



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

گزارش

فروریزش خیابان مولوی مورخه ۱۳۹۶/۱۲/۶



به کوشش:

اعضای بخش زلزله شناسی مهندسی و خطر پذیری

۱۳۹۶/۱۲/۶

فهرست

۳	مقدمه.....
۴	۱- موقعیت نقطه فروریزش زمین و معرفی حادثه.....
۶	۲- خسارت های وارده.....
۷	۳- اقدامات صورت گرفته.....
۱۰	۴- علت حادثه.....

پیوستها:

گزارش مقدماتی حادثه فروریزش زمین در میدان قیام تهران

گزارش مقدماتی حادثه فروریزش زمین در خیابان مولوی تهران

گزارش بیمارستان شهید اکبر آبادی خیابان مولوی تهران

۸۵ جمع بندی و نتیجه گیری کلی.....

مقدمه

براساس اطلاعات دریافتی، مشخص گردید که در اوایل روز ۶ اسفند ماه، در خیابان مولوی تهران، برای بار دیگر، فروریزش زمین اتفاق افتاده است. اکیپ کارشناسی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، به محض اطلاع، به منطقه اعزام و شروع به بررسی ابعاد حادثه و مصاحبه با شاهدان و مسئولان حاضر در محل نمود.

گزارش فوری حاضر، نتیجه بررسی های اولیه بعمل آمده از این حادثه می باشد که با هدف مستند نمودن حوادثی از این قبیل توسط بخش زلزله شناسی مهندسی و خطر پذیری تهیه می گردد.

لازم به ذکر است که با حفاری های زیر سطحی، آب شستگی ها، ارتعاشات محیطی شدید، ریسک فروریزش زمین در گستره تهران بمراتب بالاتر رفته است که این امر در مسیر قنوات و یا در مجاورت با حفاری های زیر سطحی و بویژه حفاری مترو و نیز در اثر نشتی آب از لوله های آب، تشدید می گردد.

در مسیر خیابان مولوی که فروریزش روز ۶ اسفند ماه ۱۳۹۶ رخ داد، در میدان قیام، در خیابان مولوی به سمت میدان محمدیه، پیشتر، فروریزش های بزرگی رخ داده است که در فروریزش میدان قیام همراه با تلفات جانی نیز بوده است. در همین خیابان، در بهار امسال (سال ۱۳۹۶)، بخش زلزله شناسی و خطرپذیری مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، فرونشست زمین ساختمان بیمارستان شهید اکبرآبادی را طی گزارشی منتشر کرد که بنظر کارشناسان مرکز، در اثر حفاری های مترو حاصل شده بود.

با توجه به رخداد مجدد فروریزش زمین در خیابان مولوی تهران، که عمده بخش های تجاری تهران نیز در مجاورت این ناحیه قرار گرفته است، ضرورت دارد تا محدوده های احتمالی خطر فروریزش در شهر تهران شناسائی و اقدامات پیش گیرانه ای در این خصوص صورت گیرد. مجددا تاکید می گردد که فقط در امتداد خیابان مولوی شهر تهران، پیش از این حادثه، سه فروریزش عمده که توسط اکیپ های کارشناسی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی مستند سازی شده و گزارش کارشناسی آن ها تهیه و به مسئولین مرتبط ارسال گردیده، اتفاق افتاده است. امتداد خیابان های شرقی - غربی تهران در منطقه ۱۲، که در برگیرنده بافت قدیمی و مراکز تجاری و بازار تهران نیز است، بیشترین تلاقی را با مسیر عبور قنوات دارند، عمده رشته قنوات تهران به سمت جنوبی منطقه ۱۲ و شهر ری همگرا می شوند و لذا اثر آب های زیر سطحی بر عدم پایداری زمین در این پهنه کاملا نمایان است. از سوی دیگر حفاری خط ۷ مترو که احتمالا با انسداد مسیر قنوات همراه می شود، ارتعاشات محیطی، فشار منفی ایجاد شده در اثر حفاری مترو و حرکت آب های زیر سطحی بسمت تونل مترو و مواردی از این قبیل، ریسک فروریزش های شهر تهران شایان توجه جدی قرار داده و لازم است که مطالعات فاز شناخت دقیق، اجرای اقدامات پایش و مونیتریگ و پیشگیرانه حتما به مورد اجرا گذارده شوند. شناخت قنوات و رعایت حرائم آنها نیز از جمله اقدامات مورد توصیه این گزارش می باشد.

فروریزش خیابان مولوی ۱۳۹۶/۱۲/۶

۱- موقعیت نقطه فروریزش زمین و معرفی حادثه

روز یکشنبه مورخ ۶ اسفندماه سال ۱۳۹۶، فروریزش دیگری در امتداد خیابان مولوی رخ داد. مختصات نقطه فروریزش دارای طول ۵۱.۴۲۷ و عرض ۳۵.۶۶۹ درجه جغرافیائی و به ارتفاع ۱۱۳۵ متر از سطح دریا می باشد. این نقطه از میدان محمدیه (میدان اعدام سابق) حدود ۹۸۵ متر فاصله داشته و در شرق آن در خیابان مولوی قرار دارد. همچنین محل فروریزش در ۸۹۵ متری غرب میدان قیام و ۲۴۰ متری غرب چهارراه مولوی واقع می گردد (شکل ۱). محل نقطه فروریزش ضلع جنوبی خیابان مولوی و در مقابل بیمارستان شهید اکبرآبادی می باشد.

بر اساس مصاحبه های محلی، زمان وقوع فروریزش حدود ساعت ۸ صبح روز یکشنبه بوده و زمان اطلاع به آتش نشانی که در سامانه آن سازمان ثبت شده است ساعت ۸:۵۹ دقیقه می باشد. ابعاد حفره ایجاد شده در سطح زمین و در خط ویژه خیابان مولوی (مسیر مخصوص تردد خط واحد و BRT) واقع در سمت جنوبی خیابان مولوی، حدود ۵ متر طول و ۳ تا ۴ متر عرض می باشد. عمق حفره ایجاد شده هم حدود ۴ متر برآورد گردیده است. سطح ریزش بخشی از پیاده رو و نیز بخشی از مسیر خیابان یک طرف مولوی را تحت تاثیر قرار داده است (شکل ۲).

مشاهدات میدانی نشان می دهد که سطح پیاده رو در جنب ورودی بیمارستان زنان و زایمان شهید اکبر آبادی بدلیل داشتن موزائیک و لایه زیر سازی شده بتنی، با وجود آن که زیر آن در اثر آب شستگی، خالی شده، ریزش نکرده است که در غیر اینصورت، ابعاد نمایان حفره بیشتر از ۴*۵ متر می گردید (شکل ۳).



شکل ۱- موقعیت فروریزش زمین (مورخه ۱۳۹۶/۱۲/۶) در خیابان مولوی



شکل ۲- ابعاد حفره و شعاع تاثیر آن در ضلع جنوبی خیابان مولوی (عکس از حسن شیروانی / میزان)



شکل ۳- ابعاد حفره و فضای خالی زیر موزائیک کاری پیاده رو ضلع جنوبی خیابان مولوی (عکس اکیپ مرکز ۹۶/۱۲/۶)

۲- خسارت های وارده

در اثر فروریزش صورت گرفته، فونداسیون تیر کنترل ترافیک واقع در محل نقطه فروریزش، سقوط کرده و تیر مذکور پایداری خود را از دست داد که در نهایت از محل برداشته شد (شکل ۴).



خبرگزاری ایستنا، عکس از امیر خلوصی

شکل ۴- تیر کنترل ترافیک آسیب دیده در اثر فروریزش زمین

همچنین زیر یک درختچه پیاده رو خالی گردید که ماموران مجبور شدند درختچه را نیز از محل بر دارند (شکل ۵).



شکل ۵- درختچه از جا کنده شده در اثر فروریزش زمین واقع در مسیر پیاده رو جنوبی خیابان مولوی (عکس اکیب مرکز)

در اثر این حادثه، آب بیمارستان شهید اکبرآبادی بمدت چند ساعت قطع بوده که از منبع تغذیه آب بیمارستان بعنوان منبع ذخیره آب استفاده گردید. نکته فنی در این رابطه، بر اساس مصاحبه محلی با مدیر بیمارستان در روز حادثه، بعنوان تجربه، شایان ذکر است، عدم توان پمپاژ آب، توسط تانکرهای آب رسان به منبع آب بیمارستان در ارتفاع حدود ۳۰ متری بود. لازم به ذکر است که این مشکل، با اتصال لوله آب قطع شده بیمارستان، در ساعات اولیه حادثه، مرتفع گردید.

در اثر رخداد فروریزش زمین در جوار بیمارستان اکبرآبادی، که خود این بیمارستان پیشتر از این، در اثر فرونشست حاصل از حفاری مترو دچار خسارت های قابل ملاحظه شده است، لوله آب بیمارستان (لوله چدنی و قدیمی) شکست و آب بیمارستان قطع گردید.

خسارت وارده به سطح پیاده رو و خیابان، مشکلات ترافیکی ناشی از آن و ناامنی روانی ساکنین منطقه را نیز می توان از آثار زیانبار این حادثه قلمداد نمود. در این حادثه خوشبختانه آسیب و تلفات جانی رخ نداده است.

۳- اقدامات صورت گرفته

پس از رخداد حادثه (فروریزش زمین در خیابان مولوی در ضلع شمالی بیمارستان شهید اکبرآبادی)، ماموران و مسئولان شهرداری، آتش نشانی و کلانتری ۱۱۶ و پلیس راهور در منطقه حضور پیدا کردند. حصار کارگاهی اطراف حفره ایجاد شده که پیاده رو و ضلع جنوبی خیابان مولوی (مسیر عبور اتوبوس های خط واحد، خیابان مولوی در مسیر شرق به غرب، یکطرفه است) را در بر می گرفت، کشیده شد. لازم به ذکر است که در اثر این حادثه مشکل ترافیکی بوجود آمد، اما خیابان بطور کامل مسدود نگردید و تردد در مسیر شرق به غرب برای خودروهای عبوری صورت می گرفت (شکل ۴). محدوده حصار کارگاهی، بر شمالی بیمارستان اکبرآبادی بطول تقریبی ۱۰۰ متر (مابین خیابان شهید بوربور در شرق بیمارستان و خیابان رئیس عبداللهی در غرب آن) از پیاده رو و ضلع جنوبی خیابان مولوی را در بر می گرفت.

پس از مرحله ایمن سازی که تا ساعت ۱۰ صبح روز حادثه ادامه داشت (توسط ماموران شهرداری و ماموران پلیس برای کنترل ترافیک)، محدوده فروریزش برای تعمیر خطوط آب، در اختیار ماموران شرکت آب و فاضلاب تهران قرار گرفت. عملیات وصل انشعاب آب بیمارستان و جایگزینی لوله اصلی آب بیمارستان تا ساعت ۱۳ زمان برد. در همین جا لازم به ذکر است که حسب گفته کارشناس شرکت آب و فاضلاب حاضر در محل در مصاحبه میدانی با کارشناسان بازدید کننده این مرکز، خطوط لوله آب موجود در این محدوده و مناطق اطراف آن (زون فروریزش در منطقه ۱۲ شهر تهران واقع شده است) دارای قدمت بالا و در برخی مناطق سن آنها به بیش از ۵۰ سال می رسد. یکی از مشکلات عمده شبکه آب این منطقه نشی و قطعی های مکرر آب به دلیل فرسودگی لوله ها که اغلب فلزی هم هستند می باشد. لوله انشعاب آب بیمارستان که در این حادثه شکسته شده بود نیز لوله چدنی بوده که با لوله پلی اتیلنی جایگزین گردید. در محدوده

فروریزش شده، مجموعه ای از خطوط و لوله های گاز، مخابرات و برق نیز وجود داشت. همچنین در عکس های اکیپ این مرکز لوله ی فلزی خم شده ای نیز مشاهده می گردد (شکل ۷)



شکل ۶- حصار کارگاهی اطراف محدوده فروریزشی (عکس از حسن شیروانی / میزان)



شکل ۷- لوله ها و خطوط موجود در محدوده زون فروریزشی خیابان مولوی ۱۳۹۶/۱۲/۶ (لوله خمیده فلزی در شکل دیده می شود)

در نهایت، اقدامات خاکریزی بلافاصله پس از ترمیم لوله آب بیمارستان صورت گرفت که در شکل های ۸ و ۹ نمونه خاک و نحوه خاکریزی نشان داده شده است.



شکل ۸- نوع دانه بندی خاک و نحوه خاکریزی حفره ایجاد شده



شکل ۹- پر کردن حفره ناشی از فروریزش زمین با استفاده از لودر

۴- علت حادثه

براساس بازدیدهای میدانی و مصاحبه های بعمل آمده، از شب قبل حادثه (فروریزش این ناحیه در حوالی ساعت ۸ صبح روز ۶ اسفند رخ داده است)، از سقف کارگاه زیرزمینی ایستگاه مترو ۱۷ در مجاورت نقطه فروریزش، آب زیادی چکه می کرده است که مسئولین کارگاه مترو بخاطر نگرانی از اتصال برق و مشکلات ناشی از آن برق کارگاه را قطع می کنند. ورود آب از سقف کارگاه تا صبح روز بعد هم ادامه داشته است. این مطلب نشان دهنده آنست که لوله آب بیمارستان اکبرآبادی از شب قبل حادثه شکسته شده و نشتی شدیدی را داشته است.

حفره ایجاد شده در زیر موزائیک های پیاده روی خیابان مولوی، جنب بیمارستان (ضلع جنوبی خیابان مولوی)، اثرات فرار دانه بندی خاک و آب شستگی را نشان می داد که معرف اثر موضعی فشار آب لوله کشی می باشد. بنابراین می تواند استنتاج کرد که نشت شدید آب ابعاد حفره بزرگتر و با توجه به نزدیکی روباره حفره به سطح زمین، در صبحگاه روز ۶ اسفند، فروریزش ناگهانی رخ می دهد که البته در کف خیابان ترک های متعددی نیز بوضوح دیده می شود(شکل ۱۰).



شکل ۱۰- ترک های متعدد مشاهده شده در کف خیابان در مجاورت نقطه فروریزش زمین

نکته قابل توجه که در تحقیق علت ماجرا وجود دارد اینست که اگر فرض شود که آب شستگی ناشی از شکست لوله فلزی آب بیمارستان اکبرآبادی موجب ایجاد حفره و در نتیجه فروریزش زمین شده است، در آن صورت چه عواملی ممکن است در شکستن لوله آب بیمارستان نقش داشته باشند؟، بنظر می رسد، با توجه به خاک منطقه که از نوع نهشته های با چسبندگی ضعیف می باشد و بررسی گمانه های نزدیک به محل نیز چنین خصوصیتی مشاهده می گردد(گزارش های فروریزش های مسیر خیابان مولوی که پیشتر رخ داده و در آنها به گمانه های ژئوتکنیکی نیز اشاره شده است) پتانسیل نشست زمین در این ناحیه از طرفی بالا است، از طرف دیگر وجود نهرها زیرسطحی، قنوات نیز محدوده را تحت تاثیر ممتد نیز قرار داده است، همچنین اثر عبور و مرور اتوبوس ها و خطوط BRT و کامیون های سنگین و نیز حفاری

مترو در این مسیر، بطور جمعی دست در دست هم داده و زون هایی را بطور موضعی مستعد فروریزش می کند. نقطه فروریزش جنب بیمارستان اکبر آبادی نیز یکی از این نقاط است.

باید ذکر نمود که علاوه بر فروریزش رخ داده در این نقطه، ساختمان بخش شمال شرقی بیمارستان اکبرآبادی در اثر حفاری کارگاه مترو (موقعیت کارگاه ایستگاه مترو ۱۷ در خ شهید بوروبور و جنب خ مولوی می باشد) خود مواجه با ترک های متعدد شده و تخلیه گردیده است.

همچنین در این مسیر در میدان قیام فروریزش رخ داده منجر به کشته شدن یک مامور آتش نشانی و یک نفر کارگر گردید. علاوه بر آن در مجاورت خیابان مولوی به سمت میدان محمدیه فروریزش مهبیی رخ داده که در جوار ساختمان مسکونی با جمعیت ساکن در حدود ۵۰ نفر مرز گسترش فروریزش متوقف گردید که خوشبختانه منجر به تلفات جانی نگردید.

