

## تعیین سریع بزرگی زمینلرزه با استفاده از داده های جنبش نیرومند زمین

### برای رخدادهای متوسط تا بزرگ در فلات ایران

حسین صادقی، پروین بابایی\*، امیر صادقی باقراآبادی

مرکز تحقیقات زمینلرزه شناسی دانشگاه فردوسی مشهد، ص- پ ۹۱۷۷۹۴۸۹۷۴

\*سخنران (Parvin.babaei@yahoo.com)

#### چکیده:

هدف از این مطالعه برآورد سریع بزرگی زمینلرزه های متوسط تا بزرگ در فلات ایران می باشد. در روش به کار رفته از مقادیر مطلق شتاب رکوردهای جنبش نیرومند زمین در مدت استمرار لرزش انتگرال گیری زمانی می شود. کمیت انتگرال گیری شده، معرف لرزش مؤثر رخداد بوده و از جنس سرعت و متناسب با انرژی موج می باشد. انرژی محاسبه شده با کاهش بزرگی و افزایش فاصله تقلیل می یابد. (Wu and Teng (2004) رابطه ای را برای کاهیدگی این لرزش مؤثر با فاصله و بزرگی معرفی کرده اند. در یک فرایند برازش حداقل مربعات، ضرایب رابطه کاهیدگی تعریف شده، تخمین زده شده است.

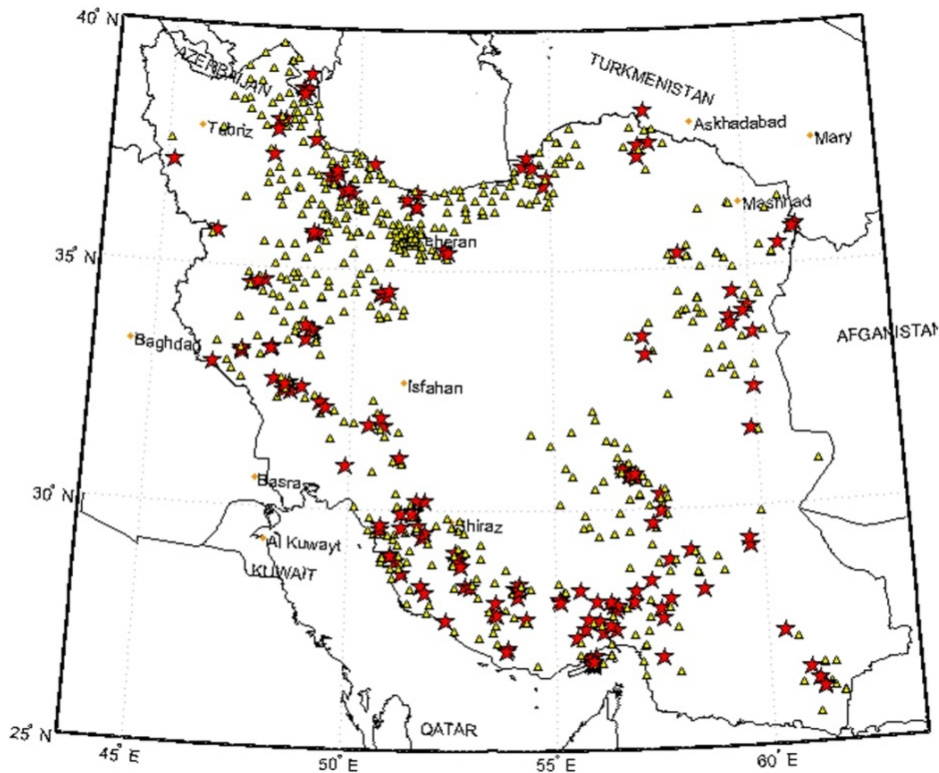
#### Abstract

The purpose of this study is a rapid magnitude determination for moderate to large earthquakes in the Iranian plateau. The method used, carries out a time integration of the absolute values of the acceleration records over the strong shaking duration. The integrated quantity is an indication of the total effective shaking, which is velocity like and proportional to wave energy. The calculated energy decreases with decreasing earthquake magnitude and increasing distance. Wu and Teng (2004) proposed an attenuation relation for the effective shaking, used for magnitude and distance. We estimated the attenuation coefficients through a least square regression analysis.

#### مقدمه :

یکی از مهمترین زمینه های مطالعاتی در علم زلزله شناسی، پژوهش پیرامون هشدار زود هنگام و عملیات واکنش سریع پس از زلزله می باشد. گزارش سریع پارامترهای زمینلرزه (مکان، زمان و بزرگی) و برآورد جنبش نیرومند زمین، نقش بسزایی در کمک رسانی اضطراری به مناطق با خسارت بیشتر ایفا می کند (Kanamori et al., 1997).

هدف از این تحقیق، تعیین سریع بزرگی Mw در ایران، به عنوان کلیدی ترین ابزار مورد نیاز واکنش سریع پس از زمینلرزه می باشد. ما از زلزله های ثبت شده توسط شبکه شتابنگاری ایران با بزرگی  $Mw \geq 5$  استفاده کرده ایم. ۸۷۹ رکورد از ۱۲۴ زلزله به کار گرفته شده است. شکل ۱ نقشه پراکندگی زلزله ها و ایستگاههای مورد استفاده را نشان می دهد.



شکل ۱- موقعیت ایستگاههای شتابنگاری (مثلث) و رومرکز (ستاره) زمینلرزه های مورد استفاده

### بحث و نتیجه گیری:

Wu and Teng (2004) روشی تجربی برای تعیین سریع بزرگی گشتاوری زلزله های بزرگ با استفاده از داده های شتابنگاری میدان نزدیک معرفی می کنند که در آن پارامتری با عنوان لرزش مؤثر کلی به صورت رابطه (۱) تعریف می گردد.

$$\sqrt{Es} = \int_{T_1}^{T_2} \sqrt{V^2 + N^2 + E^2} dt \quad (1)$$

در این رابطه V، N و E به ترتیب مؤلفه های عمودی، شمالی جنوبی و شرقی غربی شتاب نگاشت می باشند. انتگرال از ابتدای رکورد ( $T_1$ ) تا ۵ ثانیه بعد از زمانی که دامنه موج به مقدار ۲۰٪ دامنه ماکزیمم خود می

رسد ( $T_2$ )، محاسبه می گردد. مؤلفه های شتاب مورد استفاده در واحد گال و زمانهای  $T_1$  و  $T_2$  در واحد ثانیه هستند. از آنجا که کمیت انتگرال گیری شده  $\sqrt{Es}$  از جنس سرعت است،  $Es$  متناسب با انرژی موج می باشد. مدت دوام لرزش با بزرگی رابطه مستقیم دارد، لذا با افزایش بزرگی، مقدار لرزش مؤثر کلی نیز افزایش می یابد. با توجه به کاهش دامنه امواج با فاصله و همچنین تناسب ارتباط بزرگی زلزله با لگاریتم دامنه می توان رابطه (۲) را نوشت (Wu and Teng, 2004).

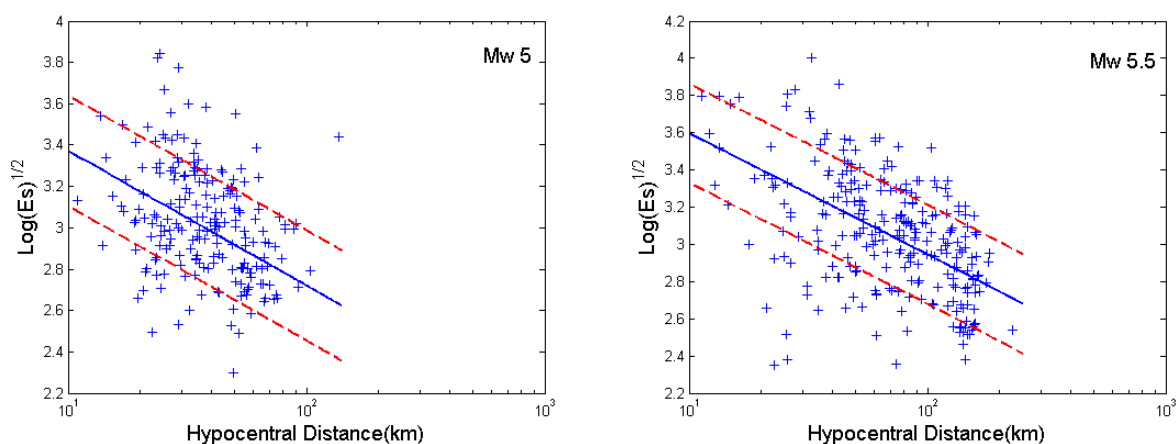
$$\text{Log}(\sqrt{Es}) = A + B.M_w + C.R + D.\log(R) + S_i \quad (2)$$

که در آن  $M_w$  بزرگی گشتاوری،  $R$  فاصله کانونی و  $S_i$  فاکتور تشدید ساختگاه می باشد. ما در این مطالعه  $S_i$  را با توجه به محدودیت داده ها اعمال نکرده ایم. جهت تعیین فاصله کانونی رخدادها از اطلاعات مربوط به عمق Engdahl et al. (2008) استفاده شده است.

