

تحلیل و برآورد مهندسی خطر زمین لرزه در استان خراسان جنوبی (ایران) منطقه بیرجند، قاین، گزیک و نهبندان

ENGINEERING ANALYSIS AND SEISMIC HAZARD ASSESSMENT OF SOUTHERN KHORASAN PROVINCE-BIRJAND, QAYEN, GAZIK AND NEHBANDAN REGION

رضا اسمعیل آبادی (عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن) ، عباس عباس زاده شهری (عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی

واحد همدان، دانشجوی دکتری ژئوفیزیک-زلزله شناسی واحد علوم و تحقیقات، عضو باشگاه پژوهشگران جوان)
abbas4646@yahoo.com, a_abbaszadeh@iauh.ac.ir

چکیده:

در کاربردهای مهندسی، رخداد زلزله در یک ساختگاه، پارامترهای جنبش زمین و پیک واقعی شتاب (PGA) را نشان می‌دهند. از طرف دیگر پاسخ شتاب طیفی، پاسخ سرعت طیفی و جابجایی طیفی به تکمیل روابط مدرن تضعیف جنبش زمین کمک می‌کنند. برای بدست آوردن این موارد به مدل شکست گسل (عمق ناحیه شکستگی زلزله، شیب گسل و بردار لغزش گسل) امتداد لغز، نرمال و معکوس)) نیاز داریم که توسط آنالیز محیط-های تکتونیکی به دست می‌آیند. ایران با قرار داشتن در کمربند لرزه خیز آلپ-همالیا، از نظر خطر زمین لرزه از جمله کشورهای آسیب پذیر جهان به شمار می‌رود و عدم رعایت صحیح قوانین و آیین نامه‌های موجود در ساخت و ساز نیز بر این آسیب پذیری دامن می‌زند. فلات ایران سرزمین لرزه خیزی است که به طور متوسط هر ۵ سال یکبار یک زلزله مخرب در آن روی می‌دهد. در این میان استان خراسان و مخصوصاً خراسان جنوبی بسیار حائز اهمیت است زیرا که گسل‌های فعال منطقه از جمله گسل آبیژ، دشت بیاض، فردوس، طیس، نای بند، نهبندان و ... مسبب زلزله های بزرگ و وحشتناکی در تاریخ ایران زمین بوده اند. لذا در این تحقیق بر آن شدیم تا منطقه خراسان جنوبی را که از نظر خطر لرزه‌ای فعال تلقی می‌شود پهنه بندی نموده و با برآورد خطر لرزه‌ای، اثر زلزله‌های احتمالی را بر سایت‌های مختلف بررسی نموده و میزان شتاب اعمالی از طرف زمین را بر آنها محاسبه نماییم. به کمک این کار می‌توان اولاً طرح‌های مقاوم سازی در منطقه ارائه نمود و ثانیاً میزان خطر هر منطقه را مشخص کرد. در این صورت است که میزان خطرات و تلفات احتمالی کاهش خواهد یافت و می‌توانیم در هنگام خطر مدیریت قوی تری با توجه به دیدی که از منطقه داریم، داشته باشیم. لذا هرگونه کوشش برای ارزیابی خطر مغتنم است و می‌تواند موجب جلوگیری از تلفات جانی و خسارات مالی گردد. با دخالت دادن عامل لرزه‌خیزی نواحی گوناگون در توزیع فضایی سکونتگاه‌های انسانی، یا حداقل با وضع مقررات ایمنی متناسب با خطر زمین لرزه در پهنه‌های گوناگون، می‌توان از تلفات و خسارات ناشی از این گونه سوانح اجتناب ناپذیر کاست.

