علوم و فناوری های نوین، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان a.nasrabadi@kgut.ac.ir

³استادیار، دانشکده علوم و فناوری های نوین، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان mrsepahvand@yahoo.com

چکیده

نقشه تغییرات عمق موهو و نسبت V_p/V_s منطقه خوزستان با استفاده از سه سال داده دورلرز ثبت شده در 6 ایستگاه سه مولفه ای باند پهن دائم شبکه لرزه نگاری کشوری تعیین گردید. مشخصات داده‌های استفاده شده در این پژوهش رخدادهایی با فاصله رومرکزی ۲۵ تا ۹۰ درجه ای و بزرگای بیشتر از ۵ در بازه زمانی سال‌های ۱۳۹۳ الی ۱۳۹۶ استفاده شده است. توابع گیرنده با روش تکرار واهمامیخت در حوزه زمان و عمق موهو و نسبت سرعت موج طولی به برشی با روش ژو و کاناموری تعیین شدند. نتایج نشانگر افزایش عمق موهو از حدود ۳۰ کیلومتر در بخش غربی (ورقه خوزستان، ایستگاه AHWZ) به حدود ۴۶ کیلومتر در ایستگاه‌های بخش مرکزی (ایستگاه‌های AMIS, ABH1, KLNJ) و ۵۱ کیلومتر در بخش شرقی (پهنه سنندج-سیرجان، ایستگاه BRJ) است.

واژه‌های کلیدی: عمق موهو، تابع گیرنده، نسبت V_p/V_s ، زاگرس.

Moho depth variations and V_p/V_s ratio using Zhu and Kanamori modified method in Khuzestan

G. Shiranzaei¹, A. Nasrabadi², M. Sepahvand³

¹ M.Sc, Geophysics, Faculty of Sciences and Modern Technologies, University of Advanced Technology, Kerman, Iran

² Assistant Professor, Faculty of Sciences and Modern Technologies, University of Advanced Technology, Kerman, Iran

³ Assistant Professor, Faculty of Sciences and Modern Technologies, University of Advanced Technology, Kerman, Iran

Abstract

Map of crustal thickness and V_p/V_s ratio of the Khuzestan region prepared in this study using 3 years of data recorded in 6 permanent broadband seismic stations of national seismic networks (ISC). The events have epicentral distance from 25 to 90 degrees and a magnitude greater than 5, which happened in the years from 2014 to 2017. The receiver functions calculated with the iterative deconvolution in the time domain of Ligorria and Ammon and the estimate of the Moho depth and V_p/V_s ratio was obtained by Zhou and Kanamori methods. The results revealed that the crustal thickness beneath AHWZ seismic station, located on the Khuzestan plate, has the lowest value for Moho depth (33 km) and the highest rate for V_p/V_s ratio (about 1.9). The moho thickness was increased to mean of 46 km in the central part of the region beneath AMIS, KLNJ, ABH1 stations and goes up to 51 km in the east of the region beneath BRJ station, which is located in Sanandaj-Sirjan Zone.

Key words: Moho depth, Receiver function, V_p/V_s ratio, Zagros.

