

تعیین پارامترهای هشدار سریع زلزله τ_c و P_d برای جنوب ایران (تنگه هرمز)

عطیه اسحاقی^{۱*}، محمدرضا قیطانچی^۲ و مهدی زارع^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوفیزیک، گروه فیزیک زمین، مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، ایران

^۲ استاد، گروه فیزیک زمین، مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، ایران

^۳ دانشیار، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ایران

(دریافت: ۸۷،۳،۱۲، پذیرش نهایی: ۸۷،۷،۲)

چکیده

در این مقاله روشی عملی برای هشدار سریع زلزله در جنوب ایران بر اساس تعیین پارامتر دوره‌ای جنبش زمین یعنی τ_c و پارامتر P_d (دامنه نگاشت جابه‌جایی که با فیلتر بالاگذر فیلتر شده است) برای چند ثانیه اول موج از نگاشت‌های شتاب‌نگارهای موجود (که توسط شتاب‌نگارهای سازمان تحقیقات ساختمان و مسکن ثبت شده‌اند) برای زلزله‌های با بزرگای $M \geq 3$ مورد بررسی قرار گرفته است. براساس بررسی‌های صورت گرفته، بزرگای یک رویداد در یک سایت مشخص را می‌توانیم از روی پارامتر τ_c برآورد کنیم و میزان PGV را از روی مقدار P_d محاسبه کنیم. همه سیگنال‌های سه مؤلفه‌ای شتاب که پس از وقوع زلزله ثبت شده‌اند به ترتیب به نگاشت‌های سرعت و جابه‌جایی جنبش زمین تبدیل می‌شوند. این جابه‌جایی‌های به‌دست آمده با فیلتر بالاگذر باترورت یک‌طرفه با بسامد قطع ۰٫۰۷۵ ثانیه مرتبه ۴، فیلتر می‌شوند. برای همه رویدادهای اتفاق افتاده براساس نگاشت حاصل، پارامترهای τ_c و P_d محاسبه شده‌اند و پس از بررسی و آنالیز آنها توانستیم رابطه‌ای بین τ_c و بزرگا (M) برای جنوب ایران و همچنین رابطه‌ای بین P_d و PGV برای این ناحیه (استان هرمزگان) به‌دست آوریم. این دو رابطه می‌تواند وقوع زلزله‌ای مخرب را تشخیص دهد و هشدار سریع در سایت (On-Site Warning) در نواحی اطراف ایستگاه فراهم کند که در این نواحی انتظار رسید جنبش نیرومند زمین چند ثانیه پس از رسید امواج P وجود دارد. هنگامی که تراکم ایستگاهی زیاد باشد، این روش را می‌توان برای داده‌های چندایستگاهی به‌کار برد و در نتیجه دقت و صحت هشدار سریع را افزایش داد. لذا بهینه ساختن شبکه‌های شتاب‌نگاری و همچنین نصب و استفاده از شبکه‌های لرزه‌نگاری توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: هشدار سریع زلزله، بزرگای زلزله، جنبش نیرومند زمین

Determination of earthquake early warning parameters, τ_c and P_d , in southern Iran

Eshaghi, A¹., Gheitanchi, M. R². and Zare, M³.

¹M.Sc. student of Geophysics, Earth Physics Department, Institute of Geophysics, University of Tehran, Iran

²Professor, Earth Physics Department, Institute of Geophysics, University of Tehran, Iran

³Associate professor, International Institute of Earthquake Engineering and Seismology, Tehran, Iran

(Received: 1 June 2008, Accepted: 23 Sep 2008)

Abstract

During the past decades, attempts have been made to develop an early warning system for coming destructive earthquakes a few seconds before the ongoing ground motion. In this paper, a practical method for the early warning of earthquakes in south Iran is presented.

This region is selected for study because it has high potential for generating earthquakes and has a more complete strong ground motion data set. Earthquake early warning systems have the potential to reduce the damaging effects of earthquakes by giving a few seconds to a few tens of seconds warning before the arrival of damaging ground motion. Using P-wave arrivals is the most rapid method of delivering earthquake early warning and may permit a few seconds warning of ongoing ground motion in the region.

To rapidly assess the damaging potential of an earthquake for purposes of earthquake early warning in southern Iran, we determined a ground-motion period parameter τ_c and a high-pass filtered displacement amplitude parameter P_d from the initial 3 s of the P waveforms. The τ_c is called source parameter and is related to the magnitude of earthquakes. Our study indicates that τ_c is independent of epicentral distance up to 130 km. In practice, we calculate τ_c for distances less than 100 km. We use the peak displacement and acceleration amplitudes of the first 3 sec of the vertical-component records. At a given site, we estimate the magnitude of an event from τ_c and the peak ground-motion velocity (PGV) from P_d .

The region of study contained 42 strong ground motion accelerometers that have been deployed in the region since 1977. About 419 strong motion digital data from 209 local earthquakes that were recorded during 1977-2006 in the study region, are extracted for this study. Among these earthquakes, 194 with magnitudes greater than 3 were used for this analysis. For determination of P_d , we used 152 waveform data with epicentral distance less than 44 km. The P-wave onset time readings were carried out by SAC software out the vertical components.

We found that the peak initial-displacement amplitude P_d correlates well with the peak ground-motion velocity (PGV) at the same site. We selected the earthquake with $M \geq 3$ that was recorded during 1975-2006 by near field strong ground motion instruments in the region, operated by the Building and Housing Research Center. The vertical components of accelerations were converted to ground velocity and displacement. The displacements are filtered with a one-way Butterworth high-pass filter with a cut-off frequency of 0.075 Hz. From the vertical components, τ_c and P_d are computed. We found the relationship between τ_c and magnitude (M) and between P_d and PGV for this region. These two relationships can be used to detect the occurrence of a major earthquake and provide onsite warning around the station. The quality of data was increased by increasing the signal to noise ratio. Also, more recording stations produce less scatterings and errors. The results indicate that earthquakes with magnitudes greater than magnitude 5, have greater τ_c . Thus, by using the obtained relationships in this study, from the first 3 seconds of initial P-waves, we can estimate the magnitude of earthquakes. Also, we can clarify whether the occurring earthquake could be destructive and early warning issue might be necessary. The high seismic activity of Bandar-Abbas, the port city at the Strait of in Hormoz, in southern Iran, highlights the necessity and importance of a dense seismic network and an early warning system to be deployed in the region in order to detect the location and the magnitude of damaging earthquakes for the purposes of reducing the damaging affects of earthquakes by giving a few to a few tens of seconds warning before the arrival of damaging ground motion.

Key words: Seismic hazard mitigation, Earthquake early warning, Magnitude, Strong motion

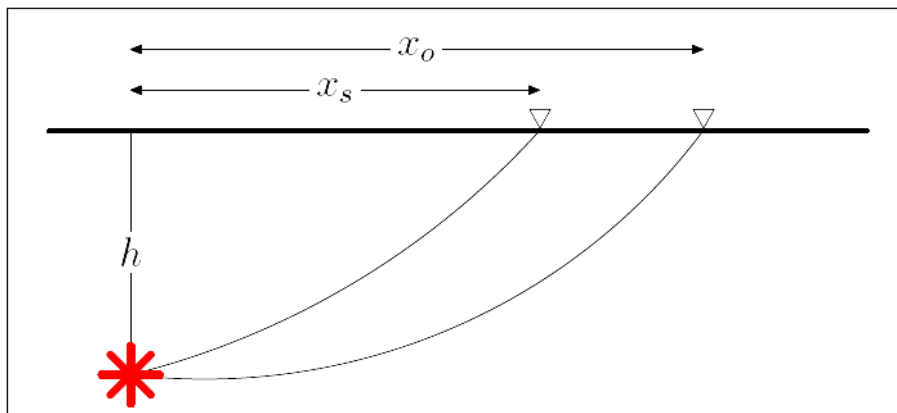
۱ مقدمه

زمان هشدار سریع بسته به اینکه فاصله بین منبع لرزه‌ای و لرزه‌نگار و سایت مورد نظر چقدر باشد، در فاصله زمانی چندین ثانیه تا چند ده ثانیه است. برای مثال زمان هشدار سریع مربوط به سامانه هشدار سریع به کار رفته در شهر مکزیکوسیتی در صورتی که زلزله‌ای نیرومند در طول زون فرورانش گوررو (Guerrero) که در حدود ۳۲۰ کیلومتری شهر مکزیکو قرار گرفته است اتفاق بیفتد، حدود ۷۰ ثانیه است که علت آن فاصله بسیار زیاد بین شهر مکزیکوسیتی و زون فرورانش گوررو است.

بیشترین زمان هشدار قابل دستیابی در یک سامانه هشدار سریع Δt_w با فاصله زمانی بین شناسایی و تشخیص موج P به وسیله لرزه‌نگار و زمان رسید موج‌های S با دامنه بالا در سایت مورد نظر است. فاصله کانونی X_s از لرزه‌نگار و X_0 از سایت مورد نظر، همچنین عمق کانونی h زمان هشدار Δt_w را می‌توان از رابطه‌ای که هیتون (Heaton) در ۱۹۸۵ ارائه کرده است به صورت زیر برآورد کرد:

$$\Delta t_w \approx \frac{\sqrt{X_0^2 + h^2}}{\beta} - \frac{\sqrt{X_s^2 + h^2}}{\alpha} - \Delta t_p \quad (1)$$

به دلیل افزایش خسارات ناشی از زلزله‌ها و مشکلات موجود در پیش‌بینی زلزله، تحلیل آماری داده‌های شتاب‌نگاری و کاربرد آنها در سامانه‌های هشدار سریع، توجه را به خود معطوف داشته است. در نتیجه تلاش‌های بسیار زیاد در تحقیقات زلزله‌شناسی روش‌های نظری خوبی به دست آمده است اما روش‌های پیش‌بینی عملی، غیرقابل تحقق به نظر می‌رسند. روند دیگر برای کاهش خسارات و خطر لرزه‌ای، توسعه و پیشرفت سامانه‌های هشدار سریع (Earthquake Early Warning Systems) است. ناحیه آسیب‌دیده از زلزله‌های بزرگ ممکن است تا صدها کیلومتر از رومرکز (Epicenter) زلزله گسترش داشته باشد و به دلیل زمان سیر کوتاه‌تر امواج رادیویی نسبت به امواج لرزه‌ای، امکان مطلع ساختن مناطقی که در معرض خطرند قبل از اینکه تکان شدید زمین اتفاق بیفتد وجود دارد. سامانه هشدار سریع، هشدارهایی در مورد خطر قریب‌الوقوع به ما می‌دهد که ممکن است یا براساس حدود آستانه ساده یا براساس برآوردهای سریع از پارامترهای منبع لرزه‌ای باشد. سامانه هشدار سریع از توانایی سامانه‌های مدرن داده-زمان واقعی (Real-Time Data) برای پردازش و انتقال اطلاعات سریع‌تر از انتشار امواج لرزه‌ای (۳-۶ km/s)، استفاده می‌کنند. به طور معمول



شکل ۱. شکل نمایشی برای وقوع زلزله و فواصل ذکر شده در رابطه (۱).