کلمات کلیدی: تحلیل مهندسی، استان خراسان جنوبی، برآورد خطر

۱. مقدمه

سابقه تاریخی کشور ایران نشان می‌دهد که ایران، کشوری زلزله خیز می‌باشد و در گذشته در مواردی، به نام شهرهای بزرگی در تاریخ برخورد می‌کنیم که امروزه اثری از آنها بر روی زمین دیده نمی‌شود مانند شهر حلوان، در سر پل ذهاب، سمره در شرق ایلام و مهرجان فلاق در استان ایلام، که اخیراً بقایای این شهر را از دل خاک بیرون آورده‌اند. بر اساس کاوش‌های باستان‌شناسی علت ویرانی این شهر باستانی وقوع زلزله‌ای در سال ۳۲۴ ه. ق بوده است. پس از اختراع دستگاه‌های زلزله نگار و توانایی ثبت دستگاهی، زلزله‌های مهیبی چون، طبس با بزرگی ۰.۴، ۷، منجیل و رودبار با بزرگی ۰.۲، ۷، بم با بزرگی ۶.۹، دشت بیاض با بزرگی ۷.۳ و... به وقوع پیوسته و ثبت شده‌اند و اطلاعات زیادی در مورد چگونگی خصوصیات زلزله و محیط مورد نظر از آنها استخراج شده است. به روش علمی ثابت گشته که اکثر نقاط کشور ایران بر روی کمربند زلزله خیز واقع شده و حتی مناطقی وجود دارند که دارای قابلیت ایجاد زلزله با بزرگی بیش از ۸ هستند. کشور ایران بخشی از کمربند زلزله خیز آلپ هیمالیا را تشکیل می‌دهد. در راستای کارهای انجام شده قبلی یکی از متخصصان زمین‌شناسی کشور، در سال ۱۳۷۴ ایران را از نظر زلزله خیزی به ۲۷ منطقه تقسیم بندی نمود و بطور کلی میزان آمادگی لرزه خیزی هر ناحیه را تقسیم نمود.

۲. روشهای برآورد خطر زمینلرزه:

۲-۱. تجربی آماری:

ساده‌ترین روش در برآورد خطر زمینلرزه می‌باشد که تقریبی سرانگشتی به همراه احتمال وقوع رخداد را ارائه می‌دهد. در این روش فرض بر کامل بودن داده‌ها است و لذا وابستگی شدید به آمار زلزله‌های رخ داده دارد که به دلیل فقر آماری، یکی از ایرادات مهم این روش می‌باشد. از طرفی در نظرگیری گستره وسیع که ممکن است حاوی چند ایالت لرزه‌زمینساخت باشد، عدم استفاده از اطلاعات و داده‌های زمین‌شناسی، ژئوتکنیک و ژئوفیزیک و عدم اهمیت دادن به **Gap** زمانی نیز از دیگر نقایص این روش هستند.

۲-۲. قطعی:

روشی قابل فهم می‌باشد که در آن قضاوت محقق مهم است برخلاف روش قبلی در آن از اطلاعات زمین‌شناسی، ژئوتکنیکی و ژئوفیزیکی استفاده می‌گردد. در این روش بحثی در مورد احتمال وقوع رویداد زلزله انجام نمی‌شود و اثر چشمه به صورت منفرد در نظر گرفته می‌شود. محاسبه دوره بازگشت زمانی زلزله در این روش اهمیت ندارد و بنابراین فراوانی زلزله در آن نقشی ندارد. در این روش فقط دنبال M_{max} هستیم.

۲-۳. احتمالاتی:

در این روش فاکتورهایی از جمله امکان دخالت عدم قطعیت، در نظرگیری فراوانی رخداد زلزله، چاره اندیشی برای اطلاعات ورودی، بررسی احتمال وقوع زلزله در طول عمر مفید سازه لحاظ می‌گردند ولی خروجی آن شفافیت **روش قطعی** را ندارد. محاسبات این روش زیاد بوده و کیفیت خروجی آن وابسته به اطلاعات ورودی است که آن هم بستگی به نوع روش بکار رفته دارد. در این روش یکسری چشمه مد نظر قرار می‌گیرند که در آن گستره‌ها سهم بندی می‌شوند و بنابراین، محدوده‌ای از زلزله‌ها از M_{min} تا M_{max} به وجود خواهند آمد.

