

مروری بر مطالعات لرزه خیزی گستره تهران

محسن پورکرمانی* - مهران آرین**

چکیده

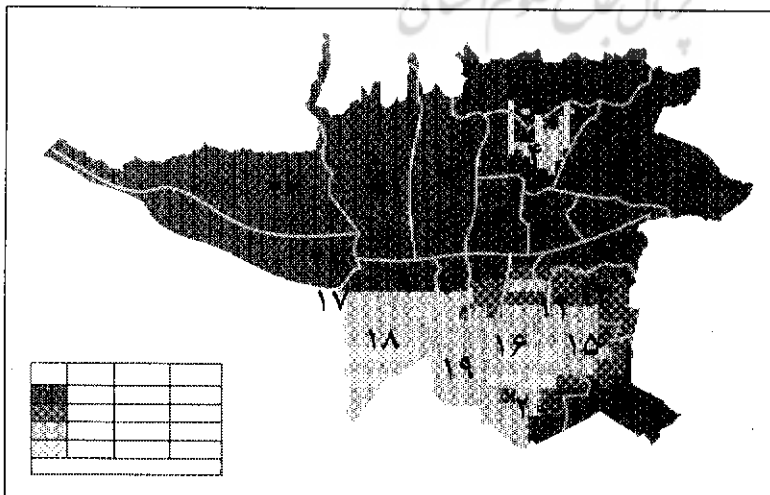
باتوجه به مطالعات زمین ساختی، لرزه خیزی تاریخی و دستگاهی قرن بیستم گستره تهران، هفت ناحیه که از نظر لرزه خیزی برای این گستره اهمیت بیش تری دارند، مشخص شده اند. ضمناً با تعیین نحوه پاسخ آبرفت های منطقه و مطالعات مشترک «آژانس همکاری های بین المللی ژاپن» (جایکا) و «مرکز مطالعات زمین لرزه و زیست محیطی تهران بزرگ» در سال ۱۳۸۰، مناطقی که بیش تر آسیب پذیر هستند، مشخص شده اند. در نهایت، با در نظر گرفتن «آیین نامه ۲۸۰۰»، مقاوم سازی ساختمان های تهران پیشنهاد می شود.

مقدمه

از آغاز قرن بیستم که دستگاه های ثبات لرزه نگاری مستقر شده اند، زمین لرزه مهمی شهر تهران را تهدید نکرده است. ولی مسلماً قبل از آن چنین نبوده و یا در آینده باید شاهد زمین لرزه های توانمندی باشیم. در این مطالعه و بررسی گستره تهران از نظر جغرافیایی، محدوده ای بین $35^{\circ} / 28' - 35^{\circ} / 57'$ شمالی و $52^{\circ} / 4' - 51^{\circ}$ شرقی است.

از آن جا که شهر تهران به عنوان مرکز سیاسی و اقتصادی از اهمیت خاصی برخوردار است، مطالعه در مورد لرزه زمین ساخت آن، مهم و حیاتی است. با نگاهی کوتاه به زمین لرزه های تاریخی گستره تهران معلوم می شود، شهری که زمانی پایتخت ایران قدیم بوده، در طول تاریخ

چندین بار در اثر زمین لرزه ویران شده است. به احتمال زیاد، محله تهران نیز در آن زمان از عواقب این رویدادها مصون نمانده است. ولی به دلیل نبود یک مرکز آمار و جمعیت شناسی در آن دوران، اطلاعات کافی در مورد گستره تهران در دسترس نیست. همچنین، وقوع زمین لرزه های ویرانگری نظیر زمین لرزه های ۱۱ تیرماه ۱۳۳۶، سنگچال با بزرگی $M_s = 6/8$ ، ۱۰ شهریور ۱۳۴۱ بوئین زهرا، با بزرگی $= 7/2$ و M_s و ۳۱ خرداد ۱۳۶۹ رودبار - منجیل با بزرگی $M_s = 7/7$ که همگی در البرز مرکزی قرار دارند، نشان دهنده فعال بودن منطقه تا حال حاضر است.



شکل ۱

نهشته های آبرفتی گستره تهران

به طور کلی نهشته های آبرفتی گستره تهران عبارتند از :

سازنده هزار دره یا آبرفت های A: این سازند، یکی از قدیمی ترین نهشته های آبرفتی منطقه مورد مطالعه را تشکیل می دهد.

در منطقه تهران، این نهشته ها را می توان در گستره های کن، اوین، قیطریه، عباس آباد، گردنه قوچک و... به شکل تپه های مرتفع با دره های فراوان (وجه تسمیه هزاردره به همین دلیل است)، مشاهده کرد.