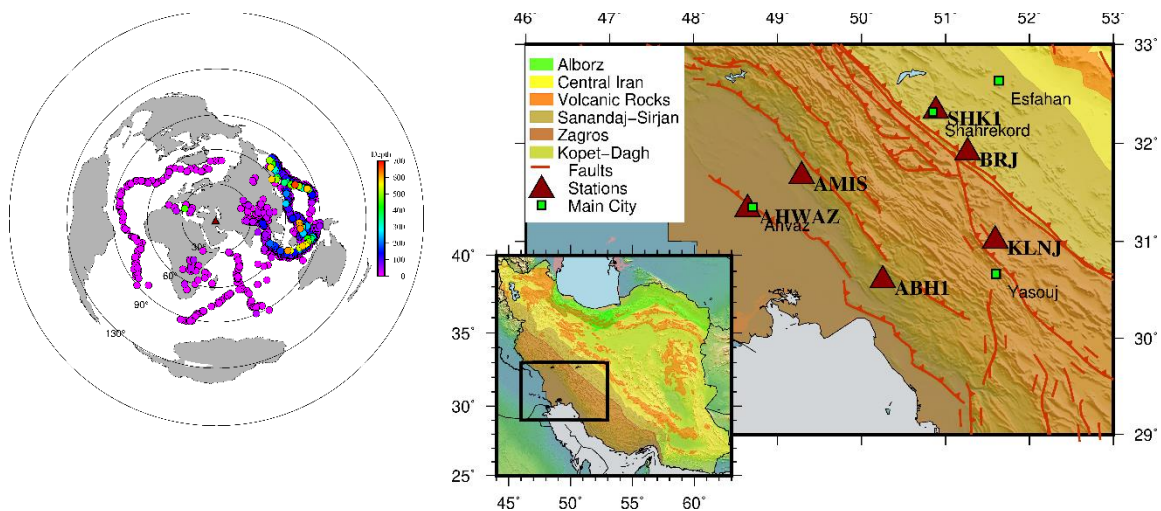
مقدمه

نوار چین خورده‌راننده زاگرس، بخشی از کمربند کوهزایی آلپ- هیمالیا و یکی از جوانترین پهنه‌های برخورد قاره‌ای در روی زمین است (اشتوکلین، 1968). زاگرس از دیدگاه زلزله‌خیزی بسیار فعال و زلزله‌خیزترین منطقه ایران است. بیش از 50 درصد زمین‌لرزه‌های ایران که توسط شبکه‌های جهانی به ثبت رسیده‌اند در گستره زاگرس روی داده است (بربریان، 1994). مقدار دگرشکلی در این پهنه لرزه‌زمین‌ساختی بسیار بالاست و باعث ایجاد زمین‌لرزه‌های مخربی چون رخداد 12 نوامبر 2017 از گله واقع در کرمانشاه با بزرگای گشتاوری 7/3 شده است. بنابراین مطالعه ویژگی‌های ساختار پوسته‌ای و لرزه‌زمین‌ساختی چنین پهنه‌های بسیار حائز اهمیت است. روش‌های لرزه‌ای، در میان روش‌های ژئوفیزیکی، در دسته روش‌هایی قرار دارند که دارای بیشترین قابلیت تفکیک در تعیین ساختارهای درون زمین می‌باشند (لی و والاس، 1995). امروزه برای بررسی ساختار زمین در یک ناحیه از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود که هر یک از آن‌ها مزایا و معایب خود را دارد. یکی از این روش‌ها تحلیل توابع گیرنده P است که برای تعیین ناپیوستگی‌های سرعتی پوسته و گوشته بالایی در زیر ایستگاه لرزه‌ای بکار می‌رود. با استفاده از این روش می‌توان یک مقدار میانگین برای عمق ناپیوستگی‌ها به ویژه ناپیوستگی موهو، و نسبت V_p/V_s در زیر ایستگاه را بدست آورد. این تحقیق با بررسی داده‌های زلزله‌شناسی نقشه تغییرات عمق موهو و نسبت V_p/V_s را برای 6 ایستگاه لرزه‌نگاری در بخش میانی زاگرس در منطقه خوزستان را حاصل کرده است.

روش تحقیق

توابع گیرنده P در واقع پاسخ ساختار زمین در زیر یک ایستگاه سه مؤلفه‌ای لرزه‌نگاری به رسید تقریباً قائم امواج لرزه‌ای P را نشان می‌دهد. توابع گیرنده یکی از مناسب‌ترین ابزارهای زلزله‌شناسی برای تعیین عمق موهو و ناپیوستگی‌های سرعتی و همچنین بدست آوردن یک مدل سرعتی برای پوسته و گوشته بالایی در یک منطقه است. دامنه فازها در یک تابع گیرنده، تابعی است از زاویه فرود موج P، عمق ناپیوستگی‌ها و اختلاف سرعت در لایه‌ها، که باعث به وجود آمدن فاز تبدیلی Ps و فازهای تکراری چندگانه ($PsPhs, PpShs, PpPhs$) می‌شود. لذا با آنالیز توابع گیرنده، می‌توان ساختار زمین را با تعیین سرعت امواج و عمق لایه‌ها بدست آورد.

در این پژوهش از سه سال (اردیبهشت 1393 تا تیر ماه 1396) داده دور لرز ثبت شده در 6 ایستگاه لرزه‌نگاری شبکه لرزه نگاری کشوری (ISC) با بزرگای بیشتر از 5 استفاده شده است. (شکل 1).