۳. مفهوم چشمه بالقوه:

گستره وسیعی را به خود اختصاص می‌دهد و تعریف مرزهای این گستره بر اساس شواهد قاطع زلزله‌شناسی و زمین‌شناسی استوار نمی‌باشد. در روش احتمالاتی ناچاریم چشمه بالقوه را تعیین کنیم سپس پارامترهای لرزه‌خیزی را معین نماییم. به عبارت دیگر گستره وسیعی است که طی رژیم ژئودینامیکی موجود، تکنونیک قابل مقایسه و لرزه‌خیزی یکسان داشته باشد. به علت وسعت گستره وجود ناهماهنگی در آن اجتناب‌ناپذیر بوده و لذا مجبور به یافتن محدوده‌ای با ویژگی یکسان هستیم و در بیان دیگر گستره‌ای است که کاملاً از نظر استعداد زلزله‌خیزی باید همه نقاط گستره مدنظر باشد و مرز مستدلی داشته باشد. بنابراین با حرکت از ایالت لرزه‌زمینساخت به چشمه هماهنگی و یکسانی افزایش می‌یابد.

۳-۱. انواع چشمه:

۱. نقطه‌ای (Point Source): دارای دو ایراد اساسی است

الف- عدم قطعیت در جانمایی زلزله ب- طول و عرض جغرافیایی در آنها مشکل دارد

۲. خطی (Line Source): کار را به شدت ساده می‌کند و لذا بسیار تقریبی است. برای تعیین M_{max} به دو فاکتور تاریخچه لرزه-

خیزی و دیرینه زلزله‌شناسی باید توجه نمود.

۳. پهنه‌ای (Area Source): این حالت مشکل گشاست که در آن بسته به سازوکار، ویژگی زمین‌شناسی و تکنونیک، حریم

گسلش را برای هر گسل در نظر می‌گیرند.

۴. حجمی (Volume Source): در صورت کافی بودن اطلاعات بهترین مدل است ولی به دلایلی از جمله کمبود داده، داده‌های

بد عمق، ندانستن دقیق عمق محدوده لرزه‌زا (بخشی از پوسته که در آن زمینلرزه‌های بزرگ اتفاق می‌افتد) به کار برده نمی‌شود. تکرار زمین لرزه‌ها (تکرار زلزله در یک محل یا نزدیک همان محل) و تشابه تکتونیکی فرضیات تعیین چشمه و فاکتورهایی از قبیل امتداد گسل (ابعاد، طول، پهنا، شیب گسل ...)، سازوکار و نوع گسل فعال (نوع گسل بسیار تأثیر گذار است)، محدوده لرزه‌زا (عمق محدوده، پهنای صفحه و عمق، شیب گسل) و ساخت متمرکز (با داشتن شبکه‌ای از گسل کل زون گسلی را مجموعه واحد در نظر می‌گیریم (structure Localizing)) که معیاری برای تعیین چشمه بالقوه (پهنه‌ای) محسوب می‌شود) برای تعیین ابعاد چشمه لحاظ می‌گردند. داده‌های اصلی در تعیین چشمه شامل کاتولوگ زمینلرزه (کامل باشد، وجود زلزله اصلی و پس‌لرزه ضروری است، باید هماهنگ و دارای مقیاس واحد باشند. زیرا توزیع فضایی پس‌لرزه‌ها در ابعاد چشمه‌ها موثراند)، نقشه‌های زمین‌شناسی، تکتونیکی و ژئوفیزیکی و حل سازوکار کانونی با روش‌های متفاوت مثل مدلسازی (خطای عمق کمتر)، CMT (نتیجه کافی برای تحلیل لرزه‌زمینساختی ندارد) و پلاریته موج P (ثبت در بیشتر ایستگاهها) می‌باشند.

۳-۲. قطعه‌بندی گسلها:

قطعه گسل شامل بخشی از گسل می‌باشد که طی رخداد زمینلرزه گسیخته می‌شود در حقیقت بخشی از یک زون گسله است که به صورت یک واحد مستقل، در حین زمینلرزه گسیخته می‌شود. اندازه قطعات می‌تواند متفاوت و هر مقداری باشد و بر اساس مدارک و شواهد زمین‌شناسی انتخاب می‌شود. هر قطعه مستقل عمل کرده و زمینلرزه ویژه خود را دارد. دو قطعه مجاور ممکن است که با یکدیگر از نظر مکانیسم و طول شکستگی متفاوت باشند.

