

□ اشاره:

در این مقاله برای اولین بار آخرین اطلاعات مستند و مستدل در مورد زلزله خیزی تهران از تمام منابع موجود در دسترس، به راهنمایی آقای دکتر بهرام عکاشه - استاد زلزله شناسی موسسه ژئوفیزیک جمع آوری شده و نتایج آنها مورد مقایسه و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است، در این مقاله ابتدا جهت آشنایی خواننده با موقعیت جغرافیایی محل مورد بحث، تاریخ و وضعیت زمین شناسی تهران بصورت مجمل بررسی شده، سپس جهت اطلاع و دید بیشتر خواننده دو موضوع مرتبط یعنی آبرفتها و گسله‌های کواترنر تهران بررسی شده است. شناسایی آبرفت‌های تهران از آن جهت که ساختمان‌های این شهر روی این نهشته‌ها و رسوبات ناهمگون و سست قرار گرفته مهم است. شناسایی نوع و موقعیت و تفکیک گسله‌های کواترنر نیز به نوبه خود میتواند به بسیاری از سئوالات علمی و شایعات غیر علمی پاسخ دهد. در قسمت بعدی نتیجه دو تجزیه و تحلیل مفصل ژئوفیزیکی آورده شده که بسیار در خورتوجه است. در ادامه پهنه بندی خطر زمین لرزه در تهران به عنوان یک موضوع مستقل و درعین حال مهم و کاربردی برای مهندسی زلزله آورده شده است.

متمرکز است معلوم نیست کمک از چه نقطه‌ای به تهران خواهد رسید؟.

با توجه به سستی ساختمانها و آتش سوزی بخاطر قطع شدن لوله های گاز در مسیر گسل، تلفات زلزله در تهران از مرز یک میلیون نفر خواهد گذشت.

مشکلات دیگری هم هست که مساله را بغرنج تر می کنند موضوعاتی از قبیل:

- تراکم و جمعیت فشرده در تهران که یک پنجم جمعیت کل کشور را تشکیل می دهد.

- رعایت نشدن اصول شهرسازی در این شهر و وضعیت ناهمگون آن نظیر کوچه های تنگ و باریک که کمک رسانی را مشکل می کند و تراکم خانه ها در مناطق جنوبی شهر.

- وضع سیم کشی خیابانها، نبود یک شبکه جمع آوری فاضلاب که می تواند سستی خاک را در مناطق جنوبی شهر سبب شود.

- رعایت نشدن اصول مهندسی زلزله و نبود یک سیستم

زنگ خطر

نه برای ترس، بلکه آمادگی!

تهران هم

زلزله خیز است...!

کارشناسی ارشد ژئوفیزیک

□ علیرضا سروی -

○ مقدمه

نظارتی کارآمد، مسئول و مسلط در ساخت و سازها.

- مقاوم و ایمن نبودن لوله کشی گاز شهر تهران و پیش بینی

قطع بهنگام آن در موقع زلزله

- مقاوم نبودن سدهای کرج، لتیان و لار در برابر یک زلزله

بزرگ.

- مسئله روانگرایی خاک در جنوب تهران به سبب بالا بودن

سطح آبهای زیرزمینی و وجود رسوبات نرم آبرفتی.

- رعایت نشدن حریم گسل در این شهر. بعنوان مثال

انبارهای بزرگ فرآورده‌های نفتی شرکت نفت در حصارک کن و

تعدادی از دکلهای کابل فشار قوی دقیقا روی گسل شمال تهران

قرار دارند.

- و بالاخره ساخت و ساز بی رویه برجها در تهران در حالی

صورت می گیرد که در کشورهای پیشرفته‌ای مثل ژاپن ساختن

ساختمانهای بتن آرمه با بیش از ۱۴ طبقه مجاز نیست، تعدادی

از این برجها در تهران بدون رعایت قواعد و اصول مهندسی

شهر تهران در دامنه جنوبی البرز کوه مرکزی و بر روی

رسوبات آبرفتی کواترنر بنا شده است. اختلاف ارتفاع شدید

وناگهانی میان شهر تهران با میانگین ارتفاع ۱۳۰۰ متر و

نزدیکترین قله کوه به آن در فاصله کمتر از ۱۰ کیلومتر یعنی قله

توچال با ارتفاع ۳۹۳۳ متر یکی از نتایج عملکرد گسل فعال

شمال تهران است.