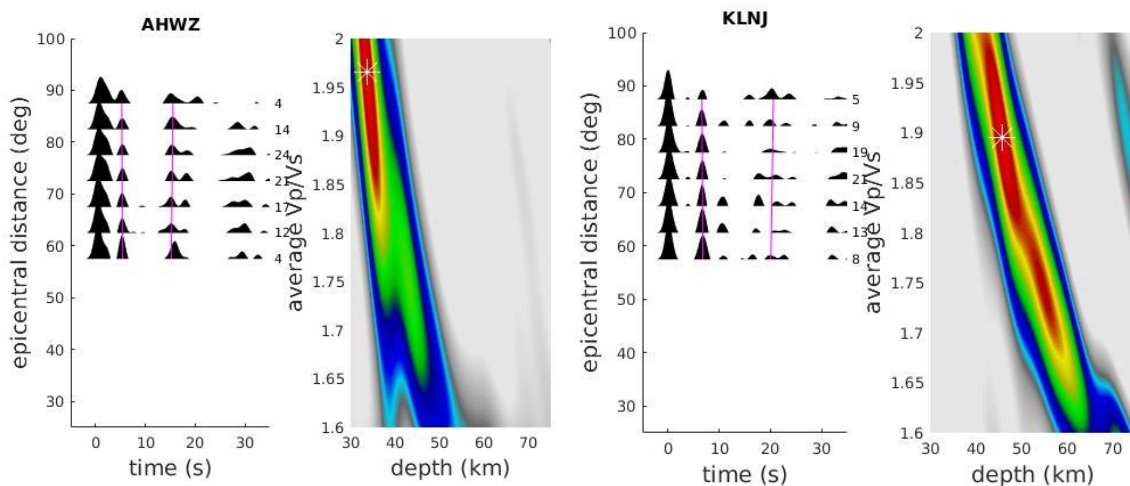


شکل 1: موقعیت ایستگاه‌های لرزه‌نگاری (مثلث‌های قرمز) در منطقه‌ی مورد مطالعه (سمت راست)، خطوط قرمز رنگ بیان‌گر گسله‌های موجود در منطقه است. زون‌های لرزه‌زمین‌ساختی با رنگ‌هایی متفاوت در شکل مشخص شده‌اند. توزیع رومرکز زمین‌لرزه‌های مورد بررسی قرار گرفته در این پژوهش (سمت چپ). رنگ هر دایره مبین عمق هر رخداد است.

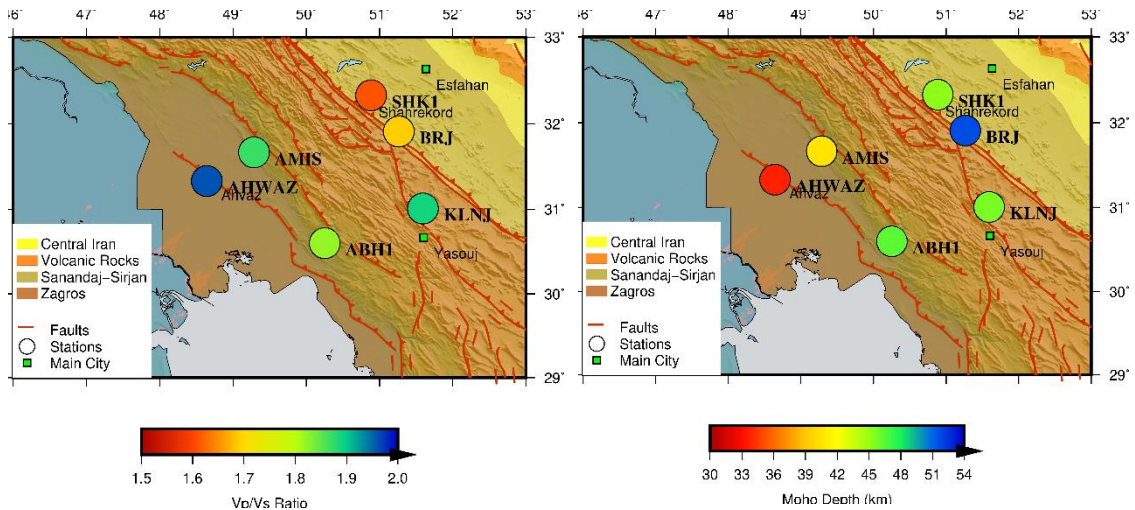
زمان اولین رسیدن فاز مستقیم P با استفاده از مدل سرعتی اولیه IASP91 و نرم‌افزار Taup محاسبه گردید. جهت حذف نوفه‌های با بسامدهای بالا (بالتر از 0/5 هرتز)، فیلتر گوسی با پارامتر پهنای برابر با 1 بر روی داده‌ها اعمال گردید. برای همه ایستگاه‌ها با استفاده از روش واهمایخت تکراری در حوزه زمان (لیگوریا و آمون، 1999) توابع گیرنده شعاعی و مماسی محاسبه شده است. سپس با استفاده از روش پیشنهادی ژو و کاناموری (1999) از تباین سرعتی مرز بین پوسته و گوشته جهت تخمین عمق مرز موهو و محاسبه نسبت V_p/V_s برای هر ایستگاه استفاده شده است. در این مطالعه از روش ایتون و همکاران (2006) که تغییراتی در روش ژو و کاناموری (2000) ایجاد کردند، جهت محاسبه عمق ناپیوستگی موهو و نسبت V_p/V_s استفاده گردیده است. در این روش، توابع گیرنده حوزه زمان را مستقیماً بدون نیاز به اینکه این فازها مشخص شوند و یا زمان رسیده‌های آنها، مشخص شود، به حوزه $H-V_p/V_s$ تبدیل می‌کند. بهترین تخمین از ضخامت پوسته و نسبت V_p/V_s زمانی پیدا می‌شود که این سه فاز به طور هم‌دوس با هم برانبارش شوند.

بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش بعد از محاسبه توابع گیرنده برای 6 ایستگاه لرزه‌نگاری سه مولفه ای باند پهن دائم شبکه لرزه نگاری کشوری و برانبارش آنها در بک آزیموتها و فواصل، با استفاده از روش اصلاح شده ژو و کاناموری، عمق ناپیوستگی موهو و نسبت V_p/V_s در هر ایستگاه تعیین گردید. شکل 2 نتایج بدست آمده در ایستگاه AHWZ و KLNJ را نشان می‌دهد. عمق موهو در زیر ایستگاه AHWZ، در حدود 33 کیلومتر، برای ایستگاه KLNJ در حدود 45 کیلومتر و در زیر ایستگاه AMIS 40 کیلومتر بدست آمده است. همانطور که در شکل 3 مشاهده می‌شود با عبور از زاگرس به سوی صفحه عربی ضخامت پوسته کاسته شده، به طوری که ضخامت متوسط پوسته در زاگرس در حدود 41 کیلومتر است که این ضخامت با نزدیک شدن به صفحه عربی کاهش یافته و در زیر ایستگاه AHWZ در غرب زون سندانج-سیرجان، زاگرس کمترین مقدار را در حدود 33 کیلومتر را دارد. بیشترین مقدار برای ضخامت پوسته بر روی زون سندانج-سیرجان، در زیر ایستگاههای BRJ و SHK1 بدست آمده است که به ترتیب دارای عمق موهوی 51 و 46 کیلومتری هستند. افسری و همکاران (2011) با بررسی توابع گیرنده P در منطقه زاگرس و ایران مرکزی، عمق موهو در شمال زاگرس را 42 کیلومتر بدست آوردند که به سمت سندانج-سیرجان به 51 کیلومتر رسید. تقی‌زاده‌فرهمند و همکاران (2014) با بررسی توابع گیرنده P و S ساختار ضخامتی پوسته را برای کل ایران محاسبه کردند. آنها ضخامت پوسته را در زیر کمربند چین‌خورده زاگرس در حدود 43 کیلومتر و در زیر سندانج-سیرجان 50 الی 55 کیلومتر بدست آورده‌اند. نتایج بدست آمده از هردو مطالعه ذکر شده با نتایج حاصل از این مطالعه همخوانی قابل قبولی دارد.



شکل ۲. پاسخ بدست آمده برای عمق موهو و نسبت V_p/V_s در دو ایستگاه AHWZ و KLNJ.



شکل ۳. نقشه تغییرات عمق موهو (سمت راست) و نسبت V_p/V_s (سمت چپ) در منطقه مورد مطالعه.

منابع

- Afsari, N., Sodoudi, F., Taghizadeh-Farahmand, F. and Ghassemi, M. R., 2011, Crustal structure of Northwest Zagros (Kermanshah) and Central Iran (Yazd and Isfahan) using teleseismic Ps converted phases, *J. Seismology*, 15:341–353.
- Berberian M., 1994. Master “blind” thrust faults hidden under the Zagros folds: Active basement tectonics and surface morphotectonics, *Tectonophysics*, 241, 193-224.
- Lay, T., Wallace, T., 1995. *Modern Global Seismology*, 497 pp.
- Ligorria, J.P., and C.J. Ammon., 1999. Iterative deconvolution of teleseismic seismograms and receiver function estimation, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 89, 1395-1400.
- Stocklin, J., 1968. Structural history and tectonics of Iran: a review. *AAPG Bulletin*, 52(7).
- Taghizadeh-Farahmand, F., Afsari, N. & Sodoudi, F., 2014. Crustal thickness of Iran inferred from converted waves, *Pure Applied Geophysics*, 172, 309-331.
- Zhu, H., and Kanamori, H., 2000. Moho depth variation in southern Clifornia from teleseismic receiver functions, *J. Geophys. Res*, 105, 2969–2980.