برای تعیین قطعه‌بندی گسل (Fault Segmentation) باید از پارامترهای زیر کمک گرفته شود:

۱- هندسی (تغییر ناگهانی امتداد گسل، محل خمش، GAP، موانع سر راه گسل)

۲- ساختاری (چند شاخه شدن، پیچیدگی ساختمان، تلاقی با ساختهای دیگر، ختم به ساختهای دیگر)

۳- رفتاری (تغییرات در نرخ لغزش، رفتار متفاوت لرزه‌خیزی، شیب و مکانیسم گسل، خزش در مقابل قفل‌شدگی)

کاربرد قطعه‌بندی گسل در مواردی از جمله تعیین M_{max} ، تخمین بیشینه جنبش زمین، بررسی چشمه‌های لرزه‌ای در آینده، جدایی سدها و نحوه عملکرد زلزله‌های پیچیده می‌باشد. اگر زمینلرزه اتفاق بیفتد کل زون گسلی در اثر رویداد زمینلرزه گسیخته شده و یا جنبش در آن ایجاد می‌شود. جنبش کل منطقه با برآورد M_{max} ارتباط دارد. بعد از قطعه بندی به سراغ M_{max} در منطقه می‌رویم. برای تعیین M_{max} برای هر قطعه دارای یک M_{max} ، مستقل از قطعات مجاورش می‌باشد. برای هر چشمه نیز یک M_{max} داریم ولی باید دانست که M_{max} هر گسل به هیچ عنوان از M_{max} ایالت بالاتر نخواهد رفت.

۳-۳. روش قطعی (تعیینی):

در روش قطعی حساسیت روی تعیین چشمه بالقوه زمین لرزه است که در آن از نقشه‌های زمین‌شناسی، تکتونیکی، آنومالی مغناطیسی، اطلاعات تکتونیکی و زمین‌شناسی (لرزه‌زمینساختی) ... استفاده می‌شود. در این روش کلیه چشمه‌ها باید تعیین شوند لذا نیاز به مهندس زلزله و نقشه گسلها داریم. اثر هر یک از چشمه‌ها روی ساختگاه مورد نظر بررسی می‌گردد و چشمه‌ای که بیشترین اثر را روی ساختگاه مورد نظر ایجاد کند ساخت (چشمه) تأثیرگذار محسوب می‌شود. M_{max} آن چشمه یعنی بزرگترین زمین لرزه‌ای که طی رژیم دینامیکی در منطقه معین قابل رخداد باشد (بزرگترین زمین لرزه باور کردنی) به عنوان زمین لرزه کنترلگر (زمینلرزه‌ای است که بتواند در هر مکان در گستره‌ی مورد مطالعه اتفاق بیفتد)، لحاظ می‌گردد و بدیهی است که زمین لرزه لحاظ شده برای چشمه باید از زمین لرزه زمینه بزرگتر باشد. بعد از اثر چشمه و اثر ساختگاه به سراغ اثر محیط و روابط کاهندگی می‌رویم که برای بدست آوردن رابطه کاهندگی باید به داده‌های شدت یا شتاب توجه کنیم و در نهایت میزان جنبش را برآورد کنیم. در این روش تعیین رابطه تضعیف بسیار حساس و مشکل است. از طرفی در تخمین جنبش زمین تنها چشمه‌ای لحاظ می‌شود که بیشترین جنبش را دارد و با بقیه کاری نداریم و لذا باید قطعاً اعلام شود خطر زمینلرزه برای سازه‌های موجود در ساختگاه چقدر است و در آن عمر مفید سازه مطرح نیست. در روش احتمالاتی به صورت درصدی حساب می‌کنیم ولی در این روش صحبتی از احتمال وقوع نیست. روش قطعی ابتدایی عدم قطعیت را نمی‌پذیرد و تک چشمه در آن موثر است. گام اول در روش قطعی تعیین چشمه بالقوه زمینلرزه است که در آن مرز چشمه باید مستدل باشد، چون مهمترین فاکتور موثر روی ساختگاه، چشمه‌های بالقوه زمینلرزه می‌باشند. در ضمن باید دانست که تغییر اندازه ابعاد چشمه در برآورد تأثیر زیادی دارد. در گام دوم، M_{max} تعیین می‌شود. سپس در گام سوم رابطه کاهندگی که در آن اثر چشمه، ساختگاه و محیط لحاظ شده است، تعیین می‌گردد. در گام چهارم جنبش زمین پس از تعیین زمینلرزه کنترلگر برآورد می‌گردد.

