

برآورد شتابنگاشت مولفه پیچشی در شهر تهران

مالک صافی زاده

کارشناس ارشد ژئوفیزیک، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، maalek.saafizaadeh@gmail.com

چکیده

مولفه پیچشی جنبش شدید زمین به دلیل کوچک بودن دامنه این مولفه برای مدت‌ها نادیده گرفته‌است، دستگاه‌های لرزه نگاری استاندارد قادر به ثبت این مولفه‌ها نیستند. مولفه پیچشی جنبش شدید زمین از دو جنبه زلزله شناسی و مهندسی زلزله دارای اهمیت‌مندی باشد. از نقطه نظر زلزله شناسی، مولفه پیچشی می‌تواند اطلاعات مفیدی راجع به محیط انتشار موج، پارامترهای چشممه زلزله و همچنین جزئیاتی در مورد نحوه گسلش ارائه نمایند که این مباحث جزء مطالعات به روز محققین است. در این پژوهش هدف، برآورد مولفه پیچشی زمین، به وسیله‌ی روشی غیر مستقیم (ژئودتیک) است. در این مطالعه از داده‌های شبکه شتابنگاری BHRC واقع در شهر تهران استفاده شده است. نتایج بدست آمده گویای این است که مقادیر مولفه پیچشی بدست آمده از این روش در ناحیه مرکز تا جنوب غرب تهران دارای بیشینه‌هایی است که می‌توان آنرا به زمین‌شناسی منطقه سطحی و زیر سطحی منطقه نسبت داد که مستلزم مطالعات بیشتر برای پیشگیری از خطرات زمین لرزه‌های آینده است.

واژه‌های کلیدی: مولفه پیچشی، تهران، روش ژئودتیک، شبکه‌های شتابنگاری، زمین لرزه.

Evaluation of Torsional Acceleration in Tehran city

Maalek Saafizaadeh

Master of Science (Earthquake Seismology), Institute of Science, High Technology and Environmental Science, Graduate University of Advanced Technology, Kerman, Iran, maalek.saafizaadeh@gmail.com

Abstract

Torsional motion induced by seismic waves have been essentially ignored for a long time, first because rotational effects were thought to be small for man-made structures, and second because sensitive measuring devices were not available until quite recently. In seismology, rotational motions might provide more detailed information on the rupture processes of earthquakes. There are some main approaches to evaluate the rotational motion. The current study primarily concerns with evaluation of torsional ground motions by using the acceleration data of BHRC strong motion network in Tehran city of Iran, by use of Geodetic method. Result show the distribution of torsional ground motion in Southwest part of Tehran, be related to geology of Tehran region.

Keywords: rotational component, Tehran, geodetic method, Earthquake.

۱ مقدمه

زلزله شناسی اصولاً بر پایه مشاهده و مدل سازی سه مولفه انتقالی حرکت توانمند زمین استوار است. تاثیر حرکت‌های چرخشی بواسطه‌ی زلزله‌ها برای مدت‌ها مشاهده شده (مالت، ۱۸۶۲؛ ریشرتر، ۱۹۸۵). بعضی زلزله شناسان نظری (آکی و ریچارد، ۱۹۸۰ و ۲۰۰۲) و مهندسان زلزله برای مدت‌ها نظر به این داشتند که مولفه‌های چرخشی حرکت توانمند زمین هم، باید ثبت و محاسبه شود. مشاهدات اندک حرکت چرخشی حرکت توانمند زمین بطور عمده بواسطه‌ی این است که حسگرهای چرخشی دقیق در اندازه گیری حرکت‌های چرخشی کوچک ایجاد شده توسط زلزله‌ها را ندارند.

در نبود اندازه گیری‌های مستقیم، چرخش حرکت زمین و پاسخ سازه‌ها به این چرخش بطور غیر مستقیم از آرایه‌های شتابنگاری بدست می‌آمد اما این نتایج فقط برای طول موج‌های بلند در مقایسه با فاصله بین ایستگاه‌ها معتبر هستند (کاستلانی و بووی، ۱۹۸۶؛ نیازی، ۱۹۸۷؛ اولیویرا و بولت، ۱۹۸۹؛ اسپودیج و همکاران، ۱۹۹۵؛ هوانگ، ۲۰۰۳؛ قائم‌مقامیان و نوری، ۲۰۰۷). مولفه‌های چرخشی حرکت توانمند زمین همچنین بصورت تئوریک بر پایه مدل‌های سینماتیکی چشممه و تئوری الاستودینامیک خطی انتشار امواج در یک جامد الاستیک هم تخمین زده شده‌اند. (بوچون و آکی، ۱۹۸۲؛ تریفوناک، ۱۹۸۲؛ لی و تریفوناک، ۱۹۸۵، ۱۹۸۷).

