کاربرد امواج کدا در محاسبه بزگا

مهرداد انصاری پور
دانشجوی دکتری، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران،ایران
ansaripor@ut.ac.ir

حبیب رحیمی
استادیار، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران،ایران
rahimih@ut.ac.ir

کلید واژه‌ها: *بزرگی*، امواج کدا، منطقه تهران، لرزه خیزی

چکیده

در این مطالعه کاربرد امواج کدا را در محاسبه بزرگا برای منطقه تهران مورد بررسی قرار داده ایم. برای محاسبه برآوردی از بزرگی از طول زمانی امواج کدا استفاده گردیده است. برآورد قابل اعتماداز بزرگی و بررسی اندازه کامل بزرگا (Mc) از کاتالوگ های زمین لرزه ها پیش نیاز هر گونه تجزیه و تحلیل لرزه خیزی است. در این مطالعه با استفاده ازشکل امواج حاصل از زلزله برگرفته از موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران Mc را برای منطقه تهران بصورت ذیل محاسبه گردید.

$$M_c = 2.341\log_{10}{}^{\tau} + 0.00208\Delta - 2.27$$

مقدمه

امواج کدا کمتر از مسیر نسبت به امواج مستقیم تاثیر می پذیرند به خصوص در فواصل محلی بنابراین بدست آوردن پارامتر های منبع را بهتر می توانند تفسیر کنند. برای برآورد ممان لرزه ای (بزرگی زمینلرزه ها) از رسیدهای امواج حجمی مستقیم، نیاز به تصحیح تشعشع غیر ایزوتوپ اثرات انتشار و چشمه بوده و تصحیح این اثرات مشکل می‌باشد و اغلب تعداد اندکی از ایستگاه ها امکان برآورد الگوی تشعشع جهتی را برای زمینلرزه های محلی می‌دهند. آکی و بیسواس (۱۹۸۴) از دو زمینلرزه در آلاسکا استفاده کردند تا دامنه کدا را نسبت به مقیاس ممان لرزه‌ای مقیاس کنند و آنها رابطه ای بین دامنه امواج کدا، برآورد شده در تعدادی از زمان سیرهای بعد از زمان وقوع زمینلرزه، و ممان لرزه ای پیدا کردند که این رابطه یک روش سریع و قابل اعتمادی برای برآورد اندازه زمینلرزه با استفاده از داده‌های یک ایستگاه تنها را می‌دهد و با توجه به مشکل کلیپ کردن امواج مستقیم استفاده از امواج کدا برای برآورد ممان لرزه ای روش خوبی می‌تواند باشد. اخیرا، با استفاده از مدت زمان سیگنال به منظور برآورد بزرگای امواج کدا (M_c) برای زمین لرزه های که در لرزه نگار کوتاه دوره های عمودی ثبت شده اند،در مطالعات مختلف به منظور تعیین بزرگی برای مناطق مختلف جهان استفاده میگردد.با توجه به آنکه لگاریتم طول زمانی برای برآورد سریع بزرگی زلزله‌ها در بیشتر مناطق جهان استفاده می‌شود و این همبستگی بین بزرگی و طول زمانی رکورد در بخش کدای لرزه‌نگاشتها در ایستگاهای محلی صادق است و مطالعات مانند تجزیه و تحلیل نرخ تغییرات ، تحریک ایستا و پویا، نقشه برداری پارامترهای لرزه خیزی، پیش بینی زلزله، و برآورد خطر لرزه ای احتمالاتی معمولا نیاز به دانش کلی *Mc* از کاتالوگ زلزله دارد،در این قسمت می کوشیم تا برآوردی خوب از بزرگای زلزله در منطقه تهران بدست آورده و آنرا با بزرگای محلی و بزرگای بدست آمده از دیگر مناطق جهان مورد ارزیابی قرار دهیم.

