مدیریت شهری
شماره ۴۸ پاییز ۱۳۹۶
No.48 Autumn 2017
۹۹-۱۰۶
زمان دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۴/۱۲ زمان پذیرش نهایی: ۱۳۹۶/۳/۱

بررسی لرزه زمین‌ساخت و خطر زمین‌لرزه در ساختمان‌های شهر تهران به روش احتمالاتی

شهاب فهیم دانش – دانشجوی دکتری زمین شناسی مهندسی، پردیس بین الملل دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
ناصر حافظی مقدس* – استاد گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
حسین صادقی – دانشیار گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
محمد غفوری – دانشیار گروه زمین شناسی دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

چکیده
تهران به عنوان مرکز سیاسی و اداری کشور، تمرکز فعالیتهای اقتصادی و صنعتی، تراکم و تمرکز بالای جمعیت، تراکم و تمرکز بالای جمعیت، دسترسی به شبکهی حمل و نقل و راههای ارتباطی (مرکز تلاقی خطوط راهآهن، جادهای و هوایی)، تمرکز موسسات مالی و اعتباری و بانکی یکی از مهمترین استانهای کشور میباشد. گستره تهران که در کوهپایه جنوبی کوه های البرز مرکزی قرار گرفته یکی از لرزه خیزترین مناطق ایران محسوب می شود. فعالیت لرزه خیزی تهران و نواحی مجاور به دلیل چین خوردگی های البرز و گسل های موجود در این گستره می باشد. مطالعهٔ حاضر، بر اساس اطلاعات موجود از چشمه ها، زلزله ها و پارامترهای لرزه خیزی مربوط به چشمه ها انجام شده است و بدیهی است که با وجود اطلاعات گسترده تر و وارد کردن داده های دقیقتر دستگاهی، شکل پهنه بندی لرزه ای تهران می تواند تغییر کند. در آخر با توجه به تعداد بسیار زیاد گسل ها در سطح تهران و سوابق تاریخی فعالیت این گسل ها به این نکته که روزی نه چندان دور تهران با زلزله عظیم مواجه خواهد شد پی می بریم.
واژگان کلیدی: تهران، زلزله، احتمالاتی، زمین.

Investigation of earthquake and earthquake hazard in buildings of Tehran city in a probabilistic way

Abstract
Tehran as the political and administrative center of the country, the concentration of economic and industrial activities, the concentration and concentration of the population, the density and concentration of the population, access to the transportation network and communication routes (the center of the crossroads of railways, roads E & A), the focus of financial, credit and banking institutions is one of the most important provinces in the country. The area of Tehran, located in the southern foothills of the central Alborz Mountains, is considered one of the most viable areas in Iran. Seismic activity of Tehran and adjacent areas due to Alborz folding and faults in this range. The present study is based on available sources of springs, earthquakes and seismic parameters related to springs. It is evident that, with more extensive information and more precise mechanical data inputs, Tehran's seismic zoning pattern can change. slow. Finally, due to the large number of faults in Tehran and the historical records of the activity of these faults, we will find that there will be a massive earthquake in Tehran not far away.
Key words: Tehran, earthquake, probabilistic, earth.

* نویسنده مسئول مکاتبات، شماره تماس: ۰۵۱-۳۸۸۰۵۰۰۰، رایانامه: nhafezi@um.ac.ir

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-03]