گزارش این سه حادثه همراه مطالبی که در خصوص فروریزش مورخه ۱۳۹۶/۱۲/۶ خیابان مولوی ذکر گردید در ادامه بصورت پیوست آورده شده است تا بتوان با نگرشی بر مجموعه آنها به مجموعه ای از تصمیمات جدی در خصوص اقدامات پیشگیرانه نائل آمد.

به نام خدا



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

گزارش مقدماتی حادثه فروریزش زمین در میدان قیام تهران

(حادثه ۱۳۹۵/۷/۱۶ ساعت ۱۳:۲۵)



۱۳۹۵/۷/۱۸

چکیده

در اثر فروریزش بوجود آمده در ضلع شرقی میدان قیام تهران، گودالی با عمق حداقل ۵ متر، در نزدیکی خط مترو ۷ ایجاد گردید که موجب سقوط یک کارگر و مصدومیت آن گردید. این حادثه حدود ساعت ۱۳:۲۵ روز جمعه شانزدهم مهر سال نود و پنج رخ داد که به منظور جلوگیری از صدمات احتمالی اقدامات احتیاطی صورت گرفت و منطقه‌ای به وسعت ۲۰۸۳۰ متر مربع محصور گردید.

منطقه رخداده سانحه، از سویی در نزدیکی خط ۷ مترو تهران قرار گرفته است و این خط در دست احداث بوده و عملیات حفاری در این خط در حال انجام است. از سوی دیگر، محل رخداده سانحه به شبکه قنوات محلی بسیار نزدیک است. باید توجه داشت دستکاری در مسیر قنات یا حتی وجود قنات می‌تواند سبب تغییر در سیستم طبیعی زمین و مدل هیدرولیکی آب‌های زیرزمینی منطقه شده و موجب ریزش دیواره چاه یا مسیر ارتباطی بین رشته قنات گردیده و در نتیجه فروریزش سطحی را موجب شود. همچنین جنس خاک این منطقه بر اساس اطلاعات موجود با درصد بیشتری از ماسه و نهشته‌هایی با قدرت چسبندگی ضعیف می‌باشد که این امر امکان فروریزش‌ها را در صورت وجود سایر شرایط تشدید می‌کند.

ساختمان‌های موجود در اطراف نقطه فروریزشی در کناره‌های میدان قیام، بیشتر از نوع ساختمان‌های بنائی و فاقد اسکلت و با قدمت بالا می‌باشند. فروریزش‌هایی نظیر آنچه که در این میدان اتفاق افتاد، می‌تواند اثرات نامطلوبی بر ساختمان‌های محدوده داشته باشد که لازم است تمهیدات لازم اتخاذ گردد.

میدان قیام مسیر پرتردد ترافیکی است که در اغلب اوقات روز، تردد خودرو در آن به دلیل نزدیکی با مراکز عمده تجاری شهر تهران، زیاد می‌باشد. در ایام خاص، نظیر ایام محرم که دسته جات عزاداری هم در سطح شهر مشغول عزاداری می‌باشند، رخداده فروریزش، موجب ایجاد ترافیک سنگین و قفل شدن تردد می‌گردد. همراه این موارد، ریسک تلفات جانی هم در چنین شرایطی بالا می‌رود. در حادثه فروریزش میدان قیام تهران که در روز شانزدهم مهرماه سال ۱۳۹۵ مصادف با ششم محرم ۱۴۳۸ قمری به وقوع پیوست، خوشبختانه تلفات جانی گزارش نشد ولیکن این امر هشدار جدی برای جدیت بیشتر در مورد عواقب بی‌توجهی به این پدیده را گوشزد می‌نماید.

در هر حال آنچه در میدان قیام تهران رخ داد، سانحه‌ای کوچک و بیانگر اثر مخرب فروچاله‌ی ایجاد شده در یک مقیاس خیلی کوچک است که می‌تواند هشدار دیگری باشد بر این مهم که:

امر ریسک فرونشست و فروچاله‌ها و اثرات آن‌ها را بر ساختمان‌ها، محیط‌های شهری و جاده‌ها و اتوبان‌ها و شریان‌های حیاتی باید به طور جدی در برنامه‌های عمرانی مورد توجه قرار گرفته و اهمیت ویژه به آن‌ها داده شود.

۱- مقدمه

رخداد مخاطرات طبیعی و یا انسان‌ساز، گرچه با تلفات و خسارت‌های قابل ملاحظه‌ای در کشور ما همراه است اما از جنبه‌های مختلفی می‌تواند درس آموز باشد و هشداری برای آمادگی و پیشگیری تلقی گردد. عکس‌العمل و واکنش‌های سطوح مدیریتی و سطوح اجتماعی در خصوص این وقایع، تابعی از شدت و اثرگذاری این بحران‌هاست که متأسفانه پس از مدتی به بوته فراموشی سپرده می‌شود و درس‌ها و تجربیاتی که لازم است پس از وقوع رخداد‌های کوچک و بزرگ آموخته شود، نادیده گرفته می‌شود و در نتیجه آن، آمادگی‌های لازم در برابر بحران‌های با ابعاد وسیع‌تر ازدست می‌رود.

از نقاط ضعف دیگر در مواجهه با این بحران‌ها، می‌توان به عدم مستندسازی منظم و کامل این رخدادها اشاره نمود که مانع استفاده درست از درس‌ها و نقاط ضعف و قوت رخدادها از نظر نکات فنی، مهندسی و مدیریتی درآینده می‌گردد.

علت اصلی نگارش این گزارش، وقوع سانحه مهم در محیط شهری و تاثیرپذیری شریان‌های حیاتی و المان‌های شهری و ساختمان‌ها و تلفات احتمالی جانی، ناشی از این حادثه است که به دلیل اهمیت زیاد آن، در جای خود نیاز به مستندسازی دارد. از سوی دیگر، به دلیل رخداد مخاطره مهم و تهدیدکننده‌ای تحت عنوان فرونشست و فروریزش زمین می‌باشد که این بار پس از فروریزش زمین در شهران و خیابان پیامبر تهران در نزدیکی خط ۷ مترو و در ضلع شرقی میدان قیام در منطقه ۱۲ شهر تهران به وقوع پیوست که می‌تواند زنگ خطری مجددی برای مسئولین شهری باشد.

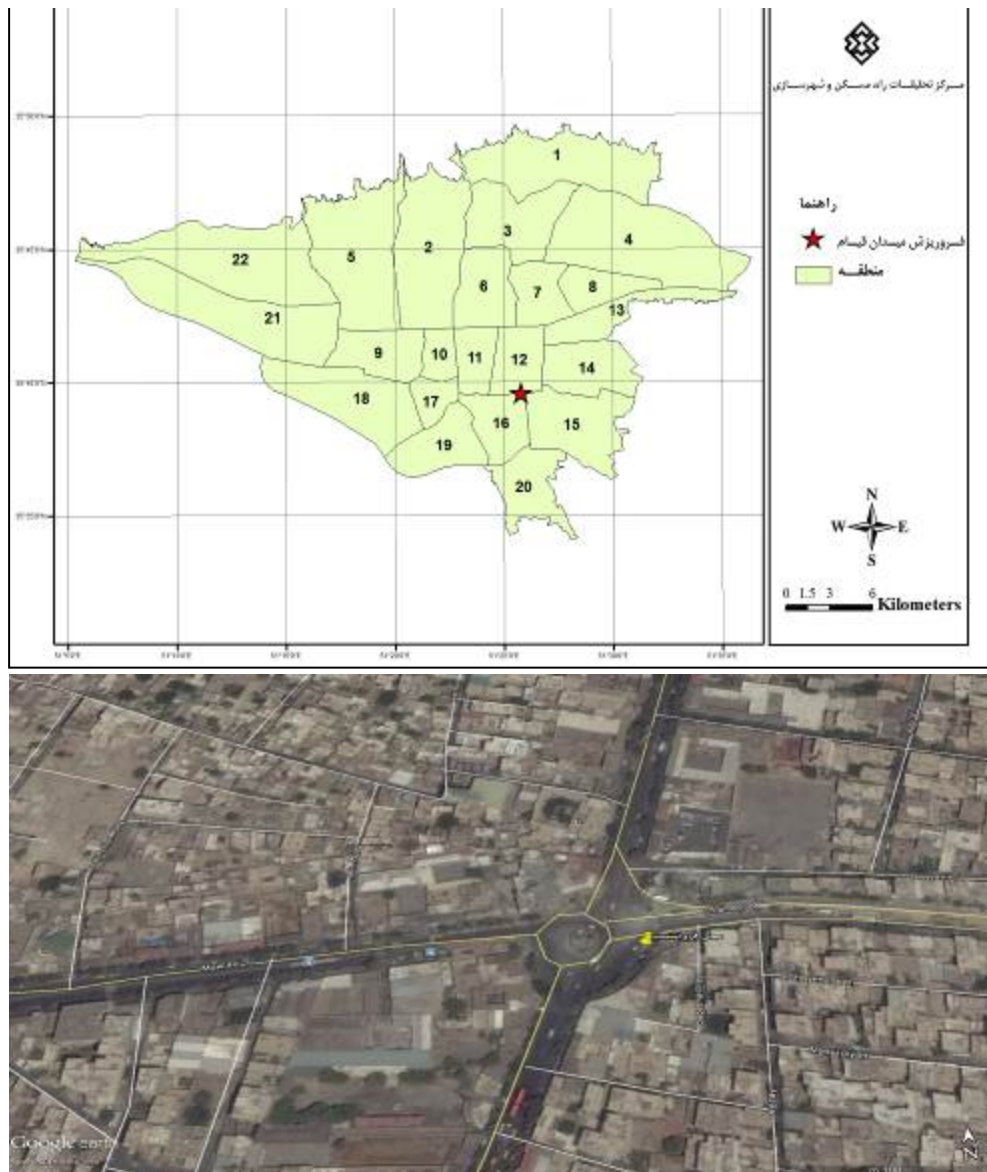
فرونشست زمین و پدیداری فروچال‌ها در چندین ناحیه و منطقه کشور مشاهده می‌گردد و اگر در خصوص تحلیل ریسک و کاهش ریسک فرونشست زمین اقدامی به عمل نیاید، امکان بروز چنین حوادثی در مسیر سامانه‌های حمل و نقل نظیر راه‌آهن، بزرگراه‌ها، لوله‌های قطور انتقال بنزین و سوخت، مجتمع‌های نفتی و پتروشیمی و مراکز شهری و جمعیتی بسیار محتمل است که می‌تواند منجر به خسارت‌های جبران ناپذیری گردد.

بررسی توانمندی‌های مدیریت بحران و سرعت عکس‌العمل در برابر حادثه کوچک رخ داده، درس‌های گرانبهائی از نحوه مدیریت و مقابله و ظرفیت و پتانسیل‌های موجود مدیریت بحران و مدیریت شهری را فراهم می‌نماید و بیانگر میزان آمادگی در مقابل رخداد مخاطرات طبیعی سترگ احتمالی نظیر زلزله شهر تهران، اثرات فرونشست زمین در مناطق شهری است. به عبارت بهتر، نحوه مدیریت این حوادث نشان می‌دهد، چقدر در برابر وقوع این بحران‌ها آمادگی وجود دارد.

همانگونه که ذکر گردید، گزارش حاضر با هدف مستندسازی و در روزهای اول رخداد سانحه بر مبنای اطلاعات منتشر شده و نیز بازدید میدانی تهیه گردیده و قطعاً در فرصت‌های زمانی مناسب‌تر می‌توان گزارش‌های کارشناسانه مبسوط-تری را ارائه نمود و از میزان دقیق خسارت‌ها و تلفات جانی با قاطعیت بیشتری صحبت نمود. در هر حال امید است مطالعه این نوشتار برای مدیران ارشد و کارشناسان مرتبط مفید واقع گردد.

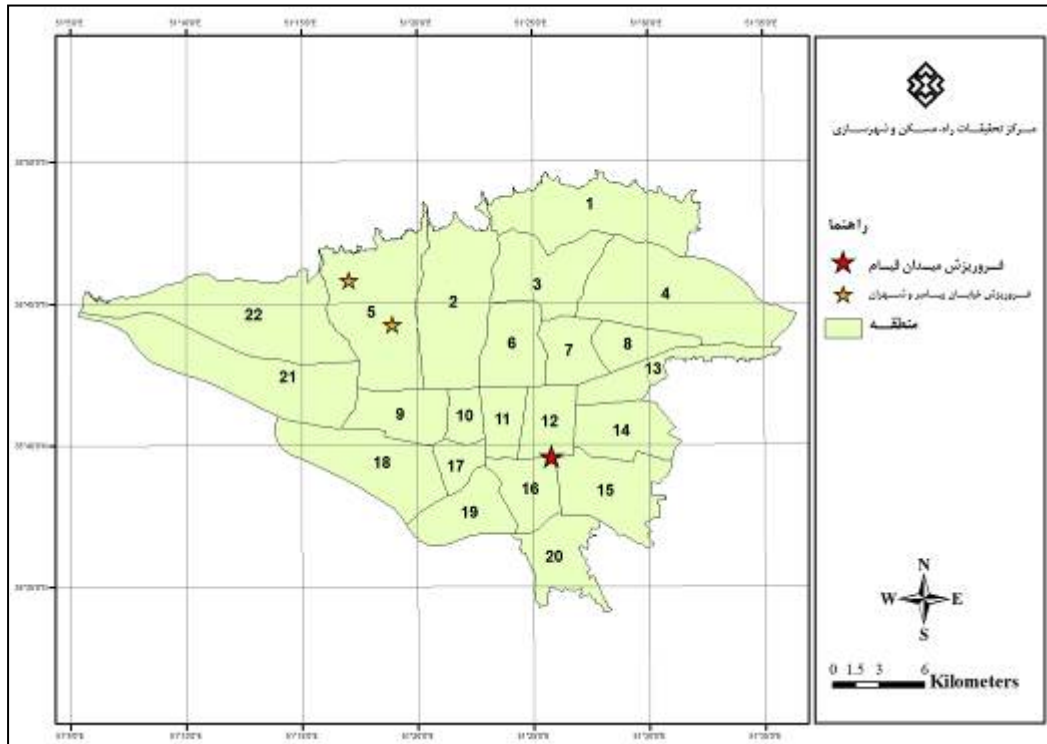
۲- موقعیت حادثه

محل رخداد فروریزش در میدان قیام، و در منطقه ۱۲ شهرداری تهران و در نزدیکی تونل مترو خط ۷ تهران بوده است. این حادثه در ساعت ۱۳:۲۵ روز جمعه شانزدهم مهر سال نود و پنج رخ داد. در این حادثه، تغییر حالت آسفالت در ضلع شرقی میدان قیام گردید. محدوده رخداد سانحه، به ارتفاع تقریبی ۱۱۴۰ متری از سطح دریا و با مختصات، طول جغرافیایی $۵۱^{\circ}۴۳'$ درجه و عرض جغرافیایی $۳۵^{\circ}۶۶'$ درجه می‌باشد (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲- نقشه موقعیت محل فروریزش زمین

در شکل ۲-۲، موقعیت فروریزش زمین در منطقه دوازده شهر تهران و فروریزش خیابان پیامبر و شهران نشان داده شده است. همانطوری که در شکل ۲-۲ ملاحظه می‌گردد، حادثه فروریزش شهران و خیابان پیامبر در منطقه ۵ شهر تهران می‌باشد که فاصله آن از فروریزش خیابان پیامبر حدود ۱۳/۵ کیلومتر می‌باشد. در جدول ۱-۲ مشخصات کلی فروریزش میدان قیام در مقایسه با حادثه شهران و خیابان پیامبر آورده شده است.



