



## ارزیابی طیف‌های طراحی ایران (استاندارد ۲۸۰۰) به لحاظ عدم رعایت اثرات فاصله ساختگاه به گسل به ویژه در حوزه نزدیک

احمد نیکنام<sup>\*</sup>، علی مزارعی، مهرداد گنجور

دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

### تاریخچه داوری:

دریافت: ۲۷ تیر ۱۳۹۴  
بازنگری: ۲۵ مهر ۱۳۹۵  
پذیرش: ۱۰ آبان ۱۳۹۵  
ارائه آنلاین: ۲۰ آذر ۱۳۹۵

### کلمات کلیدی:

تحلیل خطر ویژه ساختگاهی به روش احتمالاتی  
شتاب مبنای طرح  
بازه حداکثر شتاب ثابت طیف طراحی  
حوزه نزدیک زلزله

**چکیده:** این نوشتار بر آن است که اثرات فاصله ساختگاه تا گسل در سنجه شدت زلزله (شتاب مبنای طرح A و یا شتاب طیفی) را که در استاندارد ۲۸۰۰ رعایت نشده مورد بررسی و ارزیابی قرار دهد. چون در روابط کاهندگی رابطه فاصله با سنجه شدت زلزله به صورت لگاریتمی و بسیار غیرخطی است. ارائه شتاب مبنای طرح یکسان برای فواصل کاملاً مختلف در شهرهای بزرگ بویژه برای حوزه نزدیک کاملاً چالش برانگیز است. برای نشان دادن این نکته چهل سری تحلیل خطر ویژه ساختگاهی در دو شهر اهواز و کرمان انجام و نتایج آن به صورت شتاب مبنای طرح و طیف طراحی در ده ایستگاه در حوزه دور و نزدیک روی چهار نوع خاک انجام و مورد ارزیابی قرار داده شده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که اختلاف پارامتر A در ساختگاه‌های مختلف می‌تواند تا چند برابر و با مقادیر نظیر استانداردهای سوم و چهارم اختلاف داشته باشد. این نکته روی اعمال اثرات جهت‌داری زلزله که با پارامتر N در استاندارد ۲۸۰۰ انجام می‌گیرد نیز تاثیر قابل ملاحظه‌ای دارد. به نظر می‌رسد ضروری است در این مورد اقدامات اساسی انجام گیرد.

### ۱- مقدمه

علیرغم اینکه جابجایی زمین‌لرزه (و نیز سرعت و شتاب که از جابجایی مشتق می‌شوند) به صورت امواج بردار فضایی (تاریخچه زمانی) از اعماق زمین به سطح می‌رسد، قاعدتاً باید به صورت تاریخچه‌زمانی سه‌بعدی در مهندسی زلزله مورد استفاده قرار گیرد. با این وجود به دلایلی که در ادامه خواهد آمد تحلیل و طراحی سازه‌ها در آئین‌نامه‌های معتبر بر مبنای شتاب طیفی تک مؤلفه‌ای افقی انجام می‌گیرد. فشرده دلایل آن به صورت زیر قابل ذکر است:

۱. شتاب زلزله به صورت بردار فضایی تاریخچه‌زمانی است که در سه امتداد اختیاری (X, Y, Z) قابل تصویر و ثبت می‌باشد. فقط استفاده همزمان از این سه مؤلفه جهت تحلیل سازه‌ها با واقعیت فیزیکی در سازگاری کامل است و هرگونه تغییری در آن حتی بصورت تبدیل به طیف شتاب موجب ورود تقریب و عدم قطعیت در مسئله می‌گردد.
۲. رخداد زلزله امری تصادفی است، بطوریکه تخمین کمی خصوصیات زلزله فقط با روش‌های آماری مقدور است. در روش‌های آماری لازم است پارامترهای متوسط و انحراف معیار به صورت عددی محاسبه شوند. محاسبه این دو پارامتر آماری با زلزله ثبت شده به صورت تاریخچه‌زمانی به دلالتی از جمله شروع ثبت مقادیر شتاب مقدور نیست. به بیان دیگر نمی‌توان تاریخچه‌زمانی نظیر متوسط

۳. و یا انحراف معیار چند شتاب‌نگاشت را محاسبه نمود. به دلایل یاد شده، به جای تاریخچه‌زمانی زلزله از طیف بازتاب آن (با ۵ درصد ضریب میرایی) به دلیل شروع از پیوند صفر استفاده می‌شود که به دلیل استاتیکی بودن آن، محاسبه‌ی دو پارامتر یاد شده را مقدور می‌سازد، گویا اینکه طیف نمی‌تواند تمامی خصوصیات دینامیکی تاریخچه‌زمانی را نمایندگی کند و موجب ورود خطای محاسباتی به روی تحلیل و طراحی سازه‌ها می‌شود.
۴. از میان سه مؤلفه‌ی زلزله (دو مؤلفه‌ی افقی و یک مؤلفه‌ی قائم) طیف‌های دو مؤلفه‌ای افقی مورد توجه بیشتر آئین‌نامه‌های طراحی معتبر قرار گرفته است. با توسعه و پیشرفت روزافزون مهندسی زلزله، اثرات مؤلفه‌ی قائم نیز به تدریج وارد تحلیل و طراحی سازه‌ها شده است (به عنوان نمونه آئین نامه ASCE-2005 (7-1)).
۵. تبدیل دو مؤلفه‌ی افقی طیف شتاب به یک مؤلفه (که مطابق آئین‌نامه‌ها در طراحی کاربرد دارد) موضوعی است که سال‌ها مورد بحث قرار داشته است. آقای بور<sup>[۲]</sup> در سال ۲۰۰۶ پیشنهاد نمود که دو مؤلفه با روش میانگین هندسی  $(\sqrt{xy})$  (Geomean) ترکیب و به صورت تک مؤلفه‌ای مورد استفاده قرار گیرد. پرسش قابل بحث این است که آیا اینگونه متوسط‌گیری می‌تواند اثرات دو مؤلفه را دقیقاً مدل نماید؟

<sup>\*</sup>نویسنده عهده‌دار مکاتبات: a\_nicknam@iust.ac.ir

۶. ثبت حرکت زمین با سه سنسور در سه جهت متعامد (معمولاً دو عدد در جهات شمال-جنوب و دو سری شرق-غرب) انجام می‌گیرد. این در حالی است که معلوم نیست زلزله‌ی ثبت شده با این جهات حاوی شدیدترین شدت جنبش زمین باشد. در حالیکه اگر دو مؤلفه‌های افقی زلزله دوران داده شوند، به سهولت زلزله‌ای با شدت قوی‌تر و حتی حداکثر شدت جنبش زمین قابل دستیابی است. این کار با ضرب دو طیف مؤلفه‌ی افقی زلزله ( $X, Y$ ) در یک ماتریس ساده به صورت زیر قابل دستیابی است. یادآور می‌شود که با دوران همزمان مؤلفه‌های زلزله، زلزله‌ی متفاوتی قابل دستیابی است.

اگر دو مؤلفه‌ی افقی زلزله ۱۸۰ درجه دوران داده شوند (مثلاً در هر مرحله یک یا چند درجه) تعداد زیادی زوج طیف نظیر، قابل دستیابی است. آقای بور روی تعداد زیادی زلزله این مطالعه را انجام و با محاسبه متوسط هندسی طیف‌های زوج، طیف نظیر میانه ( $GMRotD50$ ) و حداکثر ( $GMRotI100$ ) را محاسبه و برای کاربرد در رابطه کاهندگی زلزله توصیه نمود (به بیان دیگر نحوه میانگین‌گیری هندسی طیف دو مؤلفه را ارائه نمود) [۲]. نامبرده در سال ۲۰۱۰ متوسط هندسی را به طور کامل‌تری ارائه نمود [۳]. ایشان، طیف یک زلزله‌ی دو مؤلفه‌ای را به لحاظ شدت به صورت طیف با محتوای میانه‌ای و یا طیف با محتوای حداکثری محاسبه و بصورت کاربردی ارائه نمود.

از سال ۲۰۰۸ روش میانگین هندسی برای تولید معادلات تخمین زلزله ( $Ground Motion Prediction Equation, GMPE$ ) که به روابط کاهندگی نیز معروف است ( $Attenuation Relation$ ) استفاده شد. به عنوان نمونه روابط آقایان، چیو-یانگز، بور-آنتکینسون، کمپل-بزرگنیا را می‌توان برشمرد [۴-۶] که کاربرد قابل ملاحظه‌ای دارد. این کار اگر برای ساختگاه (ساختمان) با موقعیت جغرافیایی خاصی انجام گیرد به مطالعه‌ی طیف ویژه ساختگاه<sup>۱</sup> و اگر برای منطقه انجام گیرد به طیف طراحی<sup>۲</sup> معروف است. با توجه به موارد فوق، معادله (و یا معادلات) تخمین خصوصیات زلزله‌ی مورد استفاده باید بر مبنای بردارنده‌ی میانگین هندسی دو مؤلفه‌ی افقی زلزله و خصوصیات خاک ساختگاه (سرعت موج برشی مطابق طبقه‌بندی آیین نامه ۲۸۰۰) تولید شود. به بیان دیگر نباید انتظار داشت که نتایج حاصل از روابط کاهندگی که بر مبنای  $PGA$ <sup>۳</sup> و یا شتاب طیفی یک مؤلفه‌ی افقی تولید شده بازتاب دهنده‌ی شدت زلزله سازگار با دو مؤلفه‌ی زلزله در منطقه مورد مطالعه باشد.

نتیجه اینکه شتاب مبنای طرح در جهات  $X$  و  $Y$  باید به صورت متوسط هندسی به یک مؤلفه تبدیل گردد. اینکار باید از طریق رابطه‌ی کاهندگی انجام گرفته باشد، در غیر اینصورت نتایج تحلیل خطر شتاب مبنای طرح با واقعیت فیزیکی طراحی سازه بر اساس زلزله‌ها سازگاری ندارد. ذکر این نکته

- 1 Specific site study
- 2 Design spectrum
- 3 Peak Ground Acceleration

حائز اهمیت ویژه‌ای است که متوسط هندسی در زلزله‌ی حوزه‌ی دور کاملاً صادق ولی برای زلزله‌های حوزه‌ی نزدیک با خاصیت جهت‌داری اعتبار خود را از دست می‌دهد و همانگونه که آقای Boor [۲] گفته است اگر یکی از مؤلفه‌ها (مثلاً  $X$ ) در امتداد عمود بر گسل (که دارای حداکثر اثر جهت‌داری است) و دیگری ( $Y$ ) در جهت موازی با گسل باشد (که فاقد اثر جهت‌داری است) متوسط هندسی شتاب‌های طیفی  $X$  و  $Y$  نمی‌تواند شتاب طیفی دو مؤلفه را نمایندگی کند. این موضوع در مورد زمان‌های تناوب بیش از  $0.5$  ثانیه قابل طرح است، در صورتیکه چون شتاب مبنای طرح ( $A$ ) مربوط به زمان تناوب صفر است اختلاف ناشی از عمود بر گسل یا موازی با آن مطرح نیست. به بیان دیگر شتاب مبنای طرح ( $A$ ) ارتباطی با اثرات جهت‌داری زلزله ندارد که به راحتی با متوسط‌گیری به روش هندسی بتواند آنرا نمایندگی کند.

## ۲- تئوری مسئله

به طوریکه در شکل ۱ نشان داده شده است هر طیف شتاب اعم از طیف بازتاب شتاب زلزله‌ای خاص و یا طیف طراحی که صاف شده نتایج احتمالاتی چندین طیف را نمایندگی می‌کند، شامل پنج بخش به شرح زیر می‌باشد. بازه اول، نقطه شروع طیف؛ این نقطه محل برخورد شتاب طیفی با محور قائم (در پیرو صفر  $T=0$ ) روی خاک ساختگاه می‌باشد. پیرو صفر مربوط به سازه‌ای است با سختی بینهایت و فاقد هرگونه تغییر شکل که شتاب زمین را هیچگونه افزایش نمی‌دهد. قابل ذکر اینکه، طیف استاندارد ۲۸۰۰ ایران به صورت حاصل ضرب بیشینه شتاب محتمل و یا شتاب مبنای طرح ( $A$ ) روی بستر سنگی در شکل طیف ( $B$ ) (و یا ضریب بازتاب در ویرایش قبلی) می‌باشد. نکته‌ی حائز اهمیت این است که بیشینه شتاب زمین ( $PGA$ ) روی هر نوع خاک (غیر سنگ) را نباید با شتاب مبنای طرح ( $A$ ) در استاندارد ۲۸۰۰ اشتباه کرد. پارامتر  $A$  میزان ( $PGA$ ) حاصل از یک فرایند احتمالی روی بستر سنگی است در حالیکه ( $PGA$ ) می‌تواند روی چهار نوع خاک مقادیر متفاوتی داشته باشد.

بازه دوم، شامل بازه‌ی از زمان تناوب است که از نقطه شروع طیف تا نقطه اوج آن که تأثیر خاصیت دینامیکی تاریخچه‌زمانی شتاب زلزله روی خاک ( $T=T_0$ ) را نمایندگی می‌کند ادامه دارد. بحث پیرامون این بازه در این نوشتار مد نظر نمی‌باشد.

بازه سوم، شامل بازه‌ی طیف با حداکثر شتاب ثابت (بازه‌ی حداکثر شتاب طیفی ثابت)؛ این بازه شامل زمان‌های تناوبی است که از  $T_0$  (زمان تناوب نظیر بیشترین شتاب طیفی افزایش داده شده ناشی از اثرات دینامیکی) شروع و به زمان تناوبی ختم می‌شود که حداکثر شتاب طیفی شروع به کاهش می‌نماید (زمان تناوب گوشه  $T_g$ ). این بازه به نام بازه حداکثر شتاب ثابت مشهور است که تا زمان تناوب گوشه ( $T_g$ ) ادامه دارد. زمان‌های تناوب سازه‌های تا ۴ الی ۵ طبقه در این بازه قرار دارند.

#### ۴- نقش فاصله در مقادیر نتایج تحلیل خطر

موضوع مورد بحث این است که آیا طیف‌های ویرایش چهارم (استاندارد ۲۸۰۰) مقادیر شتاب طیفی با فراگذشت مورد انتظار را در حوزه نزدیک نمایندگی می‌کند یا خیر؟ تمرکز بحث روی بازه حداکثر شتاب ثابت است. در مورد بازه شتاب طیفی با حداکثر سرعت ثابت و یا اثرات جهت‌داری زلزله در دیگر مقالات پرداخته شده است [۱۹].

برای این منظور دو شهر با لرزه‌خیزی متفاوت انتخاب گردید. شهر اهواز و شهر کرمان و نتایج حاصل از تحلیل خطر به صورت شتاب مبنای طرح (A) و شتاب‌های طیفی در زمان تناوب‌های ۰/۲ و ۱ ثانیه (نظیر استاندارد ASCE) در ده ایستگاه روی انواع چهارگانه خاک جمعاً چهل سری فرآیند تحلیل خطر انجام و با مقادیر استاندارد ۲۸۰۰ مورد مقایسه قرار داده شده است که در ادامه به آن‌ها پرداخته می‌شود.

