مجموعه مقالات شانزدهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران، ۲۳ تا ۲۵ اردیبهشت ماه ۱۳۹۳، صفحه ۵۹۷-۶۰۰

تعیین رابطه کاهیدگی بیشینه شتاب افقی مستقل از جهت برای شمال ایران

امیر صادقی باقرآبادی[۱]، حسین صادقی[۲]، فریدون سینائیان[۳]، سید خلیل متقی[۴]

[۱] دانشجوی دکتری ژئوفیزیک، دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه - زنجان، Amir.Sadeghi@Hotmail.com
[۲] دانشیار، مرکز تحقیقات زمینلرزه شناسی دانشگاه فردوسی مشهد
[۳] مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
[۴] استادیار، دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه - زنجان

چکیده

در این مطالعه رکوردهای شتابنگاری ثبت شده توسط شبکه شتابنگاری ایران (**ISMN**) در بازه زمانی سالهای ۱۹۹۴ و ۲۰۱۱ و درگستره ای شامل مناطق لرزه‌زمین‌ساختی کپه‌داغ، البرز و شمال غرب ایران، پردازش گردیده است. پارامتر بیشینه شتاب افقی مستقل از جهت از رکوردهای پردازش شده استخراج گردیده و در یک فرآیند برازش غیر خطی، به منظور برآورد ضرایب رابطه کاهیدگی وارد شده اند. رابطه کاهیدگی حاصل، ضرایب را برای یک مجموعه سه‌گانه از فواصل ارائه می‌دهد و نتایج به دست آمده از برازش در تطابق با تغییرات مشاهده شده در میزان شتاب بدون اثر بزرگی نسبت به فاصله هستند.

واژه‌هاي كليدي: کاهیدگی، جنبش نیرومند، مستقل از جهت، کپه‌داغ، البرز، پیک شتاب

Attenuation of Orientation-Independent Peak Ground Acceleration in North of Iran

Amir Sadeghi-Bagherabadi[1]
Hossein Sadeghi[2]
Fereidoon Sinaeian[3]
Khalil Motaghi[4]

[1]*PhD Candidate, Institute for Advanced Studies in Basic Sciences (IASBS)*
[2]*Associate Professor, Earthquake Research Center (EQRC), Ferdowsi University of Mashhad*
[3]*Road, Housing and Urban Development Research Center (BHRC)*
[4]*Asistant Professor, Institute for Advanced Studies in Basic Sciences (IASBS)*

Abstract

In this study the accelerograms recorded by Iran Strong Motion Network (ISMN) during the years 1994 to 2011 in North of Iran are processed. The extracted orientation-independent peak ground accelerations from these records are used for estimation of attenuation in the region. We have performed a nonlinear regression to investigate the unknown coefficients of a trilinear model. Results of the regression analysis indicates a good agreement with observed variation of PGA with epicentral distance.