سازند هزاردره از کنگلومرای همگن با قلوه سنگ، شن و ریگ تشکیل شده و فضای میان دانه ها را ماسه و سیلت پر کرده است. این سازند، یک سازند سیلابی است، ولی در حال حاضر مورفولوژی رودخانه های اصلی تغذیه کننده آن قابل تشخیص نیست.

نهشته های این سازند در گستره پارچین و شمال ایوانکی، با مرز تدریجی، روی سازند فرمز بالاابی قرار می گیرد. در این منطقه، هیچ گونه دگرشیبی زاویه داری بین دو سازند دیده نمی شود، در حالی که در قم این مرز با دگرشیبی زاویه دار همراه است.

سازند آبرفتی ناهمگن یا آبرفت های B: این سازند در منطقه تهران

به دو سازند تقسیم می شود: آبرفت های ناهمگن شمال تهران، و سیلت های رسی کهریزک. سازند آبرفتی شمال تهران به صورت دگرشیب، روی لایه های فرسایش یافته و چین خورده هزاردره قرار گرفته است و به شکل تپه های بلند در کوهپایه های تهران، از جمله باغ فیض، شهرک قدس، دانشگاه شهید بهشتی و جاده قدیم شمیران رخنمون دارد و ضخامت آن به ۶۰ متر می رسد. آبرفت های B مخلوطی از شن، ریگ و قلوه سنگ، رس و گاهی هم بلوک های درشت پراکنده هستند. رین (۱۹۶۶)، سن این سازند را کواترنری عنوان کرده است.

سازند تهران یا آبرفت های C: این سازند شامل آبرفت های جوان

مخروط افکنه ای است که از دامنه جنوبی رشته کوه های البرز به سمت جنوب ادامه دارد و بخش وسیعی از نقاط دشت را دربر گرفته است. بخش وسیعی از شهر تهران روی این سازند بنا شده است. نهشته های این سازند به میزان زیادی از رسوب های سیلابی و رودخانه ای جور نشده (قلوه سنگ، شن و ریگ در سیمانی از ماسه و سیلت) تشکیل شده است. این سازند پس از یک دوره فرسایشی، روی سازند B رسوب کرده است.

رسوب های جوان با آبرفت های D: این بخش متشکل از جوان ترین نهشته های رودخانه ای یا سیلابی است و در بستر رودخانه ها، مسیل ها، پادگانه های آبرفتی و مخروط افکنه ای جوان برجای گذاشته شده است.

به طور کلی آبرفت های D در شمال تهران، از رسوبات دانه درشت و منفصل (قلوه سنگ و شن گرد شده بدون سیمان)، و در جنوب تهران از رسوبات دانه ریز (سیلت و رس) تشکیل شده است.

بررسی نهشته های آبرفتی از نظر لرزه خیزی

به منظور بررسی خطر زمین لرزه در گستره تهران، لزوم تعیین نحوه پاسخ هر منطقه در برابر امواج ناشی از زمین لرزه و مشخص کردن دوره طبیعی آبرفت، امری ضروری است. این مسأله به داشتن اطلاعاتی نظیر سرعت موج برشی در اعماق گوناگون، ضخامت رسوبها در هر ناحیه، نوع رسوب و تراکم آن و دیگر اطلاعات ژئوتکنیکی و لرزه خیزی مفید دیگر نیاز دارد.

به علت آن که نحوه پاسخ هر نوع آبرفت (به دلیل تراکم، ضخامت و غیره) نسبت به سرعت موج برشی متفاوت است، لزوم شناخت و رده بندی آبرفت در پهنه بندی گستره تهران لازم است. بر این اساس، نقشه ریز پهنه بندی شده شهر تهران بر حسب سرعت موج برشی تهیه شده است (محمدی ها، ۱۳۸۱). در این پهنه بندی چهار نوع آبرفت مشخص شده اند (شکل ۱).

آبرفت های نوع اول

این آبرفت ها تحت عنوان رده یک معرفی می شوند. سرعت موج برشی در آن ها بیش از ۷۰۰ m/s است. آبرفت های نوع اول معمولاً دانه درشتند (به طور عمده گراول و ماسه) تراکم زیادی دارند. این آبرفت ها سبب تقویت امواج نمی شوند، لذا در توسعه ساخت و ساز شهری مورد توجه قرار دارند و ساختمان های بلند مرتبه واقع بر این نوع آبرفت ها، هنگام زمین لرزه یا خطر کم تری در برابر ریزش مواجه هستند.