شکل ۲-۲- نقشه موقعیت محل فروریزش زمین در میدان قیام، شهران و خیابان پیامبر

جدول ۱-۲- مشخصات کلی حادثه و مقایسه آن با حادثه شهران و خیابان پیامبر

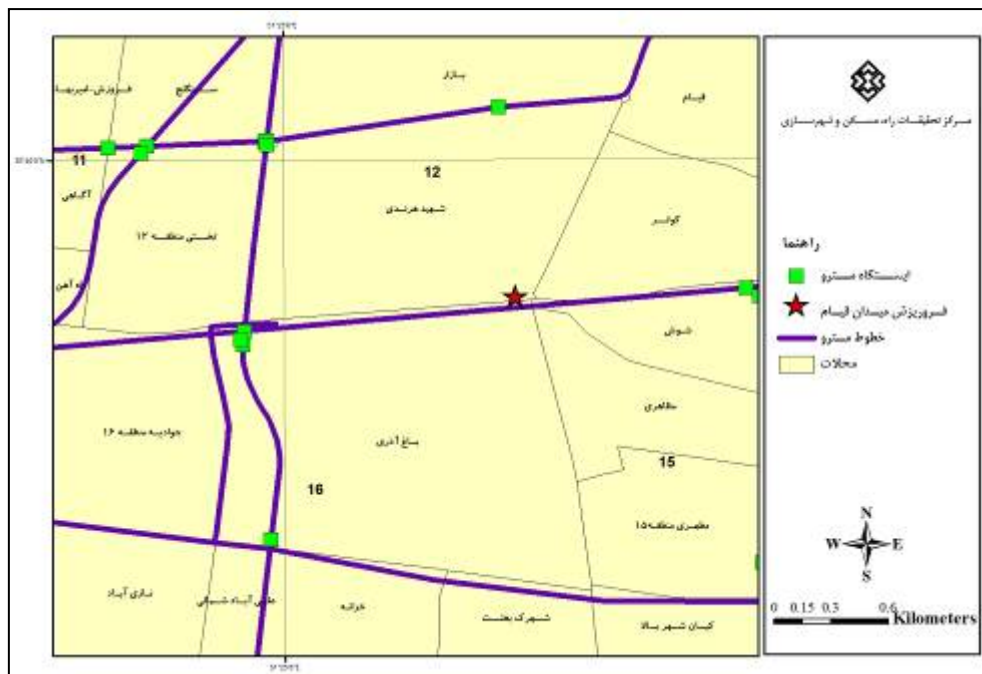
مختصات محل حادثه	ارتفاع منطقه از سطح دریا	طول حفره	عرض حفره	عمق حفره	منطقه تحت تاثیر
فروریزش خیابان پیامبر طول: ۵۱.۳۱۵۲ عرض: ۳۵.۷۳۷۷	۱۳۳۵ متر	۸ متر	۵ متر	حدود ۵ تا ۸ متر	منطقه ۵ شهر تهران - محله باغ فیض
فروریزش شهران طول: ۵۱.۲۸۴۰ عرض: ۳۵.۷۶۴۰	۱۴۳۰ متر	۲۷ متر	۱۵ متر	۱۵ متر	منطقه ۵ شهر تهران - محله شهران شمالی
فروریزش میدان قیام طول: ۵۱°۲۶' عرض: ۳۵°۴۰'	حدود ۱۱۴۰ متر	قطر حدود ۲۰ متر		حدود ۵ متر	منطقه ۱۲ شهر تهران - محله شهید هرنیدی

۳- المان‌های شهری در محل حادثه

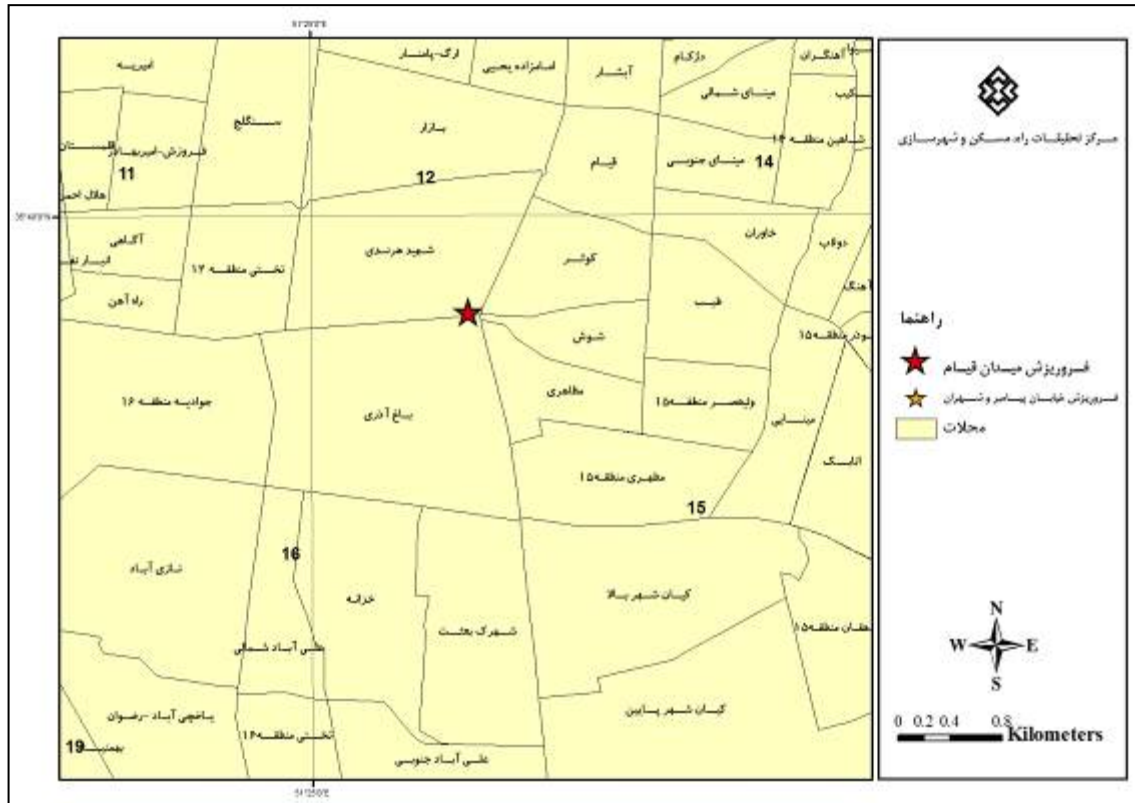
مناطق شهری به دلیل تراکم جمعیت، ساختمان‌ها و شریان‌های حیاتی به طور ویژه آسیب‌پذیرتر هستند. این پدیده می‌تواند به جاده‌ها، بزرگراه‌ها، فرودگاه‌ها، خطوط ریل و مترو، تونل‌های راه و راه‌آهن، پل‌ها، فرودگاه‌ها آسیب برساند. در محدوده فروریزش المان‌های مختلف شهری وجود دارند که می‌تواند در اثر وقوع این پدیده متاثر شود. یکی از المان‌های مهم شهری که می‌تواند از این پدیده متاثر باشد، سامانه حمل و نقل شهری نظیر بزرگراه‌ها، خیابان‌ها و خطوط مترو در منطقه است.

با گسترش و اهمیتی که شبکه راه‌های زیرزمینی (مترو) در جابجایی افراد در شهر تهران دارد، توجه به این سامانه‌ها در هنگام وقوع سوانح طبیعی اهمیت قابل توجهی دارد. از طرفی وجود کارگاه‌های احداث این سامانه‌ها و عدم توجه به نکات فنی و مهندسی خود می‌تواند سبب وقوع سوانح طبیعی نظیر فرونشست، فروریزش و... گردد. با توجه به اهمیت این سامانه‌ها که یکی از المان‌های مهم شهری در معرض خطر می‌باشد، وضعیت و موقعیت این سامانه در محدوده فروریزش، مورد نظر بود. در حال حاضر ایستگاه‌ها و خطوط مترو در محدوده فروریزش در شکل ۳-۱ نشان داده شده است.

محل‌های واقع در محل حادثه از جمله المان‌های بسیار مهم دیگر شهری هستند. بر اساس اطلاعات موجود محلات باغ آذری، مظاهری، شوش، هرنندی و کوثر از محل‌های اطراف منطقه حادثه دیده است. بزرگترین و نزدیکترین محله به محل حادثه محله شهید هرنندی می‌باشد که حدوداً ۲۸۳۱۷ نفر جمعیت در آن ساکن هستند (شکل ۳-۲).



شکل ۳-۱- خط مترو ۷ در نزدیکی منطقه فروریزش

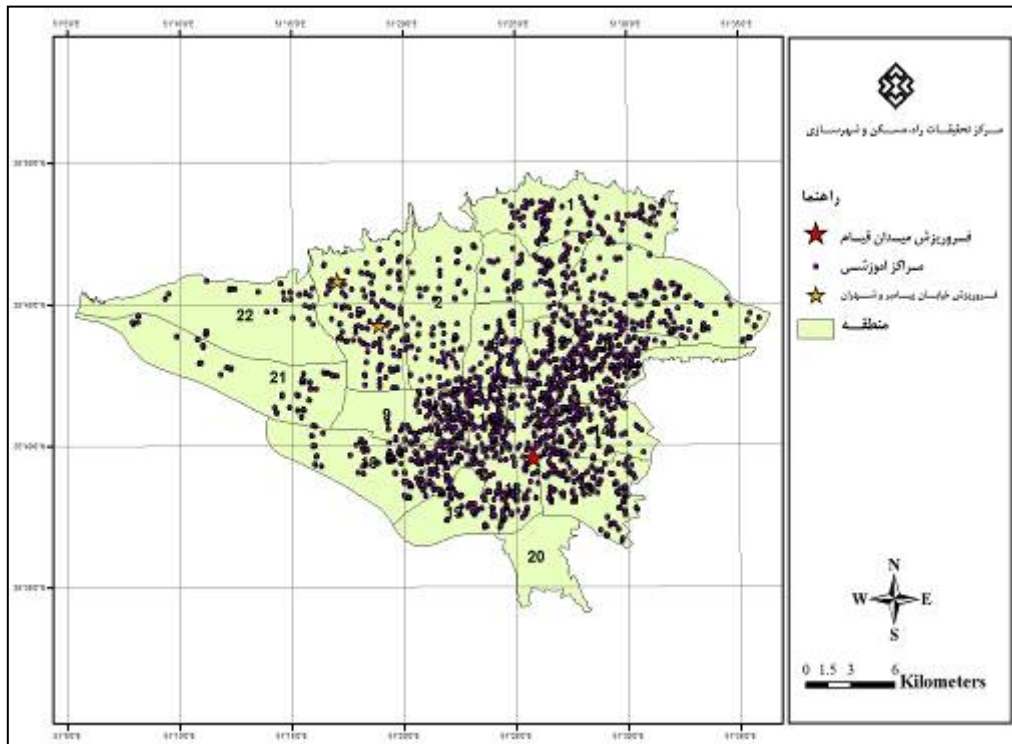


شکل ۳-۲- نقشه محلات در منطقه فروریزش و نزدیک به آن

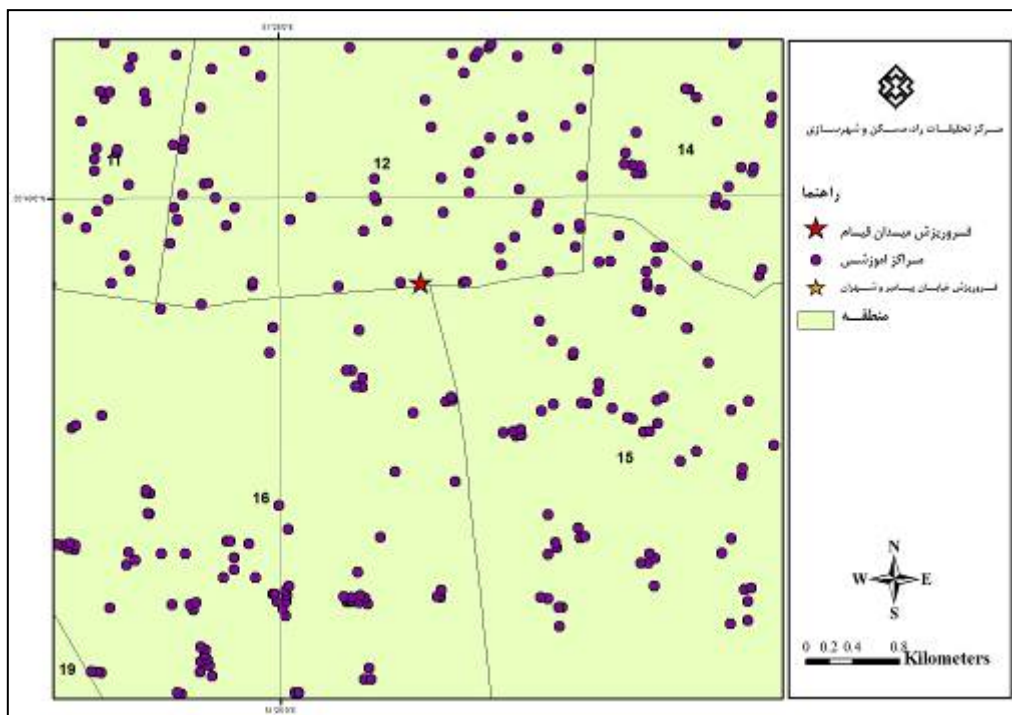
از المان‌های مهم شهری که در نزدیکی محل حادثه است، می‌توان به مراکز آموزشی اشاره نمود که در شکل‌های ۳-۳ و ۳-۴ نشان داده شده‌اند. همانطوری که در شکل ۳-۳ مشاهده می‌گردد، مراکز آموزشی بسیار زیادی در این منطقه وجود دارد که بسیار پرتراکم می‌باشد. علاوه بر مراکز آموزشی، مراکز تجاری مهمی در نزدیکی این منطقه وجود دارد که می‌توان به بازار بزرگ تهران، منطقه پانزده خرداد و بازار بزرگ پارچه مولوی اشاره نمود که علاوه بر اهمیت تجاری، جمعیت شناور پرتراکمی را دارد که علاوه بر تراکم جمعیت، بسیار پر تردد و پرتراکم می‌باشد.

از اماکن خاص، در این منطقه می‌توان به بیمارستان سوم شعبان اشاره نمود که در نزدیکی منطقه فروریزش قرار دارد (شکل ۳-۵). مراکز مهم و خطرناک نیز از جمله مکان‌هایی هستند که در هنگام وقوع مخاطرات طبیعی می‌توانند خطرپذیری منطقه مجاور خود را افزایش دهند، پمپ بنزین‌ها و پمپ‌های گاز از جمله مکان‌هایی هستند که در وقوع مخاطرات ثانویه حائز اهمیت می‌باشند. در نزدیک به منطقه فروریزش، پمپ‌های بنزین و گاز متعددی وجود دارد (شکل ۳-۶).

این پدیده می‌تواند اثرات مخربی نیز بر زیرساخت‌ها و شریان‌های حیاتی نظیر تاسیسات آب و برق، گاز، مخابرات و ... بر جای گذارد که به دلیل تهیه فوری گزارش و در دسترس نبودن این اطلاعات، بررسی دقیق آن مقدرور نگردید که نیازمند بررسی و مطالعات جامع تر می‌باشد.