سریع قابل اجراست. روش اول هشدار ناحیه‌ای و روش دوم هشدار در سایت است. روش اول براساس شیوه سنتی زلزله‌شناسی به‌صورتی است که داده‌های یک شبکه لرزه‌نگاری برای تعیین موقعیت مکانی زلزله و تعیین بزرگی و محاسبه جنبش زمین در دیگر سایت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در روش دوم شروع حرکت زمین (بیشتر امواج P) مشاهده شده در سایت برای پیش‌بینی حرکت و جنبش بعدی زمین (بیشتر با امواج S و امواج سطحی) در همان سایت مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این موارد احتیاجی به تعیین موقعیت مکانی و یا بزرگای مربوط به زلزله نیست گرچه در بعضی از سامانه‌ها، موقعیت مکانی و بزرگای زلزله نیز در جهت تعیین میزان تکان زمین در ناحیه مورد نظر محاسبه می‌شود. روش ناحیه‌ای بیشتر قابل اعتماد است اما زمان بیشتری می‌برد و نمی‌تواند برای سایت‌ها در فاصله کوتاه مورد استفاده قرار گیرد. در مقابل، روش دوم کمتر قابل اعتماد اما بسیار سریع است و می‌تواند هشدار سریع قابل کاربرد برای سایت‌هایی که حتی در فاصله نزدیک‌اند فراهم کند. با شروع تحقیقات ناکامورا (۱۹۸۸) روش‌های فراوانی برای برآورد اندازه زلزله با استفاده از ثانیه‌های اول شروع زلزله، توسعه یافته‌اند.

یک نمونه بسیار بارز برای هشدار سریع ناحیه‌ای، موردی است که در تایوان وجود دارد. در تایوان، در ۱۹۸۸ برنامه‌ای بسیار بزرگ برای به‌کارگیری هزاران دستگاه طراحی شد و این برنامه را از ۱۹۹۱ تا ۱۹۹۶ دولت تایوان از نظر مالی پشتیبانی می‌کرد. در ۱۹۹۹، بیش از ۶۰۰ ایستگاه شتاب‌نگاری حوزه آزاد و بیش از ۵۰ آرایه شتاب‌نگاری (که هر کدام به‌طور خاص ۳۰ عدد شتاب‌نگار داشتند) در پل‌ها و ساختمان‌های انتخاب شده CWB (Central Weather Bureau) به‌کار گرفته شد (شین و همکاران، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۳). برای زلزله چی چی ۱۹۹۹ تایوان (زلزله با بزرگای $M_w = 7.6$)، این شبکه

فرض این است که امواج P و S با میانگین سرعت‌های به ترتیب α و β طی مسیر می‌کنند. Δt_p هم زمان مورد نیاز است که برای پردازش داده‌ها و انتقال آنها احتیاج داریم که در حدود چند ثانیه است. از توضیحات بالا این‌گونه نتیجه‌گیری می‌شود که ایستگاه‌های لرزه‌ای در یک سامانه هشدار سریع زلزله، که معمولاً برای جلوگیری از اشباع شدگی لرزه‌نگارهای جنبش نیرومند زمین مجهز شده‌اند، ترجیحاً باید به‌طور همگن در نزدیک‌ترین فاصله ممکن از گسل‌های فعال موجود در ناحیه مورد نظر به‌کار گرفته شوند. سامانه‌های هشدار سریع به ارتباطی ممتد یا به‌طور مستقیم با کاربر (در سامانه هشدار در سایت On-Site Warning System) یا به‌صورت امکانات پردازش مرکزی و از آنجا به یک یا چند کاربر (در سامانه هشدار ناحیه‌ای Regional Warning System) دارند. سامانه‌های تله‌متری داده-زمان واقعی (Real Time) معمولی براساس رادیو، ماهواره و یا ارتباطات تلفنی کار می‌کنند. در طی چند دهه گذشته تلاش زیادی برای نصب و به‌کارگیری سامانه‌های هشدار سریع زلزله در ژاپن، تایوان، مکزیکو، امریکا، ترکیه و رومانی صورت پذیرفته است. در ادامه مروری بر روش‌شناسی سامانه‌های هشدار سریع داریم و سپس روشی عملی برای هشدار سریع زلزله در جنوب ایران براساس تعیین پارامتر دوره‌ای جنبش زمین یعنی τ_c و پارامتر P_d (دامنه نگاشت جابه‌جایی که با فیلتر بالاگذر فیلتر شده است) برای چند ثانیه اول موج از نگاشت‌های شتاب‌نگارهای موجود (که با شتاب‌نگارهای مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن ثبت شده‌اند) برای زلزله‌های با بزرگای $M \geq 3$ مورد بررسی قرار گرفته و نتایج آن ارائه شده است.

۲ روش‌شناسی

به‌طور کلی دو روش برای به‌کارگیری سامانه‌های هشدار

اطلاعات زلزله وجود دارد. به طور کلی، فرایند به هنگام شدن اطلاعات برای سامانه هشدار سریع زلزله بسیار ضروری است. شیوه‌های هشدار سریع می‌توانند در نواحی که شبکه لرزه‌نگاری متراکم وجود دارد بسیار سودمند واقع شوند. کاناموری (۲۰۰۵) روش ناکامورا (۱۹۸۸) و آلن و کاناموری (۲۰۰۳) را به منظور تعیین پارامتر دوره‌ای τ_c از ۳ ثانیه اول امواج P توسعه داد.

در روش هشدار در سایت، مبنای استفاده از موج P برای برآورد کردن اندازه نهایی یک زلزله است. حرکت گسل مسبب زلزله هم موج P و هم موج S را منتشر می‌سازد اما دامنه موج P بسیار کوچک‌تر از دامنه موج S است. پس موج P کمتر باعث ایجاد خرابی می‌شود و موج S بیشتر مسئول تخریب، بر اثر جنبش زلزله‌ای است. به بیان دیگر، موج P بیشتر دربردارنده اطلاعات رویداد است و موج S انرژی بیشتری را انتقال می‌دهد (کاناموری، ۲۰۰۵). در نتیجه اگر ما بتوانیم ابتدای موج P را در طول زمان کوتاهی بعد از شروع زلزله مشاهده و بررسی کنیم، می‌توانیم اطلاعاتی در مورد منبع لرزه‌زا حداقل در این بازه زمانی داشته باشیم. واضح است که بازه زمانی طولانی‌تر می‌تواند اطلاعات صحیح بیشتری از منبع فراهم کند. برای هشدار سریع در سایت لازم است که تعدادی از پارامترهای جنبش زمین به سرعت در طی زمان کوتاهی پس از شروع رویداد مورد اندازه‌گیری قرار گیرند. اگر ما بتوانیم دور غالب ثبت جابه‌جایی در طول ۳ ثانیه اول را اندازه‌گیری کنیم می‌توانیم از آن در حکم یک شاخص برای اندازه زلزله مورد نظر استفاده کنیم. به مثابه شاخصی از دور، از پارامتر τ_c استفاده می‌کنیم که اساس آن روشی است که ناکامورا (۱۹۸۸) از آن استفاده کرده است (کاناموری، ۲۰۰۵) و وو و کاناموری (۲۰۰۸) این پارامتر به صورت زیر مشخص می‌شود:

نه تنها اطلاعات سریع قابل اعتماد ایجاد کرد، بلکه مجموعه‌ای از داده‌های طیفی تولید کرد که بین زلزله‌شناسان سر تاسر دنیا به سرعت توزیع شد. این مجموعه داده‌ها برای تحقیقات وسیع‌تر مورد استفاده قرار گرفت و نتیجه بسیار چشمگیری در پیشرفت‌ها و توسعه‌های اخیر زلزله‌شناسی داشت. این سامانه ناحیه‌ای معمولاً به میانگین زمانی ۲۲ ثانیه برای تعیین پارامترهای زلزله نیاز دارد. بزرگای به دست آمده عدم قطعیت ± 0.25 دارد. در نتیجه هشدار مناسب برای نواحی که بیش از ۷۰ کیلومتر از کانون سطحی فاصله دارند فراهم می‌کند. سامانه هشدار سریع در تایوان از سال ۲۰۰۲ شروع به کار کرده و تاکنون هیچ اعلام هشدار غلطی نداشته است و به طرز موفقیت‌آمیزی تعداد زیادی زلزله‌های با بزرگای بیش از ۶ را گزارش کرده است (وو و همکاران، ۲۰۰۳ و وو و همکاران، ۲۰۰۶). از هشدار ناحیه‌ای، همچنین در ژاپن و مکزیکو نیز استفاده می‌شود. البته روشی که در مکزیکو صورت می‌گیرد کمی متفاوت است. برخلاف روش هشدار ناحیه‌ای، هشدار در سایت بسیار سریع‌تر است و می‌تواند هشدار سریع سودمندی برای سایت‌هایی که در فاصله کمی از کانون سطحی قرار دارند فراهم کند که البته این سایت‌ها بیشترین نیاز به هشدار سریع را دارند. هشدار سریع در سایت می‌تواند از یک تک‌ایستگاه یا از یک آرایه متراکم به دست آید. برای عملیات تک‌ایستگاهی سیگنال‌هایی که از امواج P به دست می‌آیند برای محاسبه و تعیین کانون برای پیش‌بینی تکان‌های نیرومند زمین مورد استفاده قرار می‌گیرند.

به هر صورت میزان اعتماد به اطلاعات زلزله که از این روش به دست می‌آید، نسبت به روش ناحیه‌ای بسیار کمتر است. فنون جدید می‌توانند تا حد زیادی دقت هشدار در سایت را افزایش دهند. همیشه تقابلی بین زمان هشدار و میزان قابل اعتماد بودن هشدار حاصل از

همچنین نشان دادند که تلفیق دو روش τ_C و P_d می‌تواند حدود آستانه هشدارهای قابل اعتماد در حدود ۱۰ ثانیه بعد از وقوع یک زلزله بزرگ را فراهم کند. در این مقاله، تحقیق و بررسی ثبت‌های به‌دست آمده از جنوب ایران (استان هرمزگان) با روش‌های τ_C و P_d را برای مقاصد هشدار سریع در این منطقه مورد استفاده قرار داده‌ایم. شکل ۲ نشان‌دهنده موقعیت منطقه و همچنین توزیع ایستگاه‌های شتاب‌نگاری مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن است.