ذکر این مطلب ضروری است که مطالعات موجود روی آبرفت ها، به طور عمده بر اساس نهشته های سطحی (تا عمق ۳۰ متر) انجام گرفته اند. بدیهی است، حتی در مناطقی که آبرفت های نوع اول وجود دارند، با وجود ضخامت زیاد (بیش از ۱۰۰ تا ۱۵۰ متر)، پدیده تشدید (مشابه به خاک نرم) می تواند بروز کند. خوشبختانه با مطالعات انجام گرفته در سطح شهر تهران، ضخامت آبرفت نوع اول،

معمولاً کم‌تر از ۱۰۰ متر است. در شمال تهران و غرب آن معمولاً در عمق ۱۰ تا ۱۵ متری به سنگ بستر لرزه‌ای (یعنی آبرفت با تراکم بالا) برخورد می‌شود و در نواحی مرکزی و شمال شرق شهر تهران در عمق بیش‌تری (اما باز کم‌تر از ۱۰۰ متر) سنگ بستر واقع است.

آبرفت‌های نوع دوم

این آبرفت‌ها تراکم متوسط دارند و سرعت موج برشی در آن‌ها بین ۵۰۰ تا ۷۰۰ متر بر ثانیه برآورد شده است. آبرفت‌های نوع دوم به‌طور پراکنده در محدوده مرکز و جنوب شرق شهر تهران دیده می‌شوند. خاک این مناطق نسبت به آبرفت نوع اول تراکم کم‌تر و نسبت به آبرفت نوع سوم و چهارم تراکم بیش‌تری دارد و هنگام بروز زمین‌لرزه، نقش زیادی در تقویت امواج و پدیده تشدید ندارد. با وجود این، در بلندمرتبه‌سازی باید موارد ایمنی و مهندسی لرزه‌ای رعایت شوند.

آبرفت‌های نوع سوم

این آبرفت‌ها غیر از مناطقی که به‌طور پراکنده در جنوب تهران اشغال کرده‌اند، منطقه‌ای از شمال تهران (محدوده منطقه ۳ و قسمتی از منطقه ۱ شهرداری) را نیز دربرگرفته‌اند. این نوع آبرفت در مهندسی زمین‌لرزه تحت عنوان خاک غیرچسبنده (دانه‌ای) مطرح می‌شود. این مناطق نیز جزو مناطق خطر در برابر زمین‌لرزه محسوب شده‌اند که امواج در هنگام عبور از آن‌ها می‌توانند تشدید شوند (البته نه به اندازه آبرفت‌های نوع چهارم). بررسی‌های انجام گرفته در شمال تهران روی آبرفت‌های نوع سوم نشان داده‌اند که ضخامت این رسوبات در منطقه شمال تهران کم‌تر از جنوب آن است.

ذکر این مطلب ضروری است که علاوه بر ضخامت کم‌تر پهنه آبرفت‌های نوع سوم در شمال تهران، به دلیل وضعیت اقتصادی مردم و همچنین به خاطر جمعیت، ساخت و ساز شرایط متفاوتی با جنوب تهران دارد. در نتیجه، بر اثر وقوع زمین‌لرزه‌هایی با بزرگی بالا در منطقه شمال تهران، تلفات و خسارات پائین‌تری نسبت به جنوب شهر انتظار داریم (در مناطق بالا به دلیل جمعیت کم‌تر، وضع رفاهی بیش‌تر مردم و بهای بیش‌تر ساختمان و زمین، بلندمرتبه‌سازی در این مناطق معمولاً با انجام آزمایشات مکانیک خاک همراه است).

آبرفت‌های نوع چهارم

این آبرفت‌ها که در مهندسی زمین‌لرزه تحت عنوان خاک نرم (چسبنده) شناخته می‌شوند، بیش‌ترین خطر را نسبت به آبرفت‌های

قبلی دارند و در نقشه ریز پهنه‌بندی لرزه‌ای شهر تهران، به رنگ قرمز و تحت عنوان منطقه با خطر بالا در مقابل زمین‌لرزه مشخص می‌شوند. این رسوبات به دلیل نرمی زیاد (که اکثراً دانه ریزند و از رس و سیلت تشکیل یافته‌اند)، امواج لرزه‌ای را هنگام عبور از خود تقویت می‌کنند و پدیده تشدید را در خود نشان می‌دهند.