۴. مطالعه موردی:

مناطق تحت مطالعه در این مقاله (۵۸ تا ۶۰ درجه طول جغرافیایی و ۳۲ تا ۳۴ درجه عرض جغرافیایی) جزء مناطق بسیار فعال و فعال، با احتمال زلزله‌های شدید (بیش از ۶) طبقه بندی شده‌اند. لرزه‌خیزی منطقه با بررسی با بررسی زمین لرزه‌های تاریخی و مطالعه زمین لرزه‌های ثبت شده

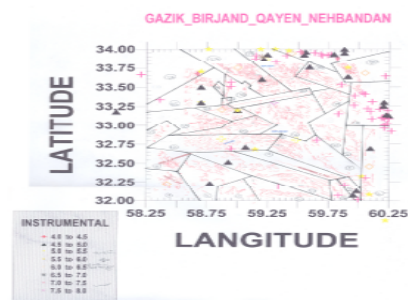
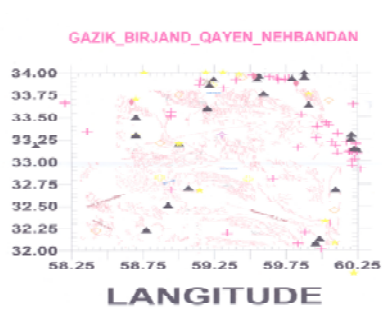
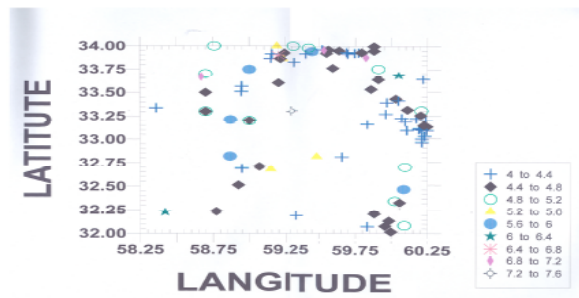
دستگاهی ارزیابی شده است. در جداول زیر مشخصات مهمترین گسلهای منطقه و زمین‌لرزه‌های تاریخی آورده شده‌اند و با توجه به تعداد زیاد زلزله‌های دستگامی و افزایش حجم مقاله از ارائه آنها خودداری به عمل آمد ولی علاقه‌مندان می‌توانند با جستجو در بانک اطلاعات زمین‌لرزه‌ها آنها را بدست بیاورند.

جدول ۱: گسلهای مهم استان خراسان

نام گسل	سازوکار	راستا	طول (km)
درونه (گسل بزرگ کویر)	ترکیبی	مرزشرقی ایران تا دشت کویر	حدود ۷۰۰
خواف	-----	-----	۲۰
نوزاد	-----	NW-SE	۶۰
باغان	-----	N.NW-S.SE	۵۵-۵۰
محمدآباد(چاهک)	-----	N.NW-S.SE	۱۵
دشت بیاض	امتدادلغز-چپگرد	E-W	۸۰
کشف‌رود	-----	NW-SE	۱۲۰
زلزله خیز	-----	NW-SE	۶۶
طیس	راندگی	E-W	۸۵
کوریزان	امتدادلغز-راستگرد	N-S	۳۰
کولی	امتدادلغز-چپگرد	E-W	۶۰
نیشابور	فشاری	NW-SE	۵۰
بینالود	راندگی	NW-SE	۹۲٫۵
شمال بوزان	-----	NW-SE	۶۵
کال شور	-----	N.NW-S.SE	۲۲
موشان	راندگی	NW-SE	۱۹
نسک	-----	NW-SE	۲۹
طرقبه	-----	NW-SE	۷۷
دستجرد	فشاری	NW-SE	۴۰
ریوند	فشاری	NW-SE	۶۷
جنوب چناران	فشاری	NW-SE	۳۷
شمال شرق سبزوار	فشاری	NW-SE	حداقل ۴۸
کوه قرمزی	راندگی	N.NW-S.SE	۳۲
جنوب مشهد	-----	NW-SE	۴۷
توس	-----	W-SE	۲۴
دادانلو	امتدادلغز-راستگرد	N.NW-S.SE	۷۰
چاه زمین	فشاری	NW-SE	۳۰
تیغ سرخ	-----	NW-SE	۴۹
امروداک	-----	NW-SE	۵۷
سرخ‌ده	-----	NW-SE	۵۱
مارشک	-----	NW-SE	۴۲
تاج‌رود	فشاری	E-W	۶۷
نابیند	امتدادلغز-راستگرد	N-S	حداقل ۴۰۰
نه	امتدادلغز-راستگرد	N-S	حداقل ۳۰۰