پس از آنالیز داده‌ها و به‌دست آوردن پارامتر τ_C ، رابطه آن با بزرگای تعیین شده است. همچنین روابط بین P_d و PGV هم مشخص شده است که این روابط برای استفاده در به‌کارگیری سیستم‌های هشدار سریع به‌صورت داده-زمان واقعی می‌تواند کاربرد داشته باشد.

۳ داده‌ها و تحلیل آنها

به دلیل موقعیت راهبردی منطقه و همچنین لرزه‌خیزی زیاد آن، منطقه برای بررسی امکان به‌کارگیری سامانه هشدار سریع زلزله انتخاب شده است. در این ناحیه ۴۲ ایستگاه شتاب‌نگاری وجود دارد که همه نگاهت‌های موجود که از سال ۱۹۷۷ تا ۲۰۰۶ از سوی این ایستگاه‌ها ثبت شده‌اند مورد بررسی قرار گرفته است. از ۴۱۹ نگاهت که مربوط به ۲۰۹ عدد زلزله بودند، پس از حذف داده‌های بی‌کیفیت (داده‌هایی که بزرگی آنها اعلام نشده بود یا نوفه آنها بسیار زیاد بود به صورتی که بر نتایج اثر منفی زیادی داشت یا شروع رسید P در مؤلفه عمودی آنها مشخص نبود) تعداد ۱۹۴ ثبت انتخاب شد که همگی دارای بزرگی بیش از ۳ ($M \geq 3$) بودند و برای محاسبه پارامتر τ_C مورد استفاده قرار گرفتند (این داده‌ها در پیوست ارائه شده‌اند).

$$\tau_c = \frac{1}{\sqrt{\langle f^2 \rangle}} = \frac{2\pi}{\sqrt{r}} \quad (2)$$

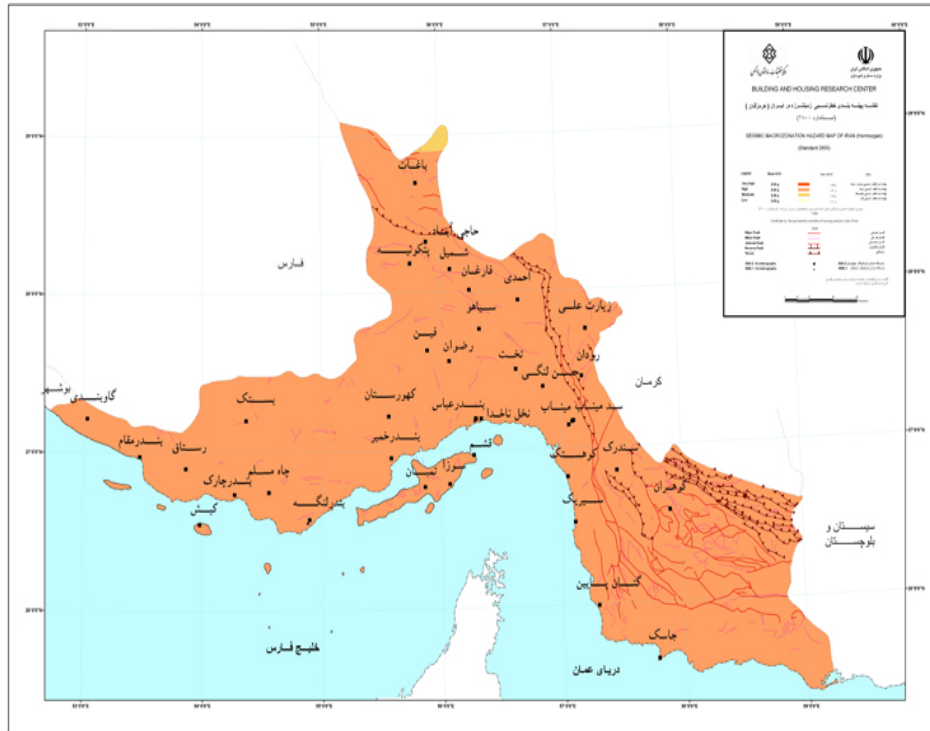
که در آن پارامتر r از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$r = \frac{\int_0^{\tau_0} \dot{u}^2(t) dt}{\int_0^{\tau_0} u^2(t) dt} \quad (3)$$

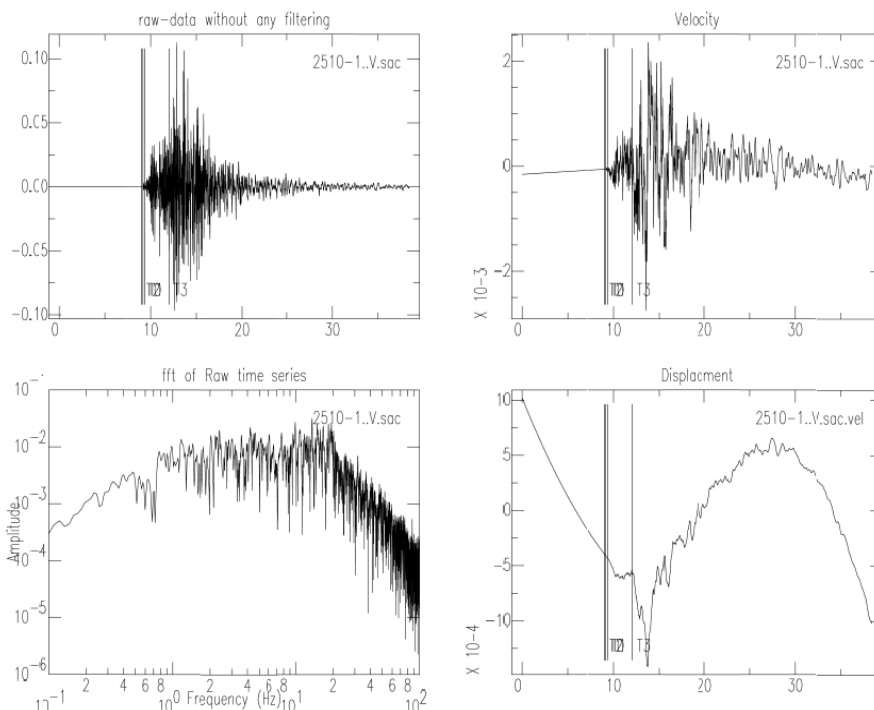
به‌صورتی که $u(t)$ جابه‌جایی جنبش زمین است و انتگرال‌گیری در بازه زمانی $(0, \tau_0)$ پس از رسید موج P صورت می‌گیرد (کاناموری، ۲۰۰۵ و وو و کاناموری، ۲۰۰۸). با استفاده از نظریه پارامتر داریم:

$$r = \frac{4\pi^2 \int_0^{\infty} f^2 |\hat{u}(f)|^2 df}{\int_0^{\infty} |\hat{u}(f)|^2 df} = 4\pi^2 \langle f^2 \rangle \quad (4)$$

به‌صورتی که f بسامد، $\hat{u}(f)$ طیف بسامد از $u(t)$ و $\langle f^2 \rangle$ هم میانگین f^2 وزن داده شده با $|\hat{u}(f)|^2$ است (کاناموری، ۲۰۰۵ و وو و کاناموری، ۲۰۰۸). پس از این محاسبات τ_C از رابطه (۲) به‌دست می‌آید که می‌تواند درحکم یک پارامتر، شاخص دور غالب قسمت اولیه موج P باشد. معمولاً τ_0 را برابر ۳ ثانیه در نظر می‌گیرند و این پارامتر از داده‌هایی که در حال ثبت هستند قابل محاسبه‌اند. (وو و کاناموری، ۲۰۰۵) ثبت‌های به‌دست آمده از شبکه نیرومند موجود در تایوان را برای بررسی مفید بودن شیوه τ_C برای مقاصد هشدار مورد بررسی و تحقیق قرار دادند. آنها با استفاده از داده‌های تایوان روشن ساختند که بیشترین دامنه جابه‌جایی قسمت اولیه موج، P_d با بیشترین سرعت جنبش زمین، PGV ، در همان سایت رابطه مستقیمی دارد. هنگامی که $P_d > 0.5 \text{ cm}$ باشد احتمال اینکه زلزله مخرب باشد بسیار زیاد است. آنها



شکل ۲. نقشه موقعیت جغرافیایی منطقه همراه با موقعیت ایستگاه‌های شتاب‌نگاری مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن برگرفته از سایت <http://www.bhrc.ac.ir>



شکل ۳. نمونه‌ای از شتاب‌نگار ثبت شده در ایستگاه احمدی واقع در استان هرمزگان که در تاریخ ۲۰۰۰/۳/۵ با بزرگی $m_b=5.6$ اتفاق افتاده است، همراه با طیف فوریه و ثبت‌های به‌دست آمده سرعت و جابه‌جایی پس از انتگرال‌گیری در محیط SAC. همان‌گونه که در شکل پیدا است T3 و T0 بیانگر رسید موج P و S هستند.

زلزله‌ها مورد استفاده قرار گرفته است.

واضح است که هر چه مدت زمان بیشتر شود، میزان قابل اعتماد بودن بزرگی محاسبه شده بیشتر است اما در نتیجه افزایش مدت زمان، میزان زمان هشدار کاهش می‌یابد. برای اهداف هشدار سریع، زمان بسیار مهم و حیاتی است و در نتیجه این کاهش مطلوب نیست. براساس رابطه، مقدار τ_C برای هر رویداد مشخص می‌شود. همچنین پس از به دست آوردن نگاشت جابه‌جایی فیلتر شده، مقدار بیشینه جابه‌جایی در ۳ ثانیه اول ثبت یعنی P_d تعیین می‌شود. مقدار τ_C و P_d برای ایستگاه‌های که بیشترین تعداد نگاشت ثبت شده را داشتند به طور جداگانه محاسبه شده است. این ایستگاه‌ها به ترتیب ایستگاه‌های تمبان، فین، رضوان، سوزا و احمدی هستند. پس از بررسی‌ها مشخص شد که ایستگاه رضوان در مورد رابطه بین τ_C و بزرگی نتیجه‌ای کاملاً معکوس می‌دهد ولی در همه ایستگاه‌های دیگر رابطه مستقیمی وجود دارد. در نتیجه ثبت‌های ایستگاه رضوان را در نتیجه کل وارد نکرده‌ایم. دلیل این پیروی نکردن ممکن است به دلیل نوع خاک ساختگاه یا مشکلی در خود دستگاه‌ها باشد. اما دلیل اصلی هنوز مشخص نیست و احتیاج به مطالعه بیشتری دارد.