#### ۵- اعتبارسنجی روش ارائه شده در این نوشتار

نتایج تحلیل خطر روش به کار رفته در این مقاله قبل از به کارگیری در ساختگاه‌های موردنظر با نتایج حاصل از "گزارش نهایی تحلیل خطر لرزه‌ای ایران-فاز ۱ محدوده‌ی تهران بزرگ" [۸] و با استفاده از نرم‌افزار EZ-FRISK مورد مقایسه و ارزیابی قرار داده شده است. ساختگاه‌های در نظر گرفته شده، برگرفته از "گزارش نهایی تحلیل خطر لرزه‌ای ایران-فاز ۱ محدوده‌ی تهران بزرگ" می‌باشد، و محاسبات بر روی خاک نوع سنگ با سرعت برشی  $V_s = 760 \text{ m/s}$  انجام شده است.

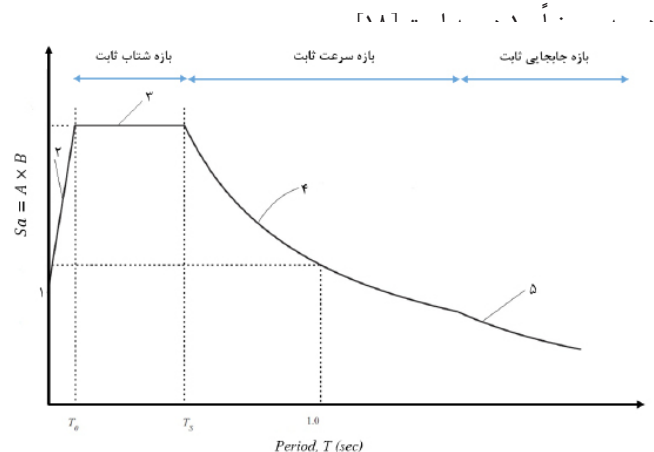
طول و عرض جغرافیایی سه ساختگاه را نشان می‌دهد. همچنین در جدول ۲ مشخصات گسل‌های منطقه آورده شده است. به طوریکه از شکل‌های ۲ و ۳ و ۴ پیدا است، پیش‌بینی طیف شتاب در هر سه ساختگاه حاصل از این مطالعه و گزارش آقای قلی‌پور و همکاران، با مطابقت قابل قبولی همراه است. این هماهنگی اجازه می‌دهد مدل تحلیل خطر مورد استفاده در دیگر ساختگاه‌ها برای ارزیابی طیف استاندارد ۲۸۰۰ با قابلیت کافی به کار رود.

بازه چهارم، شامل بازه‌ای از شتاب طیفی با حداکثر سرعت ثابت است و از زمان تناوب گوشه ( $T_g$ ) شروع می‌شود و تا زمان تناوب حدود ۳ ثانیه ادامه دارد. اثرات جهت‌داری پیش روی<sup>۱</sup> و جابجایی ماندگار<sup>۲</sup> در شتاب‌های طیفی این بازه تأثیر می‌کند. در خصوص اعمال اثرات جهت‌داری در حوزه نزدیک خواننده را به مقالات [۲۳، ۱۹، ۸] ارجاع داده می‌شود.

بازه پنجم، شامل بازه‌ی حداکثر طیف جابجایی ثابت؛ این بازه شامل بخشی از شتاب طیفی است که در آن حداکثر جابجایی ثابت است. طیف‌های طراحی آیین‌نامه ASCE-7-10 [۷] شامل این بازه می‌باشد، ولی این بازه در طیف ایران دیده نشده است.

#### ۳- طیف با خطر یکنواخت (UHS)

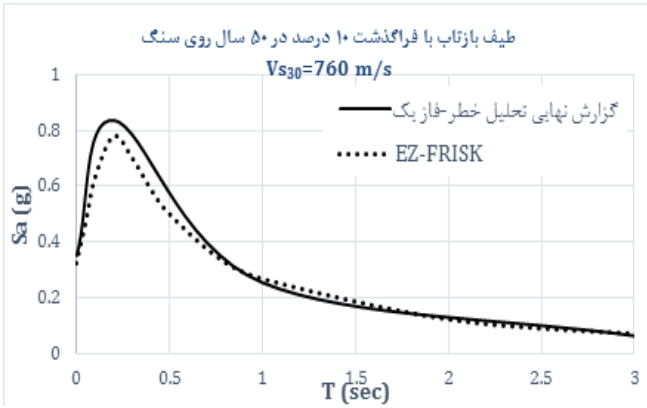
اصولاً طیف‌های طراحی باید در تمامی زمان‌های تناوب با احتمال فراگذشت یکسان در ۵۰ سال تهیه شود و طیف با خطر غیریکنواخت نمی‌تواند مبنای طراحی آیین‌نامه‌ای باشد. امروزه مقادیر طیف در زمان تناوب مُد اول ( $Sa(T_1)$ ) در روش تحلیل استاتیکی معادل همراه با مقادیر طیف در دیگر زمان‌ها تحت عنوان شکل طیفی<sup>۴</sup> به طور همزمان در تحلیل به روش مدی سازه‌ها و نیز تخمین ظرفیت فروریزش سازه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. شتاب طیف طراحی با احتمال فراگذشت ۱۰ درصد در ۵۰ سال مبنای طراحی در استاندارد ۲۸۰۰ ایران و دو سوم شتاب طیفی با احتمال فراگذشت ۲ درصد در پنجاه سال در کشور آمریکا مبنای طراحی سازه در هر دو روش است. نکته قابل توجه این است که دو سوم احتمال فراگذشت ۲ درصد در پنجاه سال به هیچ وجه معادل شتاب‌های طیفی نظیر شتاب طیفی با فراگذشت ۱۰ درصد (استاندارد ۲۸۰۰) نیست. به بیان دیگر برای دستیابی به زلزله با فراگذشت ۲ درصد نمی‌توان طیف ایران را در ۱/۵ ضرب کرد، زیرا که دو سوم طیف ۲ درصد در بعضی مناطق آمریکا معادل فراگذشت ۷ یا ۸



شکل ۱: شکل کلی طیف طراحی صاف شده شامل ۵ بخش

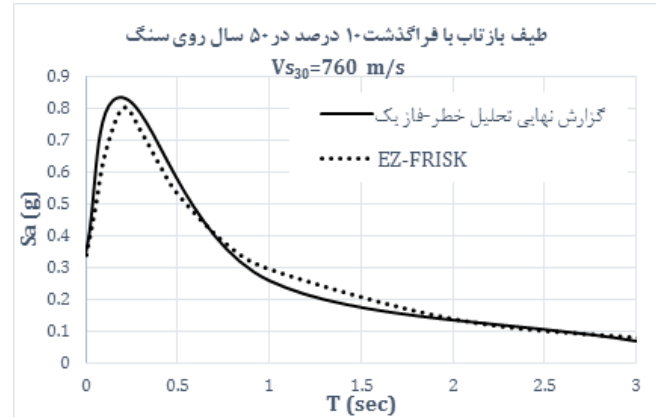
Fig. 1. Uniform hazard spectrum, including 5 parts

- 1 Directivity
- 2 Fling step
- 3 Uniform Hazard Spectrum
- 4 Spectral shape



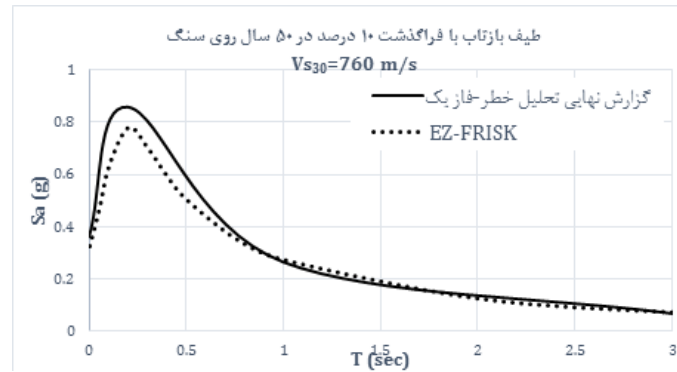
شکل ۳: مقایسه نمودارهای طیف پاسخ برای سایت ۲ (با احتمال ۱۰٪ در ۵۰ سال) حاصل از این مطالعه و گزارش آقای قلی پور و همکاران برای محدوده تهران بزرگ

Fig. 3. Comparison of response spectrum for site No.2 (10% in 50 years) between this study and Gholipour et. al reports for TEHRAN region



شکل ۲: مقایسه نمودارهای طیف پاسخ برای سایت ۱ (با احتمال ۱۰٪ در ۵۰ سال) حاصل از این مطالعه و گزارش آقای قلی پور و همکاران برای محدوده تهران بزرگ

Fig. 2. Comparison of response spectrum for site No.1 (10% in 50 years) between this study and Gholipour et. al reports for TEHRAN region



شکل ۴: مقایسه نمودارهای طیف پاسخ برای سایت ۳ (با احتمال ۱۰٪ در ۵۰ سال) حاصل از این مطالعه و گزارش آقای قلی پور و همکاران برای محدوده تهران بزرگ

Fig. 4. Comparison of response spectrum for site No.3 (10% in 50 years) between this study and Gholipour et. al reports for TEHRAN region

جدول ۱: طول و عرض جغرافیایی ساختمان‌های مورد مطالعه، (که عیناً در گزارش محدوده تهران بزرگ آمده)

Table 1. Latitude and longitude of sites in this study

ساختمان	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
۱	۳۵/۷۵	۵۱/۴۵
۲	۳۵/۶۰	۵۱/۴۴
۳	۳۵/۶۴	۵۱/۴۲

جدول ۲: مشخصات گسل‌های موردنظر شامل حداقل و حداکثر بزرگا، موقعیت جغرافیایی، طول، نوع گسلش و نرخ رخداد سالانه

Table 2. Faults' characteristics, including magnitude, coordinates, length, fault type, and annual rate of occurrence