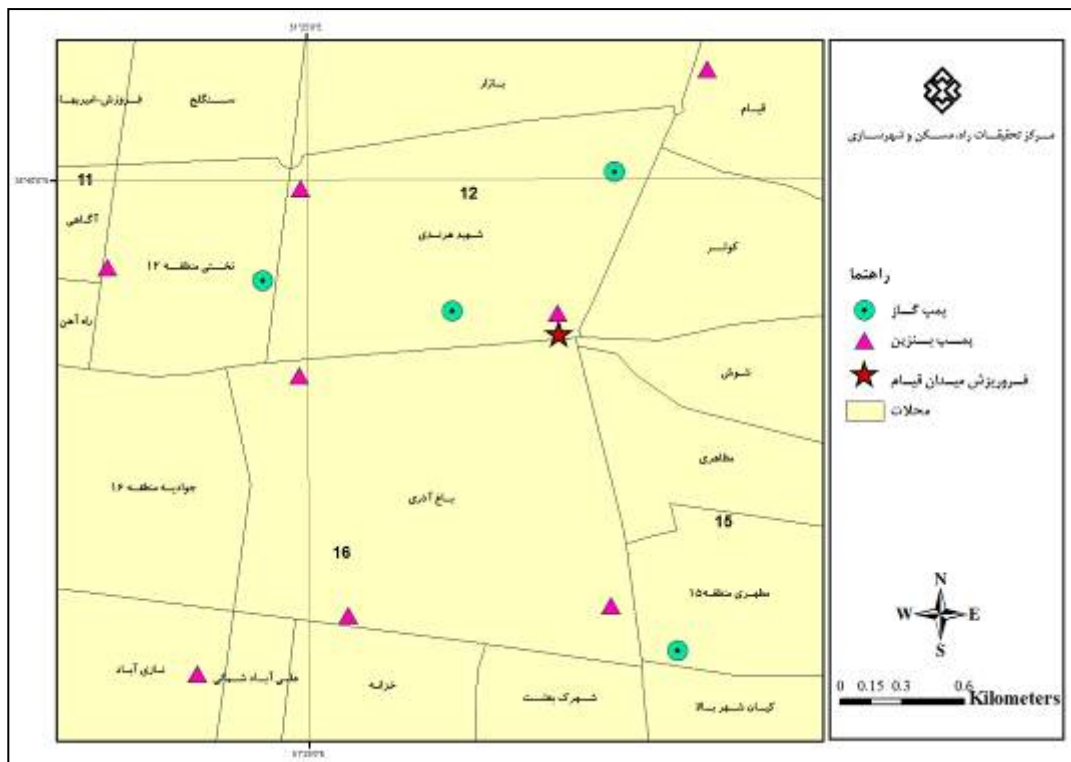
شکل ۳-۳- نقشه مراکز آموزشی در منطقه فروریزش و نزدیک به آن



شکل ۳-۴- نقشه مراکز آموزشی در منطقه فروریزش از نمای نزدیکتر



شکل ۳-۵- موقعیت بیمارستان سوم شعبان در نزدیکی منطقه فروریزش



شکل ۳-۶- موقعیت پمپ بنزین و پمپ گاز در نزدیکی منطقه فروریزش

۴- بازدید میدانی و مستندسازی

تیم مستندسازی بخش زلزله‌شناسی مهندسی و خطرپذیری مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی از محل رویداد پدیده فروریزش، در میدان قیام بازدید نمود که در ادامه گزارش حاصل از نتایج بدست‌آمده از بازدیدهای میدانی و مشاهدات ارائه می‌گردد. فروریزش زمین به صورت نقطه‌ای در حوالی میدان قیام به وقوع پیوسته است. طبق بازدیدهایی که صورت گرفت، ابعاد این فروریزش به شکل دایره‌ای تقریبی با قطر حدوداً ۲۰ متر و حدود ۵ متر عمق تشخیص داده شده است که مختصات آن ۳۵ درجه و ۴۰ دقیقه و ۱۰ ثانیه شمالی و ۵۱ درجه و ۲۶ دقیقه و ۱۱ ثانیه در قیام واقع در منطقه ۱۲ شهری تهران می‌باشد. میدان قیام از جهت شرق به بلوار قیام و از سمت غرب به خیابان مولوی منتهی می‌شود. محدوده میدان قیام از نقاط پرتردد شهر تهران بوده و از حجم بسیار بالای ترافیکی برخوردار است. در حین بازدید که در هنگام شب بعمل آمد نیز میزان تردد قابل ملاحظه دیده شد. حجم تردد بالا در این منطقه می‌تواند در مواقع رخداد حادثه فروریزش خسارت‌های بسیاری به بار آورد. علاوه بر آن ارتعاشات حاصل از تردد وسائط نقلیه با توجه به حجم بالای آن، می‌تواند نقش قابل ملاحظه‌ای را در تسریع ایجاد رخداد فروریزش داشته باشد. به همین منظور گزارش از وضعیت و حجم تردد در این منطقه آورده شد.



شکل ۴-۱- ترافیک در قسمت جنوبی میدان قیام

در بازدیدهای به عمل آمده مشاهده گردید، وضعیت ابنیه‌ها و ساخت و سازها مناسب نبوده و در صورت رخداد پدیده‌هایی از قبیل فروریزش با ابعاد بزرگتر که اطراف محل حادثه را نیز تاثیر می‌گذارد، آسیب جدی خواهند دید. در قسمت شرقی میدان قیام که مربوط به بلوار قیام می‌باشد، در گذشته تا میدان خراسان کنونی بیشتر کاربری از نوع باغ بوده و فضای بیشتر این محدوده را درختان مختلف تشکیل می‌داده است، همچنین وجود قنوات در این منطقه با توجه به اینکه در مسیر ری نیز بوده نکته قابل توجه دیگری می‌باشد. در مواردی در گودبرداری‌ها و حفاری‌های مربوط به امور ساختمانی که با قنات‌ها برخورد می‌شود، مشکلات و مسائل قابل توجهی به بوجود می‌آید. از مسیرهای مهم قنات در منطقه می‌توان مسیر شمال به جنوب و همچنین مسیرهای خیابان مولوی و بلوار قیام اشاره کرد. در واقع چهار طرف میدان قیام را

مسیرهای قنات تشکیل می‌دهد که در گذشته جهت انتقال آب ایجاد می‌شد. مشاهده گردید که حفره ایجاد شده، از قبل پیش نشانگرهائی داشته است. موج بودن سطح خیابان، ترک‌های ایجاد شده که به شکل دایره در طرف نقطه فروریزش وجود دارد و همچنین فرورفتگی‌های سطحی که مشهود است از موارد و نشانه‌های قبل از وقوع این حادثه می‌باشند. محدوده متاثر از این پدیده، بزرگتر از ابعاد حفره ایجاد شده بوده، به طوری که در پیاده‌روهای اطراف میدان نیز آثاری از آن دیده می‌شود. با توجه به شواهد موجود، محیطی دایره‌ای شکل با شعاع حدوداً ۵۰ متر تحت تاثیر این رخداد می‌باشد.



شکل ۴-۲- تصویر از فرو رفتگی و ترک های ایجاد شده محل در بازدید میدانی

لازم به ذکر است که این حادثه تلفات جانی نداشته است. موضوع مهم دیگری که در مرحله بعدی مورد بررسی و بازدید قرار گرفت در رابطه با خط مترو می‌باشد. با توجه به اینکه خاک زیرسطحی منطقه از چسبندگی کمی برخوردار می‌باشد، و ارتعاشات حاصل از حفاری‌ها می‌تواند در نشست و فروریزش اثرگذار باشد، این مورد نیز مورد توجه قرار گرفت. در محل حادثه، کارگاه احداث خط مترو وجود دارد که در حال فعالیت امور مربوط به احداث خط مترو می‌باشد.

با توجه به مشاهداتی که از دیواره حفره محل رخداد به عمل آمد و همچنین یک مورد حفاری که پائین تر از این نقطه صورت می‌گرفت، ملاحظه گردید که مواد تشکیل دهنده خاک منطقه در قسمت زیرسطحی، از نهشته‌های آبرفتی دانه متوسط و ریز دانه بوده که از رس کمتری نیز برخوردار می‌باشد. چسبندگی مواد تشکیل دهنده آبرفتی کم بوده و به نظر می‌رسد از نفوذپذیری قابل توجهی برخوردار باشد. چسبندگی کم بافت خاک زیر سطحی به همراه افت آب زیرزمینی با در نظر گرفتن ارتعاشات وارد شده به بافت خاک، می‌تواند از عوامل تشدید رخداد فروریزش باشد.



شکل ۴-۳- اندازه و جنس دانه بندی در حوالی میدان قیام

محل نشست، بلافاصله پس از حادثه با مصالح و مواد سیمانی و بتنی تا سطح پر شد. بتن‌ریزی و برطرف کردن حفره ایجاد شده به طور نقطه‌ای قابل ملاحظه بود و با گذشت زمان می‌تواند حوادثی را در پی داشته باشد. این مورد نیز جزء موارد مهم بوده که در اینجا گزارش گردید.



شکل ۴-۴- پر نمودن حفره ایجاد شده با مصالح سیمانی

لوله‌هایی در قسمت سطحی حفره مشاهده می‌شد و به نظر می‌رسید مربوط به شبکه آب می‌باشد که آسیبی بدان وارد نشده بود. لازم به ذکر است، در این محدوده برخی از منازل مسکونی با توجه به نشست‌هایی که صورت گرفته، خالی از سکنه شده است. بیشترین نشست‌ها در محدوده میدان قیام مربوط به دور میدان و بلوار قیام می‌باشد که نیاز به بررسی‌های بیشتری دارد. همچنین با توجه به موج بودن سطح خیابان مولوی، این خیابان نیز نیاز به بررسی دارد.



شکل ۴-۵- لوله‌های موجود در گود ایجاد شده محل حادثه

۵- بررسی‌های ژئوتکنیکی

پیش از بررسی‌های ژئوتکنیکی منطقه فروریزش به صورت بسیار اجمالی به وضعیت زمین شناسی کلی آن اشاره می‌گردد. منطقه مورد مطالعه از دیدگاه زمین شناسی در دشت تهران که بخشی از گستره تهران می‌باشد واقع گشته است (شکل ۵-۱). این دشت از قسمت شمالی به تدریج به بلندی‌های طرشت-عباس آباد و از سمت جنوب بوسیله گسل تهران- شمال ری به فرونشست ری وصل می‌شود. دشت تهران، دشتی سست با شیب از شمال به جنوب که بوسیله بلندی‌ها و فرونشست‌های خاوری- باختری به بخش‌های گوناگون تقسیم می‌شود.



شکل ۵-۱- تصویر شماتیک از زمین شناسی تهران و اطراف (برگرفته از سایت سازمان زمین شناسی)

به منظور شناخت هر چه بهتر ساختگاه مورد مطالعه، اقدام به بررسی گزارش‌های مطالعات ژئوتکنیکی موجود از قبل در بانک اطلاعات ژئوتکنیک کشور شد. در این راستا تعداد ۲ گزارش در قالب ۲ لوگ گمانه گردآوری گردید. موقعیت

گمانه‌های حفاری شده از قبل در شکل ۵-۲ آورده شده است. نکته حایز اهمیت در بررسی این گزارش‌ها، عدم وجود سطح ایستابی می‌باشد. بررسی مقادیر آزمایش صحرایی نفوذ استاندارد موجود در لوگ گمانه‌ها نشان از سخت بودن لایه‌ها دارد (عدد $SPT < 50$). در ادامه بررسی‌ها مشخص شد، ساختگاه از تنوع خاکی زیادی برخوردار نمی‌باشد. جنس خاک در هر دو گمانه از نوع درشت دانه ماسه‌ای به همراه رس است به طوری که با افزایش عمق از نوع شن ماسه‌ای می‌گردد. لازم به ذکر است رس موجود در گمانه‌ها شاخص خمیری حداکثر ۱۲ را دارا می‌باشد.



شکل ۵-۲- محل گمانه‌های موجود نسبت به ساختگاه مورد مطالعه

۶- بررسی علل محتمل

با توجه به مجاورت محدوده فروریزش با خط ۷ متروی تهران، و نیز نظر به وجود رشته قنوات در این ناحیه، به‌طور کلی مجموعه عوامل زیر می‌توانند در رخداد فروریزش میدان قیام تهران نقش داشته باشند.

- **عملیات حفاری مترو:** منطقه رخداد سانحه، از سویی در نزدیکی خط مترو قرار گرفته است و این خط در دست احداث بوده و عملیات حفاری در این خط در حال انجام است. حفاری تونل، با توجه به حجم وسیع خاکبرداری و از طرف دیگر نظر به خواص ژئوتکنیکی خاک رویه، می‌تواند موجب بروز نشست و فروریزش در لایه‌های فوقانی گردد که در برخی حالت‌ها، فروریزش زیرسطحی و حفره ایجاد شده در سطح زمین نمود پیدا خواهد کرد.

- **شبکه قنوات:** از آنجا که محل رخداد سانحه به شبکه قنوات محلی نزدیک بوده و ضمن اینکه جانمایی دقیقی از محل تمام قنوات شهر تهران صورت نگرفته است و با توجه به اینکه وجود قنات به تدریج سبب تغییر در وضعیت نهشته‌های آبرفتی زیر سطحی می‌گردد که در نهایت محتملا می‌تواند باعث ریزش دیواره چاه و یا گالری میله‌های قنوات گردد، لذا می‌تواند در بروز فروریزش میدان قیام، موثر بوده باشد. در شکل ۶-۲ نقشه شبکه قنوات محلی در مجاورت محل سانحه قابل مشاهده است. فرضیه دیگری که در این زمینه می‌تواند مطرح باشد، شسته شدن خاک در اثر جریانات زیرسطحی در منطقه است.



شکل ۶-۲- قنات ها در نزدیکی میدان قیام

- **خصوصیات فیزیکی خاک منطقه:** وضعیت خاک منطقه در ایجاد و تشدید فرونشست نقش کلیدی داشته است، به نحوی که خصوصیت ریزشی و غیرچسبنده بودن خاک امر فروریزش را تسهیل کرده و همراه با اثر حفاری و آب‌های زیرسطحی و ارتعاشات زیرزمینی و روزمینی ناشی از حفاری‌ها و ترافیک، بر وقوع فروریزش تاثیرگذاری دارد. خاک‌های با درصد ماسه‌ای بالا به دلیل چسبندگی ضعیف، احتمال ریزش آنها بالاست که این عامل نیز می‌تواند از دلایل فرونشست زمین باشد.

۷- خسارت‌ها و تلفات

یکی از پدیده‌های موثر طبیعی که با مجموعه‌ای از عوامل انسان ساز و طبیعی مرتبط بوده و ضربه‌های جبران ناپذیری

بر محیط زندگی و زیست وارد می‌کند پدیده فرونشست زمین می‌باشد. ریسک ناشی از پدیده فرونشست چه در اثر عوامل طبیعی و یا انسان ساز بر المان‌های مختلف شهرسازی، ساختمان، سامانه‌های حمل و نقل (جاده‌ای، ریلی، هوایی و دریایی)، شریان‌های حیاتی و مراکز حساس و تاسیسات از منظر مدیریت بحران حائز اهمیت است. با تحلیل به موقع ریسک فرونشست و انجام اقدامات پیشگیرانه می‌توان موجب کاهش خسارت و جلوگیری از بحران نمود. در تاریخ شانزدهم مهرماه جاری (یکهزار و سیصد و نود و پنج) پس از ریزش بخشی از خیابان در ضلع شرقی میدان قیام، یک کارگر در اثر این پدیده مصدوم گردید که بلافاصله به بیمارستان انتقال یافت و اقدامات احتیاطی در محدوده وسیع‌تری (۳۰*۳۰ متر مربع) صورت گرفت. در اثر این حادثه تغییر شکل سطحی در رویه آسفالت صورت گرفت و بخشی از آن فرو ریخت. تا زمان تدوین این گزارش هیچ گونه تلفات و خسارت مستندی گزارش نشده است. به طور کلی خسارت‌ها، تلفات و خطرات ثانویه این حادثه عبارت است از:

- مصدومیت یک نفر کارگر مترو
- آسیب و خسارت به رویه آسفالت
- آسیب به زیرساخت‌های زیر آسفالت
- ایجاد محدودیت‌های ترافیکی در منطقه و جلوگیری از تردد عابرین و دسته‌های عزاداری
- کم شدن حس امنیت روانی ساکنین شهر تهران و بویژه مردم ساکن محدوده فروریزش

۸- اقدامات مدیریت بحران

روز جمعه ساعت ۲۱:۳۰ خبر حادثه فروریزش در نزدیکی خط ۷ مترو تهران در حوالی میدان قیام به سامانه ۱۱۵ اعلام و اکیپ‌های اورژانس به همراه آمبولانس به محل اعزام می‌شوند و کارگر ۱۵ ساله تبعه کشور افغانستان که از ناحیه دست و پا دچار آسیب‌دیدگی شده بود، توسط عوامل اورژانس به بیمارستان سینا منتقل گردید. پس از وقوع رخداد ریزش بلافاصله این محل با حضور عوامل آتش‌نشانی محصور شد و مهندسان مترو کار بررسی موضوع و علت وقوع آن را آغاز نمودند. محل ایمن‌سازی شده، و برای جلوگیری از هر گونه خطرات احتمالی برای شهروندان، محدوده تونل مترو و مجاورت آن بسته شد (شکل ۸-۱). سخنگوی سازمان آتش‌نشانی خاطرنشان کرده است، اقدامات ایمنی به منظور جلوگیری از ریزش احتمالی تونل در دستور کار قرار گرفته است.



شکل ۸-۱- بسته شدن محدوده مترو و مجاورت آن جهت ایمن‌سازی

با هدف جلوگیری از هرگونه ریزش احتمالی، عملیات تحکیم بستر خاک بلافاصله پس از فرونشست اولیه در دستور کار قرار گرفت تا از حوادث احتمالی بعدی جلوگیری شود.

به طور کلی اقدامات مدیریت بحران به صورت زیر در منطقه انجام یافت.