۴ نتایج

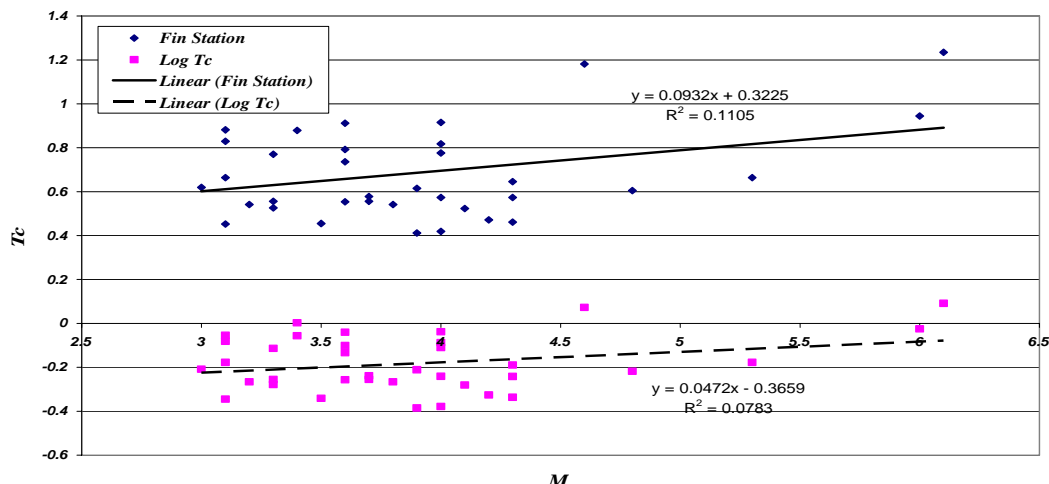
شکل ۴ نمایانگر نتایج به دست آمده برای هر کدام از تک ایستگاه‌های نام برده است. همان‌گونه که مشاهده می‌کنیم در بعضی از ایستگاه‌ها پراکندگی کمتر است و در بعضی دیگر بیشتر که البته این نتیجه دور از انتظار نیست زیرا جواب‌های به دست آمده به فاکتورهای متفاوتی وابسته‌اند از جمله شرایط ساختگاه، نوع دستگاه‌ها و میزان نوفه‌دار بودن منطقه و غیره. شکل ۵ نمودار به دست آمده برای همه ثبت‌ها است که در آن τ_C در حکم تابعی از بزرگی M رسم شده است. هر چه نسبت سیگنال به نوفه داده‌ها

برای محاسبه پارامتر P_d از نگاشت‌هایی با فاصله رومرکزی کمتر از ۴۴ کیلومتر استفاده شده است که تعداد آنها ۱۵۲ عدد است. شروع موج P در همه مؤلفه‌های عمودی در محیط SAC مشخص شده است. در فهرست‌نامه گرفته شده از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن معمولاً بزرگای M_S و m_b و یا M_L مشخص شده بود که همه را تبدیل به بزرگی محلی کرده‌ایم و در اینجا برای سادگی کار بزرگی را با M نمایش می‌دهیم. بیشتر دستگاه‌ها از نوع دستگاه شتاب‌نگار SSA2 هستند (ثبت‌هایی که با دستگاه شتاب‌نگار آنالوگ SMA1 صورت گرفته‌اند نیز در فهرست‌نامه وجود داشت که عموماً از کیفیت پایینی برخوردار بودند و حذف شدند). نرخ نمونه‌گیری ۲۰۰ نمونه در ثانیه است. پس از انتخاب ثبت‌های دارای کیفیت مطلوب از همه مؤلفه‌های عمودی برای محاسبه پارامتر τ_C و P_d استفاده شده است. از ثبت شتاب‌نگاری، ثبت‌های سرعت و جابه‌جایی به دست آمده‌اند. در شکل ۲ نمونه‌ای از ثبت شتاب همراه با طیف فوریه و ثبت‌های سرعت و جابه‌جایی پس از انتگرال‌گیری قابل مشاهده است. بعد از به دست آمدن نگاشت جابه‌جایی، از فیلتر باتروورت یک طرفه با بسامد قطع ۰/۰۷۵ برای حذف انحرافات بسامد کم بعد از انتگرال‌گیری استفاده شده است (به دلیل کمبود داده‌های دارای کیفیت، از همه ثبت‌ها با هر فاصله کانون سطحی و هر تعداد مورد ثبت شده از یک زلزله برای محاسبه τ_C استفاده کرده‌ایم). براساس تحقیقات قبلی در این زمینه (وو و کاناموری، ۲۰۰۵ و ۲۰۰۸ و وو و همکاران، ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷)، مشخص شده است که معمولاً دوره زمانی $\tau_0 = 3S$ برای به انجام رساندن محاسبات بهتر است (همان‌گونه که قبلاً توضیح داده شد، τ_0 حد بالای انتگرال‌گیری برای محاسبه I است). پس از بررسی داده‌های موجود، از $\tau_0 = 3S$ برای زلزله‌های موجود استفاده کرده‌ایم. در مورد P_d هم $\tau_0 = 3S$ برای همه

میین این واقعیت است که مقدار τ_c با افزایش بزرگی افزایش می‌یابد و از این رو می‌توان از رابطه به دست آمده فقط با استفاده از ۳ ثانیه اول موج P بزرگی زلزله را برآورد کرد و همچنین مشخص کرد که آیا زلزله در حال وقوع مخرب است و احتیاج به هشدار دارد یا خیر.

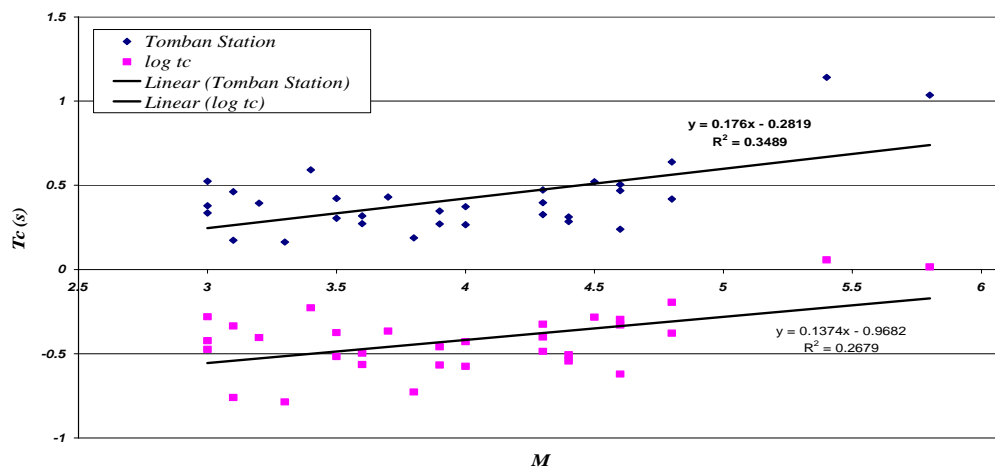
افزایش یابد و داده‌ها از کیفیت بهتری برخوردار باشند و همچنین شبکه مترکم‌تری وجود داشته باشد، میزان پراکندگی و خطاها بسیار کاهش می‌یابد. با توجه به نتایج مشاهده می‌کنیم که زلزله‌های مخرب که دارای بزرگای بیش از ۵ هستند τ_c بزرگ‌تر از یک دارند. این نتیجه

Fin Station



(a)

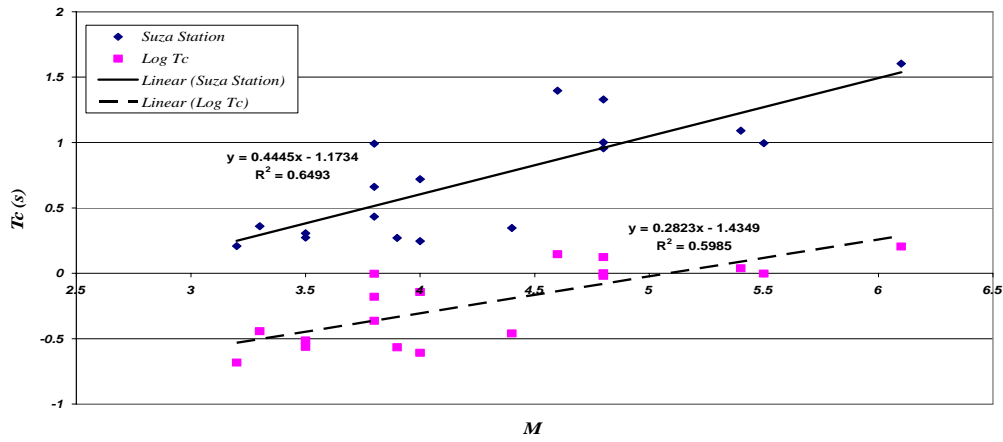
Tomban Station



(b)

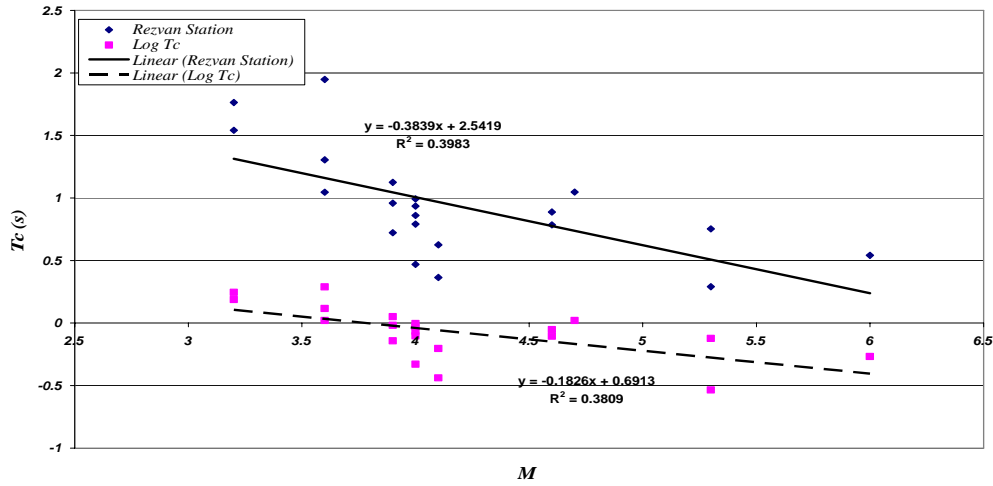
شکل ۴. نمودارهای حاصله بین τ_c و بزرگای M برای ایستگاه‌های متفاوتی که بیشترین ثبت‌ها را دارند.