ثبت حرکت های چرخشی در حوزه های نزدیک گسل نیازمند ایجاد شبکه های شتابنگاری وسیع در اطراف گسل های فعال و شناخته شده و البته شناس ثبت یک زلزله با بزرگای قابل قبول در زمان وجود این شبکه ها در اطراف این گونه گسل ها دارد. در این مطالعه سعی به برآورد مولفه پیچشی جنبش شدید زمین با استفاده از روش ژئودتیک شده و در نهایت به بررسی ارتباط آن با زمین شناسی منطقه پرداخته ایم.

۲ روش تحقیق

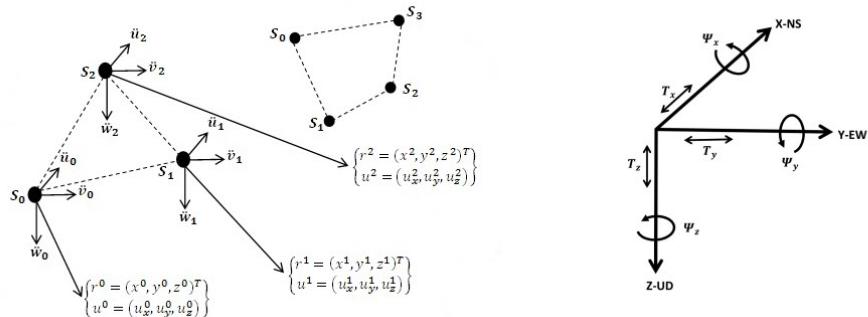
متوسط حرکت های پیچشی را می توان از طریق تفاضل دو نگاشت انتقالی در یک آرایه ایستگاهی بدست آورد (هائو، ۱۹۹۶؛ قائم‌مقامیان و موتوسوکا، ۲۰۰۳؛ هوآنگ، ۲۰۰۳؛ قائم‌مقامیان و نوری، ۲۰۰۷). اسپودیج و همکاران (۱۹۹۵) روشی ژئودتیک معرفی کردند که می توانست با استفاده از چندین ایستگاه، حرکت پیچشی را تخمین بزند. در این روش حداقل سه ایستگاه نیاز است تا بتوان گرادیان جابجایی را بدست آورد. آنها نشان دادند که ماتریس گرادیان جابجایی وابسته به زمان، G را می توان از مولفه های جابجایی زمین u^i ($i = 0, 1, \dots, N$) که توسط N ایستگاه ثبت شده است از طریق معادله زیر بدست آورد:

(۱)

که x و y و z سه راستای محورهای مختصات هستند. $d_i = u_i - u_0$ و $\lambda = \frac{\lambda}{\lambda + 2\mu}$ و μ ضرایب لامه هستند. $R_i = r_i - r_0$ و $u_i = r_i - r_0$ بترتیب جابجایی و مختصات ایستگاه i ام و ایستگاه مرجع هستند. با توجه به رابطه (۲) و گردایان های جابجایی بدست آمده، می توان دوران حول محور Z یا همان پیچش را اینگونه محاسبه کرد (شکل ۱):

(۲)

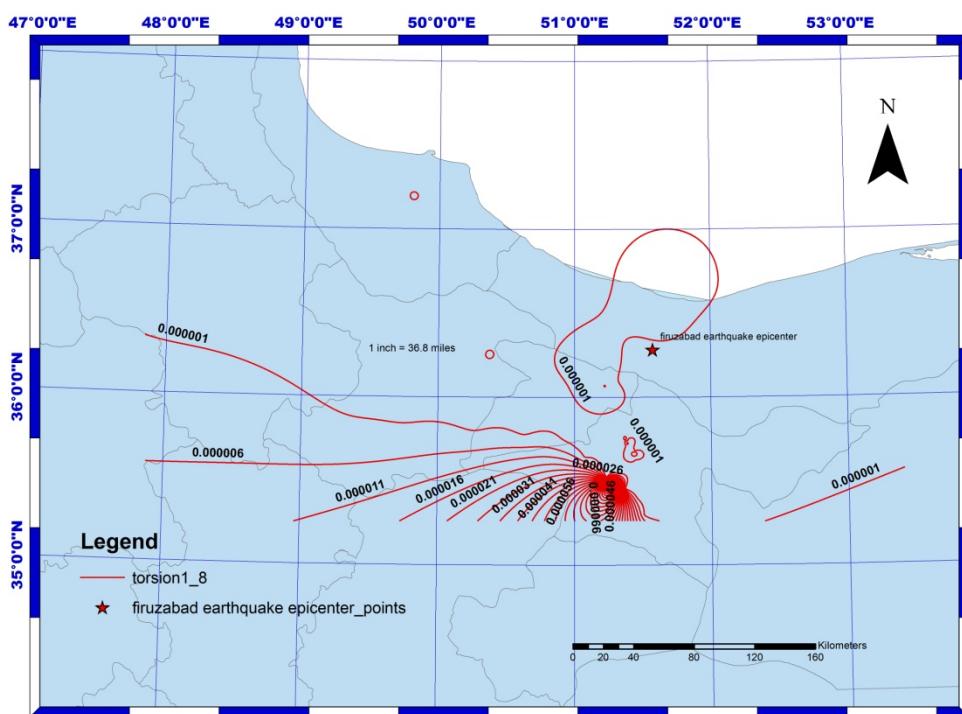
این روش متوسط اسپودیج و همکاران (۱۹۹۵) برای زلزله لندرز با بزرگای $7/4$ که در سال ۱۹۹۲ اتفاق افتاد و متوسط شبکه لرزه نگاری پارکفیلد (UPSTAR) در کالیفرنیا ثبت شده بود بکار گرفته شد.