این نوع آبرفت‌ها در مناطقی از جنوب تهران، خصوصاً در جنوب غربی آن، دیده می‌شوند. این مناطق، به علت وضعیت بد اقتصادی مردم، سازه‌های ضعیف (که اکثراً قدیمی و فرسوده‌اند و بدون دزنظر گرفتن مسائل فنی و مهندسی خطرات احتمالی زمین‌لرزه بنا شده‌اند) و به دلیل تراکم بالای جمعیت، با خطر بیش‌تری روبه‌رو هستند.

معرفی گسل‌های تهران

گسل‌های گسترده تهران به سه گروه تقسیم شده‌اند (بربریان و همکاران، ۱۳۶۴):

۱. گسل‌های اصلی و لرزه‌زا (با درازای بیش از ۱۰ کیلومتر)

این نوع گسل‌ها جوان هستند و در آبرفت‌های ناحیه تهران بزرگ دیده می‌شوند. سن جوان و درازای زیاد، آن‌ها را جزو گسل‌های لرزه‌زا و خطرناک این ناحیه قرار داده است. مهم‌ترین گسل‌های اصلی و لرزه‌زای ناحیه تهران که تاکنون شناسایی شده‌اند، عبارتند از:

گسل مشا (مشاء، مشاع)

گسل فشاری مشا، گسلی است دراز، اساسی و لرزه‌زا و درازای تقریبی آن حدود ۴۰۰ کیلومتر است و از جنوب غربی شاهرود در شرق تا آلیک در غرب امتداد دارد. منطقه گسلی آن در غرب روستای مشا، به عرض ۱۰ متر و به شدت خرد شده است. در این محل، سازندهای سلطانیه، بارتوت، زاگون و لالون (پرکامبرین بالایی - کامبرین زیرین) روی آبرفت‌های جوان رانده شده‌اند.

گسل شمال تهران

راندگی شمال تهران به درازای بیش از ۷۵ کیلومتر در کوهپایه‌های شمال تهران از شرق دره لشکرک (ده‌سبو) در شمال شرقی تهران تا آبادی کاظم آباد (۲ کیلومتری شرق کلاک و شمال بزرگراه تهران-کرج) و شهر کرج در غرب تهران ادامه دارد و نزدیک‌ترین گسل زمین‌لرزه‌زا به شهر تهران است.

شیب این گسل به سمت شمال و در نقاط مختلف از ۱۰ تا ۸۰ درجه متغیر است. سازوکار آن در قسمت غربی، معکوس و در نیمه شرقی، راندگی همراه با مولفه امتداد لغز چپگرد است.

گسل نیاوران

این گسل با درازی حدود ۱۳ کیلومتر، در یک کیلومتری جنوب راندگی شمال تهران و به موازات آن از سعادت آباد و فرحزاد (شمال غربی تهران) تا نیاوران و شمال اقدسیه دیده می شود.

در قسمت شرقی، این راندگی به دو شاخه تقسیم می شود و شاخه جنوبی آن به طرف باغ کناری پیش می رود و در قسمت غربی، جهت غربی این گسل در آبرفت های جوان مخروط افکنه ای رودخانه فرحزاد ناپدید می شود.

سازوکار گسل نیاوران راندگی بوده است و قسمت شمالی (سعادت آباد، شمیران و ذراشیب) را روی فرونشست اوین، تجریش و نیاوران رانده و سبب تشکیل این فرونشست شده است. کلیه شیب های حاصل از آن به سمت شمال هستند.

گسل تلوپائین

راندگی تلوپائین به درازای ۱۳ کیلومتر و با جهت شمال غربی - جنوب شرقی در فاصله ۱/۵ کیلومتری جنوب روستای تلوپائین دیده می شود و به شکل واضحی آبراهه های موجود در سازند آبرفتی هزاردره را به صورت راستگرد بریده است. شیب آن به سمت جنوب غربی است.

گسل محمودیه

گسل محمودیه روی عکس های هوایی به صورت خطی به درازای ۱۱ کیلومتر و با جهتی شرقی - غربی در محدوده محمودیه (۲۲ کیلومتری شمال شرقی ونک) تا پایان بزرگراه شهید چمران (در برخورد با جاده شمیران) و شمال هتل استقلال دیده می شود. این گسل از نوع فشاری با شیب به سمت جنوب است و اثر آن به صورت دیواره ای ۱۰-۱۵ متری، در شمال غربی هتل استقلال دیده می شود. ادامه غربی این گسل در زیر آبرفت های درکه در شمال ونک ناپدید می شود. دنباله های شرقی آن ممکن است به گسل کوثر برسد.