Suza Station



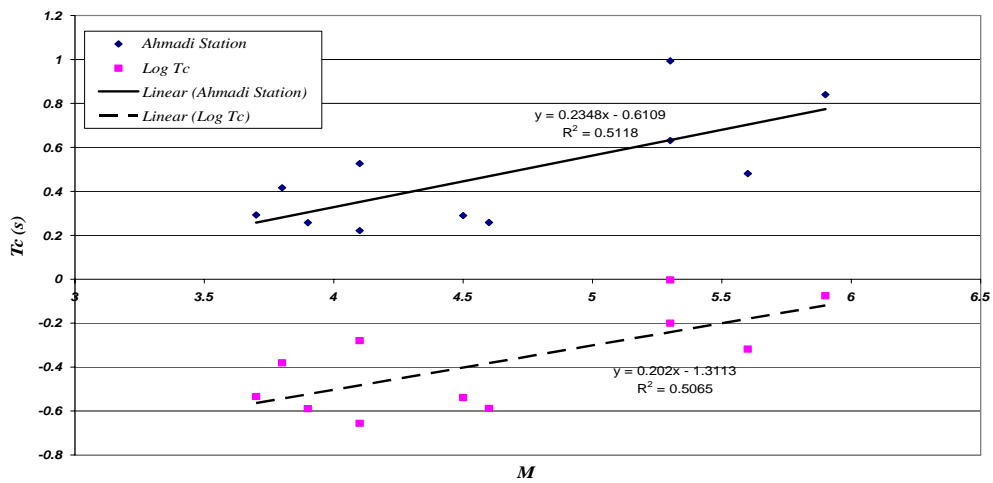
(c)

Rezvn Station



(d)

Ahmadi station



(e)

ادامه شکل ٤.

داده‌های رابطه زیر بین بزرگای τ_c به دست می‌آید:

$$M = 3.577\tau_c + 2.789 \quad \text{for total data} \quad (5)$$

$$M = 4.076\tau_c + 1.76 \quad \text{for average } \tau_c \quad (6)$$

شکل ۶ نشان‌دهنده رابطه بین P_d و PGV برای همه مؤلفه‌های عمودی که دارای فاصله رومرکزی کمتر از ۴۵ کیلومتر بوده‌اند است. مقادیر PGV با میزان P_d تقریباً به صورت خطی افزایش می‌یابد. همانگونه که مشاهده می‌کنیم پس از رگرسیون به رابطه زیر بین P_d و PGV می‌رسیم:

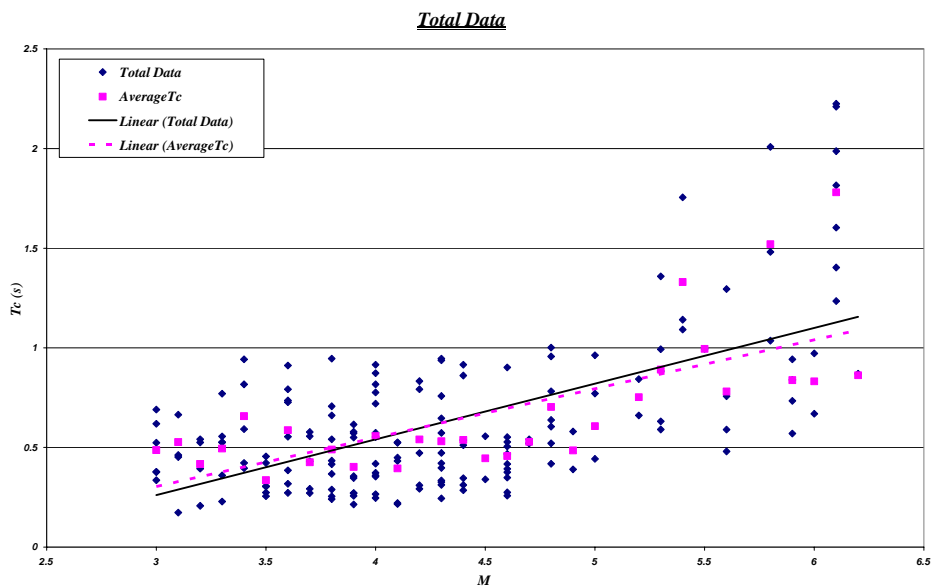
$$PGV = 2.3252P_d + 0.203 \quad (PGV \text{ in cm/sec and } P_d \text{ in cm}) \quad (7)$$

از رابطه بالا می‌توانیم مقدار PGV را پیش‌بینی کنیم و از روی مقدار PGV می‌توانیم مقدار شدت رویداد را به دست آوریم که مبین میزان مخرب بودن زلزله است.

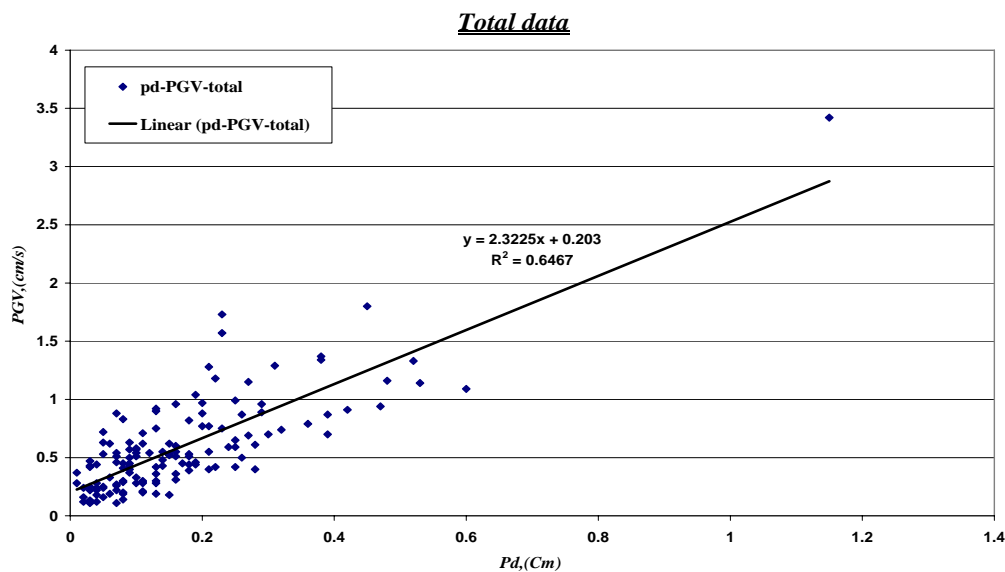
همانگونه که در شکل ۴ قابل مشاهده است، شیب خط برازش شده در هر ایستگاه وابسته به مقدار τ_c به دست آمده برای نگاشت‌های موجود در آن ایستگاه برای بزرگی‌های متفاوت، تغییر می‌کند. در دو ایستگاه سوزا و احمدی، شیب خطوط برازش شده بیشتر و مبین این واقعیت است که تغییرات τ_c با آهنگ بیشتری نسبت به بزرگای تغییر می‌کنند، در صورتی که در ایستگاه‌های فین و احمدی، این آهنگ تغییر کمتر است.

از شکل ۵ مشاهده می‌شود که در اگر از میانگین مقدار τ_c استفاده کنیم پراکندگی کاهش چشمگیری دارد. در شکل ۵ برای بزرگی‌های بالاتر از ۶ پراکندگی بیشتری مشاهده می‌شود که این پراکندگی را می‌توان به پدیده اشباع شدگی بزرگای m_b که در این مطالعه از آن استفاده شده است نسبت داد.

همانگونه که مشاهده می‌شود از رگرسیون روی کل



شکل ۵. مقادیر τ_c (لوزی‌های توپر) برحسب بزرگای M حاصل از ۱۷۲ ثبت. مربع‌ها نمایانگر مقدار میانگین τ_c در هر بزرگی‌اند.



شکل ۶. رابطه بین دامنه بیشترین جابه‌جایی اولیه P_d و PGV برای ۱۵۳ ثبت با فاصله رومرکزی کمتر از ۴۵ کیلومتر در جنوب ایران.

۵ بحث

نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که مقدار τ_c با افزایش بزرگی زلزله افزایش پیدا می‌کند. همچنین رابطه مستقیمی بین PGV و P_d نیز وجود دارد.

در روش مورد استفاده، τ_c پارامتر چشمه‌ای محسوب می‌شود و نباید به فاصله رومرکزی وابسته باشد (وو و کاناموری، ۲۰۰۸). اگر رابطه میانگین به‌دست آمده برای بزرگی استفاده کنیم و مقادیر بزرگی را برحسب τ_c از این رابطه پیش‌بینی کنیم و از آن مقدار بزرگی درون فهرست‌نامه را کم کنیم، مقدار بزرگی باقی‌مانده به‌دست می‌آید. شکل ۷ مقادیر باقی‌مانده بزرگا برحسب فاصله رومرکزی را نمایش می‌دهد که بیانگر این موضوع است که تا فواصل زیر ۱۳۰ کیلومتر این مقادیر مستقل از فاصله رومرکزی اند ولی در فواصل بیش از ۱۳۰ کیلومتر مقادیر بیشتر منفی می‌شوند. در کاربردهای عملی در بیشتر موارد مقدار τ_c را برای فواصل کمتر از ۱۰۰ کیلومتر محاسبه می‌کنیم در نتیجه می‌توانیم آن را مستقل از فاصله رومرکزی در نظر بگیریم. شکل ۸ نشان‌دهنده مقدار

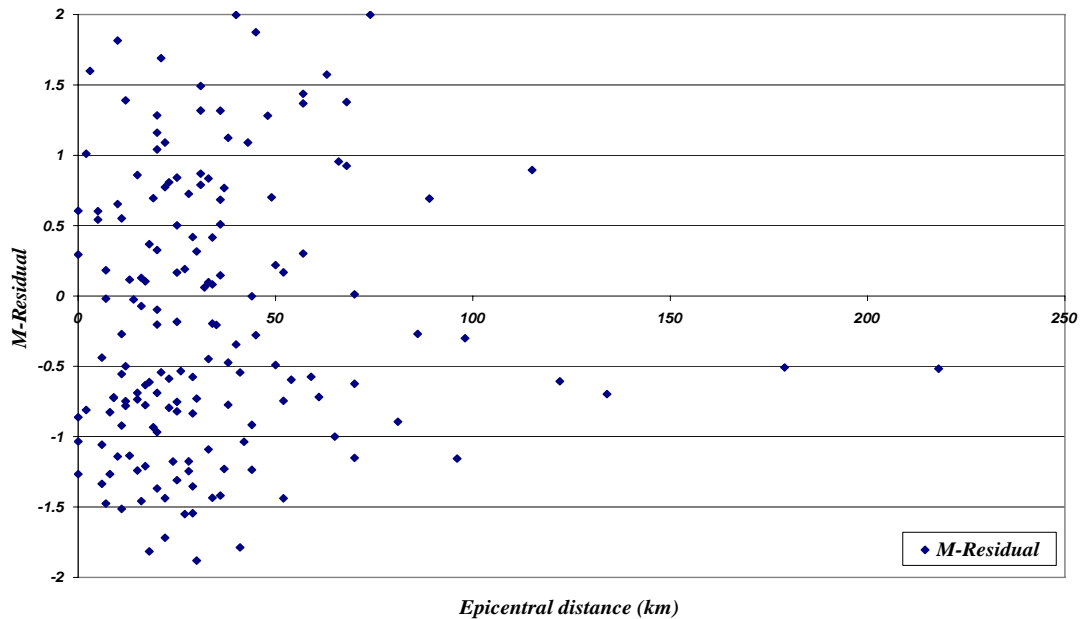
باقی‌مانده PGV برحسب بزرگی زلزله است که از تفضیل بیشینه سرعت به‌دست آمده از رابطه ۷ و میزان مشاهده شده به‌دست می‌آید. حداکثر خطای این رابطه در محاسبه PGV در حدود یک واحد است که نشان‌دهنده تطبیق خوب مقادیر محاسبه شده و مقادیر مشاهده شده است.