بنا به نظر آقای دکتر عکاشه و دیگر صاحب نظران، با توجه به

تاریخچه وقوع زلزله های بزرگ گذشته در این منطقه و وجود

گسله های فعال در گستره تهران و شواهد ژئوفیزیکی دیگر،

احتمال وقوع زلزله با بزرگی بیش از ۷ درجه ریشتر بسیار جدی

است.

معمولا به هنگام وقوع زلزله در دیگر نقاط ایران، نیرو و

تجهیزات از تهران ارسال می شود حال چنانچه زلزله ای در

تهران اتفاق بیفتد که اکثر امکانات اجتماعی و اقتصادی در آن

زلزله حتی روی گسل ساخته شده اند.

اینجاست که دلیل پیشنهاد آقای دکتر عکاشه مبنی بر تشکیل ستاد مدیریت بحران از هم اکنون، بیشتر مشخص می شود.

□ تاریخچه مختصر شهر تهران

بسی شهر خرم بناکردگی
چو صده بناکرد برگردی

فردوسی
از آنجائی که تهران در گذشته دهکده کوچکی در دامنه کوه البرز بوده، برای بررسی سرگذشت این ده که امروز کلان شهری است که به هیچ مرزی پایبند نیست نگاهی می اندازیم به نزدیکترین شهر بزرگ آن زمان یعنی شهر ری که امروز شهر کوچکی است در جنوب تهران.
ری و نواحی آن در دوران پادشاهی اشکانیان اهمیتی ویژه یافت و این پهنه به پایتختی برگزیده شد.
بعد از ظهور اسلام، ری در مسیر بزرگترین شاهراههای

توابع یکی از روستاهای خود بنام تهران.
وبالاخره در روزگار قاجار در سال ۱۱۶۵ خورشیدی آغا محمدخان قاجار در همان تالاری که روزی بعنوان اسیر و گروگان بخدمت شاه زندیه آورده شده بود به تخت سلطنت تکیه زد و تهران را بعنوان پایتخت انتخاب کرد و از این سال فصل نوینی برای گسترش این شهر آغاز شد.

اولیویه فرانسوی جمعیت تهران را در سال ۱۱۷۵ شمسی بالغ بر ۱۵۰۰۰ تن می داند او می گوید شهر تهران تازه ساز و مربع شکل که هر ضلع آن حدود ۲۳۰۰ متر است در اواخر سلطنت ناصرالدین شاه جمعیت تهران حدود ۱۶۰۰۰۰ تن بوده و در سال ۱۳۰۲ خورشیدی به ۱۹۶۰۰۰ رسیده است.

در طول تاریخ شهر ری در اثر وقوع زلزله بارها با خاک یکسان شده که یکی از آنها را تیمور لنگ در کتاب «منم تیمور جهانگشا» با بیان ویرانی ری و غارت این شهر پس از زلزله توضیح می دهد.

اگر از زلزله های کوچک و متوسط صرف نظر کنیم آخرین



زلزله بزرگی که در تهران به وقوع پیوسته در زمان فتحعلیشاه و در سال ۱۸۳۰ میلادی و با بزرگی تخمینی ۷/۱ درجه ریشتر بوده است. جمعیت آن موقع تهران بین ۶۰ تا ۷۰ هزار نفر بوده است.