- حضور نیروهای اورژانس و انتقال مصدوم به بیمارستان
- حضور نیروهای آتش‌نشانی و انجام اقدامات ایمنی شامل بستن محدوده مترو و نواحی مجاور آن
- حضور نیروهای اجرایی خط ۷ مترو تهران در محل حادثه
- انجام عملیات تحکیم بستر خاک
- بازدید مسئولین از محل حادثه
- حضور مسئولین گاز استان تهران، آب و فاضلاب و سازمان مدیریت بحران کشور و شهرداری تهران



شکل ۸-۲- نمونه‌هایی از اقدامات مدیریت بحران

۹- نتایج و پیشنهادات

رخدادهای فروریزش شهران در تاریخ ۱۳۹۵/۳/۲۸، فروریزش خیابان پیامبر در تاریخ ۱۳۹۵/۶/۱۱ و فروریزش میدان قیام در تاریخ ۱۳۹۵/۷/۱۶، نشان می‌دهد که خطرات مرتبط با فرونشست و فروریزش به ویژه در کلان شهر تهران جدی است و می‌بایست توجه خاص مدیریت شهری به آن معطوف گردد.

نظر به مجاورت خط متروی تهران به محل رخداد فروریزش، احتمالاً حفر مترو در ایجاد و یا تشدید این پدیده نقش داشته است، اظهار نظر دقیق‌تر پس از بررسی‌های میدانی قابل ارائه خواهد بود. با این‌وصف پیشنهاد حفاری با در نظر گرفتن وضعیت غیرچسبنده نهشته‌های آبرفتی کاملاً منطقی است.

مطالعه مسیر و به ویژه مسیرهای تقاطعی نظیر میدان قیام، و مبادرت به حفاری با علم به خصوصیات ژئوتکنیکی لایه‌های آبرفتی، نیز پیشنهاد فنی مناسبی بنظر می‌رسد.

در نظر گرفتن رشته قنوات و لحاظ نمودن قنوات اعم از دایر و راکد، به عنوان عوامل خطر در حفاری مترو، می‌تواند مهم باشد. در مسیرهای تقاطعی با رشته قنوات احتمال آب شستگی و وجود مغار و حفرات با ابعاد مختلف وجود دارد که مهم است در نظر گرفته شود.

لازم به ذکر است که حفره ایجاد شده به سرعت توسط شهرداری تهران با ملات سیمان و خاک پر گردید. با توجه به رخداد حادثه فروریزش میدان قیام، موارد زیر شایان ذکر است:

- به نظر می‌رسد علاوه بر دقت در مسیر حفاری تونل مترو و اثر احتمالی آن بر فروریزش سطوح فوقانی، لازم است موقعیت میدان‌های شهری و به ویژه میادین پرتردد و شلوغ و انطباق آن با تونل مترو به دقت مورد نظر قرار گرفته و از نظر احتمال رخداد فروریزش مورد توجه قرار گیرد.
- لازم است مسیرهای تقاطعی رشته قنوات با خیابان‌ها و بزرگراه‌ها و میادین به دقت تعیین محل شده و به عنوان نقاط با ریسک بالای فروریزش قلمداد گردند و مطالعات جزئی در چنین زون‌هایی صورت گیرد.
- در حادثه فروریزش میدان قیام نیز اعلام شد که آب شستگی موجب فروریزش بوده که مشاهدات میدانی ما چنین ادعایی را تایید نمی‌کند. شاید گذر آب‌های زیرسطحی به صورت قنات یا آب‌های رگه‌ای موجب آب شستگی در این ناحیه شوند ولیکن تائید این سخن نیازمند داشتن اطلاعات دقیقتری است که با بازدید تونل مترو و مشاهده علائم آن می‌توان اظهار نظر نمود.
- همانطور که ذکر گردید نوع خاک این نقطه با خصوصیت غیرچسبنده همراه با رس و ماسه بوده که پتانسیل ایجاد زون تراوا و نیز زون ریزشی را داراست. لازم است در چنین نواحی خطر وقوع فروریزش مورد توجه قرار گرفته و به ویژه در مسیر آبراهه‌های قدیمی یا مجاری عبور قنوات اقدامات پیشگیرانه صورت پذیرد.
- همچنین با توجه به رخداد فروریزش و احتمال مخاطرات ثانویه ناشی از آن موارد زیر پیشنهاد می‌گردد.
- تهیه و به‌روز نمودن نقشه‌های رقومی شریان‌های حیاتی و اطلاع کلیه عوامل ذیربط پروژه‌های اجرایی از

وجود این المان‌ها

- تهیه و تکمیل و تدقیق نقشه‌های رقومی قنات‌های شهر تهران
- جانمایی صحیح شریان‌های حیاتی جدید الاحداث و بازنگری مکان آن‌ها
- شناسایی حفره‌های ایجاد شده در زمین در اثر پدیده‌های طبیعی و یا انسان ساز با استفاده از روش‌های جدید ژئوفیزیکی
- شناسائی و علامتگذاری نقاط تقاطعی اتوبان‌ها و خیابان‌ها و میادین با رشته‌های قنات و اتخاذ تمهیدات اجرایی لازم با هدف مقابله با خطر فروریزش
- پایش علائم فرونشست در شهر تهران و شناسایی زون‌های مستعد
- نظارت جدی بر اجرای تاسیسات زیرساختی مثل خطوط مترو و درج دقیق کلیه مسائل و مشکلات رخ داده و همچنین پایش روزانه و اجرای سازه نگهدارنده دائمی برای آن‌ها خصوصاً در نزدیکی مسیر قنات‌ها
- به‌روز نمودن نقشه تقاطع شریان‌های حیاتی و خطوط مترو با نقشه تدقیق شده گسل‌های تهران و اتخاذ تدابیر ایمنی مضاعف در نقاط تقاطع

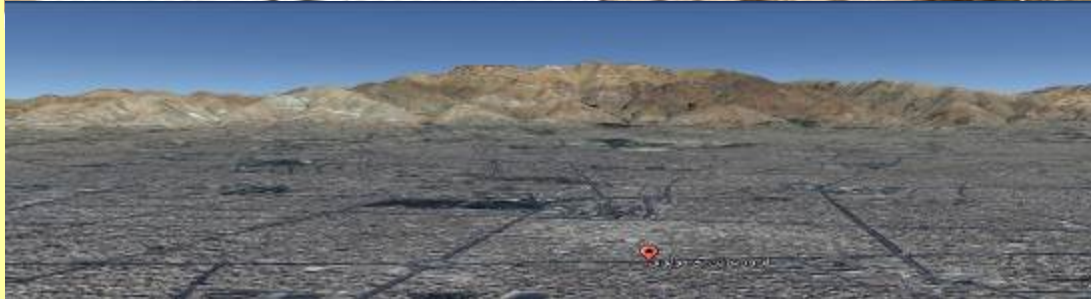
به نام خدا



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

گزارش مقدماتی حادثه فروریزش زمین در خیابان مولوی تهران

(حادثه ۱۳۹۵/۹/۲۷)



۱۳۹۵/۹/۲۸

چکیده

در تاریخ ۲۷ آذرماه سال ۱۳۹۵ فروریزش دیگری در شهر تهران در نزدیکی خیابان مولوی بین میدان محمدیه (میدان اعدام سابق) و چهارراه مولوی رخ داد. در سامانه آتش‌نشانی دریافت سوانح، گزارش به ساعت ۸:۵۹ صبح ثبت شده است که احتمالاً ساعت رخداد کمی زودتر از ساعت ثبت گزارش بوده است.

مختصات جغرافیائی محدوده فروریزش عبارت است از:

طول جغرافیایی : ۵۱.۴۲۱۹

عرض جغرافیایی: ۳۵.۶۶۷۸

ارتفاع از سطح دریا: ۱۱۲۹ متر

محدوده فروریزش از آکس خیابان مولوی حدود ۷۰ متر به سمت جنوبی آن واقع شده است. نقطه فروریزش در سوی شرقی میدان محمدیه (میدان اعدام) و بفاصله حدود ۵۵۰ متری از آن و در سمت غربی میدان قیام و بفاصله ۱۳۳۰ متری از آن واقع شده است. لازم بذکر است که در تاریخ ۱۶ مهرماه ۱۳۹۵ در امتداد خط هفت مترو، در میدان قیام فروریزش زمین موجب جان باختن یک کارگر افغانی و یک نفر از آتش نشانان فداکار شده بود.

اثر فرونشست تا شعاع تقریبی ۵۰ متری نقطه فروریزش بوده که موج ترک خوردگی سطح خیابان و کوچه‌ها و نیز ترک خوردن ساختمان‌های اطراف شده بود. این حادثه خوشبختانه تلفات جانی نداشت.

طبق اطلاعیه شهرداری تهران علت رخداد فروریزش زمین در این ناحیه، حادثه به دلیل حادثه‌ای که در یکی از کارگاه‌های فرعی خط ۷ مترو، نزدیکی میدان محمدیه (اعدام) به وقوع پیوسته بوده است که موجب ایجاد شکاف‌ها و ناپایداری در سطح خیابان گردید. علت این حادثه ناپایداری در یکی از شمع‌های حائل شفت میانی هوارسان مترو در ایستگاه مربوطه بود که به دلیل مجاورت با چند آب انبار قدیمی به وقوع پیوسته است.

به جهت رعایت مسائل ایمنی ساکنان این منازل در محل مناسبی اسکان یافتند (در ۳ هتل) و عملیات ترمیم (پر کردن حفره) انجام شد. در این اطلاعیه اعلام شده بود که نسبت به ترمیم ساختمان‌های مجاور نیز اقدام خواهد شد.

گزارش حاضر، با توجه به ضرورت مستندسازی حوادث و مخاطرات شهری مرتبط با زمین، در همان روز و روز بعد سانحه با اعزام اکیپ کارشناسی به منطقه و بازدید و عکس برداری از علائم رخداد به شکل گزارش فوری - مقدماتی تدوین گردید که به بررسی اجمالی حادثه می پردازد.

لازم است تا با جمع‌بندی تجربه فروریزش زمین در شهران، خیابان پیامبر، میدان قیام و این فروریزش در خیابان مولوی به راهکارهای مناسبی در امر اجرای ایمن پروژه‌های مهندسی و ساخت و ساز و توسعه شهری با در نظر گرفتن احتمال خطر فروریزش زمین که بدلیل وجود قنوات و رگه‌های آب، حفاری‌های زیر سطحی نظیر مترو، وجود مغارها و حفره‌های قدیمی، ریسک بالایی را نیز دارد، برسیم.

در این سانحه نیز با توجه به بازدیدهای میدانی، باید گفت که شانس با ما یار بود!!! اندکی به سمت ساختمان‌های مجاور، این سانحه ممکن بود منجر به تلفات جانی و خسارت‌های بالاتری گردد. تلاش بر اینست که با مستندسازی و طرح دیدگاه‌های کارشناسانه، بسوی شهری ایمن حرکت کنیم که امید داریم با همفکری و هم افزایی و دوری از دیدگاه‌های غیرکارشناسانه بتوانیم به این هدف رهنمون شویم.

۱- مقدمه

رخداد مخاطرات طبیعی و یا انسان‌ساز، گرچه با تلفات و خسارت‌های قابل ملاحظه‌ای در کشور ما همراه است اما از جنبه‌های مختلفی می‌تواند درس آموز باشد و هشداری برای آمادگی و پیشگیری تلقی گردد. عکس‌العمل و واکنش‌های سطوح مدیریتی و سطوح اجتماعی در خصوص این وقایع، تابعی از شدت و اثرگذاری این بحران‌هاست که متأسفانه پس از مدتی به بوته فراموشی سپرده می‌شوند و درس‌ها و تجربیاتی که لازم است پس از وقوع رخداد‌های کوچک و بزرگ آموخته شود، نادیده گرفته می‌شوند و در نتیجه آن، آمادگی‌های لازم در برابر بحران‌های با ابعاد وسیع‌تر از دست می‌رود. از نقاط ضعف دیگر در مواجهه با این بحران‌ها، می‌توان به عدم مستندسازی منظم و کامل این رخدادها اشاره نمود که مانع استفاده درست از درس‌ها و نقاط ضعف و قوت رخدادها از نظر نکات فنی، مهندسی و مدیریتی درآینده می‌گردد. علت اصلی نگارش این گزارش، وقوع سانحه مهم در محیط شهری و تاثیرپذیری شریان‌های حیاتی و المان‌های شهری و ساختمان‌ها و تلفات احتمالی جانی، ناشی از این حادثه است که به دلیل اهمیت زیاد آن، در جای خود نیاز به مستندسازی دارد. از سوی دیگر، به دلیل رخداد مخاطره مهم و تهدیدکننده‌ای تحت عنوان فرونشست و فروریزش زمین می‌باشد که این بار پس از فروریزش زمین در شهران و خیابان پیامبر تهران، میدان قیام، مجدداً در نزدیکی خط ۷ مترو و در یکی از کارگاه‌های فرعی آن در منطقه ۱۲ شهر تهران به وقوع پیوست که می‌تواند زنگ خطری مجددی برای مسئولین شهری باشد.

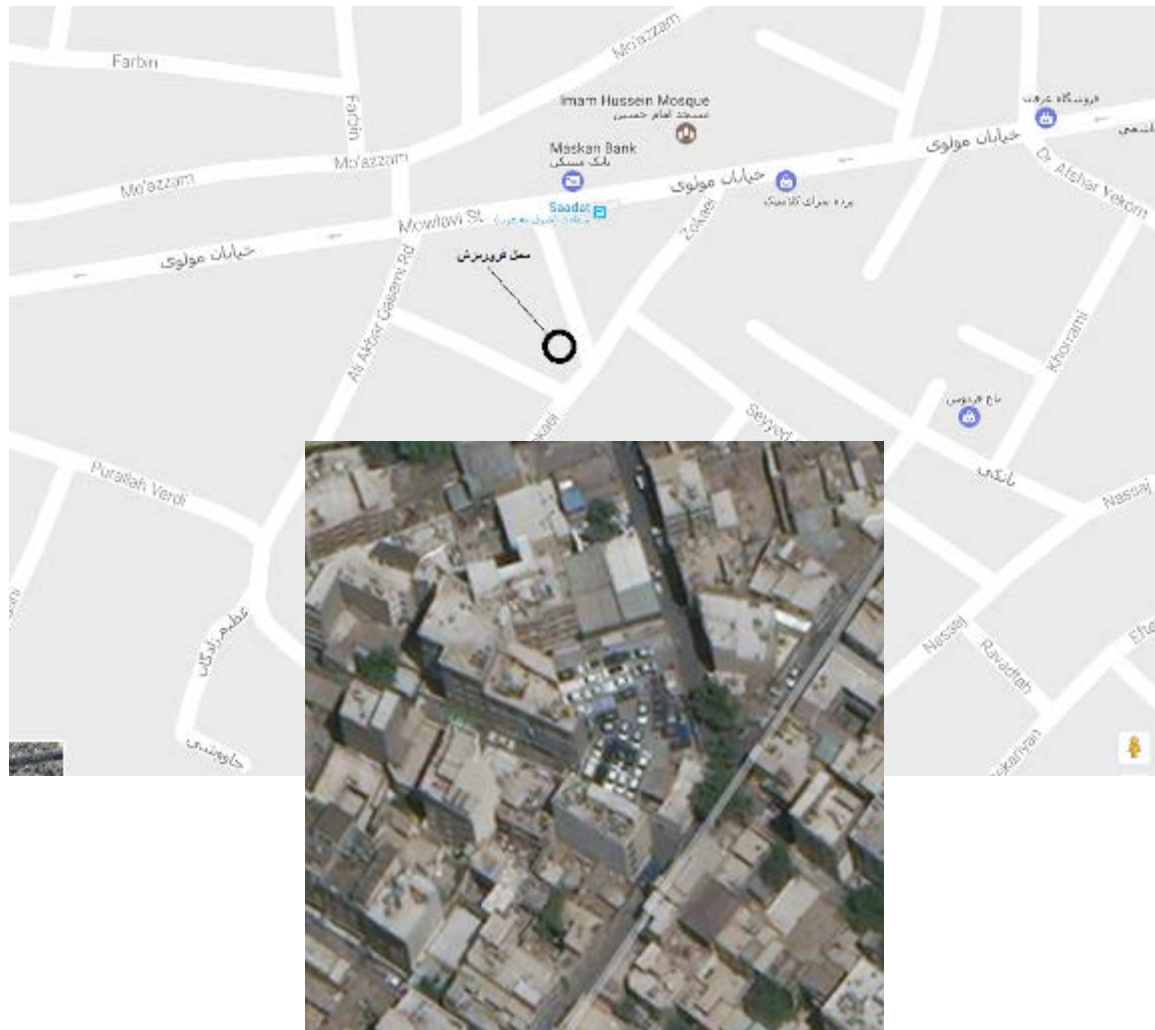
فرونشست زمین و پدیداری فروچال‌ها در چندین ناحیه و منطقه کشور مشاهده می‌گردد و اگر در خصوص تحلیل ریسک و کاهش ریسک فرونشست زمین اقدامی به عمل نیاید، امکان بروز چنین حوادثی در مسیر سامانه‌های حمل و نقل نظیر راه‌آهن، بزرگراه‌ها، لوله‌های قطور انتقال بنزین و سوخت، مجتمع‌های نفتی و پتروشیمی و مراکز شهری و جمعیتی بسیار محتمل است که می‌تواند منجر به خسارت‌های جبران ناپذیری گردد.