۶ نتیجه‌گیری

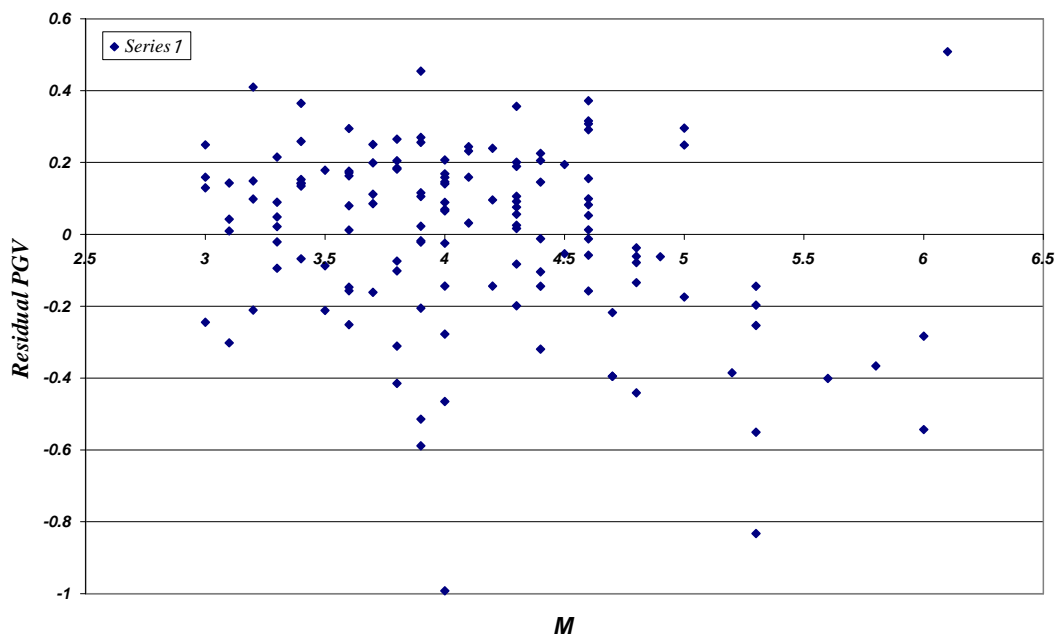
در صورت استفاده از روابط ارائه شده در این تحقیق در حالت داده-زمان (Real Time) واقعی می‌توانیم یک مقدار برآورد شده از بزرگای زلزله در حال وقوع و مقدار شدت آن که میزان مخرب بودن آن را مشخص می‌سازد داشته باشیم که در جهت اهداف هشدار سریع بسیار کاربردی و مفیدند. البته عدم قطعیت در محاسبات بسیار زیاد است در صورتی که تراکم ایستگاهی افزایش یابد و همچنین از ثبت‌های حاصل از لرزه‌نگارها و شتاب‌نگارها، هم زمان استفاده کنیم، درجه دقت و صحت جواب‌ها افزایش می‌یابد.

جهت کاهش تلفات انسانی و خسارات مالی است. بدین ترتیب ایجاد شرایط برای تحقیق و بررسی به کارگیری اینگونه سامانه‌ها برای ایران که منطقه بسیار پر خطر و لرزه‌خیزی محسوب می‌شود، بسیار ضروری به نظر می‌رسد.

با توجه به لرزه‌خیزی منطقه تنگه هرمز و همچنین موقعیت راهبردی آن، نصب شبکه‌های لرزه‌نگاری و بهبود شبکه‌های شتاب‌نگاری توصیه می‌شود. همچنین استفاده از سامانه‌های هشدار سریع برای مکان‌هایی که از چشمه لرزه‌ای فاصله دارند، راهکار بسیار خوبی در



شکل ۷. مقدار باقی‌مانده بزرگای پیش‌بینی شده از بزرگای واقعی در مقابل فاصله رومرکزی برای کل ایستگاه‌ها غیر از رضوان.



شکل ۸. باقی‌مانده مقدار PGV پیش‌بینی شده از مقادیر P_d از مقدار حقیقی برای همه ثبت‌های با فاصله رومرکزی کمتر از ۴۵ کیلومتر در جنوب ایران.

- Report on the 1999 Chi-Chi (Taiwan) Earthquake. *Seism. Res. Lett.*, **71**, 24-30.
- Shin, T. C., Tsai, Y. B., and Wu, Y. M., 1996, Rapid Response of Large Earthquakes in Taiwan Using a Real Time Telemetered Network of Digital Accelerographs. Presented at World Conf. Earthquake Eng., 11th, Acapulco, Paper No. 2137.
- Shin, T. C., Tsai, Y. B., Yeh, Y. T., Liu, C. C., and Wu, Y. M., 2003, Strong-Motion Instrumentation Program in Taiwan. See Lee et al. 2003: 1057-62.
- Teng, T. L., Wu, L., Shin, T. C., Tsai, Y. B. and Lee, W. H. K., 1997, One Minute After: Strong Motion Map, Effective Epicenter, and Effective Magnitude. *B. Seimol. Soc. Am.*, **87**, 1209-19.
- Wu, Y. M., 2005, Rapid Assessment of Damage Potential of Earthquakes in Taiwan from the Beginning of P Waves. *Bull. Seism. Soc. Am.*, **95** (3), 1181-1185.
- Wu, Y. M., and Kanamori, H., 2005, Experiment on an Onsite Early Warning Method for the Taiwan Early Warning System. *Bull. Seism. Soc. Am.*, **95**: 347-353.
- Wu, Y. M., and Kanamori, H., 2007, Exploring the Feasibility of on-site Earthquake Early Warning Using Close-in Records of the Noto Hanto Earthquake. *Earth, Planets and Space* (in press).
- Wu, Y. M., and Kanamori, H., 2008, Development of an Earthquake Early Warning System Using Real-Time Strong Motion Signals, Sensors, **8**, 1-9.
- Wu, Y. M., Kanamori, H., Allen, R., and Hauksson, E., 2007, Determination of Earthquake Early Warning Parameters, τ_c and P_d , for Southern California. *Geophys. J. Int.*, **170**, 711-717.
- Wu, Y. M., Shin, T. C. and Tsai, Y. B., 1998, Quick and Reliable Determination of Magnitude for Seismic Early Warning. *B. Seismol. Soc. Am.*, **88**, 1254-1259.
- Wu, Y. M., Teng, T. L., Shin, T. C., and Hsiao, N. C., 2003, Relationship Between Peak Ground Acceleration, Peak Ground Velocity, and Intensity in Taiwan. *B. Seimol. Soc. Am.*, **93**, 386-396.
- Wu, Y. M., Yen, H. Y., Zhao, L., Huang, B. S. and Liang, W. T., 2006, Magnitude Determination Using Initial P waves: A Single-Station Approach. *Geophys. Res. Lett.*, **33**, 1-4.
- Wu, Y. M., and Zhao, L., 2006 Magnitude Estimation Using the First Three Seconds P-

تشکر و قدردانی

از مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن به خاطر در اختیار گذاشتن داده‌های شتاب‌نگاری قدردانی می‌شود. همچنین از دکتر حسین ظاهرشمالی به دلیل راهنمایی‌های ارزنده و مفیدشان در جهت به انجام رسیدن این تحقیق تشکر می‌کنیم.

منابع

- Allen, R. M., and Kanamori, H., 2003, The Potential for Earthquake Early Warning in Southern California. *Science*, **300**, 786-789.
- Bose, M., 2006, Earthquake Early Warning for Istanbul using Artificial Neural Networks. Zur Erlangung des akademischen Grades eines DOKTORS DER NATURWISSENSCHAFTEN. von der Fakultät für Physik der Universität (TH). Karlsruhe., genehmigte: 1-8 and 71-86.
- Goltz, J. D., 2002, Introducing Earthquake Early Warning in California: A Summary of Social Science and Public Policy Issues. A Report to OES and the Operational Areas.
- Heaton, Th., 1985, A model for a Seismic Computerized Alert Network. *Science*, **228**, 987-90.
- Henry, C., Das, S., and Woodhouse, J. H., 2000, The Great March 25, 1998, Antarctic Plate Earthquake: Moment Tensor and Rupture History. *J. Geophys. Res. Solid Earth*, **105**, 16097-118.
- Kanamori, H., 2005, Real-Time Seismology and Earthquake Damage Mitigation. *Annu. Rev. Earth Pl. Sc.*, **33**, 195-214.
- Kanamori, H., Hauksson, E., and Heaton, Th., 1997, Real-Time Seismology and Earthquake Hazard Mitigation. *Nature*, **390** (4), 461-464.
- Lockman, A. B., and Allen, R. M., 2005, Single-Station Earthquake Characterization for Early Warning. *B. Seimol. Soc. Am.*, **95** (6) 2029-2039.
- Nakamura, Y., 1988, On the Urgent Earthquake Detection and Alarm System (UrEDAS). Proceeding of 9th world conference on earthquake engineering, Tokyo-Kyoto, Japan.
- Nakamura, Y., and Tucker, B. E., 1988, Japan's Earthquake Warning System: Should it be Imported to California?. *California Geol.*, **41**, 33-41.
- Shin, T. C., Kuo, K. W., Lee, W. H. K., Teng, T, L., and Tsai, Y. B., 2000, A Preliminary

wave Amplitude in earthquake early warning.
Geophys. Res. Lett., **33**,1-4.