□ وضعیت زمین ساختی و زمین شناسی

تهران

گستره تهران که در کوهپایه جنوبی کوههای البرز قرار گرفته در واقع شمالی ترین فرو نشست ایران مرکزی به حساب می آید و در راستای گسل شمال تهران بلندیهای البرز کوه روی دشت تهران رانده می شوند. از دیدگاه فیزیوگرافی در گستره کوهپایه تهران پنج بخش اساسی زیر را می توان تشخیص داد:
- بلندیهای سعادت آباد، شمیران، دزاشیب که نوع رسوبات سازنده این ابرفتها A و B می باشد.

بازرگانی قرار داشت و یکی از نخستین شهرهای ایران بود. ابن حوقل ابوالقاسم محمد بغدادی در قرن چهارم هجری وقتی به عزم سیاحت از بغداد خارج شد و ممالک اسلامی را در مدت ۲۸ سال گشت در کتاب خود بنام «صوره الارض» وقتی صحبت از تهران می شود می نویسد: «...تهران در شمال ری واقع است و آنجا دارای باغهای فراوانی است که میوه آن بسیار متنوع و مطبوع است. مردم قریه بیشتر اوقات در زیر زمین زندگی می کنند و حرفه اکثر آنها راهزنی است.»

اهمیت و اعتبار ری پس از سده چهارم هجری بتدریج رو به نقصان نهاد به چند دلیل: اول اینکه نواحی شمالی حومه ری خوش آب و هواتر از خود ری بود و مردم خواهان زندگی در نواحی خوش آب و هواتر بودند، دوم بدلیل اختلاف مذهبی که از سده چهارم در ری شدت گرفت و بویژه جنگهای مسلحانه بین حنفی ها و شافعی ها باعث شد مردم از این فتنه ها بگریزند و به نقاط امن تر بروند و دلیل سوم حمله مغول ها بود که این مهاجرت را تسریع کرد و ری بتدریج کوچکتر شد تا آن جا که بخشی شد از

- فرونشست اوین - تجریش - نیاوران (نوع رسوبات C می باشد)

بلندیهای ارمیه (تپه های محمودیه، الهیه، قیطره و فرمانیه تشکیل شده از آبرفت‌های A و B)

فرونشست داودیه (آبرفت‌های B و C)

- بلندیهای طرشت - عباس آباد (آبرفت‌های A و B)

در جنوب تهران گستره فرونشست شمال ایران مرکزی (دشت تهران و ری) را داریم که نوع رسوبات آن بیشتر از نوع D می باشد.

ما معتقدیم که تمام واحدهای فیزیوگرافی گستره تهران محدود به گسله‌های کواترنر بوده و پستی و بلندیهای تشکیل شده به سبب عملکرد این گسله‌ها شکل گرفته اند. مثلاً بلندیهای سعادت آباد - شمیران - دزاشیب - به وسیله راندگی نیاوران به روی فرونشست اوین - تجریش - نیاوران رانده شده است و یا حرکت در راستای گسل محمودیه سبب برپایی بلندیهای ارمیه شده است.

□ آبرفت‌های تهران

آبرفت‌هایی که شهر تهران روی آن بنا شده است متعلق به یک

سیستم بزرگ از

مخروط افکنه‌هاست که با یک شیب کلی به طرف جنوب از کوهپایه شمال تا شهر ری ادامه پیدا می‌کنند و دانه بندی در این آبرفت‌ها از شمال به جنوب ریزتر می‌شود. این آبرفت‌ها حاصل فعالیت رودخانه‌ها و سیلابهای فصلی جریان یافته از کوههای بالا رونده البرز می‌باشد

ضخامت رسوبات آبرفتی در تهران بین ۷۰۰ تا ۱۲۰۰ متر

است آبرفت‌های تهران به چند قسمت تقسیم شده اند: A-B-C-D

قدیمی ترین واحد آبرفتی تهران در کوهپایه های جنوبی البرز واقع است که بخاطر تحمل فشارهای تکنیکی به شکل تپه ماهورهایی با دره های بیشمار است و بنام سازند هزاردره خوانده می‌شود.

سازند هزار دره حاصل رسوبات رودخانه‌ای و سیلابی بزرگی است که همزمان با برخاستگی البرز کوه جاری بوده اند.