بررسی توانمندی‌های مدیریت بحران و سرعت عکس‌العمل در برابر حادثه کوچک رخ داده، درس‌های گرانبهایی از نحوه مدیریت و مقابله و ظرفیت و پتانسیل‌های موجود مدیریت بحران و مدیریت شهری را فراهم می‌نماید و بیانگر میزان آمادگی در مقابل رخداد مخاطرات طبیعی سترگ احتمالی نظیر زلزله شهر تهران، اثرات فروریزش و فرونشست زمین در مناطق شهری است. به عبارت بهتر، نحوه مدیریت این حوادث نشان می‌دهد، چقدر در برابر وقوع این بحران‌ها آمادگی وجود دارد.

همانگونه که ذکر گردید، گزارش حاضر صرفاً با هدف مستندسازی و در روزهای اول رخداد سانحه بر مبنای اطلاعات منتشر شده و نیز بازدید میدانی تهیه گردیده و قطعاً در فرصت‌های زمانی مناسب‌تر می‌توان گزارش‌های کارشناسانه مبسوط‌تری را ارائه نمود و از میزان دقیق خسارت‌ها و تلفات جانی با قاطعیت بیشتری صحبت نمود. در هر حال امید است مطالعه این نوشتار برای مدیران ارشد و کارشناسان مرتبط مفید واقع گردد.

۲- موقعیت حادثه

محل رخداد فروریزش در خیابان مولوی، و در منطقه ۱۲ شهرداری تهران و در نزدیکی تونل مترو خط ۷ تهران و در بالای کارگاه مترو واقع در تقاطع دو کوچه زکائی و غفاری که در سوی جنوبی خیابان مولوی واقعند، بوده است. این حادثه در ساعت ۸:۵۹ صبح شنبه (مصادف با میلاد پیامبر اکرم (ص)) بیست و هفتم مهر سال نود و پنج رخ داد. در این حادثه، ترک خوردگی در کف خیابان و کوچه‌های اطراف مشاهده گردید. همچنین ترک و شکاف‌هایی نیز در دیوار ساختمان‌ها بوجود آمد. محدوده رخداد سانحه، به ارتفاع تقریبی ۱۱۲۹ متری از سطح دریا و با مختصات، طول جغرافیایی ۵۱.۴۲۱۹ درجه و عرض جغرافیایی ۳۵.۶۶۷۸ درجه می‌باشد (شکل ۱-۲).



شکل ۱- کروکی محل فروریزش زمین

در شکل ۲-۲، موقعیت فروریزش زمین در خیابان مولوی در منطقه دوازده شهر تهران و فروریزش شهران، خیابان پیامبر و میدان قیام نشان داده شده است. همانطوری که در شکل ۲-۲ ملاحظه می‌گردد، حادثه فروریزش شهران و خیابان

پیامبر در منطقه ۵ شهر تهران و فروریزش میدان قیام در نزدیکی فروریزش خیابان مولوی می‌باشد که فاصله آن از فروریزش میدان قیام ۱۳۳۰ متر، از فروریزش خیابان پیامبر ۱۲۳۸۰ متر و از فروریزش شهران ۱۶۴۴۰ متر می‌باشد. در جدول ۱-۲ مشخصات کلی فروریزش خیابان مولوی در مقایسه با حادثه شهران، خیابان پیامبر و میدان قیام آورده شده است.

جدول ۱-۲- مشخصات کلی حادثه و مقایسه آن با حادثه شهران و خیابان پیامبر

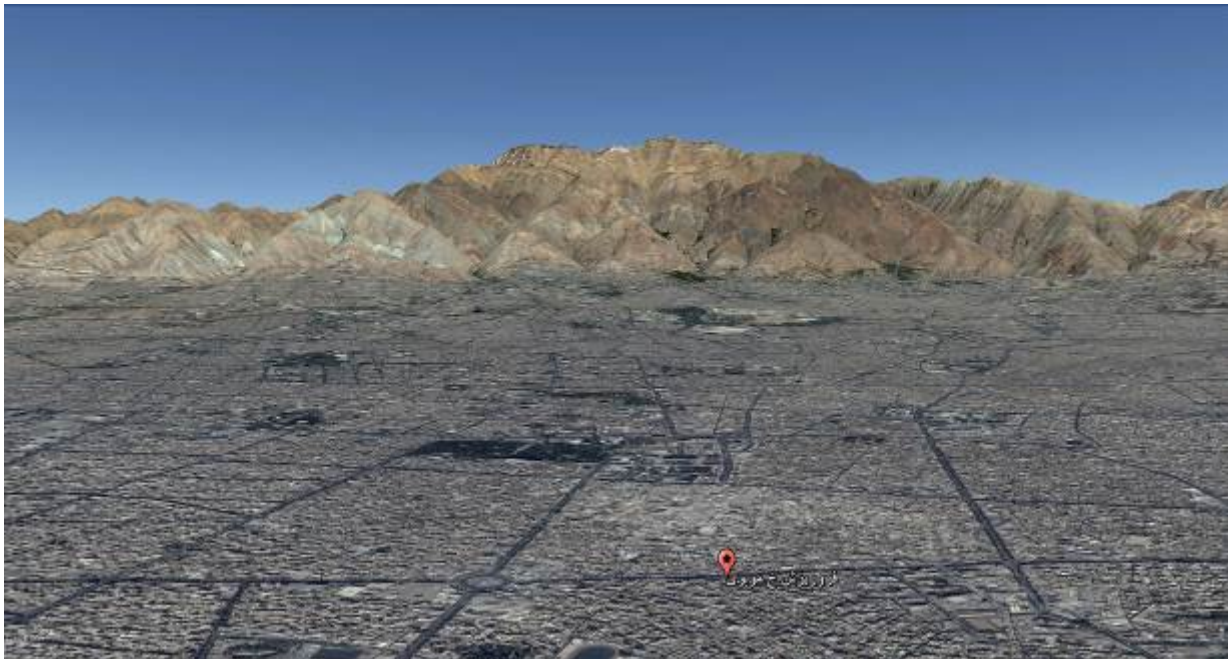
مختصات محل حادثه	ارتفاع منطقه از سطح دریا	طول حفره	عرض حفره	عمق حفره	منطقه تحت تاثیر
فروریزش خیابان پیامبر طول: ۵۱.۳۱۵۲ عرض: ۳۵.۷۳۷۷	۱۳۳۵ متر	۸ متر	۵ متر	حدود ۵ تا ۸ متر	منطقه ۵ شهر تهران - محله باغ فیض
فروریزش شهران طول: ۵۱.۲۸۴۰ عرض: ۳۵.۷۶۴۰	۱۴۳۰ متر	۲۷ متر	۱۵ متر	۱۵ متر	منطقه ۵ شهر تهران - محله شهران شمالی
فروریزش میدان قیام طول: ۵۱°۲۶' عرض: ۳۵°۴۰'	حدود ۱۱۴۰ متر	قطر حدود ۲۰ متر		حدود ۵ متر	منطقه ۱۲ شهر تهران - محله شهید هرندی
فروریزش خیابان مولوی طول: ۵۱.۴۲۱۹ عرض: ۳۵.۶۶۷۸	۱۱۲۹ متر	طول حدود ۳۰ متر، عرض ۱۰ متر		۱۲ متر	جنوب خیابان مولوی کوچه زکائی و غفاری

در شکل ۲ ابعاد حفره قابل برآورد است.



شکل ۲- نمایی از ابعاد حفره

بر روی عکس‌های ماهواره‌ای موقعیت نقطه فروریزش در خیابان مولوی نشان داده شده است. محدوده فروریزش در جنوب بازار تهران، و در بافت فرسوده شهری قرار گرفته است. اغلب ساختمان‌های منطقه ۱۲ دارای قدمت بالایی می‌باشند (شکل ۳).



۳- موقعیت نقطه فروریزش در عکس‌های ماهواره‌ای google earth

۳- المان‌های شهری در محل حادثه

منطقه ۱۲ اماکن مذهبی و تاریخی متعددی را در خود جای داده است. در حوالی نقطه فروریزش المان‌های متعدد شهری قرار دارند که در اثر فروریزش می‌توانستند تحت تاثیر قرار بگیرند. نقطه فروریزش خیابان مولوی فاصله چندانی با منطقه بازار تهران ندارد. محدوده فروریزش از مکان مذهبی موسوم به قبر آقا حدود ۶۵۰ متر فاصله داشته و در شمال‌غربی آن

واقع شده است. نقطه فروریزش حدود ۷۰ متری از خیابان پرتعدد و شلوغ مولوی قرار گرفته است (شکل ۴).



شکل ۴- فاصله ۷۰ متری نقطه فروریزش از خیابان مولوی

ساختمان‌های قدیمی و فاقد مقاومت لازم در برابر زلزله، معابر تنگ و واحدهای فرسوده‌ای که اغلب از آنها بدلیل مجاورت با بازار تهران بعنوان انبار اجناس مغازه‌ها استفاده می‌گردد از جمله المان‌های شهری در محل نقطه حادثه دیده می‌باشند.

کابل‌های مدفون مخابراتی، لوله‌های سائز کوچک آب نیز از جمله المان‌های دیگر آسیب دیده در زون فروریزش خیابان امام خمینی (ره) هستند. واضح است که لوله‌کشی گاز نیز در منطقه موجود بوده ولیکن لوله‌های با قطر بزرگ در حفره فروریزی مشاهده نگردید.

ساختمان‌های مسکونی دو و چهار طبقه در ضلع شمالی و غربی حفره در عکس‌های مرتبط از نقطه فروریزش مشهود می‌باشند. محدوده فروریزش تا مجاورت پی ساختمان چهار طبقه (با طبقه همکف پارکینگ) گسترده شده بود که در صورت بزرگتر بودن اندک حفره فروریزش خطر فروریزش به این ساختمان نیز اثر جدی می‌کرد.

ساختمان متروکه بنایی، با دو طبقه درست در ضلع شمالی حفره (به سمت خیابان مولوی) قرار دارد که بخشی از دیوار آن نیز متاثر از فروریزش گشته و بخشی از اجناس پلاستیکی (ظروف پلاستیکی و یکبار مصرف) موجود در آن به کف حفره ریخته شده بود.

۴- بازدید میدانی و مستندسازی

تیم مستندسازی بخش زلزله‌شناسی مهندسی و خطرپذیری مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، از محل رویداد پدیده فروریزش، در خیابان مولوی بازدید نمود که گزارش زیر حاصل نتایج بدست‌آمده از بازدیدهای میدانی و مشاهدات می‌باشد. فروریزش زمین به صورت نقطه‌ای در حوالی خیابان مولوی بوقوع پیوسته است. طبق بازدیدهایی که صورت گرفت، ابعاد این فروریزش به شکل تقریبی مستطیل شکلی به طول ۳۰ متر و عرض ۱۰ متر و حدود ۱۲ متر عمق

تشخیص داده شد.

محدوده خیابان مولوی از معابر پرتردد شهر تهران بوده و از حجم بسیار بالای ترافیکی برخوردار است. در حین بازدید که در هنگام بعد از ظهر بعمل آمد نیز میزان تردد قابل ملاحظه دیده شد. حجم تردد بالا در این منطقه می‌تواند در مواقع رخداد حادثه فرو ریزش خسارت‌های بسیاری به بار آورد. علاوه بر آن ارتعاشات حاصل از تردد وسائط نقلیه با توجه به حجم بالای آن، می‌تواند نقش قابل ملاحظه‌ای را در تسریع ایجاد رخداد فروریزش داشته باشد.

در بازدیدهای بعمل آمده مشاهده گردید، وضعیت ابنیه‌ها و ساخت و سازها مناسب نبوده و در صورت رخداد پدیده‌هایی از قبیل فروریزش با ابعاد بزرگتر که اطراف محل حادثه را نیز تاثیر می‌گذارد، آسیب جدی خواهند دید. مشاهده گردید که حفره ایجاد شده، اثرات جانبی نیز داشته است که موج بودن سطح کوچه‌ها و ترک‌های ایجاد شده در ساختمان‌ها از این جمله بود. محدوده متاثر از این پدیده، بزرگتر از ابعاد حفره ایجاد شده بوده، بطوری که در پیاده‌روهای اطراف نیز آثاری از آن دیده می‌شود. با توجه به شواهد موجود، محیطی دایره‌ای شکل با شعاع حدوداً ۵۰ متر تحت تاثیر این رخداد می‌باشد.

موضوع مهم دیگری که در مرحله بعدی مورد بررسی و بازدید قرار گرفت در رابطه با خط مترو می‌باشد. با توجه به اینکه خاک زیرسطحی منطقه از چسبندگی کمی برخوردار می‌باشد، و ارتعاشات حاصل از حفاری‌ها می‌تواند در نشست و فروریزش اثرگذار باشد، این مورد نیز مورد توجه قرار گرفت. در محل حادثه، کارگاه احداث خط مترو وجود دارد که در حال فعالیت امور مربوط به احداث خط مترو می‌باشد.

با توجه به مشاهداتی که از دیواره حفره محل رخداد به عمل آمد ملاحظه گردید که مواد تشکیل دهنده، اغلب خاک دستی که این خاک منطقه در قسمت زیر سطحی، از نهشته‌های آبرفتی دانه متوسط و ریز دانه بوده که از رس کمتری نیز برخوردار می‌باشد. چسبندگی مواد تشکیل دهنده آبرفتی کم بوده و به نظر می‌رسد از نفوذپذیری قابل توجهی برخوردار می‌باشد. چسبندگی کم بافت خاک زیر سطحی به همراه افت آب زیر زمینی با در نظر گرفتن ارتعاشات وارد شده به بافت خاک، می‌تواند از عوامل تشدید رخداد فروریزش باشد (شکل ۵).



شکل ۵- اندازه و جنس دانه بندی در دیواره حفره خیابان مولوی (وسایل ریخته شده به حفره اجناس بازاریان منطقه است که از انبارهای لبه فروریزش به پایین سقوط کرده اند)

محل نشست، بلافاصله پس از حادثه با مصالح و مواد سیمانی و بتنی تا سطح پر شد. بتن ریزی و برطرف کردن حفره ایجاد شده به طور نقطه‌ای قابل ملاحظه بود و با گذشت زمان می‌تواند حوادثی را در پی داشته باشد. این مورد نیز جزء موارد مهم بوده که در اینجا گزارش گردید.







شکل ۶- پرنمودن حفره ایجاد شده با مصالح سیمانی

لوله‌های متعدد قطع شده و در سایز کوچک در قسمت سطحی و کمی تحتانی تر دیواره حفره مشاهده می‌شد که قطع شده بودند. لازم به ذکر است، در این محدوده ساکنین بدلائیل ایمنی و با توجه به نشست‌هایی که صورت گرفته، تخلیه شدند. بیشترین نشست‌ها در محدوده تلاقی کوچه زکائی و کوچه کوچک غفاری می‌باشد. لازم بذکر است که با توجه به مصاحبه بعمل آمده اکیپ مرکز با افراد کهنسال منطقه، گفته شد که در زیر نقطه فروریزش حمام قدیمی و انباز مازوت قرار داشته که این ابنیه‌های قدیمی نیز خود در بالای کارگاه مترو واقع شده بودند.