پیوست

بزرگی (m_b)	فاصله رومرکز	مختصات جغرافیایی رومرکز زلزله		تاریخ- وقوع		مختصات جغرافیایی ایستگاه ثبت کننده		شماره- ثبت	نام ایستگاه	ردیف
		E	N	h-m-s	y-m-d	E	N			
4.3	48	56.39	27.5	21:44:29	1997/09/17	56.862	27.386	1877/02	حسن لنگی	1
4.6	15	55.65	28.28	09:07:54	1997/12/09	55.756	28.182	1889	هاشم آباد	2
4.7	15	55.19	28.36	15:56:36	1998/01/05	55.07	28.446	2112/02	رستاق	3
4.6	10	55.54	27.13	20:30:21	1998/11/15	55.564	27.216	2075	کهورستان	4
4.6	20	55.54	27.13	20:30:21	1998/11/15	55.582	26.952	2170	بندر خمیر	5
5.6	25	56.47	27.95	09:40:06	2000/03/05	56.335	27.759	2325/01	سیاهو	6
5.6	22	56.47	27.95	09:40:06	2000/03/05	56.256	288	2512	فارغان	7
3.9	17	56.46	27.87	09:50:54	2000/03/05	56.335	27.759	2325/02	سیاهو	8
4.3	11	55.46	27.26	20:33:41	2000/12/25	55.564	27.216	2513/01	کهورستان	9
4.4	31	54.83	28.27	02:08:38	2001/04/13	55.07	28.446	2542	رستاق	10
4.4	43	54.82	28.13	01:36:35	2001/04/18	55.07	28.446	2547	رستاق	11
4.4	11	55.65	28.2	05:46:54	2001/06/18	55.756	28.182	2668/01	هاشم آباد	12
4.1	179	55.89	26.58	13:06:27	2001/06/20	55.756	28.182	2668/02	هاشم آباد	13
3				20:04:42	2001/07/24	55.756	28.182	2668/03	هاشم آباد	14
4.6	36	57.68	27.62	11:03:58	2001/08/12	57.7	27.94	2350	کهنوج	15
4.6	23	54.75	26.85	17:09:36	2002/02/23	54.557	26.742	2913/01	چاه مسلم	16
4.8	36	55.24	27.06	15:44:32	2002/04/04	55.564	27.216	2861/01	کهورستان	17
4.2	31	55.31	27.05	07:15:31	2002/04/05	55.564	27.216	2861/02	کهورستان	18
3.9	50	55.06	27.18	16:52:41	2002/04/08	55.564	27.216	2861/03	کهورستان	19
5.3	32	56.75	27.66	08:47:22	2002/04/17	56.862	27.386	2728/02	حسن لنگی	20
4.7	25	56.63	27.48	09:35:14	2002/04/20	56.862	27.386	2728/03	حسن لنگی	21
4.7	2	56.63	27.48	09:35:14	2002/04/20	56.637	27.5	2963/02	تخت	22
4.3	8	56.29	27.94	17:38:33	2002/04/30	56.256	288	2967	فارغان	23
4	23	56.63	27.41	02:25:33	2002/05/22	56.862	27.386	2911/01	حسن لنگی	24
3.6				14:09:34	2002/10/18	55.893	28.318	2966	حاجی آباد	25
3.8				12:20:22	2002/12/21	54.557	26.742	2913/02	چاه مسلم	26
3.4	34	54.83	26.87	20:42:02	2003/02/11	54.895	26.568	3087/01	بندر لنگه	27
3.6	38	54.7	26.27	00:29:02	2003/02/12	54.895	26.568	3087/02	بندر لنگه	28
5.3	74	56.82	28.05	10:28:58	2003/02/14	56.862	27.386	3203/01	حسن لنگی	29
4.9	17	57.74	28.09	16:04:20	2003/07/06	57.7	27.94	3039	کهنوج	30
3.6	86	57.087	26.838	04:12:53	2003/10/21	56.637	27.5	3206/01	تخت	31
4.4	33	56.32	27.42	00:50:02	2003/11/04	56.637	27.5	3206/02	تخت	32
5.2	44	56.12	27.53	07:58:51	2003/11/05	56.34	27.191	3121	نخل ناخدا	33
5.2	52	57.51	26.88	09:06:48	2004/01/28	57.072	27.138	3215	میناب	34
4	70	56.06	28.34	02:02:51	2004/02/02	56.335	27.759	3270	سیاهو	35
3.8	21	55.96	28	17:36:02	2004/02/18	56.094	28.142	3479	شمیل	36
4.3	29	55.19	27.7	17:33:47	2004/03/20	55.423	27.859	3602	درزوسایان	37
4.2	66	54.37	28.22	19:18:03	2005/03/08	54.688	27.697	3731	علی آباد	38
4.1	29	56.91	27.64	08:48:50	2005/04/23	56.862	27.386	3753	حسن لنگی	39
3.3	5	54.51	26.73	21:27:53	2005/07/16	54.557	26.742	3886	چاه مسلم	40

6.1	46	55.83	26.84	10:22:23	2005/11/27	56.275	26.962	3909	قشم	41
6.1	49	55.83	26.84	10:22:23	2005/11/27	55.564	27.216	3910	کهورستان	42
6.1	60	55.83	26.84	10:22:23	2005/11/27	56.293	27.193	3912	بندرعباس ۱	43
6.1	28	55.83	26.84	10:22:23	2005/11/27	55.582	26.952	3913	بندرخمیر	44
6.1	68	55.73	26.84	10:22:23	2005/11/27	56.298	27.19	3917	بندرعباس ۲	45
4.8	44	57.15	28.03	14:24:34	2005/12/11	56.877	28.346	3958	صوغان	46
5	36	55.9	28.09	21:53:15	2005/12/27	56.256	288	3940	فارغان	47
5	20	55.9	28.09	21:53:15	2005/12/27	56.094	28.142	3943	شمیل	48
4	38	54.392	27.055	17:41:47	2006/01/06	54.557	26.742	3989/02	چاه مسلم	49
6.2	81	56.87	28.12	07:31:02	2006/02/28	57.188	27.445	4254/01	رودان	50
5.9	18	57.06	28.36	07:31:03	2006/02/28	56.877	28.346	3998	صوغان	51
5.9	70	57.06	28.36	07:31:03	2006/02/28	57.229	27.745	3999	زیارت علی	52
5.9	98	57.06	28.36	07:31:03	2006/02/28	56.335	27.759	4000	سیاهو	53
3.7	29	57.18	27.18	21:10:12	2006/03/11	57.188	27.445	4254/02	رودان	54
6	45	55.81	27.56	07:28:54	2006/03/25	55.564	27.216	4010	کهورستان	55
4.1	16	56.8	28.22	17:01:45	2006/04/19	56.877	28.346	4094	صوغان	56
5.8	40	55.9	26.82	21:02:09	2006/06/28	56.275	26.962	4128	قشم	57
5.6	57	55.9	26.82	21:02:09	2006/06/28	56.298	27.19	4144	بندرعباس ۲	58
5.8	35	55.9	26.82	21:02:09	2006/06/28	55.582	26.952	4152	بندرخمیر	59
4.6	33	54.36	27.62	10:19:58	2006/10/13	54.688	27.697	4232	علی آباد	60
3.2	42	56.241	27.351	02:23:57	2006/10/30	56.637	27.5	4255/01	تخت	61
3.8	25	56.419	27.381	18:31:35	2006/11/13	56.637	27.5	4255/02	تخت	62
5	34	56.65	27.64	09:23:19	2007/02/20	56.335	27.759	4277	سیاهو	63
4.6	25	55.083	28.096	22:28:12	2007/02/27	55.221	28.284	4268/01	فورک	64
3.9	27	55.145	28.05	22:49:24	2007/02/27	55.221	28.284	4268/02	فورک	65
3.4	14	55.131	28.187	20:41:04	2007/03/18	55.221	28.284	4297	فورک	66
4.3	24	55.93	27.42	15:38:04	1995/01/24	55.895	27.63	1528/28	فین	67
3.3				16:15:10	2001/01/02	55.895	27.63	2543/02	فین	68
4.1				12:55:04	2001/04/07	55.895	27.63	2543/03	فین	69
6.1	89	55.73	26.84	10:22:23	2005/11/27	55.895	27.63	3916	فین	70
3.6	37	55.55	27.509	23:00:37	2006/02/16	55.895	27.63	3983/01	فین	71
3.1	57	55.312	27.614	23:35:14	2006/02/16	55.895	27.63	3983/02	فین	72
3.8	52	55.389	27.501	08:09:23	2006/02/21	55.895	27.63	3991/01	فین	73
3.2	37	56.22	27.798	08:25:17	2006/02/21	55.895	27.63	3991/03	فین	74
3.1	57	56.47	27.55	03:24:44	2006/02/23	55.895	27.63	3991/04	فین	75
6	11	55.81	27.56	07:28:54	2006/03/25	55.895	27.63	4013/01	فین	76
4.8	59	55.364	27.379	08:56:25	2006/03/25	55.895	27.63	4013/04	فین	77
5.3	13	55.79	27.697	10:00:41	2006/03/25	55.895	27.63	4013/06	فین	78
4.1	48	55.989	28.056	10:37:02	2006/03/25	55.895	27.63	4013/11	فین	79
3.9	61	56.377	27.975	11:57:41	2006/03/25	55.895	27.63	4015/02	فین	80
4.6	39	55.525	27.513	12:13:48	2006/03/25	55.895	27.63	4015/03	فین	81
4	26	55.823	27.406	12:55:40	2006/03/25	55.895	27.63	4015/05	فین	82
4	22	55.704	27.533	13:14:29	2006/03/25	55.895	27.63	4015/06	فین	83
3.1	28	56.17	27.57	13:33:30	2006/03/25	55.895	27.63	4015/07	فین	84
4.1	35	55.544	27.674	14:58:13	2006/03/25	55.895	27.63	4015/08	فین	85