گسل محمودیه مرز میان بلندی ها (تپه های محمودیه، الهیه، قیطریه و فرمانیه) در جنوب و فرونشست (اوین، تجریش و نیاوران) در شمال را تشکیل می دهد. فرونشست مذکور، به سبب حرکت این گسل پدید آمده است.

گسل های شیان و کوثر

این گسل ها در شمال تهرانپارس و شمال شیان و قنات کوثر، بر روی عکس های هوایی، به صورت دیواره ای دیده می شود. گسل

شیان با راستای شرقی - غربی و طول ۳ کیلومتر، در شمال شیان و شمال شرقی شمس آباد مجیدیه قرار گرفته و ممکن است ادامه غربی گسل کوثر باشد. گسل کوثر، گسلی کمابسی شکل و خمیده به درازای ۱۳ کیلومتر و امتداد کلی شمال غرب - جنوب شرق است. ادامه جنوب شرقی آن در نزدیکی جاده آب علی (میان سرخه حصار و جاجرود) ناپدید می شود.

هر دو گسل سازوکار راندگی دارند و شیب آن ها جنوب و جنوب غربی است. در اثر راندگی این گسل ها، آبرفت های A و B روی آبرفت های C قرار گرفته اند.

گسل شمال ری

گسل شمال ری به صورت دیواره فرسوده شده ای در نزدیکی آبادی عظیم آباد (کناره جنوبی بزرگراه ری - بهشت زهرا) با بلندی ۲ متر و جهت شرقی - غربی و درازای ۱۶/۵ کیلومتر در شمال و شمال غربی شهر ری (۱۰ کیلومتری جنوب تهران) دیده می شود. دشت پائین افتاده شهری، به سبب فعالیت این گسل تشکیل شده است. این گسل در جابه جایی سفره آب زیرزمینی دشت نیز مؤثر است. آرایش هندسی گسل فوق، سازوکار راندگی با شیب به سمت شمال را پیشنهاد می کند. در امتداد آن، سیلت های رسی کهریزک شمالی، روی آبرفت های کنونی جنوبی رانده شده اند.

گسل جنوب ری

این گسل به شکل دیواره کوتاه (۱ تا ۲ متری) و فرسوده شده ای در جنوب تپه باستانی (تپه غار) آبادی قلعه نو (در جنوب غربی شهری و ۱۴ کیلومتری جنوب تهران) که به سمت جنوب غربی امتداد دارد، دیده می شود. درازای کلی گسل جنوب ری، حدود ۱۸/۵ کیلومتر است. این گسل روی زمین دیده نمی شود، ولی آرایش هندسی آن روی زمین (پیچ و خم های گوناگون در امتداد گسل روی عکس های هوایی) نمایانگر سازوکار راندگی با شیب به سمت شمال است. در طول این گسل، سیلت های رسی کهریزک روی آبرفت های عهد حاضر رانده شده اند.

گسل کهریزک

گسل کهریزک به شکل دیواره بلندی (۱ تا ۱۰ متری) با جهت شرقی - غربی و درازای بیش از ۴۰ کیلومتر، در ۱۰ کیلومتری جنوب شهری دیده می شود. آرایش هندسی گسل روی زمین (پیچ و خم های

زیاد در خط گسل روی عکس های هوایی) نمایشگر سازوکار راندگی با شیب به سمت شمال است.

راندگی شمال تهران در شاه آباد و مزرعه بنامیه قرارداد و روی عکس های هوایی نیز دیده می شود.

گسل گرمسار

درازای این گسل از شمال ده نمک (در قسمت شرقی) تا جنوب غربی کوه سرخ و رودخانه شور (در قسمت غربی) ۷۰ کیلومتر است. جهت آن شرقی-غربی است که در شمال گرمسار، به سمت غرب خم های زیادی پیدا می کند و پس از گذشتن از دامنه کوه های تخت رستم و کوه سرخ در جنوب شرقی ورامین، به گسل پیشوا می رسد.

آرایش هندسی این گسل سازوکار راندگی با شیب به سمت شمال را پیشنهاد می کند. در جنوب کوه سرخ (جنوب خاوری ورامین) یال جنوب غربی تاقیدیس کوه سرخ، به وسیله این گسل بریده شده و سازند قرمز بالایی را روی دشت رانده است.

گسل پیشوا

گسل پیشوا گسلی است فشاری به درازای ۳۴ کیلومتر و با شیب به سمت شمال شرقی که در جنوب شرقی ورامین قرارداد. چهره گسل پیشوا مانند گسل زمین لرزه طیس است. در حال حاضر، بخشی از خانه های پیشوا روی این گسل ساخته شده اند.