شکل ۷- لوله‌های و کابل‌های موجود در گودال ایجاد شده محل حادثه

۵- بررسی های ژئوتکنیکی

پیش از بررسی های ژئوتکنیکی منطقه فروریزش به صورت بسیار اجمالی به وضعیت زمین شناسی کلی آن اشاره می گردد. منطقه مورد مطالعه از دیدگاه زمین شناسی در دشت تهران که بخشی از گستره تهران می باشد واقع گشته است (شکل ۸). این دشت از قسمت شمالی به تدریج به بلندی های طرشت-عباس آباد و از سمت جنوب بوسیله گسل تهران-شمال ری به فرونشست ری وصل می شود. دشت تهران، دشتی سست با شیب از شمال به جنوب که بوسیله بلندی ها و فرونشست های خاوری-باختری به بخش های گوناگون تقسیم می شود.



شکل ۸- تصویر شماتیک از زمین شناسی تهران و اطراف (برگرفته از سایت سازمان زمین شناسی)

به منظور شناخت هر چه بهتر ساختگاه مورد مطالعه، اقدام به بررسی گمانه های ژئوتکنیکی موجود در بانک اطلاعات ژئوتکنیک مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی گردید. در این راستا تعداد ۳ گمانه در مجاورت نقطه فروریزش گردآوری گردید. موقعیت گمانه های حفاری شده در شکل ۹ آورده شده است. نکته حایز اهمیت در بررسی این گزارش ها، عدم وجود سطح ایستایی می باشد. جنس خاک در گمانه ها از نوع درشت دانه ماسه ای به همراه رس است به طوری که با افزایش عمق از نوع شن ماسه ای می گردد.

آنچه که در مورد ژئوتکنیک محدوده فروریزش شایان ذکر است وجود لایه های مختلفی از خاک های دستی است که تا عمق های بیشتری نیز ادامه دارند. بررسی چشمی دیواره های حفاره ایجاد شده نشان می دهد که تا حدود ۵-۶ متری نیز لایه های متناوب خاک دستی کاملا نمایان است. بعنوان مثال در شکل قبلی که با هدف نشان دادن تاثیرپذیری لوله های مدفون در این گزارش آورده شده است، نگاه سطحی به دیواره حفاره ایجاد شده، موبد این واقعیت است که منطقه بدلیل قرارگیری در زون تاریخی شهر تهران، بطور قطع در دوره های مختلف دستخوش تغییرات و ساخت و سازهای متعددی قرار گرفته و خاک و نخاله هایی تا افق های عمقی پایینتر در این نقطه قابل مشاهده است.

مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن

Generated By GeoBak 7.0.0.0

Project Name: گمانه سازی در اطراف نقطه فروریزش (201402000000)		Contractor:	Client Company:	Zone:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Location: خیابان مولوی، تهران، استان تهران		Commencement Date: 13/11/1396	Head Design:	Depth Coordinate: 020000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Consultant: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی		Completion Date: 14/03/1397	Design Machine:	Coordinate Y: 266674																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Client: شهرداری تهران		Trace ID:	Water Table:	Coordinate Z:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Depth (m)	Sample	Soil	Particle Size (%)										Atterberg Limit			Compaction			Permeability			SPT			Water			pH			Electrical			Thermal			Consolidation			Organic			Shrinkage			Densities																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Moisture (%)	Flow To	Mo. Type	Depth (m)	Description	Soil	Cl	Co	LL	PL	PI	W	Ca	Yd	Yw	Yr	Yb	Yc	Yd	Ye	Yf	Yg	Yh	Yi	Yj	Yk	Yl	Ym	Yn	Yo	Yp	Yq	Yr	Ys	Yt	Yu	Yv	Yw	Yx	Yy	Yz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Yau	Yav	Yaw	Yax	Yay	Yaz	Yaa	Yab	Yac	Yad	Yae	Yaf	Yag	Yah	Yai	Yaj	Yak	Yal	Yam	Yan	Yao	Yap	Yaq	Yar	Yas	Yat	Y

۶- بررسی علل محتمل

طبق اطلاعیه شهرداری تهران (بنا بر گزارش خبرگزاری ایسنا در روز حادثه)، علت رخداد فروریزش زمین در این ناحیه، به دلیل حادثه‌ای که در یکی از کارگاه‌های فرعی خط ۷ مترو، نزدیکی میدان محمدیه (اعدام) به وقوع پیوسته بوده است. این حادثه موجب ایجاد شکاف‌ها در سطح خیابان و ساختمان‌های اطراف گردیده است. علت سازه‌ای فروریزش زمین در این نقطه، ناپایداری در یکی از شمع‌های حائل شفت میانی هوا رسان مترو در ایستگاه مربوطه بوده که به دلیل مجاورت با چند آب انبار قدیمی به وقوع پیوسته است.

در نقطه فروریزش حمام قدیمی مدفون، آب انبار و انبار مازوت (طبق مصاحبه حضوری اکیپ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی با اهالی مسن محدوده) بصورت مدفون وجود داشته و زیر این ابنیه‌ها کارگاه مترو واقع بوده است (شکل ۱۱). با ریزش سقف کارگاه، فروریزش بصورت دو مرحله‌ای ابتدا به عمق ۳ متر و سپس به عمق ۱۲ متر رخ می‌دهد. بنابراین می‌توان گفت که علت اصلی، نقص در کارگاه مترو بوده ولی عواملی مانند خاک دستی بودن منطقه، وجود حمام و آب انبارها نیز موجب تشدید مسئله شده است.

وجود ابنیه قدیمی نظیر آب انبارها ظاهراً در عمق کارگاه مترو نیز وجود داشته است که بدلیل تاثیر پذیری تکیه گاه‌ها از آن، آسیب به المان‌های سازه‌ای کارگاه وارد آمده و ریزش از سقف و سطوح فوقانی را موجب شده است.



شکل ۱۱- اثرات ابنیه‌های قدیمی در نقطه فروریزش

۷- خسارت‌ها و تلفات

در اثر فروریزش زمین در منطقه خیابان مولوی بین میدان اعدام و چهار راه مولوی تغییر شکل سطحی در رویه آسفالت خیابان و کوچه‌ها صورت گرفت و بخشی از آن ترک خورد.

به طور کلی خسارت‌ها، تلفات و خطرات ثانویه این حادثه عبارت است از:

- ترک خوردن تعدادی از ساختمان‌ها
 - آسیب و خسارت به رویه کوچه‌ها و خیابان و انحنای سطحی آنها
 - آسیب به زیرساخت‌های زیر آسفالت
 - ایجاد محدودیت‌های ترافیکی در منطقه
 - کم شدن حس امنیت روانی ساکنین شهر تهران و بویژه مردم ساکن محدوده فروریزش
- برخی از موارد خسارت در شکل‌های زیر نشان داده شده‌اند. این خسارت‌ها شامل ترک برداشتنی سطوح خیابان و معابر حوالی زون فروریزش، ترک و شکاف برداشتن دیوارهای ساختمان‌های مجاور، ریزش دیوارهای ساختمان مجاور حفره که اغلب از نوع بنایی بودند، پاره شدن کابل‌های مدفون، گسیخته شدن لوله‌های با سایز کوچک که در عکس‌های پیشین نیز به برخی از این موارد اشاره گردید.

بررسی خسارت‌های وارد آمده به ساختمان‌ها و نزدیکی بیش از حد پی ساختمان‌ها و بویژه ساختمان‌های ۲، ۳ و چهار طبقه مجاور که کاربری مسکونی نیز دارند، نشان می‌دهد که ابعاد خسارت می‌توانست بمراتب بالاتر باشد و ابعاد فروریزش بگونه‌ای است که چنین ساختمان‌هایی را نیز با فروریزش ناگهانی مواجه سازد. ذکر این نکته ضروری است که در درس آموزی از چنین رخدادهایی باید جنبه منفی رخداد که می‌توانست رخ دهد نیز باید بطور جد مورد توجه قرار گیرد. این امر توجه و الزام مسئولیت پروژه‌های مهندسی را به اقدامات از پیش تدارک دیده شده ایمنی بیشتر می‌نماید، همچنین نگاه جدی تری را در ملاحظات مرتبط با مخاطره فروریزش زمین ایجاد می‌کند.

بررسی‌های چشمی اکپ مطالعاتی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی از ساختمان‌های آسیب دیده نشان می‌دهد که ساختمان‌ها و دیوارهای ترک برداشته شده بطور کل از نوع ساختمان‌ها و دیوارهای فاقد استحکام و بنایی می‌باشند که قدمت بالاتری نیز دارند.

معابر در برخی از محدوده‌های مجاور، دچار اعوجاج شدند که بدلیل ایجاد حفره و جابجایی لایه‌های خاک با توجه به ایجاد زون فروریزش بوده است. تحکیم نواحی متأثر از فروریزش بدلیل خاک دستی بودن مسلماً بطور کامل صورت نپذیرفته و این امر موجب بروز انحنای در سطوح معابر و ترک برداشتن آسفالت کف معابر شده است. در شکل‌های زیر موارد فوق الذکر را می‌توان بوضوح مشاهده نمود.



















شکل ۱۲- خسارت‌های وارده بر ساختمان‌های اطراف نقطه فروریزش

۸- اقدامات مدیریت بحران

صبح روز شنبه ساعت ۸:۵۹ خبر حادثه فروریزش در نزدیکی خط ۷ مترو تهران و ایستگاه فرعی آن در حوالی خیابان مولوی به سامانه ۱۲۵ آتش نشانی اعلام و اکیپ‌های مرتبط به محل اعزام می‌شوند. پس از وقوع رخداد ریزش بلافاصله این محل با حضور عوامل آتش‌نشانی محصور شد و مهندسان و کارشناسان مترو کار بررسی موضوع و علت وقوع آن را آغاز نمودند. محل ایمن‌سازی شده، و برای جلوگیری از هرگونه خطر احتمالی برای شهروندان، محدوده و مجاورت آن از ساکنین تخلیه و بسته شد. ساکنین در سه هتل اسکان یافتند. شهرداری تهران در یک اقدام مناسب طی اطلاعیه‌ای اعلام نمود که علت حادثه آسیب دیدگی یکی از المان‌های سازه‌ای کارگاه فرعی مترو بوده است. با هدف جلوگیری از هرگونه ریزش احتمالی، عملیات تحکیم بستر خاک بلافاصله پس از فرونشست اولیه در دستور کار قرار گرفت تا از حوادث احتمالی بعدی جلوگیری شود. به طور کلی اقدامات مدیریت بحران به صورت زیر در منطقه انجام یافت.

- حضور نیروهای اورژانس
- حضور نیروهای آتش‌نشانی و انجام اقدامات ایمنی شامل بستن محدوده و نواحی مجاور آن
- حضور نیروهای اجرایی خط ۷ مترو تهران در محل حادثه

- انجام عملیات تحکیم بستر خاک
- بازدید مسئولین از محل حادثه
- حضور مسئولین گاز استان تهران، آب و فاضلاب و سازمان مدیریت بحران کشور و شهرداری تهران در شکل‌های زیر اقدامات مرتبط با عملیات ترمیم نشان داده شده است.









شکل ۱۳- نمونه‌هایی از اقدامات ترمیمی و مدیریت بحران

۹- نتایج و پیشنهادات

رخدادهای فروریزش شهران در تاریخ ۱۳۹۵/۳/۲۸، فروریزش خیابان پیامبر در تاریخ ۱۳۹۵/۶/۱۱ و فروریزش میدان قیام در تاریخ ۱۳۹۵/۷/۱۶ و فروریزش خیابان مولوی در تاریخ ۱۳۹۵/۹/۲۷ (همه این سوانح در سال ۱۳۹۵ رخ داده اند!) نشان می‌دهد که خطرات مرتبط با فرونشست و فروریزش به ویژه در کلان شهر تهران جدی است و می‌بایست توجه خاصی در مدیریت شهری به آن معطوف گردد.

نظر به مجاورت کارگاه مترو با محل رخداد فروریزش، آسیب دیدگی و عدم ملاحظات ایمنی کارگاه مترو در ایجاد این پدیده نقش اصلی را داشته است که اطلاعیه شهرداری تهران نیز بر این مطلب صحنه می‌گذارد.

مطالعه مسیر و نقاط و بویژه سطوح فوقانی کارگاه‌ها و ایستگاه‌های مترو نظیر کارگاه فرعی خیابان مولوی، و مبادرت به حفاری با علم به خصوصیات ژئوتکنیکی لایه‌های آبرفتی پیشنهاد فنی مناسبی بنظر می‌رسد.

لازم به ذکر است که حفره ایجاد شده به سرعت توسط شهرداری تهران با ملات سیمان و خاک پر گردید.

با توجه به رخداد حادثه فروریزش میدان قیام، موارد زیر شایان ذکر است:

- به نظر می‌رسد علاوه بر دقت در مسیر حفاری تونل مترو و اثر احتمالی آن بر فروریزش سطوح فوقانی، لازم است موقعیت ابنیه‌های قدیمی نظیر آب انبارها و ... و انطباق آن با المان‌های مترو بدقت مورد نظر قرار گرفته و از نظر احتمال رخداد فروریزش مورد توجه قرار گیرد.
- همانطور که ذکر گردید نوع خاک این نقطه با خصوصیت غیرچسبنده همراه با رس و ماسه بوده که پتانسیل ایجاد زون تراوا و نیز زون ریزی را داراست. لازم است در چنین نواحی خطر وقوع فروریزش مورد توجه قرار گیرد.
- حفاری در نواحی با قدمت بالا بایستی بر اساس ملاحظات ایمنی بالاتری صورت پذیرد. شناسائی عوارض مدفون در چنین نواحی بسیار مهم بوده و موجب ایمنی بالای پروژه‌های کلان مهندسی می‌گردد. همچنین با توجه به رخداد فروریزش و احتمال مخاطرات ثانویه ناشی از آن موارد زیر پیشنهاد می‌گردد.
 - پایش علائم فرونشست و فروریزش در شهر تهران و شناسایی زون‌های مستعد
 - نظارت جدی بر اجرای تاسیسات زیرساختی مثل خطوط مترو و درج دقیق کلیه مسائل و مشکلات رخ داده و همچنین پایش روزانه و اجرای سازه نگهبان دائمی برای آن‌ها
 - شناسایی ابنیه‌های قدیمی مدفون در نواحی با قدمت بالا و بویژه در نقاط و مسیرهای عبوری خطوط مترو و ایستگاه‌ها و کارگاه‌های زیر سطحی آن.
 - شناسایی گستره خاک‌های دستی در مجاورت ساختمان‌ها و مسیر عبوری تونل مترو (این امر بویژه در منطقه ۱۲ شهر تهران بدلیل قدمت تاریخی آن ضرورت دارد).

۱۰- تشکر و قدردانی

بدینوسیله از همکاری مدیریت و معاونین محترم شرکت متروی تهران که امکان بررسی‌های چشمی و میدانی را در روز حادثه با توجه به محدودیت‌ها و ملاحظات ایمنی برای عموم مردم، به اکیپ مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی دادند، کمال قدردانی را بعمل می‌آورد.

۱۱- مراجع

- بانک اطلاعات ژئوتکنیک مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
- گزارش فروریزش منطقه شهران، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
- گزارش فروریزش خیابان پیامبر، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
- گزارش فروریزش میدان قیام، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
- خبرگزاری ایسنا
- سایت‌های خبری میزان، خبرآنلاین

بنا خدا



مرکز تحقیقات راه مسکن و شهرسازی

گزارش بازدید از

بیمارستان شهید اکبر آبادی خیابان مولوی تهران



بخش زلزله شناسی مهندسی و خطرپذیری

بهار ۹۶

۶۹

به نام خدا

در پی اعلام گزارشی مبنی بر افزایش روند ترک خوردگی و بروز آسیب به یکی از ساختمان‌های بیمارستان اکبرآبادی در خیابان مولوی تهران در ضلع جنوبی بازار بزرگ تهران، تیم فنی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی در روز شنبه مورخ ۹۶/۲/۹ به محل اعزام شده و ساختمان مذکور و محیط اطراف آن را مورد بازدید دقیق سازه ای قرار دادند. در شکل ۱ محل قرار گیری این بیمارستان در بافت منطقه و ساختمان مذکور نمایش داده شده است.



شکل ۱- محل قرارگیری بیمارستان اکبرآبادی در مجاورت خیابان مولوی

با توجه به بازدیدهای بعمل آمده مشاهده گردید که یکی از ساختمان‌های موجود در این مجموعه بیمارستانی که تاریخ تاسیس آن به سال ۱۳۳۹ رده، دچار آسیب‌های متعددی گردیده که در اکثر نقاط این ساختمان این آسیب‌ها در قالب ترک‌های فراوان با طول و عمق مختلف و همچنین جداسدگی بین المان‌ها قابل مشاهده است. همانطور که در شکل ۱ نمایش داده شده است، نمونه این ساختمان در سوی دیگر حیاط بیمارستان و به صورت کاملاً قرینه و با معماری و سازه مشابه وجود دارد که با توجه به عبور تونل مترو از زیر آن، اثری از تخریب و آسیب در آن مشاهده نگردید.