جدول ۲: بعضی از زمین‌لرزه‌های مهم تاریخی رخ داده در منطقه خراسان

مکان رخداد(کل گستره استان خراسان)	زمان رخداد(هجری شمسی)	زمان رخداد(میلادی)
خراسان	۱۴۲	۷۶۳
کومس	۲۳۵	۸۵۶
خراسان	۲۳۸	۸۵۹
بیهبق(سبزوار)	۴۳۱	۱۰۵۲
قهبستان	۴۴۵	۱۰۶۶
نیشابور	۵۲۴	۱۱۴۵
نیشابور	۵۸۸	۱۲۰۹
گناباد	۶۱۷	۱۲۳۸
نیشابور	۶۳۰	۱۲۵۱
نیشابور	۶۴۹	۱۲۷۰
خواف	۷۱۵	۱۳۳۶
نیشابور	۷۶۷	۱۳۸۹
مومن‌آباد(شرق بیرجند)	۸۷۱	۱۴۹۳
قاین	۹۲۸	۱۵۴۹
دوغ‌آباد	۹۹۸	۱۶۱۹
گناباد	۱۰۵۷	۱۶۷۸
مشهد	۱۰۵۷	۱۶۷۸
اسفراین	۱۰۷۴	۱۶۹۵
خراسان	۱۱۵۹	۱۷۸۰
قوچان	۱۲۱۲	۱۸۲۳
قوچان	۱۲۳۰	۱۸۵۱
شمال قوچان	۱۲۵۰	۱۸۷۱
جنوب قوچان	۱۲۷۲	۱۸۹۳
قوچان	۱۲۷۴	۱۸۹۵
ترشیز(کاشمر)	۱۲۸۲	۱۹۰۳
کاج‌درخت(تربت حیدریه)	۱۳۰۲	۱۹۲۳
شمال بجنورد	۱۳۰۲	۱۹۲۳
نیشابور	۱۳۰۷	۱۹۲۸
باغان-گرماب	۱۳۰۸	۱۹۲۹
زلزله‌خیز	۱۳۱۹	۱۹۴۰
محمدآباد(شمال بیرجند)	۱۳۲۰	۱۹۴۱
دوست‌آباد	۱۳۲۶	۱۹۴۷
نیشابور	۱۳۲۸	۱۹۴۹
ترود	۱۳۳۱	۱۹۵۳
موسویه	۱۳۴۱	۱۹۶۲
تربت حیدریه	۱۳۴۱	۱۹۶۲
دشت‌بیاض	۱۳۴۷	۱۹۶۸
فردوس	۱۳۴۷	۱۹۶۸
طیس	۱۳۵۷	۱۹۷۸
قائنات	۱۳۵۸	۱۹۷۹



شکل ۱: نقشه‌های ترسیم شده پهنه‌بندی به همراه جانتامی زمین لرزه‌های موجود

۵. نتیجه گیری:

اگر زمین لرزه در منطقه‌ای اتفاق بیفتد کل زون گسلی در اثر رویداد زمین لرزه گسیخته شده و یا جنبش در آن ایجاد می شود. جنبش کل منطقه با بر آورد M_{max} ارتباط دارد. بعد از قطعه بندی به سراغ M_{max} در منطقه می رویم و در نهایت به کمک رابطه کاهش دگی شتاب ناش از زلزله را بر سایت مورد نظر محاسبه می کنیم که نتایج آن در جدول ذیل آورده شده است. بر طبق محاسبات انجام شده قطعه شماره ۸ با طول ۶۵ کیلومتر و با فاصله ۹،۴۵ کیلومتری از سایت مورد مطالعه، به عنوان ساخت تاثیرگذار محسوب می شود که می تواند شتابی معادل g ۰،۳۷ بر سایت اعمال نماید.