Key words: Attenuation, GMPE, PGA, Orientation-Independent, Kopet Dagh, Alborz

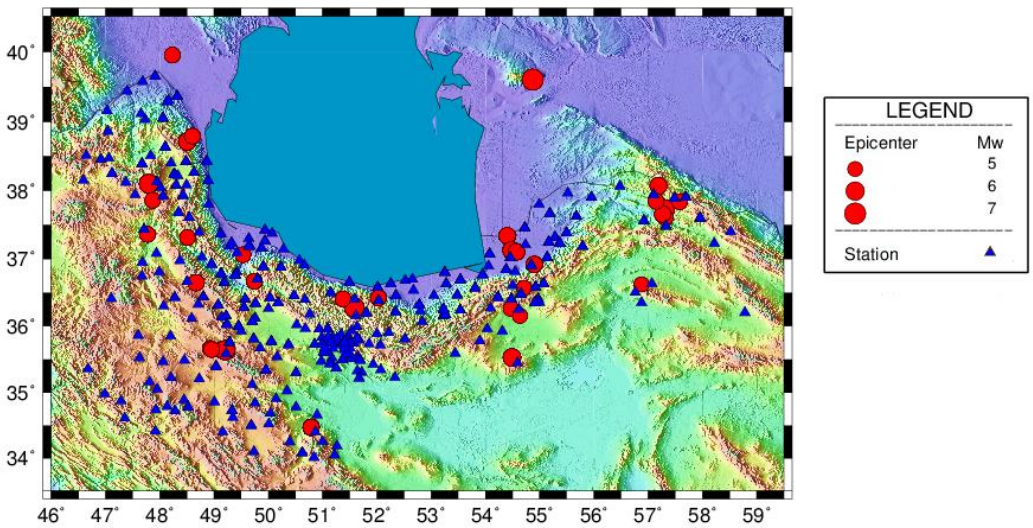
۱ مقدمه

یکی از اساسی ترین کاربردهای روابط کاهیدگی جنبش نیرومند زمین

در مطالعات برآورد خطر زمینلرزه است. امروزه با معرفی نسل جدید روابط کاهیدگی که مبتنی بر پارامترهای ورودی گوناگونی نظیر بزرگی، فاصله، نوع ساختگاه و سازوکار گسلش بوده و با استفاده از داده‌های به دست آمده از یک مجموعه جهانی از زمینلرزه‌های کم عمق پوسته‌ای به دست آمده‌اند، لزوم برآورد کردن روابط کاهیدگی منطقه‌ای به منظور استفاده در پروژه‌های تحلیل خطر لرزه‌ای کمتر احساس می‌شود. با وجود کارامد بودن نسل جدید روابط کاهیدگی در پیش‌بینی پارامترهای جنبش نیرومند زمین، با محاسبه روابط کاهیدگی منطقه‌ای می‌توان به درک دقیق‌تری از تغییرات منحصربفرد جنبش زمین نسبت به پارامترهای گوناگونی نظیر فاصله در منطقه مورد نظر رسید. مطالعات منطقه‌ای صورت پذیرفته بر روی جنبش ضعیف زمین را نیز می‌توان در زمره اینگونه مطالعات قرار داد. مشاهده وجود تفاوت در میزان کاهیدگی جنبش ضعیف در فواصل مختلف در جنوب شرقی کانادا یک نمونه از دستاوردهای مطالعه کاهیدگی امواج لرزه‌ای در مقیاس منطقه‌ای است (Atkinson and Mereu, 1992). وجود این روند در مناطق دیگر از جمله شمال شرقی آمریکا و البرز مرکزی مشاهده گردیده است (Atkinson, 2004; Motaghi and Ghods, 2012). در ادامه وجود تغییرات کاهیدگی بیشینه شتاب افقی مستقل از جهت، نسبت به فاصله، در شمال ایران بررسی شده است.