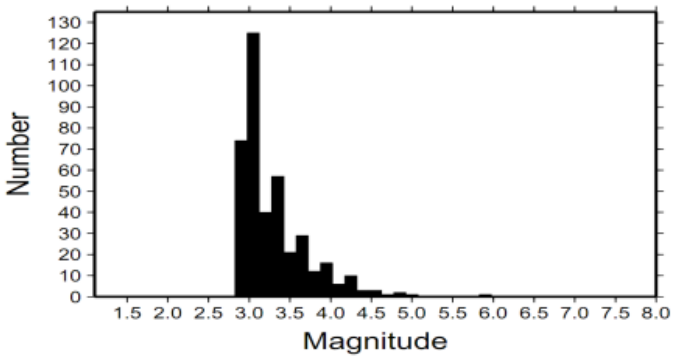
داده ها

در این قسمت از تحقیق از زلزله‌های رخ داده در محدوده طول جغرافیایی ۵۰تا۵۴ درجه شرقی و عرض جغرافیایی۳۴تا ۳۷درجه شمالی استفاده گردید. که بعد از حذف داده‌های نامرغوب حدود ۴۱۲۲ لرزه‌نگاشت مربوط به ۴۰۱ رویداد که رنج بزرگای آنها بین $M_n = 2.9$ تا $M_n = 5.5$ برای تحلیل‌نهایی باقی ماند . (جدول۱و شکل ۱)

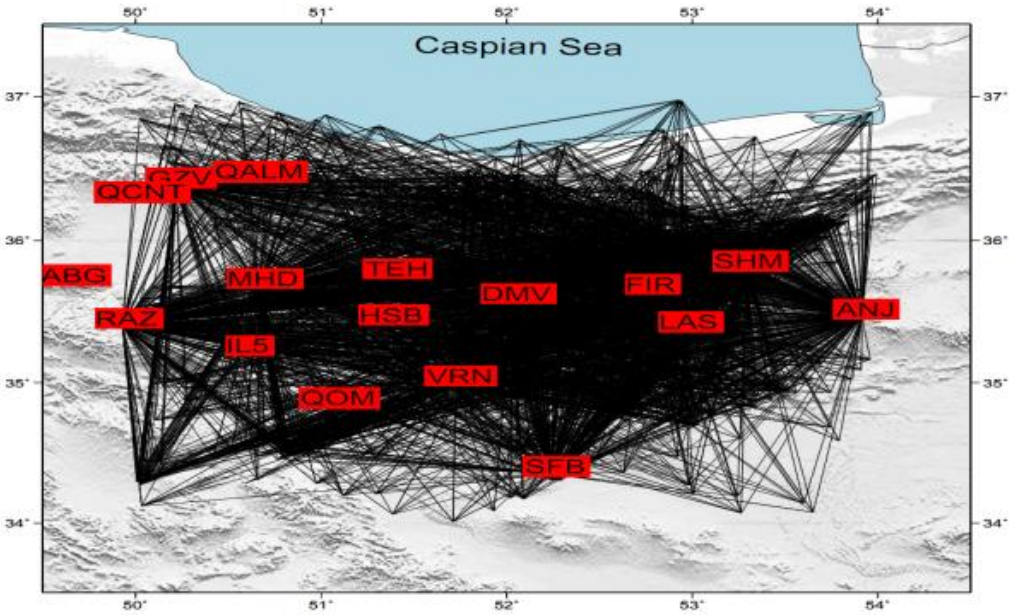
جدول ۱: مختصات ایستگاه های مورد استفاده.

STATION NAME	LAT(°)	LONG(°)	ALTITUDE(m)
SFB	34.352	52.241	995
QOM	34.842	51.070	2270
VRN	34.995	51.727	1139
IL5	35.213	50.581	1353
RAZ	35.405	49.929	1950
HSB	35.428	51.357	1098
LAS	35.381	52.959	1452
ANJ	35.468	53.915	1845
FIR	35.642	52.754	2380
DMV	35.577	52.032	2546
TEH	35.752	51.389	1458
MHD	35.685	50.667	1658
SHM	35.806	53.284	2633
QALM	50.646	36.432	2212
GZV	36.386	50.218	2458
QCNT	36.290	50.009	1319

موقعیت ایستگاه‌ها و زمین‌لرزه‌های مورد استفاده در این تحقیق در شکل(۲) نشان داده شده است‌که پوشش رومرکز ایده آلی را دارد.