جدول ۳: شتاب ناشی از هر قطعه گسلی بر سایت مورد مطالعه

شماره قطعه	طول گسل روی نقشه (cm)	طول گسل روی زمین (km)	فاصله تا سایت روی نقشه (cm)	فاصله تا سایت روی زمین (km)	بیشینه بزرگی هر پهنه: M_{max}	بیشینه شتاب اعمالی بر سایت از طرف پهنه: $a(gal)$
۱	۰،۸	۱۱	۹،۱	۱۲۲،۸۵	۶،۵	۰،۰۲۸
۲	۰،۸	۱۱	۶،۳	۸۵،۰۵	۶،۴	۰،۰۵۳
۳	۰،۸	۱۰	۶،۲	۸۳،۷	۶،۳	۰،۰۵۱
۴	۱	۱۳	۷	۹۴،۵	۶،۴	۰،۰۲۶
۵	۱،۵	۱۹	۶،۵	۸۷،۷۵	۶،۶	۰،۰۲۳
۶	۵،۵	۷۱	۵،۳	۷۱،۵۵	۷،۳	۰،۰۸۴
۷	۲،۹	۳۷	۴،۵	۶۰،۷۵	۶،۹	۰،۰۶۳
۸	۵	۶۵	۰،۷	۹،۴۵	۷،۲	۰،۳۷
۹	۴،۳	۶۰	۳،۱	۴۱،۸۵	۷،۱	۰،۱۴
۱۰	۳،۷	۵۱	۴،۶	۶۲،۱	۷،۱	۰،۱

۱۱	۰,۷	۹	۸	۱۰۸	۶,۳	۰,۰۴
۱۲	۱,۵	۲۱	۱,۱	۱۴,۸۵	۶,۷	۰,۲۱۳۴
۱۳	۰,۴	۵	۷,۱	۹۵,۸۵	۶	۰,۰۹
۱۴	۰,۸	۱۱	۴,۷	۶۳,۴۵	۶,۴	۰,۰۷
۱۵	۱,۲	۱۶	۱,۲	۱۶,۲	۶,۵	۰,۱۹
۱۶	۱,۳	۱۸	۲,۴	۳۲,۴	۶,۶	۰,۱۴
۱۷	۰,۶	۸	۴,۵	۶۰,۷۵	۶,۲	۰,۰۶
۱۸	۱	۱۳	۶	۸۱	۶,۴	۰,۰۵
۱۹	۱,۷	۲۳	۴	۵۴	۶,۷	۰,۰۹
۲۰	۴	۵۶	۳,۹	۵۲,۶۵	۷,۱	۰,۱۲
۲۱	۱,۵	۲۱	۴,۲	۵۶,۷	۶,۷	۰,۰۹
۲۲	۰,۹	۱۲	۷,۲	۹۲,۷	۶,۴	۰,۰۴
۲۳	۰,۶	۸	۴,۸	۶۴,۸	۶,۲	۰,۰۶
۲۴	۱,۱	۱۵	۶	۸۱	۶,۵	۰,۰۶
۲۵	۱,۸	۲۳	۵,۵	۷۴,۲۵	۶,۷	۰,۰۷
۲۶	۱	۱۴	۸,۱	۱۰۹,۳۵	۶,۵	۰,۰۴
۲۷	۱,۲	۱۶	۵,۵	۷۴,۲۵	۶,۵	۰,۰۶
۲۸	۱,۵	۱۹	۶,۳	۸۵,۰۵	۶,۶	۰,۰۶
۲۹	۲	۲۸	۵,۷	۷۶,۹۵	۶,۸	۰,۰۷
۳۰	۲	۲۶	۷,۶	۱۰۲,۶	۶,۷	۰,۰۵
۳۱	۳,۳	۴۶	۶,۵	۸۷,۷۵	۷	۰,۰۷