گسل پارچین

این گسل در جنوب پارچین و دهانه خروجی رودخانه جاجرود به دشت ورامین، در مرز میان سازند آبرفتی هزاردره و دشت قرارداد. این گسل فشاری است و امتداد شمال غربی-جنوب شرقی دارد و شیب آن به سمت شمال است.

۲. گسل های متوسط (با درازای بین ۲ تا ۱۰ کیلومتر)

گسل های متوسط ممکن است سرچشمه که لرزه ها (لرزش هایی از پوسته زمین را که فقط به کمک اسباب های مخصوص می توان ثبت کرد) شوند. از این رو باید از ساختن ساختمان های بزرگ عمومی و مسکونی پیرامون این گسل ها خودداری کرد.

مهم ترین گسل های متوسط عبارتند از:

گسل شاه آباد (بنامیه)

درازای این گسل حدود ۲ کیلومتر است و به موازات و جنوب

گسل نارمک

روی عکس های هوایی در محدوده میان نارمک و مجیدیه، گسلی به درازای ۲/۵ کیلومتر و امتداد شرقی-غربی، در کناره تپه شیان دیده می شود.

گسل داوودیه

راندگی داوودیه به درازای دست کم ۳ کیلومتر و شاید ۵/۵ کیلومتر در شمال تپه های عباس آباد و جنوب فرونشست داوودیه قرارداد.

گسل ایوبی

این گسل با درازای حدود ۲ کیلومتر در امتداد غربی اتوبان ایوبی قرارداد که با امتداد شرقی-غربی در عکس های هوایی دیده می شود.

گسل عباس آباد

گسل عباس آباد به درازای حدود ۲ کیلومتر و با امتداد شرقی-غربی، در مرز میان خیابان های میرداماد و آپادانا قرارداد و در تپه های عباس آباد دیده می شود.

گسل های پارک جنگلی شهرداد

این گسل ها مرز میان تپه های شهرداد در غرب تهران (شمال بزرگراه تهران-کرج) و دشت مجاور هستند.

گسل باغ فیض

گسل باغ فیض به درازای ۴/۵ کیلومتر و با امتداد شمال غربی-جنوب شرقی، در بخش غربی تهران، در محدوده طرشت قرارداد.

گسل قصر فیروزه

گسلی است با امتداد شمالی غربی-جنوب شرقی در شرق تهران. درازای دقیق این گسل در حال حاضر روشن نیست.

۳. گسل های فرعی (کوتاه تر از ۲ کیلومتر)

این گسل ها به خودی خود لرزه زا نیستند، ولی به دلیل آزاد شدن انرژی الاستیکی در راستای گسل های مجاور، ممکن است دچار لغزش و جابه جایی شوند و نقطه سستی در زیرسازه به شمار آیند.



باید از ساختن سازه‌های بزرگ عمومی و مسکونی (مانند ساختمان شبکه ۲ تلویزیون بر راندگی تلویزیون)، روی این گسل‌ها خودداری کرد.

نتیجه

نتایج به دست آمده از مطالعات تکنیکی، لرزه‌خیزی تاریخی و لرزه‌خیزی قرن بیستم، هفت ناحیه را که برای لرزه‌خیزی گستره تهران اهمیت بیش تری دارند، نشان می‌دهد:

ناحیه یک: این ناحیه در امتداد گسل مشا قرار دارد. در قسمت میانی این ناحیه، یعنی محل برخورد گسل مشا با گسل شمال تهران که در واقع آغاز تغییر روند این گسل از شمال غربی - جنوب شرقی به شرقی - غربی است، یک نقطه بحرانی مشخص دیده می‌شود که تعدادی از زمین لرزه‌های این ناحیه را به خود اختصاص داده است. لازم به ذکر است که فعالیت در قسمت شرقی گسل، بیش از قسمت غربی بوده است.

ناحیه دو: دومین ناحیه‌ای که توجه را به خود جلب می‌کند، ناحیه کندوان واقع در شمال گسل کندوان (راندگی) است. وجود تعدادی زمین لرزه مشخص در شمال این گسل و روی صفحه گسلی آن، حاکی از فعال بودن این گسل است.

باشد، تا سال ۱۳۵۹ فعالیتی از خود نشان نداده بود، ولی از آن پس به طور پراکنده فعالیت‌هایی داشته است.