4.2	28	56.17	27.677	15:29:35	2006/03/25	55.895	27.63	4015/10	فين	86
3.3	3	55.92	27.61	15:47:18	2006/03/25	55.895	27.63	4015/11	فين	87
3.9	15	55.803	27.524	16:08:30	2006/03/25	55.895	27.63	4015/12	فين	88
4	31	55.629	27.475	17:48:24	2006/03/25	55.895	27.63	4015/14	فين	89
3.7	20	55.693	27.611	20:21:31	2006/03/25	55.895	27.63	4015/15	فين	90
3.6	12	55.79	27.68	21:23:26	2006/03/25	55.895	27.63	4015/16	فين	91
4	33	55.585	27.519	07:21:34	2006/03/26	55.895	27.63	4017/01	فين	92
4.3	20	55.751	27.506	09:38:01	2006/03/26	55.895	27.63	4017/02	فين	93
3.1	25	56.1	27.5	10:35:08	2006/03/26	55.895	27.63	4017/04	فين	94
3	20	56	27.48	11:09:09	2006/03/26	55.895	27.63	4017/05	فين	95
3.4	22	55.8	27.45	02:39:53	2006/03/27	55.895	27.63	4017/06	فين	96
3.6	20	55.689	27.614	07:20:01	2006/03/27	55.895	27.63	4048/01	فين	97
3.9	18	55.738	27.54	15:32:12	2006/03/28	55.895	27.63	4048/02	فين	98
3.5	13	55.791	27.701	03:07:46	2006/03/29	55.895	27.63	4048/03	فين	99
4.5	57	55.474	27.283	07:28:48	2006/03/30	55.895	27.63	4048/04	فين	100
3	131	55.409	28.725	15:08:46	2006/03/31	55.895	27.63	4048/05	فين	101
4	68	55.231	27.458	12:23:33	2006/04/05	55.895	27.63	4048/06	فين	102
3.6	45	55.454	27.512	05:15:20	2006/04/11	55.895	27.63	4059/01	فين	103
3.4	21	56.1	27.57	22:01:17	2006/04/13	55.895	27.63	4059/03	فين	104
3.6	29	55.604	27.671	01:28:16	2006/04/13	55.895	27.63	4059/04	فين	105
3.4	32	55.573	27.661	06:26:35	2006/04/20	55.895	27.63	4075/01	فين	106
4	31	55.61	27.524	00:52:49	2006/04/28	55.895	27.63	4075/02	فين	107
4.3	33	55.664	27.419	16:05:32	2006/05/12	55.895	27.63	4122	فين	108
3.3	28	55.644	27.508	03:28:12	2006/05/29	55.895	27.63	4108	فين	109
5.6	30	56.47	27.95	09:40:06	2000/03/05	56.77	27.98	2510/01	احمدى	110
3.9	33	56.46	27.87	09:50:54	2000/03/05	56.77	27.98	2510/02	احمدى	111
4.1	34	56.48	27.81	09:18:02	2000/03/17	56.77	27.98	2510/05	احمدى	112
4.4	57	56.19	27.96	08:26:35	2000/09/03	56.77	27.98	2510/06	احمدى	113
4.6	41	56.37	28.1	14:18:38	2001/12/15	56.77	27.98	2667	احمدى	114
5.3	20	56.82	28.05	10:28:58	2003/02/14	56.665	27.938	3198/01	احمدى	115
4.3	36	56.99	28.08	07:27:06	2003/12/03	56.665	27.938	3198/02	احمدى	116
4.2	52	56.5	28.38	22:22:32	2004/07/03	56.665	27.938	3477	احمدى	117
3.7	12	56.57	27.87	20:33:53	2005/10/27	56.665	27.938	3996/01	احمدى	118
5.9	61	57.06	28.36	07:31:03	2006/02/28	56.665	27.938	3996/02	احمدى	119
3.8	31	56.476	28.163	08:02:11	2006/02/28	56.665	27.938	3996/03	احمدى	120
3.8	40	56.99	28.15	02:32:35	2006/03/01	56.665	27.938	4251/01	احمدى	121
4.5	29	56.8	28.17	09:41:47	2006/03/10	56.665	27.938	4251/02	احمدى	122
3.9				13:31:21	2001/03/29	56.07	26.782	2619	سوزا	123
6.1	34	55.73	26.84	10:22:23	2005/11/27	56.07	26.782	3915/01	سوزا	124
3.5	70	56.39	27.34	10:48:13	2005/11/27	56.07	26.782	3915/04	سوزا	125
4.8	20	55.88	26.73	11:13:11	2005/11/27	56.07	26.782	3915/05	سوزا	126
3.5	50	56.47	27.05	15:29:08	2005/11/27	56.07	26.782	3915/06	سوزا	127
5.5	30	55.78	26.87	16:30:38	2005/11/27	56.07	26.782	3915/07	سوزا	128
3.8	10	56.1	26.87	20:29:23	2005/11/27	56.07	26.782	3915/08	سوزا	129
3.8	11	56.07	26.88	05:39:57	2005/11/28	56.07	26.782	3915/09	سوزا	130

4.8	15	55.92	26.79	15:19:56	2005/11/30	56.07	26.782	3931	سوزا	131
3.2	54	56.57	26.97	22:31:02	2005/12/02	56.07	26.782	3935/01	سوزا	132
4.4	37	55.72	26.89	00:22:33	2005/12/06	56.07	26.782	3935/02	سوزا	133
3.3	16	55.97	26.89	04:02:50	2005/12/06	56.07	26.782	3935/03	سوزا	134
3.8	10	56.17	26.8	07:28:09	2005/12/17	56.07	26.782	3959	سوزا	135
4	19	55.889	26.844	21:32:32	2006/01/12	56.07	26.782	3977	سوزا	136
4.8	17	55.9	26.81	15:48:41	2006/04/16	56.07	26.782	4067	سوزا	137
5.4	23	55.84	26.76	07:15:39	2006/06/03	56.07	26.782	4096/01	سوزا	138
4.6	20	55.94	26.92	07:37:29	2006/06/03	56.07	26.782	4096/02	سوزا	139
4	44	55.93	26.41	13:14:19	2006/06/03	56.07	26.782	4110	سوزا	140
4.8	6	55.92	26.79	15:19:56	2005/11/30	55.863	26.766	3922/02	تمبان	141
4.3	18	55.71	26.68	00:34:29	2005/12/01	55.863	26.766	3922/03	تمبان	142
4.6	22	55.69	26.64	17:29:28	2005/12/01	55.863	26.766	3960/01	تمبان	143
4	96	55.76	25.91	21:58:26	2005/12/01	55.863	26.766	3960/02	تمبان	144
3.7	25	55.63	26.84	00:30:57	2005/12/03	55.863	26.766	3960/06	تمبان	145
3.6	41	56.22	26.95	14:36:01	2005/12/05	55.863	26.766	3960/08	تمبان	146
3.6	30	56.11	26.92	15:37:14	2005/12/05	55.863	26.766	3960/09	تمبان	147
4.4	20	55.72	26.89	00:22:33	2005/12/06	55.863	26.766	3960/10	تمبان	148
3.3	17	55.97	26.89	04:02:50	2005/12/06	55.863	26.766	3960/11	تمبان	149
4.2	27	55.78	27	12:01:56	2005/12/06	55.863	26.766	3960/12	تمبان	150
3.1	66	55.23	26.59	02:42:37	2005/12/11	55.863	26.766	3960/15	تمبان	151
3.1	5	55.9	26.8	05:04:59	2005/12/14	55.863	26.766	3960/18	تمبان	152
3.8	31	56.17	26.8	07:28:09	2005/12/17	55.863	26.766	3960/20	تمبان	153
3.2	25	55.81	26.99	15:21:29	2006/01/10	55.863	26.766	4009/03	تمبان	154
4	9	55.889	26.844	21:32:32	2006/01/12	55.863	26.766	4009/04	تمبان	155
3	63	55.74	27.32	13:54:30	2006/01/21	55.863	26.766	4009/05	تمبان	156
3.5	12	55.79	26.681	16:07:35	2006/01/24	55.863	26.766	4009/06	تمبان	157
3	17	56	26.86	03:18:07	2006/01/27	55.863	26.766	4009/07	تمبان	158
3.9	9	55.787	26.807	12:17:54	2006/02/01	55.863	26.766	4009/09	تمبان	159
4.8	6	55.9	26.81	15:48:36	2006/04/16	55.863	26.766	4147/02	تمبان	160
4.3	17	55.86	26.92	16:41:44	2006/04/19	55.863	26.766	4147/03	تمبان	161
3.3	122	55.139	27.653	18:03:51	2006/06/01	55.863	26.766	4147/04	تمبان	162
3.4	22	55.804	26.958	08:22:19	2006/06/03	55.863	26.766	4147/07	تمبان	163
3	115	56.04	27.79	12:41:55	2006/06/03	55.863	26.766	4147/09	تمبان	164
5.8	7	55.9	26.82	21:02:09	2006/06/28	55.863	26.766	4147/13	تمبان	165
4.5	38	56.25	26.76	21:26:00	2006/06/28	55.863	26.766	4147/16	تمبان	166
3.8	6	55.891	26.715	23:40:45	2006/06/28	55.863	26.766	4147/19	تمبان	167
4.6	12	55.744	26.793	16:41:49	2006/06/29	55.863	26.766	4147/22	تمبان	168
4.3	11	55.85	26.86	20:01:37	2006/07/07	55.863	26.766	4256/02	تمبان	169
3.9	42	55.77	27.13	20:10:58	2006/07/07	55.863	26.766	4256/03	تمبان	170
4.4	7	55.82	26.72	22:01:00	2006/07/17	55.863	26.766	4256/05	تمبان	171
3	16	55.96	26.88	05:57:01	2006/07/22	55.863	26.766	4256/06	تمبان	172
3.5	7	55.799	26.749	18:02:03	2006/11/27	55.863	26.766	4256/09	تمبان	173
3.6	52	55.55	27.509	23:00:37	2006/02/16	56.078	27.56	3982/01	رضوان	174
4.1	47	55.669	27.348	05:37:30	2006/02/21	56.078	27.56	3993/01	رضوان	175

4	31	55.84	27.38	08:09:23	2006/02/21	56.078	27.56	3993/02	رضوان	176
3.2	30	56.22	27.798	08:25:17	2006/02/21	56.078	27.56	3993/03	رضوان	177
4.7	63	55.504	27.303	10:22:54	2006/03/25	56.078	27.56	4014/04	رضوان	178
4.6	58	55.488	27.558	11:02:57	2006/03/25	56.078	27.56	4014/06	رضوان	179
3.9	55	56.377	27.975	11:57:41	2006/03/25	56.078	27.56	4014/09	رضوان	180
4.6	55	55.525	27.513	12:13:48	2006/03/25	56.078	27.56	4014/10	رضوان	181
4	30	55.823	27.406	12:55:40	2006/03/25	56.078	27.56	4014/11	رضوان	182
4	37	55.704	27.533	13:14:29	2006/03/25	56.078	27.56	4014/12	رضوان	183
4.1	54	55.544	27.674	14:58:13	2006/03/25	56.078	27.56	4014/13	رضوان	184
3.9	27	55.803	27.524	16:08:30	2006/03/25	56.078	27.56	4014/14	رضوان	185
4	49	55.585	27.519	07:21:34	2006/03/26	56.078	27.56	4016	رضوان	186
3.6	39	55.689	27.614	07:20:01	2006/03/27	56.078	27.56	4047/01	رضوان	187
3.9	34	55.738	27.54	15:32:12	2006/03/28	56.078	27.56	4047/02	رضوان	188
4	84	55.231	27.458	12:23:33	2006/04/05	56.078	27.56	4047/03	رضوان	189
3.6	48	55.604	27.671	01:28:16	2006/04/13	56.078	27.56	4062/02	رضوان	190
3.2	30	55.818	27.424	02:56:46	2006/04/13	56.078	27.56	4062/03	رضوان	191
6	26	55.81	27.56	07:28:54	2006/03/25	56.078	27.56	4012.01	رضوان	192
5.3	38	55.703	27.494	09:55:16	2006/03/25	56.078	27.56	4014.02	رضوان	193
5.3	32	55.79	27.697	10:00:41	2006/03/25	56.078	27.56	4014.03	رضوان	194