شکل ۱: شماتیکی از نحوه محاسبه مولفه پیچشی

برای بررسی و کنترل مضاعف توزیع مولفه پیچشی در منطقه، سعی شده نقشه کنتوری از توزیع مولفه پیچشی رسم شود. فرآیند تهیه نقشه کنتوری گسترش داده شده و ایستگاه های مرجع بیشتری انتخاب شده است و یک سری ملاحظات در تهیه این نقشه ها بکار برده شده است، بطور مثال سعی شده در مواردی ایستگاه های مرجع در محاسبات دیگر تکرار نشوند. در آخر این نقشه های کنتوری بصورت یک نقشه واحد ترکیب شده تا بتواند دید کلی از تمام منطقه ایجاد نماید. در این حالت به

دلیل این که تمام داده ها در تهیه نقشه بکار برده شده است و تقریباً پوشش داده ای در کل منطقه وجود دارد، نقشه کنتوری بسیار خوبی از روند توزیع مولفه پیچشی بدست آمده است (شکل ۲).



شکل ۲: نحوه توزیع مولفه پیچشی زمین لرزه در گستره شهر تهران.

۳ نتیجه‌گیری

با توجه به نقشه کنتوری بدست آمده و با نظر به این که در ناحیه مرکز تا جنوب غرب منطقه تهران بیشینه مولفه پیچشی زمین لرزه مشاهده شده است، می‌توان آنرا به زمین شناسی سطحی و زیر سطحی منطقه نسبت داد که نیازمند مطالعات بیشتر در جنبه های مختلف است، همچنین این نواحی را از نظر پتانسیل خطر پذیری زلزله، جزء مناطق دارای اهمیت مطالعه بالا محسوب کرد.

منابع

- Bouchon M, Aki K (1982) Strain, tilt and rotation associated with strong ground motion in the vicinity of earthquake faults. *Bulletin of the Seismological Society of America*.72: 1717-1738.
- Ghayamghamian MR, Nouri G R, Igel H; Tobita T (2009) the effect of torsional ground motion on structural response: code recommendation for accidental eccentricity. *Bulletin of the Seismological Society of America* 36:1407-1429.
- Ghayamghamian MR, Nouri G R (2007) on the characteristics of ground motion rotational components using Chiba dense array data. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*. 36:1407-1429.
- Spudich P, Steck, L K, Hellweg, M., Fletcher, J. B., Baker, L. M. (1995). Transient stresses at Parkfield, California, produced by the M 7.4 Landers earthquake of June 28, 1992: observation from the UPSAR dense seismograph array. *Journal of Geophysical research*.100:B1, 675-690.
- Spudich, P., Fletcher, J. B. (2008). Observation and prediction of dynamic ground strains, tilts, and torsions causes by the Mw 6.0 2004 Parkfield, California, earthquake and aftershocks, derived from UPSAR Array observation. *Bulletin of the Seismological Society of America*.98, 1898-1914.
- Suryanto, W., Igel, H., Wassermann, J., Cochard, A., Schuberth, B., Vollmer, D., Scherbaum, F., Schreiber, U., Velikoseltsev, A. (2006). First comparison of array-derived rotational ground motions with direct ring laser measurements. *Bulletin of the Seismological Society of America*.96, 2059-2071.
- Takeo, M., Ito, H. M. (1997). What can be learned from rotational motions excited by earthquake. *Geophysical Journal International*.129, 319-329.