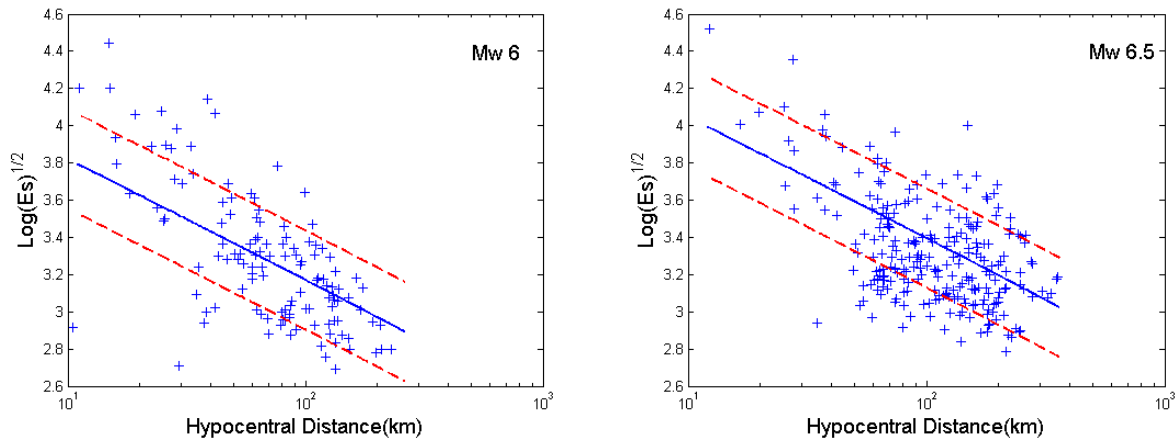
ما ضرایب بهینه  $A$ ،  $B$ ،  $C$  و  $D$  را طی یک فرآیند برازش حداقل مربعات از مجموع ۸۷۹ رکورد شتابنگاری ایران طبق رابطه (۳) تخمین زده ایم که انحراف معیاری معادل ۰.۲۶ دارد.

$$\text{Log}(\sqrt{Es}) = 1.766 + 0.4504M_w - 0.00004554R - 0.647\log(R) \quad (3)$$

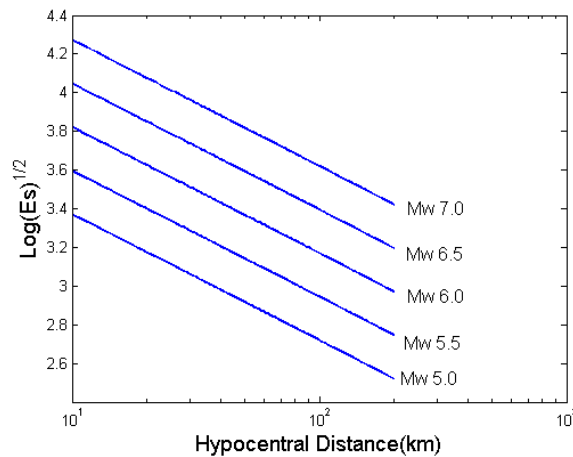
برای زلزله های با بزرگی ۵، ۵.۵، ۶ و ۶.۵ مقادیر  $\text{Log}(\sqrt{Es})$  مشاهده ای و پیش بینی شده در شکل ۲ مقایسه شده اند. بنابراین سری منحنی های کاهیدگی لرزش مؤثر کلی تولید می شوند که می توانند در تعیین بزرگی زلزله های ایران در محدوده بزرگی ۵.۰ تا ۷.۰ مورد استفاده قرار گیرند (شکل ۳).



شکل ۲- منحنی های برازش (خط ممتد) و انحراف معیار (خط چین) برای بزرگی های ۵، ۵.۵ و ۶.۵



ادامه شکل ۲



شکل ۳- سری منحنی های کاهیدگی لرزش مؤثر کلی برای بزرگی های مختلف

کل فرایند لازم جهت تعیین بزرگی؛ تنها شامل انتگرال گیری از دامنه مطلق شتاب و درونیابی روی منحنی های کاهیدگی بدست آمده برای لرزش مؤثر می باشد. بنابراین با داشتن فاصله کانونی، در مدت زمان بسیار کوتاهی پس از ثبت رکورد در یک ایستگاه، مقدار بزرگی زمینلرزه تعیین می گردد.

### منابع:

- Engdahl, E. R., Bergman, E. A., and S. C. Myers (2008). American Geophysical Union, Fall Meeting 2008, abstract No. T23D-06
- Kanamori, H., Hauksson, E., and T. Heaton (1997). Real-time seismology and earthquake hazard mitigation, *Nature* 390, 461-464.
- Wu, Y.-M., and T. L. Teng (2004). Near real-time magnitude determination for large crustal earthquakes, *Tectonophysics* 390, 205-216.