به گفته مسئولین این بیمارستان، عملیات حفاری مترو در زیر ساختمان‌های این مجموعه از حدود دو سال پیش آغاز گردیده که از سال گذشته (۱۳۹۵)، اثرات بروز یافته در ساختمان این بیمارستان بشدت ظهور کرده است. بر اساس گفته مسئولین، ابتدا قسمت غربی بیمارستان دچار ترک‌های برشی متعدد گردید که با توجه به حفاری مترو در زیر ساختمان مراتب به مسئولین مترو انتقال داده شده است و این شرکت اقدام به عملیات شمع کوبی پیرامون این ناحیه از ساختمان کرده است که موجب کنترل علایم پدیدار شده گردیده است. اما در ماه‌های بعد علایم در بخش شرقی ساختمان سه طبقه مذکور نیز بروز یافته است که به دنبال آن عملیات شمع کوبی در پیرامون این بخش از ساختمان نیز گسترش یافته است. اما با وجود انجام این عملیات، سطح و شدت آسیب‌های وارد شده به ساختمان رو به افزایش گذاشته است به نحوی که در بهمن ماه سال ۱۳۹۵، مسئولین بیمارستان با توجه به وخامت علایم ظهور یافته در ساختمان، تصمیم به تخلیه آن نموده اند که این امر ظرف مدت یک هفته صورت گرفته است. در شکل ۲ نمایی از بخش تخلیه شده در بیمارستان قابل مشاهده است.



شکل ۲- بخش تخلیه شده در ساختمان بیمارستان ناشی از آسیب‌های وارد شده

بر اساس مشاهدات تیم فنی اعزام شده از سوی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، در بیشتر نقاط ساختمان مذکور شاهد ترک‌های برشی در دیوارها هستیم که در تاریخ‌های متفاوت بروز یافته است و عمق برخی از آنها به گونه‌ای است که موجب ایجاد جدایی مابین قطعات دیوارها گردیده است. این ترک‌ها در میانه دیوارها، کنار بازشوها و درب‌ها، کناره

پله‌ها و کف‌ها قابل مشاهده می‌باشند. تعدد این ترک‌ها و شدت تخریب ناشی از آنها در سمت شرق ساختمان به مراتب بیشتر بوده و در این بخش از ساختمان لرزش ناشی از عملکرد دستگاه‌های مترو به وضوح احساس می‌گردد که در اثر همین لرزش سیستم تاسیسات این بخش مورد آسیب جدی قرار گرفته و شاهد نشت آب از سقف می‌باشیم.

همچنین در بخش شرقی بیمارستان در ضلع جنوب ساختمان آسیب دیده، یک نمازخانه و یک سرویس بهداشتی قرار دارد که این ساختمان‌ها نیز دچار آسیب جدید گردیده‌اند و علایمی از قبیل ترک در دیواره و سقف و همچنین ایجاد جدایی بین دیواره و ستون در آنها مشهود است. با توجه به این موارد مسئولین بیمارستان این ساختمان‌ها را تخلیه و تعطیل نموده‌اند و اقدام به ساخت ساختمان‌های مشابه در حیاط بیمارستان نموده‌اند. در شکل ۳ بخشی از تخریب در سرویس‌های بهداشتی انتهای بیمارستان قابل مشاهده است.



شکل ۳- آسیب‌های وارده به سرویس‌های بهداشتی در بخش شرقی بیمارستان

در راهرو ورودی به طبقه زیر زمین ساختمان بیمارستان، ترک‌های برشی پیش رونده به وضوح در دیواره پله قابل رویت هستند و در بخشی از این راهرو ترک‌ها به ناحیه سقف نیز راه یافته‌اند. در زیرزمین ساختمان که بخش‌های مربوط به رادیولوژی و ماموگرافی در آن واقع بوده‌اند، شاهد ترک‌های عمیق در سطوح فوقانی دیوارها و همچنین کف هستیم.

به گفته مسئولین بیمارستان، شرکت مترو اقدام به بتن ریزی در کف سالن در این زیر زمین نموده است. در شکل ۴ این بخش قابل مشاهده می‌باشد.



شکل ۴- بخش زیر زمین بیمارستان و آسیب‌های وارده

در بخش شرقی ساختمان، علی‌الخصوص طبقه فوقانی، شاهد سطح بالایی از تخریب و آسیب در دیوارها و همچنین بروز جدایی در بین دیوار و سقف هستیم که شرایط بحرانی را برای این بخش که پیش از این آزمایشگاه بیمارستان بوده

است ایجاد نموده است. دیواره شرقی این بخش که مجاور با پروژه متروست آسیب بسیار زیادی دیده است و ترک‌های برشی عمیق جزو علایم مهم این آسیب به حساب می‌آیند. در شکل‌های ۵ و ۶ نمونه‌هایی از این آسیب‌ها مشهود است.



شکل ۵- نشست آب در سقف بخش شرقی ساختمان ناشی از ارتعاش تجهیزات مترو



شکل ۶- بروز ترک در دیواره در بخش شرقی ساختمان بیمارستان

همچنین در چندین مورد در دیواره بیرونی ساختمان بیمارستان شاهد نوعی جداشدگی مابین مصالح جداره هستیم که ناشی از تغییر مکان ساختمان است. در شکل ۷ نمونه‌ای از این جدایی قابل مشاهده است.



شکل ۷- بروز جدایی مابین مصالح جدار بیرونی ساختمان ناشی از تغییر مکان



شکل ۸- بروز ترک برشی در نمای بیرونی ساختمان بیمارستان

با توجه به جمع موارد ذکر شده در گزارش که حاصل بازدید از بیمارستان اکبرآبادی می‌باشد، می‌توان موارد آسیب رخ داده در این بیمارستان را به شرح زیر بیان نمود:

۱- overturning یا واژگونی ساختمان:

پدیده ایی است که در پی آن زیر ساختمان یا در بخشی از آن با کاهش ظرفیت باربری خاک بدلیل مختلف مواجه می‌شویم که نهایتاً بدلیل اختلاف تنش تحتانی سازه از محور شاقول خارج می‌گردد. لازم به ذکر است چنانچه مجموعه پی ساختمان از انسجام کافی برخوردار باشد این پدیده باعث کج شدگی کل ساختمان می‌شود که با راهکارهایی نظیر تزریق قابل اصلاح است. در سازه بیمارستان این پدیده بدلیل ضعف پی ساختمان باعث اختلاف تغییر مکان جانبی در بخش‌های مختلف سازه گردیده است که حاصل آن ترک در قسمتی از ساختمان و جداشدگی بخشی از آن از محور قائم گردیده است. شکل ۹ و ۱۰ به وضوح جداشدگی قسمت فوقانی از محور قائم را نشان می‌دهد.



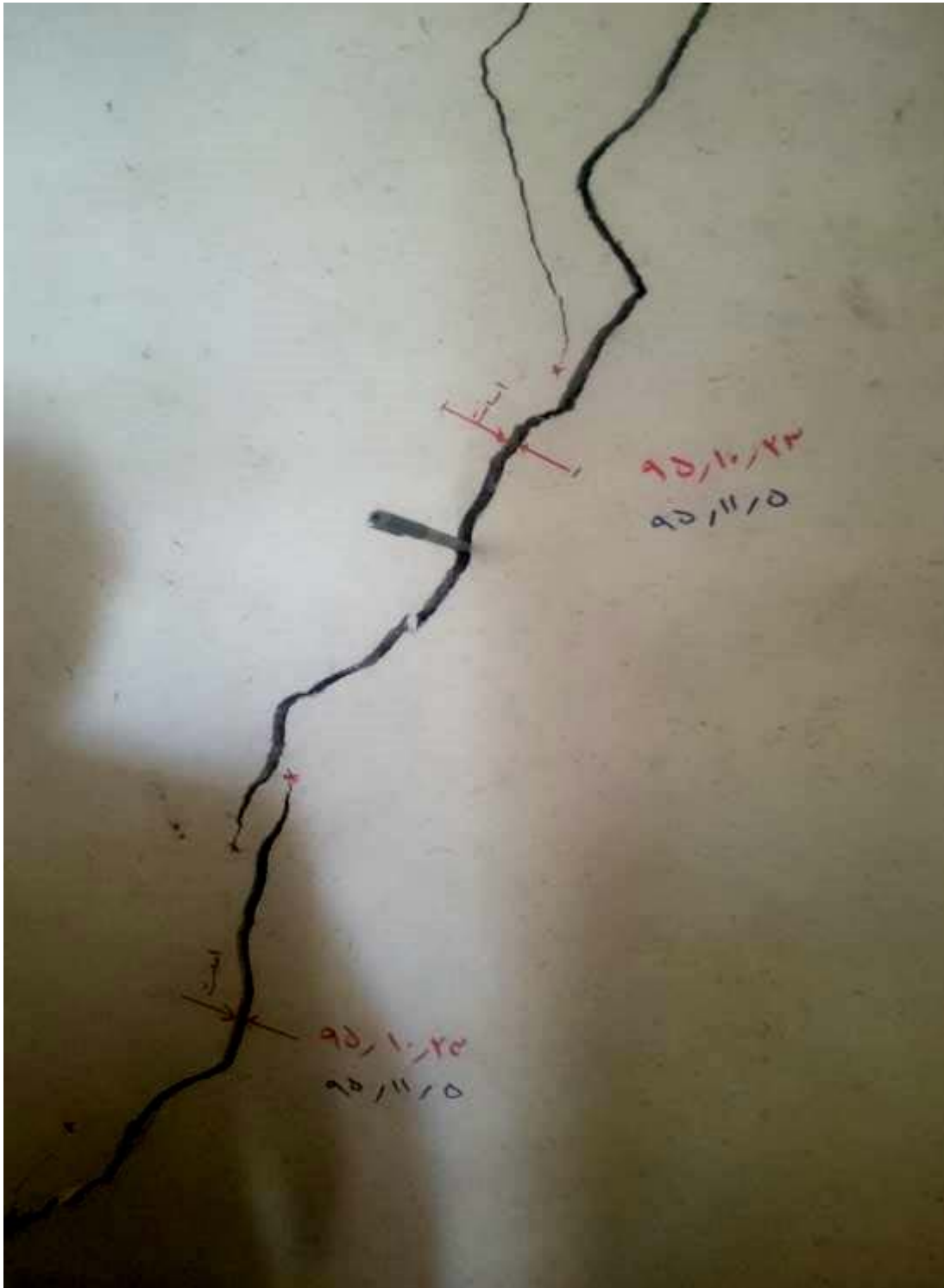
شکل ۹- جداشدگی مابین دیوار و ستون به دلیل وقوع پدید چرخش دیوار حول پایه



شکل ۱۰- بروز جدانشدگی مابین دیوارها

۲- ترک‌های مورب:

این ترک‌ها که عمدتاً تحت زاویه ۴۵ درجه ایجاد می‌شوند به دلیل ضعف پی و احیاناً شکستگی آن بدنبال نشست خاک زیرین تشکیل می‌شوند و در واقع به نوعی محل ظهور و تشکیل مفاصل پلاستیک در سیستم‌های باربر محسوب می‌شوند. لازم به ذکر است بر اساس قدمت ساختمان و ظواهر و انسجام بسیار خوب سازه مشابه و قرینه در همان پلان بیمارستان، به نظر می‌رسد اسکلت سازه سه طبقه مذکور از نوع بتنی بوده باشد.



شکل ۱۱- بروز ترک برشی عمیق در دیوار



شکل ۱۲- بروز ترک برشی چهل و پنج درجه در دیوارها و کنار بازشوها



شکل ۱۳- بروز ترک برشی چهل و پنج درجه و تخریب در دیوارهای بخش غربی ساختمان

۳- محدودیت‌های عرض ترک :

در این سازه ترک‌های ایجاد شده از نوع مخرب (اغلب بالای ۳ میلیمتر) مشاهده می‌شود و آنچه که در اکثر دیوارها مشاهده میشود تشکیل گوه‌های گسیختگی است که احتمال فروریزش را بالقوه بالا برده است. همین امر حتی در بین افراد کادر پزشکی باعث تشویق به امر تخلیه نموده است که کاملاً به جا و طبیعی نموده است.



شکل ۱۴- بروز ترک برشی چهل و پنج عمیق در دیوارهای بخش غربی ساختمان



شکل ۱۵- بروز ترک برشی چهل و پنج عمیق در دیوارهای بخش شرقی ساختمان

۴- مخاطرات ثانویه:

از آنجا که دقیقا دیوار به دیوار ساختمان بیمارستان در ضلع شمالی توقفگاه قطار شهری پیش بینی شده است این موضوع با توجه به ایجاد فرکانس‌های توقف و حرکت قطار در دراز مدت باعث ایجاد لایه‌های فشرده‌تری در زیر ساختمان می‌گردد که علاوه بر لرزش‌های ایجاد شده به دلایلی نظیر بهم‌خوردن ترکیب خاک زیرین و ایجاد نشست‌های ثانویه به همراه ضعف پی و ساختمان بوضوح باعث ایجاد ترک و تخریب سازه می‌گردد.

نتیجه گیری:

بدلیل ایجاد تونل در زیر سازه و عبور خط مترو، ساختمان ضلع شمالی سایت پلان این بیمارستان به لحاظ تشکیل گوه‌های گسیختگی در دیوارهای مرتفع و همچنین تشکیل ترک‌های مورب با عرض زیاد (چندین برابر عرض مجاز) و جداسدگی‌های افقی دیوارها با فونداسیون، تخریب شده و غیر قابل استفاده تلقی می‌گردد.

جمع بندی و نتیجه گیری کلی:

رخداد‌های فروریزش در شهر تهران بسیار جدی است که وقوع آن می تواند المان های مختلف شهری را تحت تاثیر قرار دهد و خسارت های جبران ناپذیری را به آنها وارد نماید. وقوع این مخاطره از یک طرف و آسیب پذیری المان های مختلف شهری نظیر شریان های حیاتی، مراکز خدماتی مهم، بیمارستان ها، مدارس، سیستم های حمل و نقل، ساختمان های مسکونی و... از سوی دیگر ضرورت توجه به این مخاطره را در سطح شهر تهران و انجام اقدامات پیشگیرانه را دو چندان نموده است.

اقدامات زیر در راستای پیشگیری و کاهش خطرپذیری این مخاطره مهم پیشنهاد می گردد:

- شناسایی زون های مستعد فروریزش
- دقت در مسیر حفاری تونل ها و گودبرداری ها
- شناسایی دقیق قنات ها و تهیه و بروز نمودن نقشه های رقومی آن
- تعیین محل مسیرهای تقاطعی رشته قنات با خیابان ها و بزرگراه ها و معابر و انجام مطالعات جزئی در این مسیرها
- انجام مطالعات ژئوتکنیک و توجه به ویژگی های ژئوتکنیکی قبل از احداث مستحذات شهری
- بررسی مسیرهای لوله های آب، گاز، فاضلاب و ... و رسیدگی به وضعیت فرسودگی آنها
- پیش بینی تمهیدات مهندسی در مکان های مستعد فروریزش
- تهیه و بروز نمودن نقشه های رقومی شریان های حیاتی و اطلاع کلیه عوامل ذیربط پروژه های اجرایی از وجود این المان ها
- جانمایی صحیح شریان های حیاتی جدید الاحداث و بازنگری مکان آن ها
- پایش مستمر علائم فروریزش
- نظارت جدی بر اجرای تاسیسات زیرساختی مثل خطوط مترو و درج دقیق کلیه مسائل و مشکلات رخ داده و همچنین پایش روزانه و اجرای سازه نگهبان دائمی برای آن ها خصوصاً در نزدیکی مسیر قنات ها
- تدوین برنامه عملیاتی پایش و مونیتورینگ، کنترل و کاهش فروریزش در خاتمه تاکید می گردد که:
- موضوع کاهش ریسک فروریزش در سامانه های حمل و نقل، شریان های حیاتی و محدوده های شهری در سازمان و نهادهای مرتبط با مدیریت شهری مورد توجه قرار گرفته و اهمیت ویژه به آن داده شود.