مقدمه

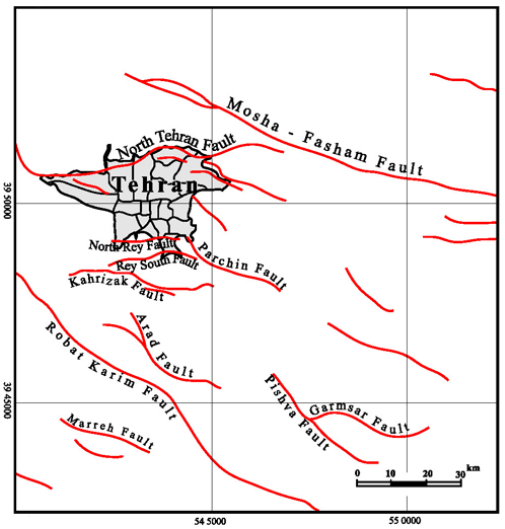
تهـران مرکزیـت سیاسـی و اداری کشـور، تمرکـز فعالیتهـای اقتصـادی و صنعتـی، تراکـم و تمرکـز بـالای جمعیـت، تراکـم و تمرکـز بـالای جمعیـت، دسترسـی بـه شـبکهی حمـل و نقـل و راههـای ارتباطـی (مرکـز تلاقی خطـوط راهآهـن، جادهـای و هوایـی)، تمرکـز موسسـات مالـی و اعتبـاری و بانکـی یکـی از مهمتریـن اسـتانهای کشـور میباشـد (ملکمحمـودی و همـکاران، ۱۳۹۱) و (پورمحمـد، ۱۳۹۳). و بـا تکیـه بـر مطالعـات پژوهشـی دقیـق و مطالعـات زمینشناسـی بـه عنـوان بسـتر ایـن شـهر و مخاطـرات و خطرهـای بسـیار زیـادی منجملـه زلزلـه، زمیـن لغـزش، فرونشسـت و غیـره همـواره تهـران بایـد مـورد بررسـی قـرار گیـرد. انجـام تحقیقـات دقیـق در موضوعـات فوقالذکـر بـه لحـاظ انقسـام شـهر تهـران و وجـود نواحـی و مناطـق مختلـف از لحـاظ زمینشناسـی و وجـود اختلافـات ژئوفیزیکـی و ژئومرفولوژیکـی و سـاختارهای زمینشناسـی در شـهر تهـران لـزوم انجـام تحقیقـی جامـع در مـورد مخاطـرات زمینشناسـی و زیـر مجموعههـای آن را دو چنـدان کـرده اسـت امبرسـز بـا بررسـی زلزلـه تاریخـی و نیـز زلزلـه هـای ثبـت شـده قـرن بیسـتم اظهـار مـی دارد کـه زلزلـه هـای بـزرگ ایـران عمدتـاً در ایـن مناطـق پراکنـده شـده انـد: خطـی کـه از آذربایجـان شـروع شـده و از البـرز گذشـته و بـه شـمال خراسـان میرسـد. آنـگاه بـه سـمت جنـوب رفتـه و از شـرق کویـر لـوت تـا شـمال سیسـتان ادامـه مـی یابـد. بایـد توجـه داشـت کـه اکثـر زلزلـه هـای ویرانگـر ماننـد بوئیـن زهـرا، فـردوس، دشـت بیـاض، طبـس و منجیـل درامتـداد همیـن مناطـق رخ داده اسـت.