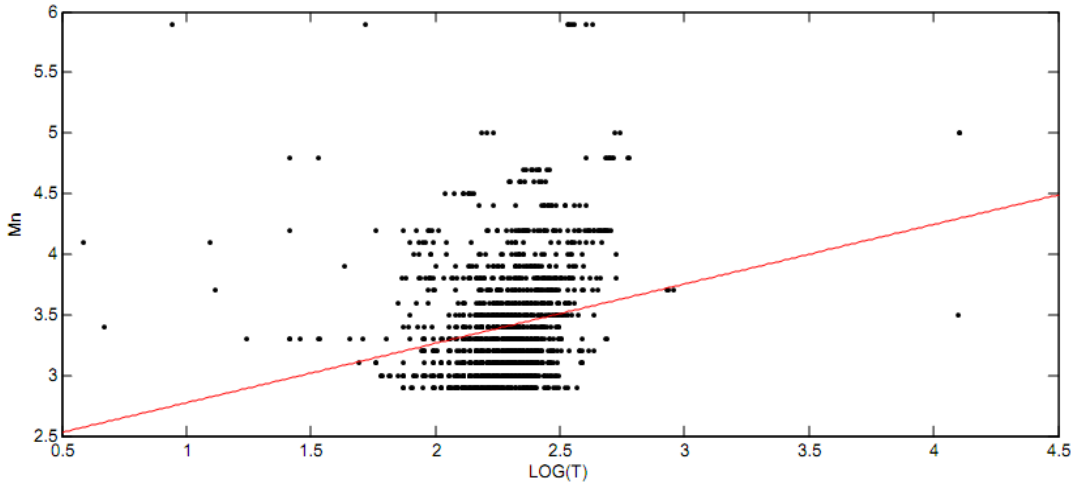
شکل۱: تعداد زلزله های مورد استفاده بر حسب بزرگی.



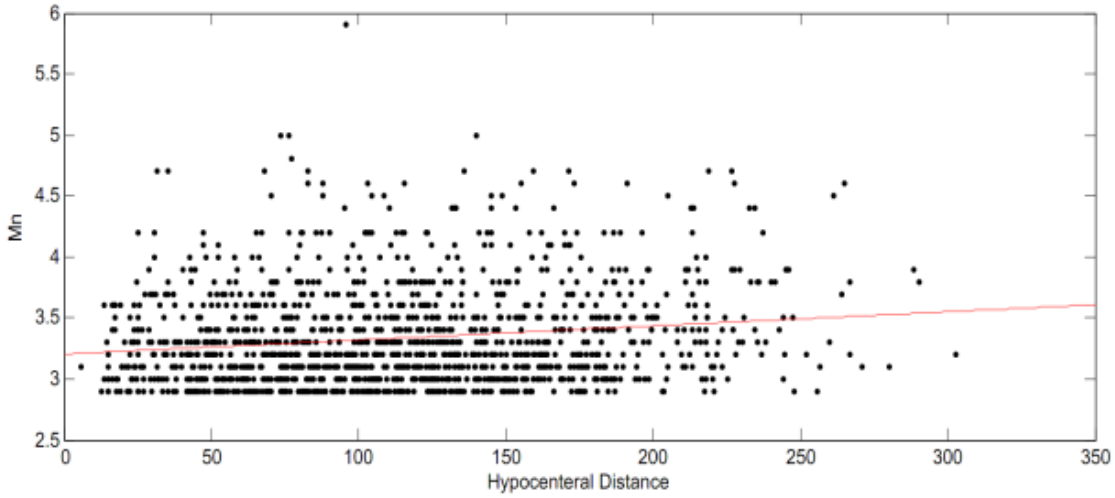
شکل ۲: موقعیت ایستگاه های لرزه نگاری مورد استفاده و پوشش مسیر پرتو لرزه ای از چشمه به گیرنده ها

بحث و نتیجه گیری

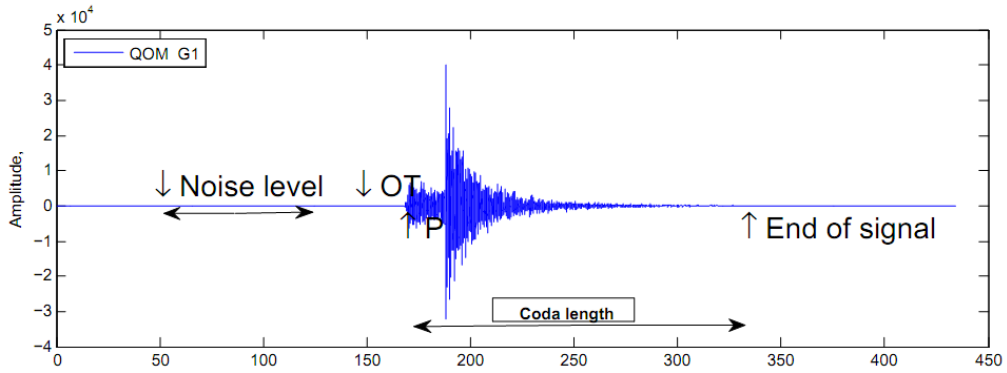
مدت زمان کل نگاشت، تعریف شده در طول زمانی رسید موج p تا زمانی که دامنه کدا برابر با سطح میکرو لرزه ها است، یک برآورد واقعی از بزرگی زلزله است و در این مطالعه Mc بر اساس یک معادله ی تجربی محاسبه می گردد(لی و همکاران ۱۹۷۲،لاهر و همکاران ۱۹۷۴، باکان و لینده ۱۹۷۷) که میتواند با مقیاس محلی سا زگار گردد. اکثریت قریب به اتفاق بزرگای کدا از روی طول رکورد مولفه ی عمودی دستگاه های کوتاه دوره محاسبه می گردد. برای بررسی تاثیر فاصله ثبت رکورد و طول مدت سیگنال در هر بزرگایی از زلزله، ما مدت زمان طول امواج کدا و فاصله رومرکزی را در مقابل بزرگای محلی مورد استفاده توسط موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران رسم کردیم (شکل۳ و۴). برای بدست آوردن طول مدت زمان کل نگاشت، طول زمانی رسید موج p تا زمانی که دامنه کدا برابر با سطح میکرو لرزه ها می گردد، اختیار گردید (شکل۵).



شکل۳:تغییرات بزرگای محلی با لگاریتم طول مدت زمان رکورد در مولفه عمودی دستگاه کوتاه دوره.



شکل ۴: تغیرات بزرگای محلی (Mn) با فا صله رو مرکز بر حسب کیلومتر.



شکل ۵: مقادیر اندازه گیری شده برای محاسبه بزرگا.

طول مدت امواج کدا وابسته به نوع ایستگاه و سطح نویز در ایستگاه خواهد بود، بنابراین برای منطقه خاصی که در این مطالعه ناحیه تهران می باشد مورد استفاده قرار می گیرد.اندازه بزرگای کدا به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$M_c = a.\log(coda) + b.dist + c$$

که در آن b، a و c ثابت ها یی هستند که باید محاسبه گرددند، $coda$ طول مدت امواج کدا بر حسب ثانیه است و $dist$ فاصله رومرکز بر حسب کیلومتر است. با استفاده از امواج کدا، فاصله و M_N که از مجموعه بزرگی از داده های جمع آوری گردیده و با فرض اینکه $Mc = M_N$ ، ما تعداد زیادی از معادلات با ۳ مجهول داریم که می توانیم برای a، b و c معکوس سازی شده و این ثابت ها بدست آیند .از آنجا کهb کوچک است، اغلب به سختی تعیین می شود وبه همین دلیل اغلب b را ثابت و تنهابرای a، c معکوس سازی اجرا می گردد.

$$M_c = a.[\log(coda) + (\frac{b}{a}).dist] + c$$

در نتیجه رابطه بصورت زیر می گردد:

با تجزیه و تحلیل رگرسیون چندگانه انجام شده به رابطه بزرگی جدید به صورت زیر دست یافتیم:

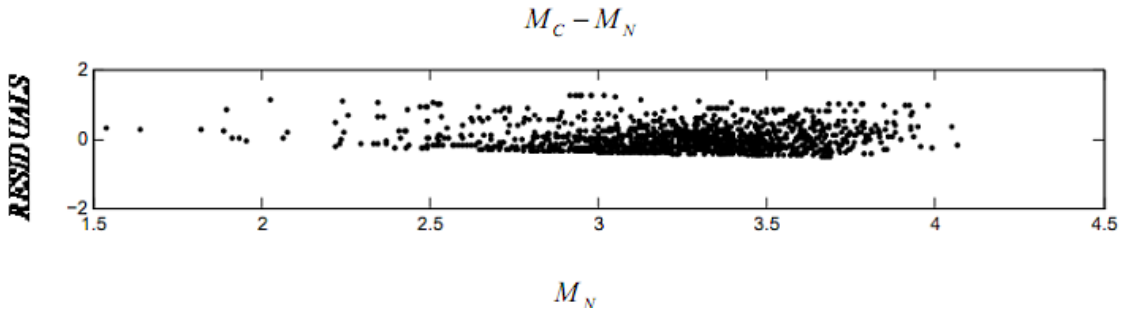
$$Mc = 2.341\, log_{10}\tau \; + 0.00208\Delta - 2.27$$

مقادیر مختلف مشخص برای ضرایب لگارتم طول رکورد، ۲/۸۵(تسومارا، ۱۹۶۷)، ۲/۰۰ (لی و همکاران، ۱۹۷۲)، ۲/۸۲ (کروسون، ۱۹۷۲) و ۱/۸۹ و ۱/۶۳ برای شبکه های جنوب کالیفرنیا (ریل و تنگ ، ۱۹۷۳) میباشد. نتایج حاصل از رگرسیون بدست آمده در این تحقیق $RMSE = 0.08, RSQRE = 0.95$ می باشد. بزرگی زمینلرزه‌ها محلی در ایران بر اساس بزرگی ناتلی (۱۹۷۳) M_N اصلاح شده توسط رضاپور (۲۰۰۵) که به‌صورت زیر تعریف شده است:

$$M_N = \log\left(\frac{\nu}{4\pi}\right) + 1.66\log(d) - 0.1 \qquad d \le 106\ (km)$$

$$M_N = \log\left(\frac{\nu}{4\pi}\right) + 2.50\log(d) - 1.8 \qquad 106 < d \le 600\ (km)$$

که در آن،ν بیشینه دامنه بر حسب نانومتر بر ثانیه و d فاصله رومرکز زمینلرزه بر حسب کیلومتر است. میزان سازگاری بزرگای محلی مورد استفاده در موسسه ژئوفیزیک (M_N)و بزرگای کدا بدست آمده در این مطالعه برای منطقه تهران مناسب می باشد شکل(۶).



شکل ۶:اختلاف بزرگای M_C با بزرگی های محلی M_N برای منطقه تهران.

امواج کدا کمتر از مسیر نسبت به امواج مستقیم تاثیر میپذیرند به خصوص در فواصل محلی بنابراین بدست آوردن پارامتر های منبع را بهتر می توانند تفسیر کنند.مقیاس M_C برای منطقه البرز مرکزی با استفاده از زلزله های ثبت شده توسط دستگاه های کوتاه دوره در مولفه عمودی که دارای کیفیت بالایی بودند محاسبه گردید.نتایج حاصل از رگرسیون حاکی از فیت شدگی و سازگاری بالای داده ها و معادله بدست آمده دارند. نتیجه حاصل با معادله بدست آمده در پارک ملی یلوستون در ایالت وایومینگ آمریکا (جامز و همکاران ۱۹۸۴) مطابقت خوبی دارد.

فهرست مراجع

Bakun WH and Lindh AG (1977) Local magnitudes, seismic moments and coda durations near Orox~ille, California, Bull Seism Soc Am 67, 615-629

Biswas NN and Aki K (1984) Characteristics of Coda Waves: Central and Southcentral Alaska, Bulletin of the Seismological Society of America, 74, no 2, pp 493-507

Lee WHK, Bennett RG and Meagher KL (1972) A method of estimating magnitude of local earthquakes from signal durations, USGS open file report

Lahr JC page Ra and Thomas JA (1974):Catalog of earthquake in south central Alaska, April-June 1972USGeolSurvey,Open file Report,35pp

Nuttli OW (1973) Seismic wave attenuation relations for eastern North America *Journal of Geophysical Research,* **78**, 876-855

Real CR and Teng T (1973) Local Richter magnitude and total signal duration in southern California, Bull Seism Soc Am 63, 1809-1827

Rezapour M (2005) Magnitude scale in the Tabriz seismic network *Journal of the Earth & Space Physics,* **31**(1), 13-21

Tsumura K (1967) Determination of Earthquake Magnitude from Total Duration of Oscillation, Bull Earthquake Res Inst, 15, 7-18