ناحیه شش: در جنوب اشتهارد، گسل جنوب جبارو (راندگی) فعالیت مداومی از خود نشان داده است. این زمین لرزه‌ها می‌توانند بیانگر فعال بودن این گسل باشند و احتمال وقوع یک زمین لرزه بزرگ را در این ناحیه قوت می‌بخشند.

ناحیه هفت: گسل شرق پرندک (در امتداد لغز راستگرد) در طول سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۶۱، فعالیت نسبتاً زیادی از خود نشان داده است، ولی از سال ۱۳۶۲ به بعد، فعالیت قابل ذکری نداشته است. فعال شدن این گسل نیز می‌تواند باعث بروز خطرات زیادی برای تهران شود.

گسل‌های شمال تهران، طالقان، گرمسار، پیشوا، پارچین و صرفیروزه نیز وقوع زمین لرزه‌های پراکنده‌ای را موجب شده‌اند.

ناحیه سه: این ناحیه بین دو گسل ایک (راندگی) و قسمت غربی گسل جنوب پرندک (راندگی) واقع است. این ناحیه از زمان وقوع زمین لرزه بوئین زهرا فعالیت مجدد خود را از سر گرفته و همواره فعال بوده است.

ناحیه چهار: در جنوب تهران بین سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۶۱، فعالیت بیش‌تر در این ناحیه، بین قسمت غربی گسل‌های جنوب ری و کهریزک و قسمت شمال غربی گسل رباط کریم بوده است. این درحالی است که پس از آن بین سال‌های ۱۳۶۲ تا ۱۳۶۵، فعالیت به سمت شمال، یعنی گسل شمال ری انتقال پیدا کرده است. فعالیت هرکدام از این گسل‌ها می‌تواند خطری جدی برای تهران به حساب آید.

ناحیه پنج: در شرق آتشفشان دماوند، گسل بایجان (معکوس) که احتمال می‌رود مسبب زمین لرزه ۱۳۶۲ با بزرگی $M_b = 5/4$

مطالعات کارشناسان ژاپنی

بر مبنای مطالعات کارشناسان ژاپنی، خطرناکترین گسل‌ها برای تهران، گسل‌های ری و شمال تهران هستند و در صورت بروز زمین‌لرزه ۷ ریشتری، بیش از ۱۲۰ میلیون دلار خسارت به بار خواهد آمد. این شهر، ۱۷۴ سال پیش (سال ۱۸۳۰ میلادی) در چشم‌به‌هم‌زدنی لرزید و در یک آن به کلی ویران شد. این درحالی است که براساس نتایج بررسی‌های لرزه‌خیزی، باتوجه به پتانسیل گسل مشا، زمین‌لرزه‌ای به بزرگی بیش از ۷ ریشتر، در یک دوره ۱۵۸ ساله در تهران اتفاق می‌افتد و همین نکته، به مسأله ابعادی نگران‌کننده می‌بخشد.

همچنین در گزارش این مؤسسه آمده است: باتوجه به تراکم غیریکنواخت جمعیت در شهر تهران، آسیب‌پذیری در مناطق پرتراکم ۲۴ درصد جمعیت در ۵۲ درصد مساحت در مناطق شمالی شهر و ۲۷ درصد دیگر تنها در ۱۱ درصد مساحت در منطقه جنوب غربی و ۴۹ درصد باقی‌مانده در ۳۷ درصد مساحت در مرکز و جنوب شرقی و شرق ساکن هستند. بخش غربی تهران با تراکم ۴۰ هزار نفر در کیلومتر مربع، ضعیف‌ترین استانداردهای خانه‌سازی و تأسیسات شهری، آسیب‌پذیرترین منطقه شهر تهران را دارد.

علاوه بر این، نتایج مطالعات کارشناسان ژاپنی حکایت از آن دارد که در صورت بروز چنین زمین‌لرزه‌ای، عمق فاجعه چنان عظیم خواهد بود که یکی از مخرب‌ترین فجایع تاریخ را رقم خواهد زد. ضمناً نشان می‌دهد که آسیب‌پذیری شهر تهران ۵۵ درصد است.

براساس این مطالعات، هنگام وقوع زمین‌لرزه، تنها در منطقه گسل ری با زمین‌لرزه ۶/۷ ریشتر، ۴۸۳ هزار ساختمان تخریب و ۳۸۳ هزار نفر کشته می‌شوند و در منطقه گسل شمال تهران، ۳۱۳ هزار ساختمان تخریب می‌شوند و ۱۲۶ هزار نفر جان می‌بازند. در گسل مشا نیز ۱۱۳ هزار ساختمان تخریب و ۱۲۰ هزار نفر کشته می‌شوند.

چنانچه گسل شمال تهران فعال شود، شدت زمین‌لرزه در مناطق شمالی که ساختمان‌های آسیب‌پذیر در آنجا غالب نیستند، شدید خواهد بود. در این مناطق، درصد ساختمان‌های آسیب‌دیده، در بخش‌های جنوبی شهر، کم‌تر از ۳۰ درصد برآورد می‌شود. تفاوت میزان آسیب‌های وارده بین مناطق شمالی و جنوبی شهر، به بزرگی آنچه در الگوی گسل ری انتظار می‌رود، نیست. درصد تلفات در مناطق شمال شهر، در مناطق ۱ تا ۵ زیاد و در حدود ۳ درصد و در مناطق جنوبی نسبتاً کم و در حدود ۱ درصد خواهد بود.

باتوجه به این که در منطقه مورد مطالعه، غالب گسل‌ها از نوع رانندگی هستند و از نظر زمین‌ساختی سیستم فشاری بر منطقه حاکم است، فعال شدن این گونه گسل‌ها می‌تواند خطرات جدی تری را نسبت به گسل‌های عادی و امتداد لغز در پی داشته باشد.

باتوجه به اهمیت تهران از نظر اجتماعی، سیاسی و اقتصادی، پیشنهاد می‌شود که با نصب شبکه‌های جدید و پیشرفته در اطراف شهر، تمام این نواحی که در مقاله ذکر شده‌اند، مورد مطالعه دقیق‌تر قرار گیرند، تا شاید بتوان با کنترل مداوم گسل‌های لرزه‌زا و اصلی این منطقه و داشتن اطلاعات کافی از فعالیت آن‌ها، از بروز یک فاجعه بزرگ جلوگیری کرد.

در ضمن، برای کاهش خسارات ناشی از زمین‌لرزه، مقاوم‌سازی و استفاده از مصالح استاندارد با رعایت آیین‌نامه ۲۸۰۰ (از سال ۱۳۶۳ آیین‌نامه استاندارد به منظور مقاوم‌سازی در برابر زمین‌لرزه تصویب شد و ویرایش جدیدی نیز در سال ۱۳۷۹ روی آن صورت گرفت که به آیین‌نامه ۲۸۰۰ معروف است) برای ساخت بناهای مسکونی و تجاری پیشنهاد می‌شود.

* عضو هیأت علمی گروه زمین‌شناسی دانشگاه شهید بهشتی
** عضو هیأت علمی گروه زمین‌شناسی پژوهشکده علوم پایه کاربردی دانشگاه شهید بهشتی

منابع

۱. آژانس همکاری‌های بین‌المللی ژاپن، مطالعات ریز بهمه‌بندی لرزه‌ای تهران بزرگ (۱۳۸۰) شهرداری تهران
۲. بریریان، م. م. قرشی، م. ارژنگ روشن، ب. و مهاجر اشجعی، الف. پژوهش و بررسی ژرف‌نوی زمین‌ساخت، لرزه‌زمین‌ساخت و خطر زمین‌لرزه گسلش در گستره تهران و پیرامون. سازمان زمین‌شناسی کشور. گزارش شماره ۵۶/۱۳۴۴.
۳. پورکرماتی، م. و آرنی، م. سایزوتکنیک. مهندسین مشاور درآب. ۱۳۷۶.
۴. خدیوی دهبلی، ش. الگوی لرزه‌زمین‌ساختی پهنه شمال تهران (گستره گسل‌های شمال تهران و مشاء). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی. واحد تهران شمال. ۱۳۸۱.
۵. رضایی، م. شهر، روزنامه همشهری. ۱۳۸۱.
۶. عبدالوهابی کیلانی، ک. بررسی لرزه‌زمین‌ساخت تهران با به‌کارگیری داده‌های پروژ ۱۹۸۶-۱۹۷۶، شبکه لرزه‌نگاری تهران و ایلوا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید بهشتی. ۱۳۷۷.
۷. محمدی‌ها، ش. ریزه‌بندی لرزه‌ای شهر تهران براساس مطالعه رسوبات آبرفتی در برابر امواج لرزه‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی. واحد تهران شمال. ۱۳۸۱.
۸. تقییان، و. بررسی چینه‌شناسی نهشته‌های رسوبی کواترنر تهران و برآورد پارامترهای ژئوتکنیکی آن. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید بهشتی. ۱۳۷۵.