از طرفی اصفهان، یزد، دشتهای ساحلی خوزستان و بوشهر در بین مناطق لرزه‌خیز ایران امن‌ترین منطقه از نظر عدم وقوع زلزله و منطقه آذربایجان (تبریز و...) و خراسان (طبس، دشت بیاض و...) پر خطرترین ناحیه از نظر زلزله‌خیزی می‌باشند. خلاصه اینکه در بین شهرهای ایران، طبس خطرناک‌ترین و اصفهان امن‌ترین شهر از نظر امکان وقوع زلزله هستند. مناطق تحت مطالعه در این مقاله (۶۰ تا ۵۸ درجه طول جغرافیایی و ۳۲ تا ۳۴ درجه عرض جغرافیایی) جزء مناطق بسیار فعال و فعال، با احتمال زلزله‌های شدید (بیش از ۶) طبقه‌بندی شده‌اند. مبنی این مطلب نزدیکی این ناحیه به مناطق با زلزله‌های شدید مثل عشق‌آباد (۷,۲) سال ۱۳۲۷؛ طبس (۴, ۷ سال ۱۳۵۷)؛ فایات (۶,۶ و ۷,۱ سال ۱۳۵۸)؛ قاین (۱, ۷ سال ۱۳۷۶)؛ فردوس (۶,۸)؛ دشت بیاض (۳,۷) و زیرکوه (۱, ۷) می‌باشد. به طور کلی به طور متوسط در هر ۱۰ سال یک زلزله مخرب در این ناحیه روی می‌دهد. بنابراین نیاز بر آن است که خطر این زلزله‌ها برآورد شود، ناحیه‌ای که بیش از ۴۸۳۰۰۰ نفر جمعیت در آن ساکن می‌باشند.

۶. مراجع:

- ۱- میرزایی، نوربخش (۸۱)، "پارامترهای مبنایی زمینلرزه‌های ایران"، انتشارات دانش نگار، چاپ اول.
- ۲- معین‌فر، علی‌اکبر، مهدویان، عباس و مالکی، ابراهیم (۱۳۷۳)، "مجموعه اطلاعات پایه زلزله‌های ایران"، موسسه نمایشگاه‌های فرهنگی ایران، چاپ اول.
- ۳- موتوهیکو، هاکانو، حسنی، نعمت و اسلامی، محمد رضا (۱۳۸۲)، "زلزله در آلبوم تجربه"، انتشارات شرکت یادمان سازه، چاپ اول.
- ۴- ن.ن. آمبرسیز، چ. پ. ملویل (۱۳۷۰)، "تاریخ زمین‌لرزه‌های ایران"، ترجمه ابوالحسن رده، انتشارات آگاه، چاپ اول.
- ۵- نقشه‌های سازمان زمین‌شناسی و اکتشاف مواد معدنی کشور
- ۶- بانک اطلاعات زمین‌لرزه در سایتهای Harvard.CMT.solution.NEIC.com، USGS.gov، ISC.com، ngdir.ir

۷-عباس زاده شهری،عباس-گودرزی،محسن-شیخ انصاری،مهدی(۱۳۸۵)،"اثر فرم بر پایداری زلزله در مناطق کویر"،همایش معماری کویر،دانشگاه آزاد اردستان.

۸- گودرزی،محسن-عباس زاده شهری، عباس- شیخ انصاری،مهدی(۸۵)،"تعیین روابط تضعیف جنبش نیرومند زمین"،خستین همایش شناخت زلزله و پیامدهای ناشی از آن،دانشگاه پیام نور ساری با همکاری جمعیت هلال احمر مازندران.

9-Abbaszadeh shahri.A.Mirzaei,N.&Goudarzi,M.,“Seismic hazard zoning of southern part of Khorasan Province(Gazik-Qayen-Nehbandan-Birjand)and designing a Fortran program to estimate the seismicity parameters on base of numbers and magnitude of earthquakes”.IASPEI,IUGG xxiv General Assembly,Perujia,Italy,July2007.

۱۰-مقدم،حسن(۱۳۸۴)،"مهندسی زلزله،مبانی و کاربرد"،نشر فرهنگ،چاپ سوم.

۱۱-برگی،خسرو(۱۳۸۴)،"اصول مهندسی زلزله"،انشارات دانشگاه تهران.