	نام گسل	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	طول گسل	$M_{min}$	$M_{max}$	NU	نوع گسل	Dip Dir.																																																																																																																																																																																								
۱	Mosha 1	۳۶/۱۰	۵۱/۳۰	۵۵/۸۰	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۷۲۰	Strike Slip	۷۰-۶۰N																																																																																																																																																																																								
		۳۵/۸۰	۵۱/۸۰							۲	Mosha 2	۳۵/۸۰	۵۱/۸۰	۷۸/۲۶	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۷۲۰	Strike Slip	۷۰-۶۰N	۳۵/۶۵	۵۲/۶۵	۳	N.Ray	۳۵/۵۵	۵۱/۲۰	۲۹/۷۰	۶/۱۰	۷۰/۶	۰/۰۰۱۳۷	Reverse	۴۵N	۳۵/۵۵	۵۱/۵۳	۴	Parchin	۳۵/۵۵	۵۱/۵۳	۳۷/۱۶	۶/۱۰	۶/۸۰	۰/۰۰۱۳۱	Reverse	۴۵N	۳۵/۴۰	۵۱/۹۰	۵	N.Tehran	۳۵/۷۷	۵۱/۱۸	۵۵/۹۰	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۶۱۳	Reverse Oblique	۷۰-۳۵N	۳۵/۸۰	۵۱/۸۰	۶	N.Karaj	۳۶/۱۰	۵۰/۶۰	۶۳/۵۸	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۶۱۳	Reverse Oblique	۷۰-۳۵N	۳۵/۷۷	۵۱/۱۸	۷	Kahrizak	۳۵/۵۰	۵۱/۱۸	۳۳/۷۵	۶/۱۰	۶/۹۰	۰/۰۰۱۳۱	Reverse	۴۵N	۳۵/۴۵	۵۱/۵۵	۸	Robotkarim	۳۵/۶۲	۵۰/۹۰	۱۱۴/۲۶	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۶۵۷	Reverse Oblique	۶۰N	۳۴/۹۸	۵۱/۹۰	۹	Eshtehard	۳۵/۸۰	۵۰/۱۵	۶۶/۷۵	۶/۱۰	۷/۱۰	۰/۰۰۷۲۰	Reverse	۶۰N	۳۵/۷۶	۵۰/۸۹	۱۰	Pishva	۳۵/۴۵	۵۱/۵۵	۵۷/۸۲	۶/۱۰	۷/۱۰	۰/۰۰۱۸۵	Reverse Oblique	۴۵NE	۳۵/۱۲	۵۲/۰۵	۱۱	Taleghan	۳۶/۱۵	۵۰/۴۶	۵۷/۶۰	۶/۱۰	۷/۲۰	۰/۰۰۴۴۴	Normal Oblique	۵۵S	۳۶/۱۶	۵۱/۳۰	۱۲	Kandevan	۳۶/۳۰	۵۱/۰۰	۸۷/۵۲	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۷۲	Reverse	۵۰N	۳۶/۱۳	۵۱/۹۵	۱۳	Abyek	۳۶/۳۰	۵۰/۰۸	۴۴/۲۷	۶/۱۰	۷/۰۰	۰/۰۰۶۴۲	Reverse	۴۵N	۳۶/۱۲	۵۰/۵۲	۱۴	Garmsar	۳۵/۲۰	۵۱/۸۵	۱۲۸/۷۹	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۹۰۷	Reverse	۴۵N	۳۵/۴۰	۵۲/۲۶	۱۵	Firuzkuh	۳۵/۶۵	۵۲/۶۰	۴۴/۵۲	۶/۱۰	۷/۲۰	۰/۰۰۵۷۲	Normal Oblique	۷۰S	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۱۶	Chashm	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۳۷/۳۱	۶/۱۰	۶/۹۰	۰/۰۱۵۰۵	Reverse	۴۵N	۳۵/۹۰	۵۲/۴۴	۱۷	N.Qazvin	۳۶/۴۰	۴۹/۵۰
۲	Mosha 2	۳۵/۸۰	۵۱/۸۰	۷۸/۲۶	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۷۲۰	Strike Slip	۷۰-۶۰N																																																																																																																																																																																								
		۳۵/۶۵	۵۲/۶۵							۳	N.Ray	۳۵/۵۵	۵۱/۲۰	۲۹/۷۰	۶/۱۰	۷۰/۶	۰/۰۰۱۳۷	Reverse	۴۵N	۳۵/۵۵	۵۱/۵۳	۴	Parchin	۳۵/۵۵	۵۱/۵۳	۳۷/۱۶	۶/۱۰	۶/۸۰	۰/۰۰۱۳۱	Reverse	۴۵N	۳۵/۴۰	۵۱/۹۰	۵	N.Tehran	۳۵/۷۷	۵۱/۱۸	۵۵/۹۰	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۶۱۳	Reverse Oblique	۷۰-۳۵N	۳۵/۸۰	۵۱/۸۰	۶	N.Karaj	۳۶/۱۰	۵۰/۶۰	۶۳/۵۸	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۶۱۳	Reverse Oblique	۷۰-۳۵N	۳۵/۷۷	۵۱/۱۸	۷	Kahrizak	۳۵/۵۰	۵۱/۱۸	۳۳/۷۵	۶/۱۰	۶/۹۰	۰/۰۰۱۳۱	Reverse	۴۵N	۳۵/۴۵	۵۱/۵۵	۸	Robotkarim	۳۵/۶۲	۵۰/۹۰	۱۱۴/۲۶	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۶۵۷	Reverse Oblique	۶۰N	۳۴/۹۸	۵۱/۹۰	۹	Eshtehard	۳۵/۸۰	۵۰/۱۵	۶۶/۷۵	۶/۱۰	۷/۱۰	۰/۰۰۷۲۰	Reverse	۶۰N	۳۵/۷۶	۵۰/۸۹	۱۰	Pishva	۳۵/۴۵	۵۱/۵۵	۵۷/۸۲	۶/۱۰	۷/۱۰	۰/۰۰۱۸۵	Reverse Oblique	۴۵NE	۳۵/۱۲	۵۲/۰۵	۱۱	Taleghan	۳۶/۱۵	۵۰/۴۶	۵۷/۶۰	۶/۱۰	۷/۲۰	۰/۰۰۴۴۴	Normal Oblique	۵۵S	۳۶/۱۶	۵۱/۳۰	۱۲	Kandevan	۳۶/۳۰	۵۱/۰۰	۸۷/۵۲	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۷۲	Reverse	۵۰N	۳۶/۱۳	۵۱/۹۵	۱۳	Abyek	۳۶/۳۰	۵۰/۰۸	۴۴/۲۷	۶/۱۰	۷/۰۰	۰/۰۰۶۴۲	Reverse	۴۵N	۳۶/۱۲	۵۰/۵۲	۱۴	Garmsar	۳۵/۲۰	۵۱/۸۵	۱۲۸/۷۹	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۹۰۷	Reverse	۴۵N	۳۵/۴۰	۵۲/۲۶	۱۵	Firuzkuh	۳۵/۶۵	۵۲/۶۰	۴۴/۵۲	۶/۱۰	۷/۲۰	۰/۰۰۵۷۲	Normal Oblique	۷۰S	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۱۶	Chashm	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۳۷/۳۱	۶/۱۰	۶/۹۰	۰/۰۱۵۰۵	Reverse	۴۵N	۳۵/۹۰	۵۲/۴۴	۱۷	N.Qazvin	۳۶/۴۰	۴۹/۵۰	۵۵/۱۱	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۲۷	Reverse	۷۰-۳۵N	۳۶/۳۰	۵۰/۱۰				
۳	N.Ray	۳۵/۵۵	۵۱/۲۰	۲۹/۷۰	۶/۱۰	۷۰/۶	۰/۰۰۱۳۷	Reverse	۴۵N																																																																																																																																																																																								
		۳۵/۵۵	۵۱/۵۳							۴	Parchin	۳۵/۵۵	۵۱/۵۳	۳۷/۱۶	۶/۱۰	۶/۸۰	۰/۰۰۱۳۱	Reverse	۴۵N	۳۵/۴۰	۵۱/۹۰	۵	N.Tehran	۳۵/۷۷	۵۱/۱۸	۵۵/۹۰	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۶۱۳	Reverse Oblique	۷۰-۳۵N	۳۵/۸۰	۵۱/۸۰	۶	N.Karaj	۳۶/۱۰	۵۰/۶۰	۶۳/۵۸	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۶۱۳	Reverse Oblique	۷۰-۳۵N	۳۵/۷۷	۵۱/۱۸	۷	Kahrizak	۳۵/۵۰	۵۱/۱۸	۳۳/۷۵	۶/۱۰	۶/۹۰	۰/۰۰۱۳۱	Reverse	۴۵N	۳۵/۴۵	۵۱/۵۵	۸	Robotkarim	۳۵/۶۲	۵۰/۹۰	۱۱۴/۲۶	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۶۵۷	Reverse Oblique	۶۰N	۳۴/۹۸	۵۱/۹۰	۹	Eshtehard	۳۵/۸۰	۵۰/۱۵	۶۶/۷۵	۶/۱۰	۷/۱۰	۰/۰۰۷۲۰	Reverse	۶۰N	۳۵/۷۶	۵۰/۸۹	۱۰	Pishva	۳۵/۴۵	۵۱/۵۵	۵۷/۸۲	۶/۱۰	۷/۱۰	۰/۰۰۱۸۵	Reverse Oblique	۴۵NE	۳۵/۱۲	۵۲/۰۵	۱۱	Taleghan	۳۶/۱۵	۵۰/۴۶	۵۷/۶۰	۶/۱۰	۷/۲۰	۰/۰۰۴۴۴	Normal Oblique	۵۵S	۳۶/۱۶	۵۱/۳۰	۱۲	Kandevan	۳۶/۳۰	۵۱/۰۰	۸۷/۵۲	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۷۲	Reverse	۵۰N	۳۶/۱۳	۵۱/۹۵	۱۳	Abyek	۳۶/۳۰	۵۰/۰۸	۴۴/۲۷	۶/۱۰	۷/۰۰	۰/۰۰۶۴۲	Reverse	۴۵N	۳۶/۱۲	۵۰/۵۲	۱۴	Garmsar	۳۵/۲۰	۵۱/۸۵	۱۲۸/۷۹	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۹۰۷	Reverse	۴۵N	۳۵/۴۰	۵۲/۲۶	۱۵	Firuzkuh	۳۵/۶۵	۵۲/۶۰	۴۴/۵۲	۶/۱۰	۷/۲۰	۰/۰۰۵۷۲	Normal Oblique	۷۰S	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۱۶	Chashm	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۳۷/۳۱	۶/۱۰	۶/۹۰	۰/۰۱۵۰۵	Reverse	۴۵N	۳۵/۹۰	۵۲/۴۴	۱۷	N.Qazvin	۳۶/۴۰	۴۹/۵۰	۵۵/۱۱	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۲۷	Reverse	۷۰-۳۵N	۳۶/۳۰	۵۰/۱۰																
۴	Parchin	۳۵/۵۵	۵۱/۵۳	۳۷/۱۶	۶/۱۰	۶/۸۰	۰/۰۰۱۳۱	Reverse	۴۵N																																																																																																																																																																																								
		۳۵/۴۰	۵۱/۹۰							۵	N.Tehran	۳۵/۷۷	۵۱/۱۸	۵۵/۹۰	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۶۱۳	Reverse Oblique	۷۰-۳۵N	۳۵/۸۰	۵۱/۸۰	۶	N.Karaj	۳۶/۱۰	۵۰/۶۰	۶۳/۵۸	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۶۱۳	Reverse Oblique	۷۰-۳۵N	۳۵/۷۷	۵۱/۱۸	۷	Kahrizak	۳۵/۵۰	۵۱/۱۸	۳۳/۷۵	۶/۱۰	۶/۹۰	۰/۰۰۱۳۱	Reverse	۴۵N	۳۵/۴۵	۵۱/۵۵	۸	Robotkarim	۳۵/۶۲	۵۰/۹۰	۱۱۴/۲۶	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۶۵۷	Reverse Oblique	۶۰N	۳۴/۹۸	۵۱/۹۰	۹	Eshtehard	۳۵/۸۰	۵۰/۱۵	۶۶/۷۵	۶/۱۰	۷/۱۰	۰/۰۰۷۲۰	Reverse	۶۰N	۳۵/۷۶	۵۰/۸۹	۱۰	Pishva	۳۵/۴۵	۵۱/۵۵	۵۷/۸۲	۶/۱۰	۷/۱۰	۰/۰۰۱۸۵	Reverse Oblique	۴۵NE	۳۵/۱۲	۵۲/۰۵	۱۱	Taleghan	۳۶/۱۵	۵۰/۴۶	۵۷/۶۰	۶/۱۰	۷/۲۰	۰/۰۰۴۴۴	Normal Oblique	۵۵S	۳۶/۱۶	۵۱/۳۰	۱۲	Kandevan	۳۶/۳۰	۵۱/۰۰	۸۷/۵۲	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۷۲	Reverse	۵۰N	۳۶/۱۳	۵۱/۹۵	۱۳	Abyek	۳۶/۳۰	۵۰/۰۸	۴۴/۲۷	۶/۱۰	۷/۰۰	۰/۰۰۶۴۲	Reverse	۴۵N	۳۶/۱۲	۵۰/۵۲	۱۴	Garmsar	۳۵/۲۰	۵۱/۸۵	۱۲۸/۷۹	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۹۰۷	Reverse	۴۵N	۳۵/۴۰	۵۲/۲۶	۱۵	Firuzkuh	۳۵/۶۵	۵۲/۶۰	۴۴/۵۲	۶/۱۰	۷/۲۰	۰/۰۰۵۷۲	Normal Oblique	۷۰S	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۱۶	Chashm	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۳۷/۳۱	۶/۱۰	۶/۹۰	۰/۰۱۵۰۵	Reverse	۴۵N	۳۵/۹۰	۵۲/۴۴	۱۷	N.Qazvin	۳۶/۴۰	۴۹/۵۰	۵۵/۱۱	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۲۷	Reverse	۷۰-۳۵N	۳۶/۳۰	۵۰/۱۰																												
۵	N.Tehran	۳۵/۷۷	۵۱/۱۸	۵۵/۹۰	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۶۱۳	Reverse Oblique	۷۰-۳۵N																																																																																																																																																																																								
		۳۵/۸۰	۵۱/۸۰							۶	N.Karaj	۳۶/۱۰	۵۰/۶۰	۶۳/۵۸	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۶۱۳	Reverse Oblique	۷۰-۳۵N	۳۵/۷۷	۵۱/۱۸	۷	Kahrizak	۳۵/۵۰	۵۱/۱۸	۳۳/۷۵	۶/۱۰	۶/۹۰	۰/۰۰۱۳۱	Reverse	۴۵N	۳۵/۴۵	۵۱/۵۵	۸	Robotkarim	۳۵/۶۲	۵۰/۹۰	۱۱۴/۲۶	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۶۵۷	Reverse Oblique	۶۰N	۳۴/۹۸	۵۱/۹۰	۹	Eshtehard	۳۵/۸۰	۵۰/۱۵	۶۶/۷۵	۶/۱۰	۷/۱۰	۰/۰۰۷۲۰	Reverse	۶۰N	۳۵/۷۶	۵۰/۸۹	۱۰	Pishva	۳۵/۴۵	۵۱/۵۵	۵۷/۸۲	۶/۱۰	۷/۱۰	۰/۰۰۱۸۵	Reverse Oblique	۴۵NE	۳۵/۱۲	۵۲/۰۵	۱۱	Taleghan	۳۶/۱۵	۵۰/۴۶	۵۷/۶۰	۶/۱۰	۷/۲۰	۰/۰۰۴۴۴	Normal Oblique	۵۵S	۳۶/۱۶	۵۱/۳۰	۱۲	Kandevan	۳۶/۳۰	۵۱/۰۰	۸۷/۵۲	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۷۲	Reverse	۵۰N	۳۶/۱۳	۵۱/۹۵	۱۳	Abyek	۳۶/۳۰	۵۰/۰۸	۴۴/۲۷	۶/۱۰	۷/۰۰	۰/۰۰۶۴۲	Reverse	۴۵N	۳۶/۱۲	۵۰/۵۲	۱۴	Garmsar	۳۵/۲۰	۵۱/۸۵	۱۲۸/۷۹	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۹۰۷	Reverse	۴۵N	۳۵/۴۰	۵۲/۲۶	۱۵	Firuzkuh	۳۵/۶۵	۵۲/۶۰	۴۴/۵۲	۶/۱۰	۷/۲۰	۰/۰۰۵۷۲	Normal Oblique	۷۰S	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۱۶	Chashm	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۳۷/۳۱	۶/۱۰	۶/۹۰	۰/۰۱۵۰۵	Reverse	۴۵N	۳۵/۹۰	۵۲/۴۴	۱۷	N.Qazvin	۳۶/۴۰	۴۹/۵۰	۵۵/۱۱	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۲۷	Reverse	۷۰-۳۵N	۳۶/۳۰	۵۰/۱۰																																								
۶	N.Karaj	۳۶/۱۰	۵۰/۶۰	۶۳/۵۸	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۶۱۳	Reverse Oblique	۷۰-۳۵N																																																																																																																																																																																								
		۳۵/۷۷	۵۱/۱۸							۷	Kahrizak	۳۵/۵۰	۵۱/۱۸	۳۳/۷۵	۶/۱۰	۶/۹۰	۰/۰۰۱۳۱	Reverse	۴۵N	۳۵/۴۵	۵۱/۵۵	۸	Robotkarim	۳۵/۶۲	۵۰/۹۰	۱۱۴/۲۶	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۶۵۷	Reverse Oblique	۶۰N	۳۴/۹۸	۵۱/۹۰	۹	Eshtehard	۳۵/۸۰	۵۰/۱۵	۶۶/۷۵	۶/۱۰	۷/۱۰	۰/۰۰۷۲۰	Reverse	۶۰N	۳۵/۷۶	۵۰/۸۹	۱۰	Pishva	۳۵/۴۵	۵۱/۵۵	۵۷/۸۲	۶/۱۰	۷/۱۰	۰/۰۰۱۸۵	Reverse Oblique	۴۵NE	۳۵/۱۲	۵۲/۰۵	۱۱	Taleghan	۳۶/۱۵	۵۰/۴۶	۵۷/۶۰	۶/۱۰	۷/۲۰	۰/۰۰۴۴۴	Normal Oblique	۵۵S	۳۶/۱۶	۵۱/۳۰	۱۲	Kandevan	۳۶/۳۰	۵۱/۰۰	۸۷/۵۲	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۷۲	Reverse	۵۰N	۳۶/۱۳	۵۱/۹۵	۱۳	Abyek	۳۶/۳۰	۵۰/۰۸	۴۴/۲۷	۶/۱۰	۷/۰۰	۰/۰۰۶۴۲	Reverse	۴۵N	۳۶/۱۲	۵۰/۵۲	۱۴	Garmsar	۳۵/۲۰	۵۱/۸۵	۱۲۸/۷۹	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۹۰۷	Reverse	۴۵N	۳۵/۴۰	۵۲/۲۶	۱۵	Firuzkuh	۳۵/۶۵	۵۲/۶۰	۴۴/۵۲	۶/۱۰	۷/۲۰	۰/۰۰۵۷۲	Normal Oblique	۷۰S	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۱۶	Chashm	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۳۷/۳۱	۶/۱۰	۶/۹۰	۰/۰۱۵۰۵	Reverse	۴۵N	۳۵/۹۰	۵۲/۴۴	۱۷	N.Qazvin	۳۶/۴۰	۴۹/۵۰	۵۵/۱۱	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۲۷	Reverse	۷۰-۳۵N	۳۶/۳۰	۵۰/۱۰																																																				
۷	Kahrizak	۳۵/۵۰	۵۱/۱۸	۳۳/۷۵	۶/۱۰	۶/۹۰	۰/۰۰۱۳۱	Reverse	۴۵N																																																																																																																																																																																								
		۳۵/۴۵	۵۱/۵۵							۸	Robotkarim	۳۵/۶۲	۵۰/۹۰	۱۱۴/۲۶	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۶۵۷	Reverse Oblique	۶۰N	۳۴/۹۸	۵۱/۹۰	۹	Eshtehard	۳۵/۸۰	۵۰/۱۵	۶۶/۷۵	۶/۱۰	۷/۱۰	۰/۰۰۷۲۰	Reverse	۶۰N	۳۵/۷۶	۵۰/۸۹	۱۰	Pishva	۳۵/۴۵	۵۱/۵۵	۵۷/۸۲	۶/۱۰	۷/۱۰	۰/۰۰۱۸۵	Reverse Oblique	۴۵NE	۳۵/۱۲	۵۲/۰۵	۱۱	Taleghan	۳۶/۱۵	۵۰/۴۶	۵۷/۶۰	۶/۱۰	۷/۲۰	۰/۰۰۴۴۴	Normal Oblique	۵۵S	۳۶/۱۶	۵۱/۳۰	۱۲	Kandevan	۳۶/۳۰	۵۱/۰۰	۸۷/۵۲	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۷۲	Reverse	۵۰N	۳۶/۱۳	۵۱/۹۵	۱۳	Abyek	۳۶/۳۰	۵۰/۰۸	۴۴/۲۷	۶/۱۰	۷/۰۰	۰/۰۰۶۴۲	Reverse	۴۵N	۳۶/۱۲	۵۰/۵۲	۱۴	Garmsar	۳۵/۲۰	۵۱/۸۵	۱۲۸/۷۹	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۹۰۷	Reverse	۴۵N	۳۵/۴۰	۵۲/۲۶	۱۵	Firuzkuh	۳۵/۶۵	۵۲/۶۰	۴۴/۵۲	۶/۱۰	۷/۲۰	۰/۰۰۵۷۲	Normal Oblique	۷۰S	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۱۶	Chashm	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۳۷/۳۱	۶/۱۰	۶/۹۰	۰/۰۱۵۰۵	Reverse	۴۵N	۳۵/۹۰	۵۲/۴۴	۱۷	N.Qazvin	۳۶/۴۰	۴۹/۵۰	۵۵/۱۱	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۲۷	Reverse	۷۰-۳۵N	۳۶/۳۰	۵۰/۱۰																																																																
۸	Robotkarim	۳۵/۶۲	۵۰/۹۰	۱۱۴/۲۶	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۶۵۷	Reverse Oblique	۶۰N																																																																																																																																																																																								
		۳۴/۹۸	۵۱/۹۰							۹	Eshtehard	۳۵/۸۰	۵۰/۱۵	۶۶/۷۵	۶/۱۰	۷/۱۰	۰/۰۰۷۲۰	Reverse	۶۰N	۳۵/۷۶	۵۰/۸۹	۱۰	Pishva	۳۵/۴۵	۵۱/۵۵	۵۷/۸۲	۶/۱۰	۷/۱۰	۰/۰۰۱۸۵	Reverse Oblique	۴۵NE	۳۵/۱۲	۵۲/۰۵	۱۱	Taleghan	۳۶/۱۵	۵۰/۴۶	۵۷/۶۰	۶/۱۰	۷/۲۰	۰/۰۰۴۴۴	Normal Oblique	۵۵S	۳۶/۱۶	۵۱/۳۰	۱۲	Kandevan	۳۶/۳۰	۵۱/۰۰	۸۷/۵۲	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۷۲	Reverse	۵۰N	۳۶/۱۳	۵۱/۹۵	۱۳	Abyek	۳۶/۳۰	۵۰/۰۸	۴۴/۲۷	۶/۱۰	۷/۰۰	۰/۰۰۶۴۲	Reverse	۴۵N	۳۶/۱۲	۵۰/۵۲	۱۴	Garmsar	۳۵/۲۰	۵۱/۸۵	۱۲۸/۷۹	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۹۰۷	Reverse	۴۵N	۳۵/۴۰	۵۲/۲۶	۱۵	Firuzkuh	۳۵/۶۵	۵۲/۶۰	۴۴/۵۲	۶/۱۰	۷/۲۰	۰/۰۰۵۷۲	Normal Oblique	۷۰S	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۱۶	Chashm	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۳۷/۳۱	۶/۱۰	۶/۹۰	۰/۰۱۵۰۵	Reverse	۴۵N	۳۵/۹۰	۵۲/۴۴	۱۷	N.Qazvin	۳۶/۴۰	۴۹/۵۰	۵۵/۱۱	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۲۷	Reverse	۷۰-۳۵N	۳۶/۳۰	۵۰/۱۰																																																																												
۹	Eshtehard	۳۵/۸۰	۵۰/۱۵	۶۶/۷۵	۶/۱۰	۷/۱۰	۰/۰۰۷۲۰	Reverse	۶۰N																																																																																																																																																																																								
		۳۵/۷۶	۵۰/۸۹							۱۰	Pishva	۳۵/۴۵	۵۱/۵۵	۵۷/۸۲	۶/۱۰	۷/۱۰	۰/۰۰۱۸۵	Reverse Oblique	۴۵NE	۳۵/۱۲	۵۲/۰۵	۱۱	Taleghan	۳۶/۱۵	۵۰/۴۶	۵۷/۶۰	۶/۱۰	۷/۲۰	۰/۰۰۴۴۴	Normal Oblique	۵۵S	۳۶/۱۶	۵۱/۳۰	۱۲	Kandevan	۳۶/۳۰	۵۱/۰۰	۸۷/۵۲	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۷۲	Reverse	۵۰N	۳۶/۱۳	۵۱/۹۵	۱۳	Abyek	۳۶/۳۰	۵۰/۰۸	۴۴/۲۷	۶/۱۰	۷/۰۰	۰/۰۰۶۴۲	Reverse	۴۵N	۳۶/۱۲	۵۰/۵۲	۱۴	Garmsar	۳۵/۲۰	۵۱/۸۵	۱۲۸/۷۹	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۹۰۷	Reverse	۴۵N	۳۵/۴۰	۵۲/۲۶	۱۵	Firuzkuh	۳۵/۶۵	۵۲/۶۰	۴۴/۵۲	۶/۱۰	۷/۲۰	۰/۰۰۵۷۲	Normal Oblique	۷۰S	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۱۶	Chashm	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۳۷/۳۱	۶/۱۰	۶/۹۰	۰/۰۱۵۰۵	Reverse	۴۵N	۳۵/۹۰	۵۲/۴۴	۱۷	N.Qazvin	۳۶/۴۰	۴۹/۵۰	۵۵/۱۱	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۲۷	Reverse	۷۰-۳۵N	۳۶/۳۰	۵۰/۱۰																																																																																								
۱۰	Pishva	۳۵/۴۵	۵۱/۵۵	۵۷/۸۲	۶/۱۰	۷/۱۰	۰/۰۰۱۸۵	Reverse Oblique	۴۵NE																																																																																																																																																																																								
		۳۵/۱۲	۵۲/۰۵							۱۱	Taleghan	۳۶/۱۵	۵۰/۴۶	۵۷/۶۰	۶/۱۰	۷/۲۰	۰/۰۰۴۴۴	Normal Oblique	۵۵S	۳۶/۱۶	۵۱/۳۰	۱۲	Kandevan	۳۶/۳۰	۵۱/۰۰	۸۷/۵۲	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۷۲	Reverse	۵۰N	۳۶/۱۳	۵۱/۹۵	۱۳	Abyek	۳۶/۳۰	۵۰/۰۸	۴۴/۲۷	۶/۱۰	۷/۰۰	۰/۰۰۶۴۲	Reverse	۴۵N	۳۶/۱۲	۵۰/۵۲	۱۴	Garmsar	۳۵/۲۰	۵۱/۸۵	۱۲۸/۷۹	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۹۰۷	Reverse	۴۵N	۳۵/۴۰	۵۲/۲۶	۱۵	Firuzkuh	۳۵/۶۵	۵۲/۶۰	۴۴/۵۲	۶/۱۰	۷/۲۰	۰/۰۰۵۷۲	Normal Oblique	۷۰S	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۱۶	Chashm	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۳۷/۳۱	۶/۱۰	۶/۹۰	۰/۰۱۵۰۵	Reverse	۴۵N	۳۵/۹۰	۵۲/۴۴	۱۷	N.Qazvin	۳۶/۴۰	۴۹/۵۰	۵۵/۱۱	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۲۷	Reverse	۷۰-۳۵N	۳۶/۳۰	۵۰/۱۰																																																																																																				
۱۱	Taleghan	۳۶/۱۵	۵۰/۴۶	۵۷/۶۰	۶/۱۰	۷/۲۰	۰/۰۰۴۴۴	Normal Oblique	۵۵S																																																																																																																																																																																								
		۳۶/۱۶	۵۱/۳۰							۱۲	Kandevan	۳۶/۳۰	۵۱/۰۰	۸۷/۵۲	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۷۲	Reverse	۵۰N	۳۶/۱۳	۵۱/۹۵	۱۳	Abyek	۳۶/۳۰	۵۰/۰۸	۴۴/۲۷	۶/۱۰	۷/۰۰	۰/۰۰۶۴۲	Reverse	۴۵N	۳۶/۱۲	۵۰/۵۲	۱۴	Garmsar	۳۵/۲۰	۵۱/۸۵	۱۲۸/۷۹	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۹۰۷	Reverse	۴۵N	۳۵/۴۰	۵۲/۲۶	۱۵	Firuzkuh	۳۵/۶۵	۵۲/۶۰	۴۴/۵۲	۶/۱۰	۷/۲۰	۰/۰۰۵۷۲	Normal Oblique	۷۰S	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۱۶	Chashm	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۳۷/۳۱	۶/۱۰	۶/۹۰	۰/۰۱۵۰۵	Reverse	۴۵N	۳۵/۹۰	۵۲/۴۴	۱۷	N.Qazvin	۳۶/۴۰	۴۹/۵۰	۵۵/۱۱	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۲۷	Reverse	۷۰-۳۵N	۳۶/۳۰	۵۰/۱۰																																																																																																																
۱۲	Kandevan	۳۶/۳۰	۵۱/۰۰	۸۷/۵۲	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۷۲	Reverse	۵۰N																																																																																																																																																																																								
		۳۶/۱۳	۵۱/۹۵							۱۳	Abyek	۳۶/۳۰	۵۰/۰۸	۴۴/۲۷	۶/۱۰	۷/۰۰	۰/۰۰۶۴۲	Reverse	۴۵N	۳۶/۱۲	۵۰/۵۲	۱۴	Garmsar	۳۵/۲۰	۵۱/۸۵	۱۲۸/۷۹	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۹۰۷	Reverse	۴۵N	۳۵/۴۰	۵۲/۲۶	۱۵	Firuzkuh	۳۵/۶۵	۵۲/۶۰	۴۴/۵۲	۶/۱۰	۷/۲۰	۰/۰۰۵۷۲	Normal Oblique	۷۰S	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۱۶	Chashm	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۳۷/۳۱	۶/۱۰	۶/۹۰	۰/۰۱۵۰۵	Reverse	۴۵N	۳۵/۹۰	۵۲/۴۴	۱۷	N.Qazvin	۳۶/۴۰	۴۹/۵۰	۵۵/۱۱	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۲۷	Reverse	۷۰-۳۵N	۳۶/۳۰	۵۰/۱۰																																																																																																																												
۱۳	Abyek	۳۶/۳۰	۵۰/۰۸	۴۴/۲۷	۶/۱۰	۷/۰۰	۰/۰۰۶۴۲	Reverse	۴۵N																																																																																																																																																																																								
		۳۶/۱۲	۵۰/۵۲							۱۴	Garmsar	۳۵/۲۰	۵۱/۸۵	۱۲۸/۷۹	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۹۰۷	Reverse	۴۵N	۳۵/۴۰	۵۲/۲۶	۱۵	Firuzkuh	۳۵/۶۵	۵۲/۶۰	۴۴/۵۲	۶/۱۰	۷/۲۰	۰/۰۰۵۷۲	Normal Oblique	۷۰S	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۱۶	Chashm	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۳۷/۳۱	۶/۱۰	۶/۹۰	۰/۰۱۵۰۵	Reverse	۴۵N	۳۵/۹۰	۵۲/۴۴	۱۷	N.Qazvin	۳۶/۴۰	۴۹/۵۰	۵۵/۱۱	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۲۷	Reverse	۷۰-۳۵N	۳۶/۳۰	۵۰/۱۰																																																																																																																																								
۱۴	Garmsar	۳۵/۲۰	۵۱/۸۵	۱۲۸/۷۹	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۹۰۷	Reverse	۴۵N																																																																																																																																																																																								
		۳۵/۴۰	۵۲/۲۶							۱۵	Firuzkuh	۳۵/۶۵	۵۲/۶۰	۴۴/۵۲	۶/۱۰	۷/۲۰	۰/۰۰۵۷۲	Normal Oblique	۷۰S	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۱۶	Chashm	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۳۷/۳۱	۶/۱۰	۶/۹۰	۰/۰۱۵۰۵	Reverse	۴۵N	۳۵/۹۰	۵۲/۴۴	۱۷	N.Qazvin	۳۶/۴۰	۴۹/۵۰	۵۵/۱۱	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۲۷	Reverse	۷۰-۳۵N	۳۶/۳۰	۵۰/۱۰																																																																																																																																																				
۱۵	Firuzkuh	۳۵/۶۵	۵۲/۶۰	۴۴/۵۲	۶/۱۰	۷/۲۰	۰/۰۰۵۷۲	Normal Oblique	۷۰S																																																																																																																																																																																								
		۳۵/۸۵	۵۲/۰۳							۱۶	Chashm	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۳۷/۳۱	۶/۱۰	۶/۹۰	۰/۰۱۵۰۵	Reverse	۴۵N	۳۵/۹۰	۵۲/۴۴	۱۷	N.Qazvin	۳۶/۴۰	۴۹/۵۰	۵۵/۱۱	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۲۷	Reverse	۷۰-۳۵N	۳۶/۳۰	۵۰/۱۰																																																																																																																																																																
۱۶	Chashm	۳۵/۸۵	۵۲/۰۳	۳۷/۳۱	۶/۱۰	۶/۹۰	۰/۰۱۵۰۵	Reverse	۴۵N																																																																																																																																																																																								
		۳۵/۹۰	۵۲/۴۴							۱۷	N.Qazvin	۳۶/۴۰	۴۹/۵۰	۵۵/۱۱	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۲۷	Reverse	۷۰-۳۵N	۳۶/۳۰	۵۰/۱۰																																																																																																																																																																												
۱۷	N.Qazvin	۳۶/۴۰	۴۹/۵۰	۵۵/۱۱	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۲۷	Reverse	۷۰-۳۵N																																																																																																																																																																																								
		۳۶/۳۰	۵۰/۱۰																																																																																																																																																																																														