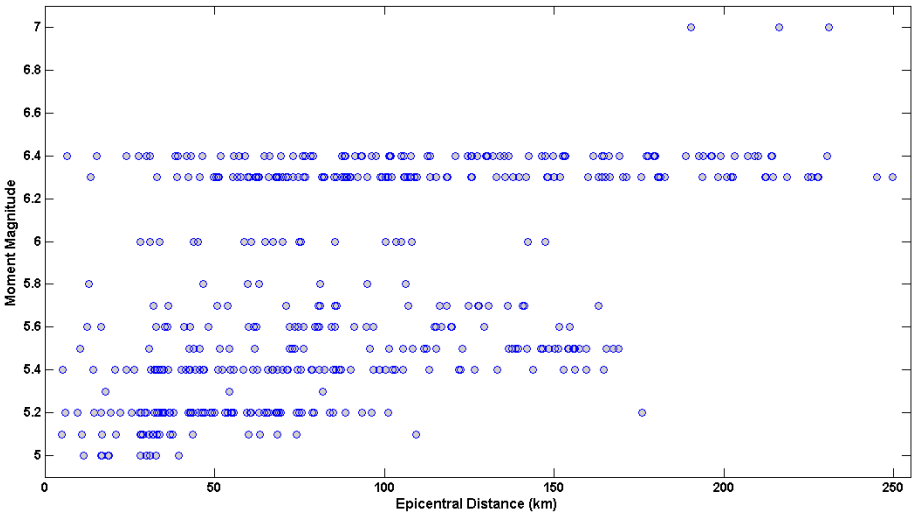
۲ روش تحقیق

در این مطالعه تعداد ۵۰۴ رکورد شتابنگاشت ثبت شده توسط شبکه شتابنگاری ایران (ISMN) در فاصله سالهای ۱۹۹۴ تا ۲۰۱۱ میلادی که دارای حداقل شرایط کیفی لازم بودند، مورد پردازش قرار گرفته است. این رکوردها توسط ۳۳ زمینلرزه با بزرگی ممانی ۵/۰ تا ۷/۰ در گستره شمال ایران مشتمل بر مناطق لرزه‌زمینساختی کپه‌داغ، البرز و شمال غرب ایجاد شده اند. توزیع جغرافیایی زلزله‌ها و ایستگاه‌های مورد مطالعه در شکل ۱ و توزیع بزرگی بر حسب فاصله رومرکزی در شکل ۲ دیده می‌شوند.



شکل ۱. موقعیت رومرکز زمینلرزه‌ها و ایستگاه‌های مورد مطالعه

از میان این رکوردها مولفه‌های افقی ۴۸۳ شتابنگاشت با فاصله رومرکزی کمتر از ۲۵۰ کیلومتر انتخاب شده و به منظور حذف اثر جهت قرارگیری زوج مولفه‌های افقی در فرآیند چرخش ارائه شده توسط Boore (2010) وارد گردید. پس از اعمال چرخش، پارامتر بیشینه شتاب از شتابنگاشت‌ها استخراج گردید.



شکل۲. توزیع بزرگی زمینلرزه‌ها بر حسب فاصله رومرکزی

با تشکیل یک کاتالوگ حاوی اطلاعات رومرکز و بزرگی ممانی زمینلرزه‌ها، متغیرهای مستقل بزرگی ممانی و فاصله رومرکزی به همراه بیشینه شتاب مستخرج از رکوردها در مدل سه تکه ارائه شده توسط Atkinson and Mereu (1992) برازش شد. همانطور که در رابطه ۱ مشاهده می‌شود در این مدل ضرایب گسترش هندسی متفاوتی در سه بازه از فواصل رویداد تا ایستگاه در نظر گرفته شده است.

$$\begin{aligned} \log A_{ij} &= a + bM_i - n_1 \log R_{ij} - kR_{ij} && R \le R_1 \\ \log A_{ij} &= a + bM_i - n_1 \log R_1 - n_2 \log(R_{ij}/R_1) - kR_{ij} && R_1 < R \le R_2 \\ \log A_{ij} &= a + bM_i - n_1 \log R_1 - n_2 \log(R_2/R_1) - n_3 \log(R_{ij}/R_2) - kR_{ij} && R > R_2 \end{aligned} \qquad (۱)$$

که در آن M_i بزرگی ممانی زلزله i ام، R_{ij} فاصله زلزله i ام از ایستگاه j ام بر حسب کیلومتر، A_{ij} بیشینه شتاب حاصل از زلزله i ام در ایستگاه j ام برحسب gal است. متغیرهای a، b، n_1، n_2، n_3، R_1، R_2 و k نیز مجهولات مدل هستند. در فواصل کمتر از R_1، کاهیدگی مرتبط با امواج مستقیم بوده و در حد فاصل R_1 و R_2 کاهیدگی مربوط به تداخل امواج مستقیم و انعکاسات از مرز موهو می باشد. از آنجا که فرض بر این است که در فواصل بیشتر از R_2 امواج سطحی در موج غلبه می‌یابند، مقدار متغیر n_3 برابر با ۰/۵ قرار داده شده است.