موقعیت و ویژگی لرزه خیزی

گسـتره تهـران کـه در کوهپایـه جنوبـی کـوه هـای البرز مرکـزی قـرار گرفتـه یکـی از لـرزه خیزتریـن مناطـق ایـران محسـوب مـی شـود. فعالیـت لـرزه خیـزی تهران و نواحـی مجـاور بـه دلیـل چیـن خوردگـی هـای البـرز و گسـل هـای موجـود در ایـن گسـتره مـی باشـد. ایـن گسـل هـا چـون مـرز میـان بلنـدی و دشـت را تشـکیل مـی دهنـد مـی تواننـد سـازنده پسـتی بلنـدی هـای ایـن منطقـه باشـند (آقانباتـی، ۱۳۸۸). مطالعـه لـرزه خیـزی و بـرآورد خطـر نیـاز بسـیاری بـه اطلاعـات مربـوط بـه زمیـن لـرزه هـای ثبـت شـده در گسـتره مـورد نظـر دارد. در تعییـن پارامترهـای لـرزه خیـزی و تخمیـن احتمـال وقـوع آنهـا تنهـا اطلاعـات ثبـت شـده دسـتگاهی قـرون ۲۰ و ۲۱ بـا توجـه بـه کوتـاه بـودن ایـن مـدت (حـدود ۱۰۰ سـال) نمیتوانـد بیانگـر وضعیـت لـرزه خیـزی در زمـان طولانـی باشـد. از طـرف دیگـر زمیـن لـرزه هـای تاریخـی دارای خطـای زیـادی بـوده از ایـن رو اطلاعـات دقیـق زمیـن لـرزه هـای ثبـت شـده و گـزارش شـده توسـط دسـتگاه هـای لـرزه نـگار الزامـی اسـت. در ایـن مطالعـه از نقشـه ۱:۲۸۰۰۰۰ شـهر تهـران در ۵۱ درجـه و ۶ دقیقـه تـا ۵۱ درجـه و ۳۸ دقیقـه طـول شـرقی و ۳۵ درجـه و ۳۴ دقیقـه تـا ۳۵ درجـه و ۵۱ دقیقـه عـرض شـمالی قـرار گرفتهاسـت و ارتفـاع آن از سـطح آبهـای آزاد بیـن ۱۸۰۰ متـر در شـمال تـا ۱۲۰۰ متـر در مرکـز و ۱۰۵۰ متـر در جنـوب متغیّـر اسـت. تهـران در بیـن دو وادی کـوه و کویـر و در دامنههـای جنوبـی رشـته کـوه البـرز گسـترده شدهاسـت. شـهر تهـران از نظـر زمیـن لـرزه جـزء مناطـق پرزیـان (۸ تـا ۱۰ درجـه مرکالـی) بهشـمار میآیـد. گسـلهایی کـه در تهـران و حومـه تـا شـعاع ۱۵۰ کیلومتـری مرکـز شـهر قـرار دارنـد، عبارتنـد از گسـل مشـاءبه طـول ۹۰ کیلومتـر، شـمال تهـران، ریبـه طـول ۸ کیلومتـر، طالقان، ایوانکـی و ایپـک کـه بررسـی رفتـار آنهـا حایـز اهمیـت اسـت. در علـم زلزلهشناسـی گسـلهایی بـرای بشـر خطرنـاک شـناخته میشـوند کـه حداقـل ۱۰ کیلومتـر طـول داشـته و جـوان (فعـال) هـم باشـند (گسـل فعّـال گسـلی اسـت کـه در ده هـزار سـال گذشـته حداقـل سـبب یـک زمیـن لـرزه شـده باشـد). گسـل شـمال تهـران بزرگتریـن گسـل شـهر اسـت کـه در جنـوب دامنـه رشـتهکوه البـرز و در شـمال شـهر تهـران قـرار دارد. ایـن گسـل از لشـکرک و سـوهانک آغـاز شـده تـا فـرحزاد و حصـارک و از آنجـا بـه سـمت غـرب امتـداد یافتـه اسـت. ایـن گسـل در مسـیر خـود، نیـاوران، تجریـش، زعفرانیـه، الهیـه و فرمانیـه را در بـر میگیـرد. گسـل مهـم دیگـر گسـل ری اسـت کـه بـا توجـه بـه مقـاوم نبـودن سـاختمانهای جنـوب تهـران در صـورت فعـال شـدن بسـیار پرتلفـات خواهـد بـود. ایـن گسـل از جـاده خـاوران شـروع شـده و بـا گـذر از دولتآبـاد و حرکـت بـر مسـیر جـاده کمربنـدی تهـران در حـد نصـاب کورههـای آجرپـزی چهاردانگـه بـه پایـان میرسـد. از نظـر زلزلهشناسـی تاریخـی، شـهر تهـران زلزلههـای بزرگـی ماننـد زلزلـه ۷٫۱ ریشـتری دماونـد در ۱۸۳۰ م.،

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-03]