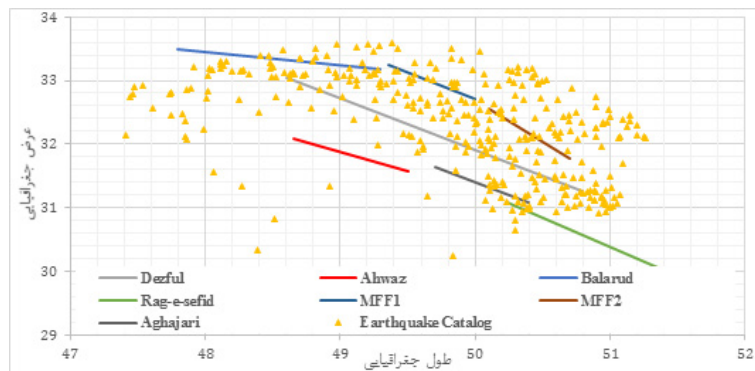
۱۸	Ipak	۳۵/۷۰	۴۹/۶۰	۷۹/۹۶	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۱۳	Reverse	۵۲S
		۳۵/۶۰	۵۰/۴۸						
۱۹	Bande-e-Siah	۳۵/۰۵	۵۱/۶۰	۵۲/۷۴	۶/۱۰	۷/۰۰	۰/۰۰۳۱۴	Reverse	۴۵N
		۳۴/۸۰	۵۲/۱۰						
۲۰	Siahkuh	۳۴/۸۰	۵۱/۸۵	۵۸/۳۱	۶/۱۰	۷/۱۰	۰/۰۰۳۲۹	Reverse	۴۵N
		۳۴/۶۰	۵۲/۴۵						
۲۱	Kushk-e-Nosrat	۳۵/۴۰	۴۹/۵۰	۱۶۲/۵۱	۶/۱۰	۷/۶۰	۰/۰۰۹۵۰	Reverse	۴۵N
		۳۴/۸۰	۵۱/۱۵						
۲۲	Indes	۳۵/۱۸	۴۹/۷۰	۹۹/۹۳	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۷۰۴	Reverse	۴۵N
		۳۴/۵۵	۵۰/۵۰						
۲۳	Qom	۳۴/۶۰	۵۰/۷۵	۱۲۹/۰۶	۶/۱۰	۷/۳۰	۰/۰۰۶۵۷	Reverse Oblique	۴۵N
		۳۳/۶۰	۵۱/۵۰						
۲۴	Kashachal	۳۶/۶۸	۴۹/۷۸	۱۰۵/۴۰	۶/۱۰	۷/۴۰	۰/۰۰۴۱۴	Strike Slip	۹۰-۸۰N
		۳۶/۴۰	۵۰/۹۰						
۲۵	Astaneh	۳۵/۹۰	۵۳/۴۳	۶۱/۰۰	۶/۱۰	۷/۵۰	۰/۰۰۱۰۹	Strike Slip	۹۰
		۳۶/۲۰	۵۴/۰۰						
۲۶	Alborz 1	۳۶/۶۵	۵۱/۱۸	۱۴۵/۷۷	۶/۱۰	۷/۶۰	۰/۰۰۱۷۷۲	Reverse	۵۰S
		۳۶/۱۵	۵۲/۶۸						
۲۷	Alborz 2	۳۶/۱۵	۵۲/۶۸	۱۲۴/۸۸	۶/۱۰	۷/۶۰	۰/۰۰۱۷۷۲	Reverse	۵۰S
		۳۶/۵۰	۵۴/۰۰						