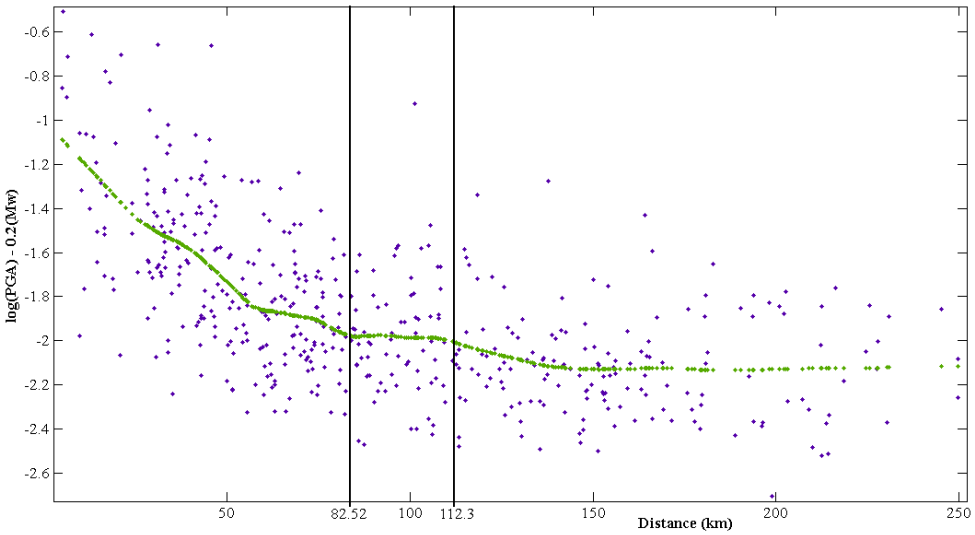
۳ نتیجه‌گیری

مجهولات مذکور با بکارگیری روش حداقل مربعات غیرخطی مطابق با مقادیر موجود در جدول ۱ برآورد شده‌اند. مقدار انحراف معیار محاسبه شده برابر با ۰/۳۸ است.

جدول ۱. ضرایب برآورد شده با استفاده از برازش حداقل مربعات غیرخطی

a	b	n_1	n_2	R_1	R_2	k
۱/۵۱	۰/۲۱	۰/۷۴	-۰/۲۰	۸۲/۵	۱۱۲/۳	۰/۰۰۱

مقادیر برآورد شده برای فواصل R_1 و R_2 توسط برازش غیرخطی در قیاس با مقادیر به دست آمده توسط Motaghi and Ghods, (2012) برای منطقه البرز مرکزی متفاوت است. بنابراین برای بررسی صحت فواصل به دست آمده از برازش، اثر بزرگی از مقادیر بیشینه شتاب حذف گردیده و تغییرات کاهیدگی با فاصله به صورت چشمی تعیین شد. همانطور که در شکل ۳ مشهود است مقادیر به دست آمده از برازش حداقل مربعات غیر خطی از تطابق چشمگیری با روند موجود در بیشینه شتاب هموار شده با حذف اثر بزرگی برخوردار است.



شکل ۳. مقادیر بیشینه شتاب بعد از حذف اثر بزرگی بر حسب فاصله قبل و بعد از هموار سازی

منابع

Atkinson, G. M., and R. F. Mereu, 1992, The shape of ground motion attenuation curves in southeastern Canada: Bull. Seismol. Soc. Am., 82, 2014–2031.

Atkinson, G. M., 2004, Empirical attenuation of ground-motion spectral amplitudes in southeastern Canada and the northeastern United States: Bull. Seismol. Soc. Am., 94, 1079–1095.

Boore, D. M., 2010, Orientation-independent, nongeometric-mean measures of seismic intensity from two horizontal components of motion: Bull. Seismol. Soc. Am., 100, 1830–1835.

Motaghi, K., and A. Ghods, 2012, Attenuation of Ground-Motion Spectral Amplitudes and Its Variations across the Central Alborz Mountains: Bull. Seismol. Soc. Am., 102, 1417–1428.