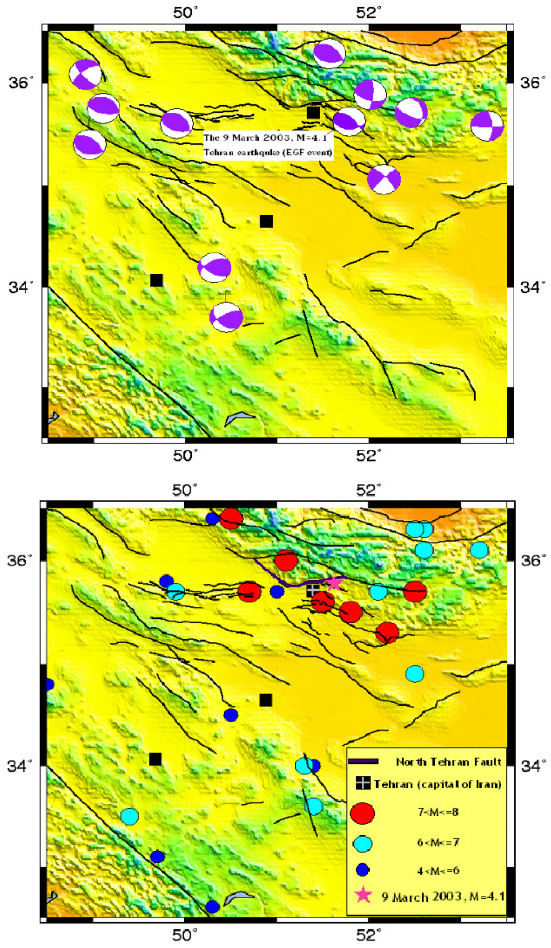
۷٫۲ ریشتری کرج در ۱۱۱۷ م. ، ۷٫۷ ریشتری طالقان در ۹۵۸ م. ، ۷٫۱ ریشتری ری در ۸۵۵ م. و زلزله‌های ۷ ریشتر به بالای بسیار دیگری به خود دیده است. با احتمال بالای ۷۰٪، به طور میانگین هر ۱۵۸ سال زلزله‌ای مخرب در این شهر رخ داده و با توجه به این‌که از آخرین زلزله مخرب که زلزله ۷٫۱ ریشتری دماوند در ۱۸۳۰ م. و به احتمال زیاد مربوط به گسل مشا، حدود ۱۷۸ سال می‌گذرد، احتمال وقوع زلزله‌ای بالای ۷ ریشتر در این ناحیه بسیار بالاست.



شکل ۱. نقشه گسل های تهران؛ ماخذ: آرشیو نگارندگان.

کاتالوگ زمین لرزه‌ها

در تهیه کاتالوگ زمین لرزه های گستره مورد مطالعه با نگرش به شبکه های جهانی و سایت های مختلف گزارش دهنده زلزله زمین لرزه های رخ داده در منطقه تعیین شده، استفاده شده است. این کاتالوگ شامل تمامی زمین لرزه های ثبت شده توسط مراجع معتبر داخلی و خارجی می باشد. در شکل ۲ مکانیزم حرکت گسل های منطقه و زلزله های تاریخی ثبت شده قابل مشاهده می باشد.



شکل ۲. مکانیزم حرکت گسل‌های منطقه و زلزله های تاریخی ثبت شده در منطقه؛ ماخذ: نگارندگان.

برآورد خطر زمین‌لرزه در ساختگاه

پس از انتخاب یک رابطه تضعیف مناسب نوبت به انجام برآورد خطر در گستره مورد مطالعه می رسد. در صورتی که انجام مطالعات برآورد خطر زمینلرزه برای یک ساختگاه که موقعیت آن به صورت یک نقطه با طول و عرض جغرافیائی مشخص بیان می شود انجام شود. برآورد خطر زمینلرزه برای آن ساختگاه به صورت منحنی خطر لرزهای که نشان دهنده بیشینه شتاب جنبش زمین در مقابل احتمال وقوع سالانه بدست خواهد آمد. برای تهیه فایل ورودی این برنامه لازم است که یک رابطه تضعیف مناسب در نظر گرفته شود. مرحله دوم وارد کردن تمام مشخصات چشمه ها در فایل ورودی است که این مشخصات شامل طول و عرض جغرافیائی

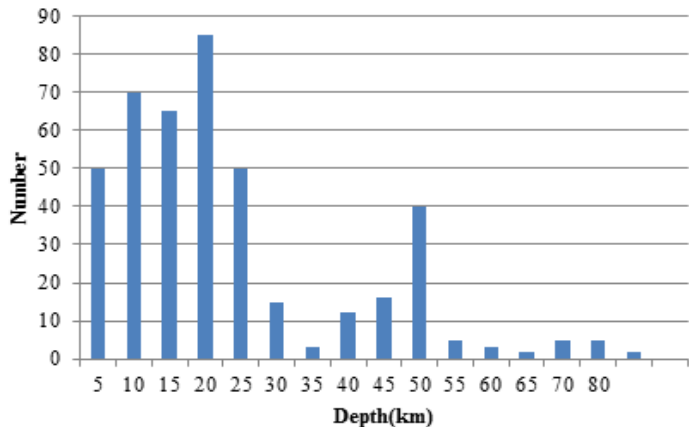
مدیریت شهری
فصلنامه مدیریت شهری
Urban Management
شماره ۴۸ پاییز ۱۳۹۶
No.48 Autumn 2017