آنچه در این مورد حائز اهمیت است اینکه وجود و یا عدم وجود گسلی بنام اهواز مورد تردید است؛ گویا اینکه آقای اسماعیلی و همکاران اندازه‌گیری گاز رادون موقعیت و ترمز آن را گزارش کرده اند [۲۰]. به همین دلیل در این کار تحقیقاتی اختلاف سنجه شدت زلزله ناشی از فاصله بدون و با لحاظ کردن گسل اهواز به عنوان زلزله با نوع معکوس با انجام یکسری تحلیل خطر نشان داده شده است.

## ۶- تحلیل خطر در شش ایستگاه واقع در شهر اهواز

### ۶-۱- کاتالوگ زلزله در منطقه اهواز

در این مطالعه از کاتالوگ زلزله منطقه اهواز که بصورت ترسیمی در شکل ۵ نشان داده شده استفاده شده است. همچنین مشخصات گسل‌های منطقه در جدول ۳ آمده است.



شکل ۵: نمایش موقعیت رخداد‌های زلزله در منطقه اهواز و گسل‌های اختصاص داده شده

Fig. 5. Position of ground motions and faults in AHWAZ region

جدول ۳: اطلاعات مربوط به گسل‌های فعال منطقه شهر اهواز

Table 3. Information of active faults in AHWAZ region

نام گسل	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	طول گسل (کیلومتر)	$M_{max}$	$M_{min}$	NU	$\beta$	نوع گسل
Ahwaz	۳۱/۵۸	۴۸/۱۶	۹۳/۴۹	۷/۳۷	۶/۱۰	۰/۰۲۸	۲/۰۷	Reverse
	۳۱/۰۸	۴۹/۰۰						
Aghajari	۳۱/۱۳	۴۹/۲۰	۸۷/۳۵	۷/۳۳	۶/۱۰	۰/۰۲۸	۲/۰۷	Reverse
	۳۰/۵۸	۴۹/۹۰						
Dezful	۳۲/۵۵	۴۸/۱۰	۲۸۰/۰۱	۷/۹۲	۶/۱۰	۰/۰۲۸	۲/۰۷	Reverse
	۳۰/۷۵	۵۰/۳۰						
منطقه اهواز Balarud	۳۳/۰۰	۴۷/۳۰	۱۳۹/۸۰	۷/۵۷	۶/۱۰	۰/۰۲۸	۲/۰۷	Reverse
	۳۲/۶۷	۴۸/۸۰						
Rag-e-sefid	۳۰/۵۸	۴۹/۷۴	۱۹۶/۶۵	۷/۷۴	۶/۱۰	۰/۰۲۸	۲/۰۷	Reverse
	۲۹/۲۵	۵۱/۲۰						
MFF۱	۳۲/۷۵	۴۸/۸۶	۸۱/۹۶	۷/۳۰	۶/۱۰	۰/۰۲۸	۲/۰۷	Reverse
	۳۲/۲۲	۴۹/۵۰						
MFF۲	۳۲/۰۶	۴۹/۶۰	۱۰۲/۳۱	۷/۴۱	۶/۱۰	۰/۰۲۸	۲/۰۷	Reverse
	۳۱/۲۷	۵۰/۲۰						

می‌باشد.

III. رابطه احتمالی فاصله از ساختگاه تا نقطه میانی از گسل نظیر بزرگای مورد بررسی: این رابطه معمولاً با احتمال یکنواخت انجام می‌گیرد. IV. رابطه کاهندگی که به کمک آن احتمال فراگذشت زلزله با بزرگای  $m$  و فاصله  $r$  محاسبه می‌گردد. از آنجا که باید فقط و فقط اثرات زلزله‌های (با بزرگای  $m$ ) که در مقدار سنجش شدت [شتاب میانی طرح (A) و یا شتاب طیفی  $Sa(T_1)$ ] مهم دارند مد نظر قرار گیرد، گسل‌های با فاصله دور باید از کاتالوگ مورد مطالعه حذف گردد. تشخیص آن به سادگی قابل انجام است که در مثال‌های ارائه شده نشان داده خواهد شد. آنچه مهم است این است که اگر این نکته رعایت نشود نتایج تحلیل خطر مفهوم فیزیکی خود را از دست می‌دهد و فقط به صورت اعدادی ریاضی نمایان می‌گردد.

۶-۳- تخمین بزرگای بی تأثیر در سنجش شدت زلزله در ساختگاه

در فرایند محاسبه نرخ فراگذشت سالانه (رابطه ۱) اثر لرزه‌ای هر یک از بزرگای زلزله‌ها (از حداقل تا حداکثر  $M$ ) با قرار دادن آن روی بخش‌های مختلف امتداد گسل و محاسبه فاصله مرکز آن تا ساختگاه  $R$  با استفاده از روابط کاهندگی تخمین زده می‌شود. نتیجه این فرایند به صورت مجموع احتمالات فراگذشت زلزله‌ها (دو انتگرال دوگانه در رابطه ۱) ناشی از بزرگه‌های از  $M_{min}$  تا  $M_{max}$  نمایان می‌شود که برای هر سطح خطری

۶-۲- مبانی نظری مسئله

در این مقاله به یک نکته اساسی از مبانی روند تحلیل خطر به شرح زیر پرداخته می‌شود.

۶-۲-۱- روند حذف اثرات گسل بی تأثیر در شدت سنجش زلزله

بطور فشرده اثرات چهار پارامتر در یک فرایند تحلیل خطر برای محاسبه نرخ فراگذشت سالانه<sup>۱</sup> مورد بررسی قرار داده می‌شود (رابطه ۱).

$$v(A > a^*)_i = v \int_{r_0}^{m_{max}} \int_r P(A > a^* \setminus m, r) f_m(m) f_r(r)_i dm dr \quad (1)$$

I. نرخ فعالیت زلزله‌های منطقه: معادل نسبت تعداد کل زلزله‌های رخ داده به دوره و یا زمان مشخص نظیر آن‌هاست (V). این تعداد شامل زلزله‌های با حداقل بزرگای تا حداکثر بزرگای می‌باشد.

II. رابطه احتمالاتی گوتنبرگ-ریشر (G-R). این رابطه احتمالاتی توانی حاوی احتمال رخداد هر یک از زلزله‌ها (بین حداقل و حداکثر بزرگای زلزله) می‌باشد که از رابطه مشهور  $\ln(N) = a - bM$  بدست می‌آید که در آن  $N$  تعداد زلزله‌های با بزرگای بزرگتر از  $M$  در کل منطقه و  $b$  شیب منحنی است که مقداری بین  $0/8$  تا  $1/2$  دارد و پارامتری مخصوص منطقه

1 annual frequency exceedance

به مقادیر زیادی می‌انجامد سابقه قبلی دارد. به عنوان نمونه بومر و همکاران [۲۲] معتقد است که پراکندگی پارامترهای زلزله در کاتالوگ موجب بالا رفتن سنجه شدت زلزله می‌گردد. این علت با عملی که موجب بالا رفتن متوسط سنجه شدت زلزله در یک منطقه می‌گردد (به عنوان نمونه مرجع ۲۱) کاملاً متفاوت است. آنچه در این نوشتار مورد تاکید است این است که مقادیر سنجه شدت زلزله برای یک منطقه بزرگ یکسان نیست و با تغییر فاصله ساختگاه و گسل‌های فعال تغییر قابل ملاحظه‌ای می‌کند. در بخش‌های بعدی با دو سری مثال موضوع شفاف سازی می‌گردد.

در صورتی که اثرات گسل‌هایی که نقش مهمی در نتایج تحلیل خطر ندارند حذف شدند گزارش‌های مختلف برای یک منطقه به یک نتیجه یکسان همگرا می‌شود. راه حل ساده آن این است که یکبار تحلیل خطر با لحاظ کردن دورترین گسل و یکبار بدون آن انجام گیرد در صورتی که سنجه شدت مورد نظر کمتر از ۵ درصد با هم اختلاف داشته باشند گسل یاد شده از روند تحلیل خطر حذف می‌گردد.

در این کار تحقیقاتی شش ساختگاه با فواصل مختلف از گسل‌های اهواز و دزفول در نظر گرفته شده است. جدول ۴ مختصات این شش ساختگاه را نشان می‌دهد که موقعیت آن‌ها در شکل ۶ آمده است.

در هر ساختگاهی و در هر منطقه‌ای مقدار مشخصی خواهد داشت (مثلاً زلزله با فراگذشت ۱۰ درصد در ۵۰ سال) که حاصل اثرات تمامی بزرگ‌های بکار رفته شده می‌باشد. حال اگر گسلی از ساختگاه فاصله زیادی داشته باشد (مثلاً یکصد کیلومتر) بدیهی است اگر زلزله‌ای با بزرگای مثلاً ۵ ریشتر در این فاصله تأثیری کمتر از ۵ درصد داشته باشد محاسبات منظور گردد و لذا آن گسل قابل حذف است. منظور از تأثیر میزان تغییر است که روی سنجه شدت (شتاب مبنای طرح A و یا Sa) می‌گذارد. این مطلب نکته مهمی است که باید رعایت شود چه در غیر این صورت نتایج تحلیل خطر به مقادیر غیر واقعی بزرگ می‌انجامد. از آن مهمتر اینکه در صورت عدم رعایت نکته مذکور برای یک منطقه خاص و یک ساختگاه با کاتالوگ مفروض یکسان روند محاسبات به نتایج متفاوتی می‌انجامد. این ناهماهنگی در گزارشات تحلیل خطر برای مناطق یکسان که توسط کارشناسان مختلف انجام شده بسیار دیده شده است که مغایر با اصول مهندسی است. مهدوی و همکاران [۲۱] که گسل اهواز را در لیست کاتالوگ قرار داده‌اند و به مقدار  $g/0.63$  به عنوان متوسط شتاب مبنای طرح دست یافته است که به مراتب از مقدار  $g/0.25$  استاندارد ۲۸۰۰ بیشتر است (حدود ۲/۵ برابر). اظهار نظر پژوهشگران در مورد اینکه نتایج تحلیل خطر به روش متداول



شکل ۶: موقعیت ساختگاه‌های انتخاب شده و گسل‌های منطقه‌ی اهواز بر روی نقشه‌ی گسل‌های فعال ایران

Fig. ۶. Position of chosen sites and faults of AHWAZ on IRAN active faults map

جدول ۴: مختصات جغرافیایی شش ساختگاه انتخابی و فواصل آن‌ها با گسل اهواز

Table 4. Coordinates of 6 chosen sites and their distances to AHWAZ faults

ساختگاه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	فاصله (کیلومتر)
۱	۳۱/۲۸	۴۸/۶۰	۶/۸۶
۲	۳۱/۳۲	۴۸/۶۸	۹/۵۹
۳	۳۱/۴۰	۴۸/۶۸	۱۱/۶۹
۴	۳۱/۲۵	۴۸/۱۰	۱۹/۲۸
۵	۳۱/۸۵	۴۸/۱۵	۳۳/۴۳
۶	۳۱/۷۰	۴۸/۸۰	۴۵/۵۵



برای نشان دادن اینکه چرا رابطه‌ی فاصله با سنجه شدن زلزله در روابط کاهندگی به ویژه برای فواصل کوتاه (کمتر از ۲۰ کیلومتر) کاملاً غیرخطی است و اثر قابل ملاحظه‌ای روی نتایج تحلیل خطر می‌گذارد بطوریکه متوسط‌گیری (آنچه در استاندارد ۲۸۰۰ منظور شده است) به هیچ وجه نمی‌تواند مقادیر آن‌ها را منعکس نماید. مطالعه در دو حالت انجام شده است: الف) با فرض وجود گسل اهواز به دلیل تشکیک در آن ب) با فرض عدم وجود گسل اهواز

۶-۳-۱- نتایج تحلیل در حالت وجود گسل اهواز

مقدار تحلیل خطر با فرض ۶ ایستگاه موجود در منطقه اهواز روی بستر سنگ انجام گردید که نتایج شتاب مبنای طرح با احتمال فراگذشت ۱۰ درصد در پنجاه سال در جدول ۵ آمده است.