سازند هزار دره در تپه های شمال تهران نظیر قیطره، الهیه، امانیه، اوین درکه و نیز تپه های جنوبی تر در منطقه داودیه، عباس آباد ونک تا شمال امیرآباد و گیشا رخنمون دارد.

این سازند از کنگلومرای همگن تشکیل شده با لایه بندی خوب و سیمان شدگی سخت، فضای بین دانه های درشت را ذرات ماسه، سیلت، و رس پر کرده و مقدار رس در قسمت‌های مختلف متفاوت است. در بعضی جاها بالا بودن مقدار رس و متراکم بودن آن باعث کاهش نفوذ پذیری زمین شده و سبب آبکشی ضعیف زمین می‌شود و چاههای منازل زود پر می‌شود. سازند هزار دره چین خوردگی دارد و قسمت های کنگلومرای این سازند به سبب سیمان شدگی خوب دیواره‌های پایداری را تشکیل می‌دهند ولی در قسمتهای مرزی این سازند پتانسیل لغزش بسیار بالاست.

از ویژگی‌های سازند هزار دره ضخامت زیاد آن (حدود ۱۲۰۰ متر) و همگنی و لایه بندی منظم آن است.

سازند جوانتر بعدی که به صورت دگرشیب روی سازند چین خورده هزار دره قرار گرفته، رسوباتی هستند که سازند B نام دارد.

این سازند در جنوب شهری و کهریزک از رسوبات ریزدانه تشکیل شده و به طرف شمال تهران تغییرات زیادی دارد. در این سازند ذرات درشت تر و جورشدگی خیلی ضعیف است ضخامت این سازند حدود ۶۰ متر است.

برخلاف نوع A در نوع B سیمان شدگی ضعیف تر، رنگ تیره تر و شیب لایه ها کمتر است و قطعات بزرگ سنگ تا چندین متر هم قطر دارند.

وجود قطعه های بزرگ سنگ و فرسوده و ناهمگنی آنها ممکن است نشانه‌هایی از اثر حمل یخچالی و رسوب در آب و هوایی سرد باشند.

این سازند در باغ فیض، شهرک غرب، دانشگاه ملی و جاده قدیم شمیران رخنمون دارد و بخاطر ناپایداری رسوبات، خانه های روی رسوبات در معرض خطر خواهند بود. سازند دیگر سازند C است که آبرفت‌هایی هستند که روی سازند B قرار دارند و بخش گسترده‌ای از شهر تهران روی آن قرار گرفته است. این سازند از قله سنگ و شن و ریگ و مقداری رس و ماسه تشکیل شده است و فاقد قطعات بزرگ است. سیمان شدگی آن ضعیف است و مقداری اکسید آهن رنگ آن را قرمز کرده است.

آبرفت C تخلخل و نفوذ پذیری خوبی دارد و این سازند بهترین منطقه برای استخراج و استفاده از آبهای زیرزمینی بحساب می‌آید و از لحاظ مقاومت مکانیکی ضعیف تر از واحدهای آبرفتی قدیمی تر است. ضخامت آن را تا ۶۰ متر



می‌دانند و حاصل رسوبات رودخانه‌ای بزرگ قوی و کم عمر می‌باشد. لایه‌های این سازند افقی بوده و کوهزایی را تحمل نکرده‌اند. حدوداً رسوب‌گذاری این سازند از ۵۰ هزار سال پیش آغاز شده و حدود ده هزار تا چهار هزار سال پیش تمام شده است.

جوانترین واحد آبرفتی منطقه تهران D می‌باشد که شامل انواع رسوبات رودخانه‌ای، سیلابی و واریزه‌ای سیمان نشده است که در نواحی گورد افتاده تجمع پیدا کرده‌اند. آبرفت‌های کنونی D اکثراً به صورت رسوبات منفصل هستند و خانه‌سازی روی این سازند خطرناک است.