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-03]

گوشه های چشمه پهنه ای و مختصات دو راس هریک از قطعات چشمه خطی. همچنین با توجه به زمین لرزه های موجود در چشمه مورد نظر لازم است که برای هر بازه بزرگی تعداد زمین لرزه روی داده در سال محاسبه شود که با استفاده از آن ضرایب لرزه خیزی برای آن چشمه به دست می آید. برای شبکهای از نقاط به فاصله ۰/۱ درجه طول و عرض جغرافیائی مقادیر شتاب افقی مورد انتظار از رویداد زمینلرزه در چشمه های بالقوه زمینلرزهای برای ۱۰ احتمال افزایش در ۵۰ سال که معمولاً در نقشه های پهنهبندی خطر زمین لرزه این سطح از خطر که در طراحی سازه ها مورد استفاده قرار می گیرد و همچنین برای ۱۰ احتمال افزایش در ۲۵۰ سال محاسبه شده و بر اساس آن نقشه پهنه بندی خطر زمینلرزه در گستره تهران تهیه و ترسیم می شود.

بررسی زلزلهها با توجه به پارامترهای موجود

با توجه به گزارشات بدست آمده از شبکه لرزه نگاری تهران از سال ۱۹۹۶ شروع بکار نموده و مطابق شکل ۳ فراوانی در ۴۳۰ زلزله به وقوع پیوسته بالاتر از ۴ ریشتر نسبت به عمق نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می کنید فراوانی زلزله هایی که عمقی کمتر از ۵۰ کیلومتر دارند بسیار زیاد می‌باشد.



شکل ۳. فراوانی زلزلههای بوقوع پیوسته نسبت به عمق؛ ماخذ: یافتههای تحقیق.

تعیین چشمههای لرزهای

برای انجام تحلیل خطر لرزه ای، چشمه های لرزهای به سه شکل نقطه ای، خطی و سطحی مدلسازی می شوند. در این مطالعه برای گستره شهر تهران تعداد ۴ چشمه نقطه ای، ۱۳ چشمه خطی و یک چشمه زمینه در نظر گرفته شده است.

تعیین زمین لرزه کنترلی

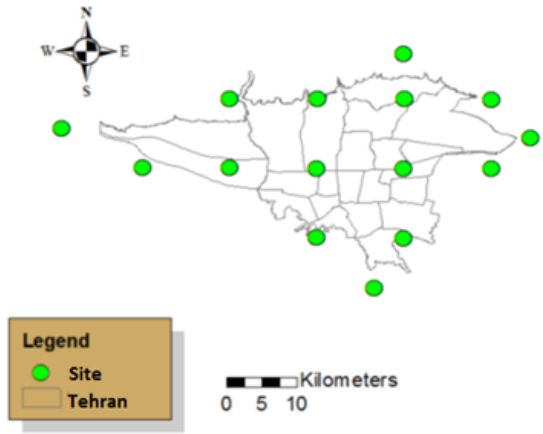
برای یک سایت با خطر لرزه ای نسبتاً کم، بزرگترین زمین لرزه محتمل در طول عمر مفید سازه ها به عنوان زمین لرزه کنترلی، انتخاب می گردد. در جدول زیر مشخصات چشمه ها ارائه گردیده است.