جدول ۵: مقایسه‌ی مقدار شتاب مبنای طرح آیین‌نامه‌ی ۲۸۰۰ (ویرایش ۴) و ساختگاه‌های انتخابی

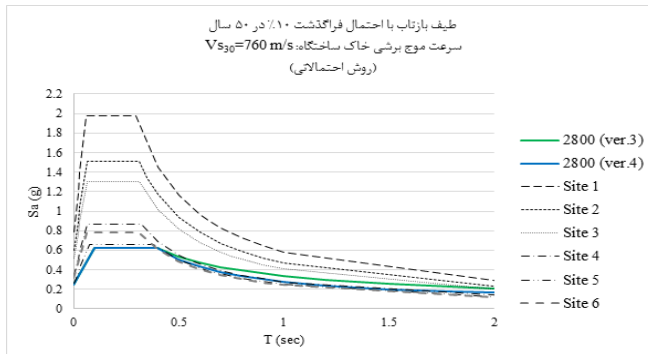
Table 5. Comparison of design base acceleration of 2800 standard (Ver.4) and chosen sites

اختلاف	استاندارد ۲۸۰۰	EZ-FRISK	ساختگاه
۱۲۲ %		۱/۰۳	۱
۱۰۷ %		۰/۸۲	۲
۹۶ %	۰/۲۵	۰/۷۱	۳
۵۷ %		۰/۴۵	۴
۸ %		۰/۲۷	۵
۴۶ %		۰/۴۰	۶

به منظور مقایسه با طیف‌های ویرایش سوم و چهارم استاندارد ۲۸۰۰ با استفاده از ضرائب شکل (B) اشکال طیف‌های نظیر هر یک از موارد بیست و چهارگانه فوق در شکل‌های ۷ و ۸ و ۹ و ۱۰ نشان داده شده است. اختلاف فاحش اشکال فوق با مقادیر نظیر در استاندارد ۲۸۰۰ گواه این است که در فواصل کم شتاب مبنای طرح با فاصله دارای خاصیت غیرخطی زیادی است بطوریکه متوسط‌گیری که در استاندارد ۲۸۰۰ پذیرفته شده است نمی‌تواند این اختلاف را بپوشاند.

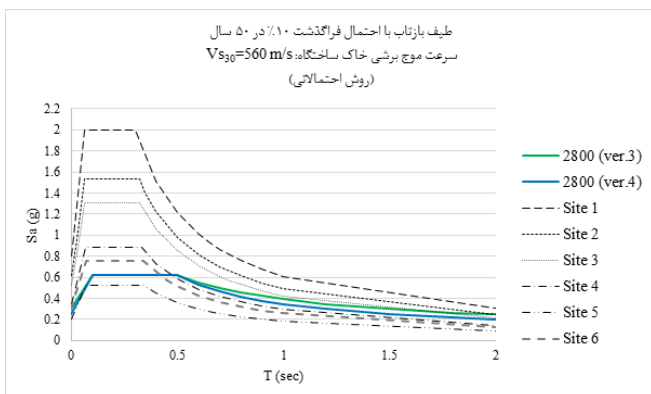
۶-۳-۲- نتایج تحلیل در حالت وجود سایر گسل‌های فعال، بدون مشارکت گسل اهواز

به دلیل مشکوک بودن وجود گسل اهواز یک سری ۲۴ تایی تحلیل خطر در منطقه بدون لحاظ کردن گسل اهواز انجام گردید.



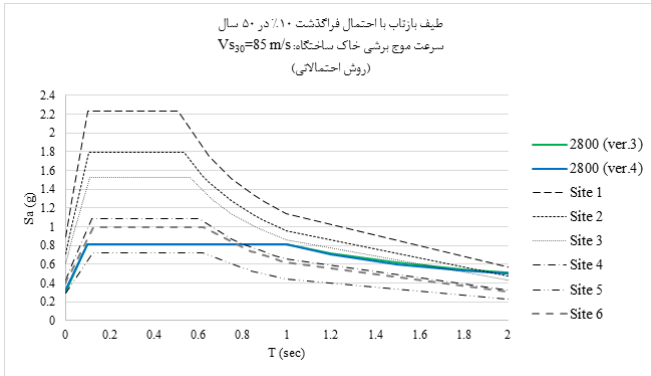
شکل ۷: مقایسه شتاب طیفی Sa(T) با استاندارد ۲۸۰۰ (ویرایش ۳ و ۴) به صورت A\*B(T) برای ۶ ساختگاه که در آنها فقط اثرات گسل‌های اهواز و دزفول لحاظ شده است، بر روی خاک نوع ۱

Fig. 7. Comparison of Sa(T) and standard No.2800 in the form of A\*B(T) for 6 sites on soil type No.1, by considering only the effects of AHWAZ and DEZFUL faults

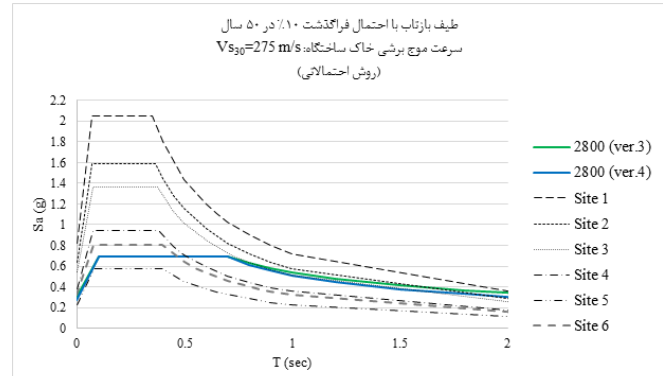


شکل ۸: مقایسه شتاب طیفی Sa(T) با استاندارد ۲۸۰۰ (ویرایش ۳ و ۴) به صورت A\*B(T) برای ۶ ساختگاه که در آنها فقط اثرات گسل‌های اهواز و دزفول لحاظ شده است، بر روی خاک نوع ۲

Fig. 8. Comparison of Sa(T) and standard No.2800 in the form of A\*B(T) for 6 sites on soil type No.2, by considering only the effects of AHWAZ and DEZFUL faults



شکل ۱۰: مقایسه شتاب طیفی  $Sa(T)$  با استاندارد ۲۸۰۰+ (ویرایش ۳ و ۴) به صورت  $A \times B(T)$  برای ۶ ساختمان که در آنها فقط اثرات گسل‌های اهواز و دزفول لحاظ شده است، بر روی خاک نوع ۴



شکل ۹: مقایسه شتاب طیفی  $Sa(T)$  با استاندارد ۲۸۰۰+ (ویرایش ۳ و ۴) به صورت  $A \times B(T)$  برای ۶ ساختمان که در آنها فقط اثرات گسل‌های اهواز و دزفول لحاظ شده است، بر روی خاک نوع ۳

Fig. 10. Comparison of  $Sa(T)$  and standard No.2800 in the form of  $A \times B(T)$  for 6 sites on soil type No.4, by considering only the effects of AHWAZ and DEZFUL faults

Fig. 9. Comparison of  $Sa(T)$  and standard No.2800 in the form of  $A \times B(T)$  for 6 sites on soil type No.3, by considering only the effects of AHWAZ and DEZFUL faults

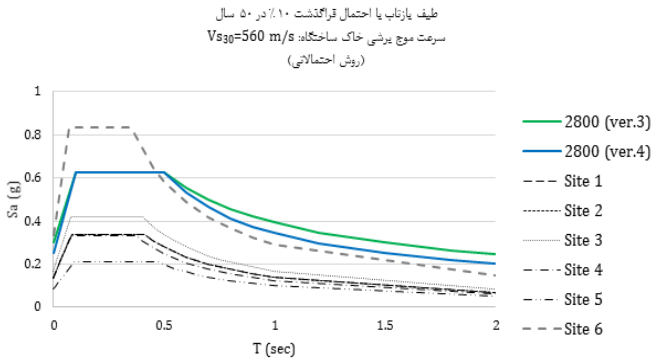
۳-۳-۴- مقایسه‌ی مقادیر فاصله تا ساختمان با وجود گسل‌های دزفول و اهواز  
جدول شماره ۶ شتاب مبنای طرح A (که همان  $PGA$  روی بستر سنگی است) در ساختمان‌های ناشی از تاثیر فعالیت گسل‌های اهواز و دزفول را منعکس می‌نماید. به‌طوری‌که ملاحظه می‌گردد مقادیر با نتایج ۲۸۰۰ تفاوت دارد.

۳-۳-۶- مقایسه‌ی مقادیر فاصله تا ساختمان، فقط تا گسل اهواز در تحلیل خطرهای انجام شده روی بستر سنگی با سرعت موج برشی ۷۶۰ متربرثانی، مشارکت گسل اهواز روی دو ساختمان ۴ (با فاصله‌ی ۲۰ کیلومتری) و ۶ (با فاصله‌ی ۴۵ کیلومتری) مورد بررسی قرار داده شده است که گواه آن است که در فواصل کم، حتی یک گسل به تنهایی نتایج غیرقابل مقایسه‌ای با استاندارد ۲۸۰۰ دارد.

جدول ۶: مقادیر شتاب‌های طیفی بر روی خاک نوع ۱ ( $V_{s30}=760$  m/s) به لحاظ تأثیر وجود و عدم وجود گسل اهواز

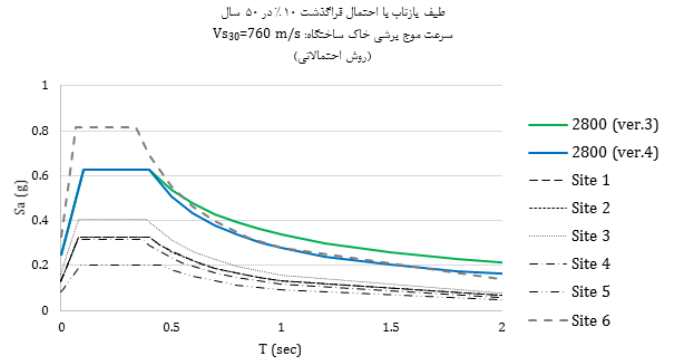
Table 6. Values of spectral acceleration on soil type No.1, by considering the effect of AHWAZ fault

ساختمان	شتاب مبنای طرح ( $PGA$ )		شتاب طیفی در زمان تناوب گوشه (۰/۲ ثانیه)		شتاب طیفی در زمان تناوب گوشه (۱ ثانیه)	
	نزدیکترین فاصله	نزدیکترین فاصله	گسل‌های اهواز و دزفول (g)	تمامی گسل‌ها به غیر از گسل اهواز (g)	گسل‌های اهواز و دزفول (g)	تمامی گسل‌ها به غیر از گسل اهواز (g)
۱	۷۴/۰۵	۶/۸۶	-/۸۲	-/۱۳	۱/۹۸	-/۳۳
۲	۷۶/۴۷	۹/۵۹	-/۶۵	-/۱۳	۱/۵۱	-/۳۳
۳	۵۵/۲۳	۱۱/۶۹	-/۵۵	-/۱۶	۱/۳۰	-/۴۱
۴	۵۸/۲۶	۱۹/۲۸	-/۴۵	-/۱۳	-/۸۷	-/۳۲
۵	۱۰۵/۲۱	۳۳/۴۳	-/۲۷	-/۰۹	-/۶۶	-/۲۰
۶	۲۳/۲۴	۴۵/۵۵	-/۳۰	-/۳۳	-/۷۸	-/۸۲



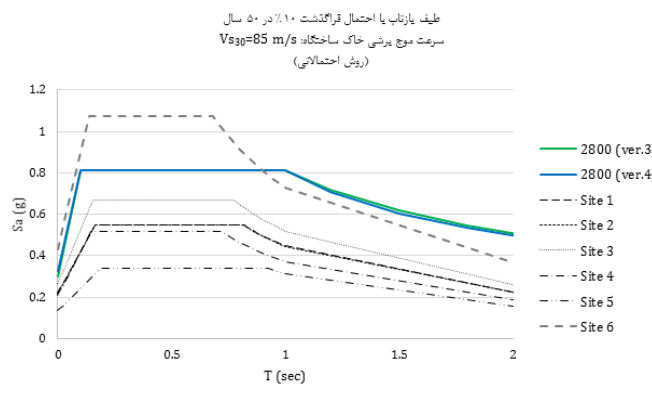
شکل ۱۲: مقایسه شتاب طیفی  $S_a(T)$  با استاندارد ۲۸۰۰ (ویرایش ۳ و ۴) به صورت  $A \times B(T)$  برای ۶ ساختمان که در آنها اثرات گسل‌های فعال منطقه بدون مشارکت گسل اهواز لحاظ شده است، بر روی خاک نوع ۲

Fig. 12. Comparison of  $S_a(T)$  and standard No.2800 in the form of  $A \times B(T)$  for 6 sites on soil type No.2, without considering the effect of AHWAZ fault



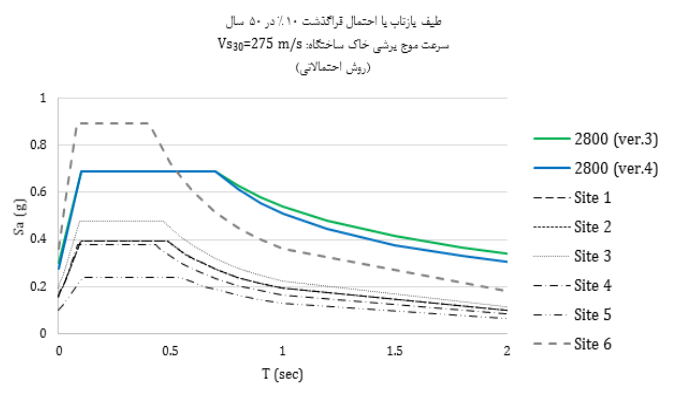
شکل ۱۱: مقایسه شتاب طیفی  $S_a(T)$  با استاندارد ۲۸۰۰ (ویرایش ۳ و ۴) به صورت  $A \times B(T)$  برای ۶ ساختمان که در آنها اثرات گسل‌های فعال منطقه بدون مشارکت گسل اهواز لحاظ شده است، بر روی خاک نوع ۱

Fig. 11. Comparison of  $S_a(T)$  and standard No.2800 in the form of  $A \times B(T)$  for 6 sites on soil type No.1, without considering the effect of AHWAZ fault



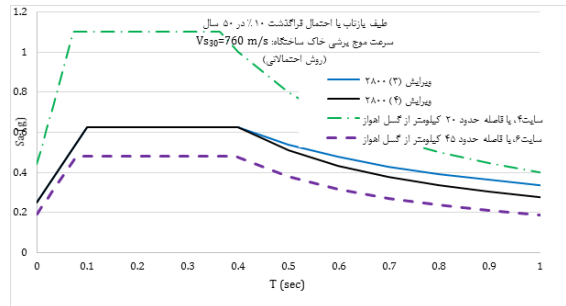
شکل ۱۴: مقایسه شتاب طیفی  $S_a(T)$  با استاندارد ۲۸۰۰ (ویرایش ۳ و ۴) به صورت  $A \times B(T)$  برای ۶ ساختمان که در آنها اثرات گسل‌های فعال منطقه بدون مشارکت گسل اهواز لحاظ شده است، بر روی خاک نوع ۴

Fig. 14. Comparison of  $S_a(T)$  and standard No.2800 in the form of  $A \times B(T)$  for 6 sites on soil type No.4, without considering the effect of AHWAZ fault



شکل ۱۳: مقایسه شتاب طیفی  $S_a(T)$  با استاندارد ۲۸۰۰ (ویرایش ۳ و ۴) به صورت  $A \times B(T)$  برای ۶ ساختمان که در آنها اثرات گسل‌های فعال منطقه بدون مشارکت گسل اهواز لحاظ شده است، بر روی خاک نوع ۳

Fig. 13. Comparison of  $S_a(T)$  and standard No.2800 in the form of  $A \times B(T)$  for 6 sites on soil type No.3, without considering the effect of AHWAZ fault



شکل ۱۵: طیف‌های فقط ساختگاه‌های ۴ و ۶ برای مقایسه‌ی اثر فاصله در شتاب مبنای طرح. همانطور که مشاهده می‌شود، ساختگاه ۴ تحت بیشترین تأثیر مشارکت گسل اهواز قرار گرفته است و ساختگاه ۶ به علت دارا بودن فاصله‌ی بیشتری از ساختگاه ۴ تا گسل اهواز، (۴۵ کیلومتر در برابر ۲۰ کیلومتر) کمتر متأثر شده است.