□ گسله‌های کواترنر گستره تهران

شکستگی‌های پوسته جامد زمین را که در راستای آنها جابجایی نسبی روی می‌دهد گسله می‌نامیم. این حرکت برشی که در هر طرف گسله از روی زمین تا ژرفای زیاد ادامه می‌یابد به سبب انباشته شدن تنش‌های ناشی از حرکت صفحات لیتو سفر نسبت به یکدیگر است. وضعیت تکنیکی ایران را به طور کلی باید در گسترش دریای احمر و حرکت صفحه عربستان به سمت شمال شرق جستجو کرد در حالی که فلات ایران از شمال به بلوک توران و از شرق توسط صفحات هندوستان و افغانستان محبوس شده، این حرکت با گسل خوردگی معکوس و چین خوردگی جبران می‌شود و این موضوع با مکانیزم زلزله‌های البرز همخوانی دارند. زلزله‌های ناحیه البرز اکثراً مکانیزم تراستی دارند و البته هرچه بیشتر به سمت شرق پیش می‌رویم این زلزله‌ها مولفه امتداد لغز پیدا می‌کنند و کانون زلزله‌ها عموماً در عمق کمتر از ۳۰ کیلومتر تعیین شده‌اند.

برای تعیین گسله‌های فعال در محدوده تهران بهتر است اول گسله فعال را تعریف کنیم. گسله‌هایی که دارای یک یا چند ویژگی زیر باشند گسله جنبی یا با توانایی جنبش بحساب می‌آیند:

- ۱- رویداد زمین لرزه تاریخی (پیش از سده بیستم) در جایی از طول گسله

- ۲- تعیین کانون سطحی زمین لرزه‌های بزرگ با خطای کم در سده بیستم در نقطه‌ای از طول گسله

- ۳- گسلش در رسوبات کواترنر پسین: یک حرکت در ۳۵ هزار سال و یا دو حرکت یا بیشتر در ۵۰۰ هزار سال گذشته.
- ۴- خورد زلزله زیاد در ارتباط با صفحه گسله.

- ۵- وجود دیواره گسله که بر اثر فرسایش از بین نرفته باشد.

گسله‌های کواترنر گستره تهران را به سه گروه می‌توان تقسیم کرد.

- ۱- گسله اصلی ولرزها با طول بیش از دو کیلومتر که رسوبات C و B و A را بریده‌اند.

- ۲- گسله متوسط با طول بین ۲ تا ۱۰ کیلومتر

- ۳- گسله فرعی کوتاهتر از ۲ کیلومتر

گسله‌های اصلی و فرعی بخودی خود لرزه‌زا نبوده اما به سبب آزاد شدن انرژی الاستیکی در راستای گسله‌های همسایه می‌توانند دچار لغزش شوند.

گسل مشاء - فشم و گسل شمال تهران دو گسل اصلی و لرزه‌زا به شمار می‌آیند. در گسل مشاء فشم سازندهای قدیمی‌تر

از سازند کرج متعلق به بلند البرز به روی سازند کرج رانده می‌شود. (۱) طول این گسل حدود ۴۰۰ کیلومتر است و به نظر می‌رسد که راندگی در راستای گسله مشاء پیش از ژوراسیک آغاز شده و حدود ۴ کیلومتر جابجایی شاغولی در آخرین فاز کوهزایی آلپ ایجاد کرده است. اگر نصف طول این گسل از فیروزکوه تا آبیگ شکسته شود زلزله‌ای به بزرگی ۷/۹ ریشتر و شتاب افقی تا ۰/۵ گرم به وجود آورد.

گسل شمال تهران مرز بین بلوک کوهستانی مرتفع شمالی و ناحیه فرو نشسته جنوبی است به عبارت دیگر اختلاف ارتفاع ناگهانی میان شهر تهران با میانگین ارتفاع ۱۳۰۰ متر و نزدیک ترین قله به آن در فاصله کمتر از ده کیلومتر یعنی قله توچال با ارتفاع ۳۹۳۳ متر نتیجه جنبشهای شاغولی است که در راستای راندگی گسل شمال تهران روی داده است. گسل شمال تهران در ناحیه لشگرک از گسل مشاء - فشم منشعب می‌شود و تا نزدیکی کرج به طول ۷۵ کیلومتر ادامه دارد اگر نصف طول این گسل شکسته شود می‌تواند زلزله‌ای با قدرت ۶/۹ درجه ریشتر و شتاب افقی در حدود ۰/۳ گرم و شتاب قائم در حدود ۰/۱ گرم بوجود آورد.

این گسل از غرب دره لشگرک تا آبادی کاظم آباد و شهرکرج در شرق پیگیری شده و در محدوده تهران از حصارک، کن، دربند، فرحزاد، و شاه آباد می‌گذرد. در امتداد گسل شمال تهران سازند کرج روی آبرفتهای کواترنری دشت تهران رانده می‌شوند. با مقایسه با گسل‌های آلپی که به ازاء میانگین هر هزار سال، ده متر برخاستگی دارند با اکتساب ارتفاع فعلی توچال و افزودن ضخامت آبرفتهای D و C و B و A که ناشی از فرسایش ارتفاعات و توفهای البرز هستند سن ۵۰۰ هزار سال برای گسل شمال تهران بدست دهد.

مکانیزم گسل شمال تهران مثل گسل مشاء - فشم معکوس است.

گسل نیاوران در فاصله یک کیلومتری جنوب گسل شمال قرار گرفته و مکانیزم آن هم معکوس است و احتمالاً شاخه‌ای از گسل شمال تهران است. این گسل حد بین بلوک مرتفع سعادت آباد - شمیران و بلوک فرو افتاده ولین - تجریش و نیاوران است. طول این گسل ۱۳ کیلومتر است.

گسل محمودیه در فاصله چند صدمتری در جنوب گسل نیاوران قرار دارد و شیب آن بر خلاف گسل‌های دیگر ذکر شده است. گسله محمودیه به طول ۱۱ کیلومتر روی عکسهای هوایی مشخص است. گسله محمودیه مرز میان بلندیهای ارمیه شامل تپه‌های محمودیه، الهیه، قیطره و فرمانیه در جنوب و فرو نشست اوین، تجریش و نیاوران در شمال را تشکیل می‌دهد و در راستای این گسله، آبرفتهای A و B روی آبرفتهای C رانده شده است.

همانظوری که گفته شد گسله‌های متوسط و فرعی بخودی خود لرزه‌زا نبوده ولی حرکت گسله‌های اصلی می‌تواند آنها را هم فعال کند.

همزمانی آنهاست.

نتایج بررسی ریز زلزله های منطقه تهران نشان می دهد که در منطقه دماوند تا محل همگرایی زون گسل های مشاء - فشم و گسل شمال تهران فعالیت بطرز قابل توجهی زیاد است که البته اثر القایی دوسد لار و لتیان که در این منطقه قرار دارند را نباید نادیده گرفت زون گسلی شمال تهران از غرب لشگرک تا حوالی حصارک تقریباً فاقد فعالیت لرزه ای است و اگر از دیدگاه تئوری Seismic Gap به آن نگاه کنیم آرامش آن به دلیل انباشت انرژی و آزاد نشدن آن می تواند آرامش قبل از طوفان باشد. همچنین زونهای گسلی پارچین، گرمسار و بوئین زهرا و رودبار فعال تشخیص داده شده اند.

□ پهنه بندی خطر زمینلرزه در تهران

شدت اثر تخریبی تکانهای زلزله بستگی به ویژگی های کانون از جمله بزرگی، عمق و نوع شکست و همچنین مشخصات میراثی زمین دارد. داده های تجربی نشان می دهد که رسوبات روی زمین و نوع پی سنگ اثر قابل ملاحظه ای در ازدیاد یا کاهش میزان تخریب دارد.

برای سنجش نسبی تکانهای شدید زلزله از سه عامل: دامنه نوسانات (amplitude) محتوای فرکانسی (frequency content) و دوام نوسانات (duration) استفاده می شود.

بلندی دامنه نوسانات اثرهای تخریبی شدیدتری را موجب می شود که به وسیله سه ویژگی شتاب حرکت، سرعت حرکت و میزان جابجایی در هر لحظه توصیف می شود. محتوای فرکانسی موجهای زلزله از این نظر اهمیت دارد که در صورت هماهنگی با فرکانس طبیعی سازه میتواند باعث تشدید بشود.

مدت زمان نوسانات نیز عامل موثری در وارد شدن نیروهای تکراری به سازه است. از آنجا که روابط تجربی گوناگونی بین فاکتورهای ذکر شده بدست آمده برای پهنه بندی خطر نسبی زلزله لزومی به برآورد کلیه عاملهای بالا نیست و فقط بیشینه شتاب افقی که معرف نیروهای افقی به سازه است ملاک پهنه بندی قرار گرفته است.

با توجه به مطالعات انجام گرفته بیشترین شتاب حرکت در شمال و جنوب تهران و کمترین آن در تهران مرکزی پیش بینی شده است.

بررسی ها نشان داده که در فاصله کمتر از ۳ کیلومتر از خط گسله، شتاب، تابعی از بزرگی و فاصله از کانون نیست و شتابهای زیاد میان ۰.۵۰g تا ۰.۸۰g قابل انتظار است در این پهنه در تهران گرچه سنگهای متفاوت سازند کرج و آبرفتهای A, B, C, D که ویژگی های ژئوتکنیکی متفاوتی دارند وجود دارد اما به سبب نزدیکی به چشمه زلزله، پی سنگ تاثیر چندانی در کاهش اثرهای تخریبی ندارد و در این پهنه ویرانی خیلی شدید قابل انتظار است. با توجه به معکوس بودن گسله ها در تهران برای هریک از گسله ها حریم ۷۰۰ متری در فرادیوار و ۳۰۰ متری در فرودیوار در نظر می گیرند. (۲)

پهنه حریم گسلش، لشگرک، جاجرود، منظریه، نیاوران، جماران، دربند، سربند، ولنجک، اوین، الهیه، چیدر، فرحزاد، حصارک، کن، باغ اناری کاظم آباد کلاک و کرج را در راستای



□ مطالعه خرد زلزله های منطقه تهران و

نتایج آن

در مناطق زلزله خیزی که رکوردهای زلزله های بزرگ و متوسط اتفاق افتاده کافی

نیست می توان با ثبت ریز زلزله ها (زلزله های کمتر از ۳ ریشتر) که از تواتر بالایی برخوردارند فرآیندهای مستمر تکنیکی در لیتوسفر را بررسی کرد. دستگاههای ثبت کننده باید از حساسیت بالایی برخوردار باشند و فاصله بین آنها زیاد نباشد.

یک شبکه ثبت ریز زلزله می تواند از چند پایگاه تا چند صد پایگاه زلزله نگاری را شامل شود این پایگاهها می توانند داده های ثبت شده را به صورت (online) به پایگاه ثبات مرکزی ارسال دارند یا هرکدام از پایگاهها به طور مستقیم به ثبت زلزله ها بپردازند و سپس داده ها به صورت offline جمع آوری و تجزیه و تحلیل گردد. نکته مهم طرح هندسی مناسب پایگاهها و

و با رعایت اصول مهندسی زلزله، خسارات جانی و مالی ناشی از این پدیده را به حداقل برسانیم.