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-03]

Source	X	Y	M_{max}	M_{min}	b-Value	a-Value
۱	۵۲,۲۵	۳۸,۸۸	۷,۳	۲,۵	-۰,۴۱۷	**۲,۶۶۱**
۲	۵۱,۳۴	۳۶,۴۸	۷,۴	۲,۶	-۰,۳۸۵	**۲,۶۲۵**
۳	۵۲,۱۲	۳۶,۲۸	۷,۲	۳	-۰,۳۹۳	**۲,۶۲۱**
۴	۵۰,۴۷	۳۶,۳۷	۶,۶			
۵	۵۰,۵۱	۳۶,۲۵	۶,۶			
۶	۵۰,۷۸	۳۵,۹۵	۶,۳			
۷	۵۰,۳۹	۳۶,۰۹	۶,۳	۲,۸		
۸	۵۱,۰۷	۳۵,۸۸	۶,۳	۲,۹		
۹	۵۱,۳۸	۳۵,۹	۷,۵	۳	-۰,۵۴۲	**۲,۵۶۱**
۱۰	۵۱,۰۳	۳۵,۱۷	۷,۳		-۰,۶۴۷	**۳,۰۸۷**
۱۱	۵۲,۲۹	۳۵,۶۶	۷,۵			
۱۲	۵۰,۴۷	۳۵,۴۷	۶,۴		-۰,۴۸۸	**۲,۹۳۴**
۱۳	۵۰,۴۳	۳۵,۷۶	۶,۳	۳		
۱۴	۵۲,۰۳	۳۵,۵۸	۶,۶		-۰,۳۰۵	**۱,۶۹۴**
۱۵	۵۲,۲۱	۳۵,۲۲	۷	۲,۴		
۱۶	۵۱,۵۶	۳۵,۷۱	۶,۱		-۰,۴۰۱	**۲,۶۴۹**
۱۷	۵۰,۸۲	۳۶,۱۱	۶,۴			

برآورد شتاب لرزه‌ای و تحلیل خطر

در این مرحله شتاب لرزه ای هر یک از چشمه ها را نسبت به سایت های مورد نظر که در محدوده شهر تهران انتخاب کردیم بدست می‌آوریم. برای اینکار ابتدا شهر تهران را با ابعاد ۱۰ کیلومتر در ۱۰ کیلومتر مشبندی کرده و فاصله مرکز هر یک از این مش‌ها را تا چشمه‌ها بدست می آوریم.



شکل ۴. مناطق ۲۲ گانه تهران و مراکز مش‌ها؛ ماخذ: نگارندگان.

انتخاب مناسب‌ترین مدل از میان مدلهای مختلف کاهیدگی جنبش نیرومند زمین، با توجه به معیارهایی چون فاصله از چشمه های لرزه زا، بزرگای زمینلرزه ها، ژرفای کانونی زمینلرزه های اصلی، نوع زمین محدوده طرح، ساز و کار چیره چشمههای لرزهزا و خطای استاندارد صورت میگیرد. از میان روابط معتبر موجود در نهایت سه رابطه کمپبل- بزرگ نیا (۲۰۰۳) آمبرسیزو همکاران ۲۰۰۵ و زارع و همکاران۲۰۰۴ انتخاب گردیدند. از مزایای این روابط می توان به موارد زیر اشاره نمود:

الف) استفاده از داده های زمین لرزه های ایران به شرح زیر: مبرسیز و همکاران: ۱. شتابنگاشت های زمین لرزه های طبس، منجیل، ماکو، زنجیران و آوج؛ ۲. کمپبل و بزرگنیا: شتابنگاشت های زمین لرزه های طبس و منجیل و ۳. زارع و همکاران: مجموعه دادههای شتابنگاری ایران (با تفکیک زاگرس، ایران مرکزی و البرز)

ب) امکان محاسبه هر دو مؤلفه شتابهای افقی و قائم؛ به عنوان مقیاس بزرگا در روابط Mw

ج) در نظر گرفتن مقیاس مناسب بزرگای گشتاوری

در این پژوهش از رابطه کلی (۱) کمپل و بزرگنیا، جهت تعیین حرکات زمین استفاده شده است. که در رابطه ۱ توابع مختلفی اندازه گیری می شوند، در فاز نخست این رابطه تابع بزرگا، در فاز دوم فاصله سایت تا مرکز زلزله، فاز سوم نوع گسل، فاز چهارم تابعی از نوع توده بالا رونده، فاز پنجم تابعی از شرایط سطحی سایت و فاز ششم تابعی از نوع رسوبات و عمق آنها مورد بررسی قرار می گیرد.

(۱)

فاز اول که شامل تابعی از بزرگای زلزله می باشد از رابطه ۲ بدست می آید:

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-03]

(۲)

برای دوره های بازگشت متفاوت مشاهده می شود.

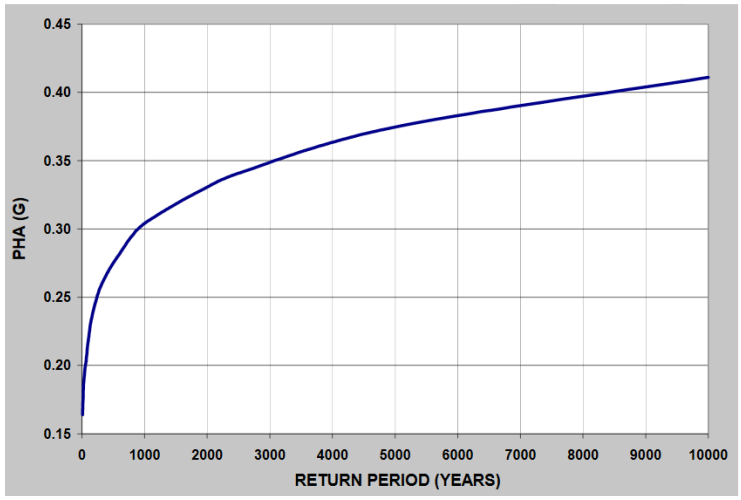
فاز دوم که به بررسی فاصله سایت تا مرکز زلزله می پردازد از رابطه ۳ بدست خواهد آمد.

(۳)

در فاز سوم نوع گسل بررسی می شود که در رابطه ۴ و ۵ می توان تابع مربوط به آنرا مشاهده نمود:

(۴)

(۵)



شکل ۵. میانگین بیشینه شتاب افقی و برای دوره های بازگشت متفاوت؛ ماخذ: یافته های تحقیق.

فاز چهارم به نوع توده بالا رونده و شکست ناشی از گسل می پردازد که تابع مربوط به این فاز در رابطه ۶ تا ۹ آمده است.

(۶)

(۷)

(۸)

(۹)

در فاز پنجم شرایط سطحی از طریق سرعت موج برشی و قراردادن در رابطه ۱۰ قابل محاسبه خواهد بود.

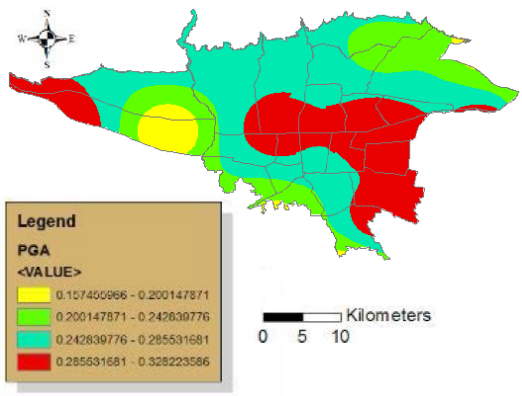
(۱۰)

در فاز ششم تاثیرات و لایه بندی های خاک در اعماق سطحی و نوع رسوب گذاری در حوضه ها بررسی می گردد رابطه ۱۱ جهت بررسی این تاثیرات می باشد.

(۱۱)

لازم به توضیح است در رابطه ۱، Y میانگین دو مولفه افقی حداکثر شتاب حداکثر زمین (g,PGA) حداکثر سرعت زمین(PGV)، و یا طیف پاسخ شتاب با میرایی ۵ درصد و همچنین میزان خطاهای مختلف می باشد. در شکل۵ میانگین بیشینه شتاب افقی و

پس از بدست آوردن شتاب چشمه ها نسبت به سایت های مختلف برای تمام سایت ها شتاب میانگین بدست می آوریم و شهر تهران را نسبت به این شتاب پهنه بندی می‌کنیم.



شکل ۶. نقشه پهنه بندی خطر زلزله در شهر تهران؛ ماخذ: نگارندگان.

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-03]

نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

مطالعـهٔ حاضـر، بـر اسـاس اطلاعـات موجـود از چشـمه‌ها، زلزله‌هـا و پارامترهـای لـرزه خیـزی مربـوط بـه چشـمه هـا انجـام شـده اسـت و بدیهـی اسـت کـه بـا وجـود اطلاعـات گسـتردهتر و وارد کـردن داده هـای دقیقتـر دسـتگاهی، شـکل پهنهبنـدی لرزهـای تهـران میتوانـد تغییـر کنـد. در سـال هـای مختلـف مشـخص شـد کـه در دهـه هـای اخیـر تعـداد زلزلهها و همچنیـن b-value بـا بدسـت آوردن بزرگـی آنهـا افزایـش یافتـه اسـت. در آخـر بـا توجـه بـه تعـداد بسـیار زیـاد گسـل‌ها در سـطح تهـران و سـوابق تاریخـی فعالیـت ایـن گسـلها بـه ایـن نکتـه کـه روزی نـه چنـدان دور تهـران بـا زلزلـه عظیـم مواجـه خواهـد شـد پـی مـی بریـم.

منابع و مأخذ

۱. مرکـز لرزه‌نـگاری کشـور، موسسـه ژئوفیزیـک، دانشـگاه تهران

۲. آییـن نامـه طـرح سـاختمانها در برابـر زلزلـه (۱۳۸۴) مجموعـه آییـن نامـه هـای سـاختمانی ایـران، شـماره اسـتاندارد ۲۸۰۰ زلزلـه ویرایـش سـوم، مرکـز تحقیقـات سـاختمان و مسـکن.

۳. کمیتـه دائمـی بازنگـری آییننامـه طراحـی سـاختمانها در برابـر زلزلـه، (۱۳۸۴) آییننامـه طراحـی سـاختمانها در برابـر زلزلـه، مرکـز تهـران، ویرایـش، (BHRC) تحقیقـات سـاختمان و مسـکن سـوم.

4. New York City Natural Hazard Mitigation Plan) March .(2009 Section III :Natural Hazard Risk Assessment, 167-179.

5. Snoussi, M.; Ouchani, T.; Niazi, S. (2008). Vulnerability assessment of the impact of sea-level rise and flooding on the Moroccan coast: The case of the Mediterranean eastern zone. Journal of Estuarine, Coastal and Shelf Science. 77, 206-213.

6. Banergeet, A., 1980, Earth quakes, urban scale vulnerability and city design, some observations, school of urban and regional planning, university of southern California.

7. Fathi, A., and Saharkhiz, N., 2014. Climate and Passive Defense Role in Shaping Sustainable Architecture, Review samples (Nosh Abad, Kashan, Iran and Derinkuyu, Turkey Hand carving Architecture). Current Trends in Technology and Science. 98-103 Pp.

8. Hays, W.W., and Kitzmiller, C., 1988. A review of earthquake research application in the national

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-03]

earthquake hazard reduction program 1977-1987. United States department od the interior geological survey. U.S. Geological Survey Reston, Virginia 22092. 606 Pp.

9. Middelmann, M.H., (Editor) 2007. Natural Hazards in Australia Identifying Risk Analysis Requirements. Geoscience Australia, Canberra. 206 Pp.

10. Natural Resource Report, 2009. Gettysburg National Military Park and Eisenhower National Historic Site Geologic Resources Inventory Report. Natural Resource Program Center. NPS/NRPC/GRD/NRR. 2009/083. P.O. Box 25287.

11. Sánchez, R., 2007, Civil Defense and Cultural Property, Francis and tailor group, London.

12. Tyagi, A., Rhyner, J., and Migraine, J.B., 2009. Multi-hazard management perspectives on river basins Invited Session. International Disaster Reduction Conference. IDRC Davos, Switzerland, Program. 15:60 Pp.

13. Probabilistic seismic risk analysis in the Taiwan area based on PGA and spectral amplitude attenuation formulas Engineering Geology, Volume 30, Issues 3-4, June 1991, Pages 277-304

14. Berberian, M. & Yeats, R.S. (1999), "Patterns of historical earthquake rupture in the Iranian plateau", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.89, No.1, pp.120-139

15. Campbell, K.W. & Bozorgnia, Y. (2003), "Updated near-source ground motion (attenuation) relations for the horizontal and vertical components of peak ground acceleration and acceleration response spectra", Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.93, No.1, pp.314-331.

16. Ambraseys M M, Melville C P. 1982. A History of Persian Earthquakes [M]. London: Cambridge University Press

[Downloaded from ijurm.imo.org.ir on 2026-11-03]