Fig. 15. Spectral shape of sites No.3 and No.4 for comparison of site to fault distance

بزرگای لنگری)، مقدار  $\beta$  از طریق انتخاب مجموعه دیتا که با استفاده از برنامه kijko [۹ و ۱۰] محاسبه شده است را نشان می‌دهد. تمامی بزرگای زلزله‌ها به بزرگای گشتاوری تبدیل شده، پیش‌لرزه‌ها و پس‌لرزه‌ها از داده‌ها حذف شده است. کاتالوگ مورد استفاده مربوط به بخش‌های غربی و مرکزی واقع بین دو نوار زاگرس و البرز و شامل گسل‌های فعال می‌باشد. این بخش شامل طولانی‌ترین گسل (حدود ۶۰۰ کیلومتر) به نام گسل دورونه می‌باشد. تأثیر طول گسل بر نتایج تحلیل خطر در نوشتار جداگانه‌ای مورد بحث قرار داده شده است. شکل ۱۷ موقعیت جغرافیایی ساختگاه‌ها و جدول ۷ متوسط فاصله‌ی ( $R$ ) از گسل‌های منطقه را نشان می‌دهد.

### ۷- مثال دوم در چهار ساختگاه در حوزه‌ی دور، کرمان

برای ارائه‌ی ملموس‌تر جزئیات ارزیابی طیف استاندارد ۲۸۰۰، طیف ویژه در چهار ساختگاه و روی چهار نوع خاک (مطابق طبقه‌بندی استاندارد ۲۸۰۰) در بخش مرکزی ایران تهیه گردیده است. انتخاب بخش مرکزی به این دلیل است که این بخش نسبت به نوار شمالی (البرز) و جنوبی (زاگرس) از لرزه‌خیزی بیشتری برخوردار است و بدیهی است ضعف و قوت طیف استاندارد ۲۸۰۰ در این بخش شدیدتر است. از پنج رابطه‌ی کاهندگی که در ادامه آمده است، به صورت درخت منطقی استفاده شده است. شکل‌های ۱۶ و ۱۷ و جدول ۷ موقعیت ساختگاه‌ها و در جدول ۸ اطلاعات گسل‌های منطقه، مربوط به بزرگای حداقل ( $M_{min}$ )، بزرگای حداکثر ( $M_{max}$ ) (از نوع



شکل ۱۷: موقعیت مکانی گسل‌ها و ساختگاه‌ها مورد مطالعه در منطقه کرمان

Fig. 17. Position of sites and faults of this study in KERMAN region



شکل ۱۶: موقعیت ساختگاه‌ها و گسل‌های منطقه کرمان در نقشه ایران

Fig. 16. Position of sites and faults in KERMAN region

جدول ۷: موقعیت جغرافیایی چهار ساختمان مورد مطالعه در منطقه کرمان

Table 7. Coordinates of 4 chosen sites in KERMAN region

ساختمان	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	متوسط فاصله از گسل ها (کیلومتر)
۱	۳۰/۲۹	۵۷/۰۸	۱۶/۵۰
۲	۳۰/۲۹	۵۷/۵۰	۳۸/۲۰
۳	۳۱/۲۰	۵۶/۹۰	۱۸/۰۰
۴	۳۰/۰۴	۵۶/۸۷	۴۶/۰۰

جدول ۸: پارامترهای لرزه خیزی منطقه کرمان

Table 8. Seismic parameters of KERMAN region

نام گسل	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	طول گسل (کیلومتر)	$M_{max}$	$M_{min}$	NU	$\beta$	نوع گسل
Rafsanjen	۳۰/۶	۵۵/۲	۱۳۲/۳۶	۷/۵۴	۵	-/۲۳۲	۲/۲۸	Strike Slip
	۲۹/۸۵	۵۶/۳۵						
KuhBanan	۳۱/۹	۵۶	۱۶۸/۹۶	۷/۶۶	۵	-/۲۳۲	۲/۲۸	Reverse
	۳۰/۶	۵۷						
Chatrud	۳۰/۵۸	۵۷	۲۸/۴۳	۶/۷۷	۵	-/۲۳۲	۲/۲۸	Reverse
	۳۰/۳۸	۵۷/۲						
Lalehzar	۲۹/۵	۵۶/۵	۴۵/۳۳	۷	۵	-/۲۳۲	۲/۲۸	Reverse
	۲۹/۵۵	۵۷						
Jafarabad	۳۲/۲	۵۶	۷۵/۱۸	۷/۲۶	۵	-/۲۳۲	۲/۲۸	Reverse
	۳۱/۶	۵۶/۴						
LakarKuh	۳۱/۵۵	۵۷/۱	۶۰/۵	۷/۱۵	۵	-/۲۳۲	۲/۲۸	Reverse
	۳۱	۵۷/۱						
LakarKuh	۳۱	۵۷/۱	۶۳/۳۸	۷/۱۷	۵	-/۲۳۲	۲/۲۸	Strike Slip
	۳۰/۵	۵۷/۴۵						
Gowak	۳۰	۵۷/۴	۱۲۲/۵۴	۷/۵	۵	-/۲۳۲	۲/۲۸	Reverse
	۲۹	۵۸						

در این جدول آمده است. متوسط فواصل هر یک از ساختمانها تا گسل های اعمال شده و نیز متوسط بزرگا در جدول ۷ نشان داده شده است. یادآوری می شود، متوسط فاصله (که تا عدد ۳۸/۲ کیلومتر در ساختمان ۲ بدست آمده- جدول ۷) به هیچ وجه گویای زلزله ی نزدیک گسل نیست که اثرات حوزه ی نزدیک را منعکس نماید و فقط یک عدد ریاضی است که نشان داده شود مقادیر شتاب مبنای طرح A که در استاندارد ۲۸۰۰ روی بستر سنگی است، روی انواع خاکها و با فاصله تغییر می کند. ضمناً متوسط گیری از

#### ۷-۱- نتایج تحلیل خطر

از آنجا که هدف این نوشتار ارزیابی تاثیر فاصله در طیف استاندارد ۲۸۰۰ می باشد، در این مثال نیز نتایج تحلیل خطر با احتمال فراگذشت ۱۰٪ در ۵۰ سال ارائه شده است.

جدول ۹ مقادیر بیشینه ی شتاب زمین (PGA) در چهار ساختمان و روی چهار نوع خاک (به همراه سرعت موج برشی مطابق استاندارد ۲۸۰۰) را نشان می دهد. مقادیر شتاب مبنای طرح آیین نامه ۲۸۰۰ ویرایش سوم و چهارم نیز

بزرگای چند زلزله نیز به لحاظ لرزه‌ای مفهومی ندارد و فقط حدود لرزه‌خیزی منطقه را نشان می‌دهد.

جدول ۹: مقایسه مقادیر بیشینه شتاب زمین (PGA) روی چهار نوع خاک در چهار ساختگاه حاصل از این مطالعه، و مقادیر نظیر در ویرایش سوم و چهارم

Table 9. Comparison of PGA's value on four soil types between this study and standard No.2800

نوع خاک	PGA (این مطالعه)				PGA (ویرایش چهارم ۲۸۰۰)	PGA (ویرایش چهارم ۲۸۰۰)
	سایت ۱	سایت ۲	سایت ۳	سایت ۴	برای هر چهار ساختگاه	برای هر چهار ساختگاه
۱	۰/۶۳	۰/۲۱	۰/۶۱	۰/۱۹	۰/۳	۰/۳۵
۲	۰/۶۱	۰/۲۲	۰/۶۱	۰/۲	۰/۳	۰/۳۵
۳	۰/۷	۰/۲۶	۰/۷	۰/۳۴	۰/۳	۰/۳۸۵
۴	۰/۹۳	۰/۴۱	۰/۹۴	۰/۳۴	۰/۳	۰/۳۸۵

جدول ۱۰: شتاب طیفی در چهار ساختگاه روی چهار نوع خاک

Table 10. Spectral acceleration for four sites on four soil types

ساختگاه	$V_{s30}=760$ m/s T=0.2			$V_{s30}=560$ m/s T=0.2			$V_{s30}=275$ m/s T=0.2			$V_{s30}=85$ m/s T=0.2		
	$M_{mean}$	$R_{mean}$	Sa(0.2)	$M_{mean}$	$R_{mean}$	Sa(0.2)	$M_{mean}$	$R_{mean}$	Sa(0.2)	$M_{mean}$	$R_{mean}$	Sa(0.2)
۱	۵/۷۲	۱۴/۴۴	۱/۴۶	۵/۷۱	۱۴/۶۹	۱/۴۲	۵/۶۷	۱۵/۸۶	۱/۵۳	۵/۶۳	۲۰/۸۳	۱/۹۳
۲	۶/۲۵	۳۵/۲۸	۰/۵۳	۶/۲۵	۳۵/۷۳	۰/۵۴	۶/۱۸	۳۷/۹۳	۰/۶۱	۵/۹۴	۴۳/۷۳	۰/۸۴
۳	۵/۸۴	۱۶/۲۵	۱/۴۴	۵/۸۲	۱۶/۴۶	۱/۴۴	۵/۷۶	۱۷/۵۵	۱/۵۸	۵/۶۸	۲۲/۴۴	۲
۴	۶/۲۷	۴۴/۰۹	۰/۴۶	۶/۲۸	۴۴/۷۲	۰/۴۹	۶/۲۳	۴۷/۰۴	۰/۵۶	۶/۰۱	۵۱/۹۴	۰/۷۹

پیش‌تر ذکر گردید، این ناهماهنگی ناشی از ارائه متوسط شتاب مبنای طرح در سراسر یک شهر است.

همانطور که در جدول ۹ نشان داده شده است، اختلاف متوسط مقادیر بیشینه شتاب حاصل از تحلیل خطر در چهار ساختگاه با مقادیر نظیر آیین‌نامه قابل ملاحظه می‌باشد. این اختلاف از آنجا ناشی می‌شود که تغییر این مقادیر از ویرایش سوم به چهارم با بررسی میدانی انجام نشده و با روش خبرگی<sup>۱</sup> به دلیل عدم فرصت کافی صورت گرفته است. به عبارت دیگر، اگر با مطالعه‌ی میدانی تأثیر فاصله و بزرگای در این پارامتر بررسی گردد، اختلاف آن‌ها با مقادیر مندرج در استاندارد ۲۸۰۰ به خوبی نمایان می‌گردد.

جدول ۱۱ مقادیر زمان تناوب گوشه  $(T_S)$  با استفاده از رابطه  $T_S = (S_1(T=1)) / (S_S(T=0.2))$  روی چهار نوع خاک و روی هر چهار ساختگاه نشان می‌دهد. این مقایسه برای ارزیابی مقادیر پی‌رود گوشه استاندارد ۲۸۰۰ انجام شده است. منظور از این محاسبه این است که آیا متوسط‌گیری در هر شرایطی می‌تواند پارامتر طیف طراحی را نمایندگی کند. اختلاف بدست آمده به علت محدودیت در تعداد ساختگاه‌ها قابل استناد نیست ولی نشان می‌دهد ولی نشان می‌دهد که می‌تواند محلی برای ورود عدم قطعیت در ضوابط آئین‌نامه باشد.