□ منابع فارسی

- ۱- پژوهش و بررسی لرزه زمینساخت و خطر زمینلرزه در گستره تهران و پیرامون: نشریه شماره ۵۶ سازمان زمین شناسی
- ۲- بررسی لرزه خیزی منطقه تهران با استفاده از داده های دستگاهی ایلپا و ایستگاه تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد آقای بهجت پناه
- ۳- بررسی سایزمو تکتونیکی منطقه تهران با تاکید بر ریز زلزله های ثبت شده توسط شبکه موقت دیجیتال، پایان نامه کارشناسی ارشد. آقای علینقی
- ۴- نقش گسله شمال تهران در تکوین حوضه های رسوبی البرز مرکزی در محدوده تهران کرج - پایان نامه کارشناسی ارشد خانم بودری

□ منابع لاتین:

1 - Akasheh, B. berckhemer, 1983

Focal Mechanism of Earth quakes in Iran with special Emphasis on Small Shocks in the Tehran Region. In: Geodynamics project in Iran, Final rep, Geol. Surv. Iran. 51, 436-447.

2 - Akasheh, B. Eshghi, I. Soltanian, R., 1976. The Iranian Long period Array (ILPA). **Journal of Geophysics.**

۱). شیب گسله فشاری مشا همیشه بسمت شمال و بین ۳۵ تا ۷۰ درجه بازی می کند و شاید از جنوب غربی شاهرود تا آبیگ در غرب امتداد داشته باشد. این گسل از روستاهای مشاء - فشم - لواسان و میگون می گذرد و در محدوده ده سبو (شرق دره لشگرگ) گسل شمال تهران از آن منشعب می شود. دریاچه آب شیرین تار که در شرق شهرستان دماوند در ارتفاع ۳ کیلومتری تشکیل شده دریاچه ای گسلی است.

۲). از طرفی با توجه به معکوس بودن گسله های منطقه تهران که این نوع گسلس به دلیل دوره بازگشت طولانی تر با آزاد شدن انرژی بیشتر و وقوع زلزله ویرانگر همراه است، برای ساختمانهای بسیار مهم مثل نیروگاههای اتمی حریم گسل تا ۸ کیلومتر هم پیشنهاد شده است.

راندگی شمال تهران، راندگی نیاوران و راندگی محمودیه می پوشاند قسمتی از شهر ری و کهریزک نیز در پهنه حریم گسل های شمال و جنوب شهر ری باید قرار بگیرند که می بایست این پهنه ها را به پارک سازی اختصاص می دادند.

از طرفی در قسمتهایی از جنوب شرقی تهران به دلیل بالا بودن سطح آبهای زیرزمینی که در بعضی نقاط به کمتر از ۸ متر می رسد در صورت وجود لایه های آبرفتی ماسه ای، سیلتی و رسی احتمال فرو نشست و کج شدن ساختمانها در هنگام زلزله وجود دارد این پدیده که بخاطر کم شدن فضای خالی میان دانه های رسوبی و افزایش فشار آب منفذی روی می دهد می تواند اثرات تخریبی را شدیدتر کند.

برای پهنه ای به پهنای ۷ کیلومتر از گسله های اصلی برای زلزله ای با بزرگی حداقل ۷ ریشتر، شتاب افقی میان $0.30/g$ تا $0.50/g$ خواهد بود که در این محدود تکنهای شدید با ویرانی گسترده مورد انتظار است این پهنه کلیه نواحی تهران از داودیه تا قلعه مرغی را می پوشاند.

□ سخن آخر

بررسیها نشان داده که گسله مشا در فاصله زمانی ۱۶۵ سال (۱۶۶۵ تا ۱۸۳۰ میلادی) دو زمین لرزه ویرانگر (با بزرگی حدود $6/5$ و $7/1$) و چند زمین لرزه کوچک را بوجود آورده است و پس از زمینلرزه ویرانگر ۱۸۳۰ میلادی تاکنون یعنی فاصله ۱۶۸ سال زلزله بزرگی را بوجود نیاورده و گذشت زمان بیشتر احتمال رویداد آن را افزایش می دهد و این موضوع همراه با شواهد دیگری که از آنها سخن به میان رفت، می تواند زنگ خطری بزرگ بحساب آید. به هر حال امید است با دیدگاه واقع بینانه تر، لرزشها و تکنهای زمین را برای رسیدن به وضع تعادل بپذیریم