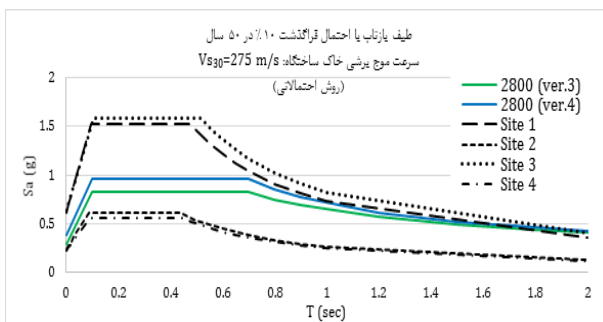
شکل‌های ۱۸ تا ۲۱ این مقایسه را بازتاب می‌دهند. به طوریکه ملاحظه می‌گردد، در بازه‌ی حداکثر شتاب ثابت، مقادیر استاندارد ۲۸۰۰ نسبت به فواصل ساختگاه‌ها سازگاری ندارد. در برخی از ساختگاه‌ها، استاندارد ۲۸۰۰ مقادیر بیشتری را ارائه می‌دهد درحالی‌که در برخی مقادیر کمتر. به طوریکه

1 Analytical Heirarchy Process, AHP

جدول ۱۱: مقایسه پریود گوشه ( $T_s$ ) در چهار ساختگاه، روی چهار نوع خاک

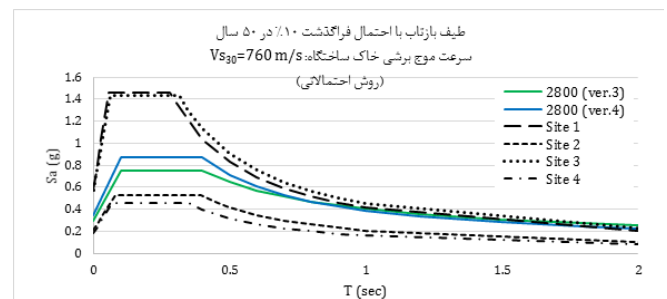
Table 11. Comparison of  $T_s$  for four sites on four soil types

ساختگاه	خاک نوع ۱	خاک نوع ۲	خاک نوع ۳	خاک نوع ۴
۱	۰/۲۸۳	۰/۳۸۰	۰/۴۷۷	۰/۶۸۹
۲	۰/۳۹۶	۰/۴۰۷	۰/۴۴۳	۰/۶۷۹
۳	۰/۳۱۴	۰/۴۱۷	۰/۵۱۹	۰/۷۴۰
۴	۰/۳۵۲	۰/۴۰۴	۰/۴۵۰	۰/۷۰۶
$T_s$ متوسط ساختگاه‌ها	۰/۳۵	۰/۴	۰/۴۷	۰/۷
$T_s$ ویرایش سوم و چهارم استاندارد ۲۸۰۰	۰/۴	۰/۵	۰/۷	۰/۱



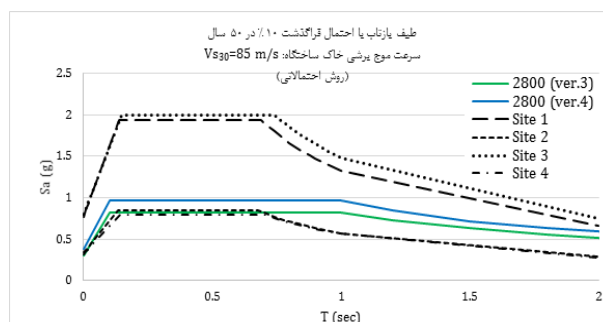
شکل ۲۰: مقایسه شتاب طیفی  $Sa(T)$  با استاندارد ۲۸۰۰ (ویرایش ۳ و ۴) به صورت  $A \times B(T)$  برای چهار ساختگاه بر روی خاک نوع ۳

Fig. 20. Comparison of  $Sa(T)$  and standard No.2800 in the form of  $A \times B(T)$  for 4 sites on soil type No.3



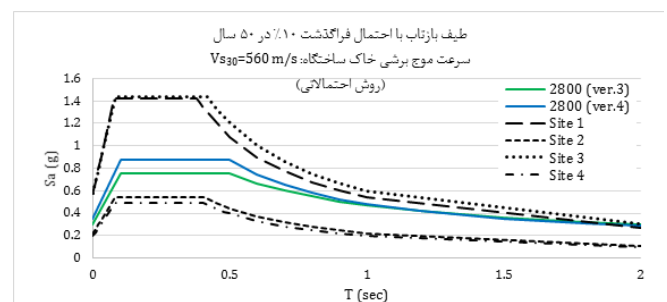
شکل ۱۸: مقایسه شتاب طیفی  $Sa(T)$  با استاندارد ۲۸۰۰ (ویرایش ۳ و ۴) به صورت  $A \times B(T)$  برای چهار ساختگاه بر روی خاک نوع ۱

Fig. 18 Comparison of  $Sa(T)$  and standard No.2800 in the form of  $A \times B(T)$  for 4 sites on soil type No.1



شکل ۲۱: مقایسه شتاب طیفی  $Sa(T)$  با استاندارد ۲۸۰۰ (ویرایش ۳ و ۴) به صورت  $A \times B(T)$  برای چهار ساختگاه بر روی خاک نوع ۴

Fig. 21. Comparison of  $Sa(T)$  and standard No.2800 in the form of  $A \times B(T)$  for 4 sites on soil type No.4



شکل ۱۹: مقایسه شتاب طیفی  $Sa(T)$  با استاندارد ۲۸۰۰ (ویرایش ۳ و ۴) به صورت  $A \times B(T)$  برای چهار ساختگاه بر روی خاک نوع ۲

Fig. 19. Comparison of  $Sa(T)$  and standard No.2800 in the form of  $A \times B(T)$  for 4 sites on soil type No.2

## ۷-۲- تفسیر نتایج تحلیل خطر شهر کرمان

- به طوریکه نتایج تحلیل خطر در چهار ساختمان روی چهار نوع خاک نشان می‌دهد، نقطه شروع در طیف شتاب نشان دهنده‌ی شتاب طیفی در زمان تناوب صفر روی خاک‌های مختلف متفاوت است. اساس این اختلاف با طیف شتاب استاندارد ۲۸۰۰ ناشی از فاصله‌ی ساختمان تا گسل است که در فرآیند تحلیل خطر نمایان می‌شود، زیرا طیف استاندارد ۲۸۰۰ نسبت به فاصله هیچگونه حساسیتی ندارد. در مثال‌های ارائه شده این اختلاف قابل ملاحظه می‌باشد، بطوریکه بیشینه شتاب زمین (PGA) (نقطه‌ی زمان تناوب صفر از طیف شتاب است) مقادیر ۰/۶۱، ۰/۶۱، ۰/۷، ۰ و ۰/۹۴ را در مقابل ۰/۳، ۰/۳، ۰/۳، ۰/۳ و ۰/۳ در ویرایش سوم و ۰/۳۵، ۰/۳۵، ۰/۳۸۵، و ۰/۳۸۵ در ویرایش چهارم از استاندارد ۲۸۰۰ در ساختمان شماره ۳ نشان می‌دهد که مقادیر اختلاف در این مطالعه با استاندارد ۲۸۰۰ از ۱۰۰ تا ۱۸۰ درصد می‌باشد. آنچه از اهمیت ویژه‌ی برخوردار است اینکه بازه‌های زمان تناوب پنج‌گانه در یک طیف ضمن مستقل بودن بصورت پیوسته در پیوند با یکدیگرند و تغییر هر قسمت به طور مستقل پیوند را می‌شکند. تا آنجا که نویسنده به خاطر دارد در ویرایش سوم (نسبت به ویرایش دوم) این بازه جدا از دیگر بازه‌ها تغییر داده شد بدون اینکه دیگر بازه‌ها متناسباً اصلاح گردد.
- به طوریکه قبلاً اشاره شد چون رابطه بین فاصله ساختمان تا گسل و سنجه شدت زلزله معمولاً به صورت لگاریتمی است [۴]. تغییرات آن برای فواصل کوتاه (کمتر از ۲۰ کیلومتر) بسیار حساس‌تر از مقادیر فواصل بزرگ است. از طرفی اگر به فرض رابطه این دو پارامتر تقریباً خطی بود شاید می‌توان متوسط فاصله در منطقه‌ای را نماینده تمامی ساختمان‌های آن منطقه به حساب آورد. در شرایطی این چنین و بطوریکه نتایج بیش از ۴۰ تحلیل در این مقاله نشان می‌دهد فاصله ساختمان تا گسل‌های فعال در یک شهر را نمی‌توان بطور متوسط منظور نمود. به عنوان نمونه شهر بزرگ تهران که در تمامی ساختمان‌های آن شتاب مبنای طرحی معادل ۰/۳۵ g دارد معادل منظور نمودن فاصله متوسط برای تمامی ساختمان‌ها تا چهار گسل شهر تهران است. در این مقاله نشان داده شد حتی اگر یک گسل منطقه در تحلیل خطر منظور شود کاهش فاصله ساختمان تا گسل مذکور منجر به شتاب‌های طیفی به مراتب بزرگتری از طیف ویرایش‌های سوم و چهارم می‌شود (به شکل‌های شماره ۷ الی ۱۵ مراجعه شود).
- ثابت بودن بخش شتاب ثابت طیف‌های ویرایش چهارم ایران (شتاب‌های طیفی در بازه بین  $T_0$  تا  $T_S$ ) مشکل مهم دیگری را به همراه دارد. از آنجا که پارامتر  $N$  که تابعی از زمان تناوب است و قرار است اثرات جهت‌داری زلزله در حوزه نزدیک را نمایندگی

کند و در شتاب طیفی نظیر پیروود گوشه ( $T_S$ ) ضرب می‌شود، ثابت بودن شتاب طیفی در پیروود  $T_S$  اثرات اعمال ضریب  $N$  را فقط وابسته به شتاب طیفی در پیروود گوشه می‌کند در حالیکه اثرات جهت‌داری مستقل از شتاب طیفی در  $T_S$  است. بزرگائی کوچک است که اصولاً تأثیری در سنجه شدت زلزله ندارد. اینگونه زلزله‌ها موجب بالا رفتن پارامتر نرخ فعالیت زلزله (مقدار زلزله تقسیم بر زمان نظیر) می‌شود که سنجه شدت را غیر موجه افزایش می‌دهد. یکی از روش‌های حذف آن محاسبه دورترین گسل از ساختمان در سنجه شدت زلزله است که در مورد شهر اهواز اعمال گردیده است.

## ۸- نتیجه گیری

با توجه به اینکه در استاندارد ۲۸۰۰ فاصله ساختمان تا گسل فعال به صورت خطوط هم سنجه شدت ارائه نشده و برای هر شهری حتی شهر بزرگ تهران مقدار متوسط ( $A=0.35 g$ ) ارائه شده، در این مقاله نشان داده شده که اختلاف سنجه شدت زلزله (شتاب مبنای طرح  $A$  و یا  $S_a$ ) ناشی از فاصله در ساختمان‌های مختلف به‌ویژه در حوزه نزدیک زلزله (فاصله کمتر از ۲۰ کیلومتر تا گسل) بسیار قابل توجه می‌باشد. برای اثبات آن در دو شهر اهواز و کرمان به عنوان نمونه در ۶ و ۴ ایستگاه فرآیند تحلیل خطر ویژه ساختمانی انجام و شتاب مبنای طرح با احتمال فراگذشت ده درصد در پنجاه سال محاسبه گردیده است. از پنج رابطه کاهندگی در محاسبات احتمال فراگذشت با استفاده از برنامه  $kijko$  برای تعیین حداکثر بزرگا و نرخ فعالیت گسل استفاده شده است. از کاتالوگ‌های زلزله هر دو شهر از سال‌های ۱۹۰۰ تا ۲۰۰۸ و با بزرگای حداقل ۴ تا ۷/۵ ریشتر در تحلیل خطر استفاده شده است. نتایج زیر از این مطالعه قابل استخراج می‌باشد:

۱. با توجه به اینکه رابطه فاصله ساختمان تا گسل در روابط کاهندگی به صورت لگاریتمی است نتایج تحلیل خطر میزان سنجه شدت زلزله نسبت به فواصل ساختمان بسیار حساس می‌باشد. این مسئله در حوزه نزدیک از حساسیت بیشتری برخوردار است و لذا متوسط سنجه شدت (بطوریکه در استاندارد ۲۸۰۰ آمده) زلزله در یک شهر نمی‌تواند اثر زلزله در ساختمان‌ها را نمایندگی نماید. ضروری است این نکته در استاندارد ۲۸۰۰ تجدید نظر شود.
۲. پایین بودن شتاب طیفی در بازه حداکثر شتاب ناشی از عدم رعایت فاصله طبیعی ساختمان تا گسل در حوزه نزدیک اثر پارامتر  $N$  (در استاندارد ۲۸۰۰) که حوزه جهت‌داری را نمایندگی می‌نماید به شتاب‌های طیفی نظیر زمان تناوب گوشه ( $T_S$ ) وابسته می‌نماید که با دیتای واقعی زلزله‌ها ناسازگار است.

## پیوست

روابط کاهندگی استفاده شده در گزارش نهایی تحلیل خطر لرزه‌ای



- [5] K. Campbell, J. Bozorgnia, NGA ground motion model for the geometric mean horizontal component of PGA, PGV, PGD, and 5% damped linear elastic response spectra for periods ranging from 0.01 to 10 s, *Earthquake Spectra*, 24(1) (2008) 139–172.
- [6] B. Chiou, R. Youngs, An NGA model for the average horizontal component of peak ground motion and response spectra, *Earthquake Spectra*, 24(1) (2008) 173-216.
- [7] NZS 1170-5 (S1), Structural design actions, Part 5, Earthquake actions, New Zealand Commentary, 2004.
- [8] P.G. Somerville, N.F. Smith, R.W. Graves, N.A. Abrahamson, Modification of empirical strong ground motion attenuation relations to include the amplitude and duration effects of rupture directivity, *Seismological Research Letters*, 68(1) (1997) 199-222.
- [9] ASCE, Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, American Society of Civil Engineers, 2010.
- [10] Y. Gholipour, Y. Bozorgnia, Y. Rahnema, M. Berberian, M. Ghoreishi, M. Talebian, Nazari, Taheri, Shafiei, Probabilistic Seismic Hazard Analysis. Phase I- Greater Tehran Regions, Final Report, Faculty of Engineering, University of Tehran, Tehran (2008).
- [11] A. Kijko, M.A. Sellevoll, Estimation of earthquake hazard parameters from incomplete data files. Part I: Utilization of extreme and complete catalogs with different threshold magnitude, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 79(3) (1989) 645-654.
- [12] A. Kijko, M.A. Sellevoll, Estimation of earthquake hazard parameters from incomplete data files. Part II. Incorporation of magnitude heterogeneity, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 82(1) (1992) 120-134.
- ایران- فاز ۱ محدوده‌ی تهران بزرگ " (آقای قلی-پور و همکاران):
- Boor-Atkinson (2006) NGA
  - Campbell-Bozorgnia (2006) NGA
  - Abrahamson-Silva (1997) Rock USGS 2002
  - Sadigh (1997) Rock USGS 2002
  - Boore-Joyner-Fumal (1997) USGS 2002
  - Chiou-Youngs (2006) NGA
  - Campbell-Bozorgnia (2003) USGS 2002
- روابط کاهندگی استفاده شده در این مطالعه:
- Boor-Atkinson (2006) NGA
  - Abrahamson-Silva (1997) Rock USGS 2002
  - Sadigh (1997) Rock USGS 2002
  - Boore-Joyner-Fumal (1997) USGS 2002
  - Campbell-Bozorgnia (2003) USGS 2002
- [1] ASCE, Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, American Society of Civil Engineers, 2005.
- [2] D.M. Boore, J. Watson-Lamprey, N. Abrahamson, Orientation-independent measures of ground motion, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 96(4A) (2006) 1502-1511.
- [3] D. M. Boore, Orientation-independent, non-geometric-mean measures of seismic intensity from two horizontal components of motion, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 100(4) (2010) 1830-1835.
- [4] D.M. Boore, G.M. Atkinson, Ground-Motion Prediction Equations for the Average Horizontal Component of PGA, PGV, and 5%-Damped PSA at Spectral Periods between 0.01s and 10.0s, *Earthquake Spectra*, 24(1) (2008) 99-138.

### مراجع

Please cite this article using:

A. Nicknam, A. Mazarei, M. Ganjvar, "Assessment of Iran seismic design response spectra (Standard No. 2800) regarding site-distance effects particularly at near fault sites", *Amirkabir J. Civil Eng.*, 49(3) (2017) 547-564.

DOI: 10.22060/ceej.2016.862

برای ارجاع به این مقاله از عبارت زیر استفاده کنید:



