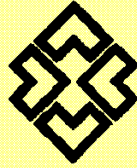


به نام خدا



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



فهرست

- ۱- مقدمه..... ۴
- ۲- موقعیت حادثه..... ۵
- ۳- امان‌های شهری در محل حادثه ۷
- ۴- بازدید میدانی و مستندسازی..... ۱۱
- ۵- بررسی‌های ژئوتکنیکی..... ۱۴
- ۶- بررسی علل محتمل..... ۱۵
- ۷- خسارت‌ها و تلفات..... ۱۷
- ۸- اقدامات مدیریت بحران..... ۱۷
- ۹- نتایج و پیشنهادات..... ۱۹

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 رخداد 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 رخداد 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، رخداد 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، در ابتدا تلفات جانی گزارش نشد ولیکن در گزارش‌های متعاقب، متأسفانه فوت کارگری از اتباع خارجی و نیز کشته شدن یکی از آتش نشانانی که جهت نجات همان کارگر از داخل چاه ریزش کرده، وارد عمل شده بود، اطلاع رسانی شد. چنین تلفات دردناکی مسلماً هشدار جدی برای جدیت بیشتر در مورد عواقب بی‌توجهی به پدیده فروریزش زمین را در گستره شهری تهران گوشزد می‌نماید.

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

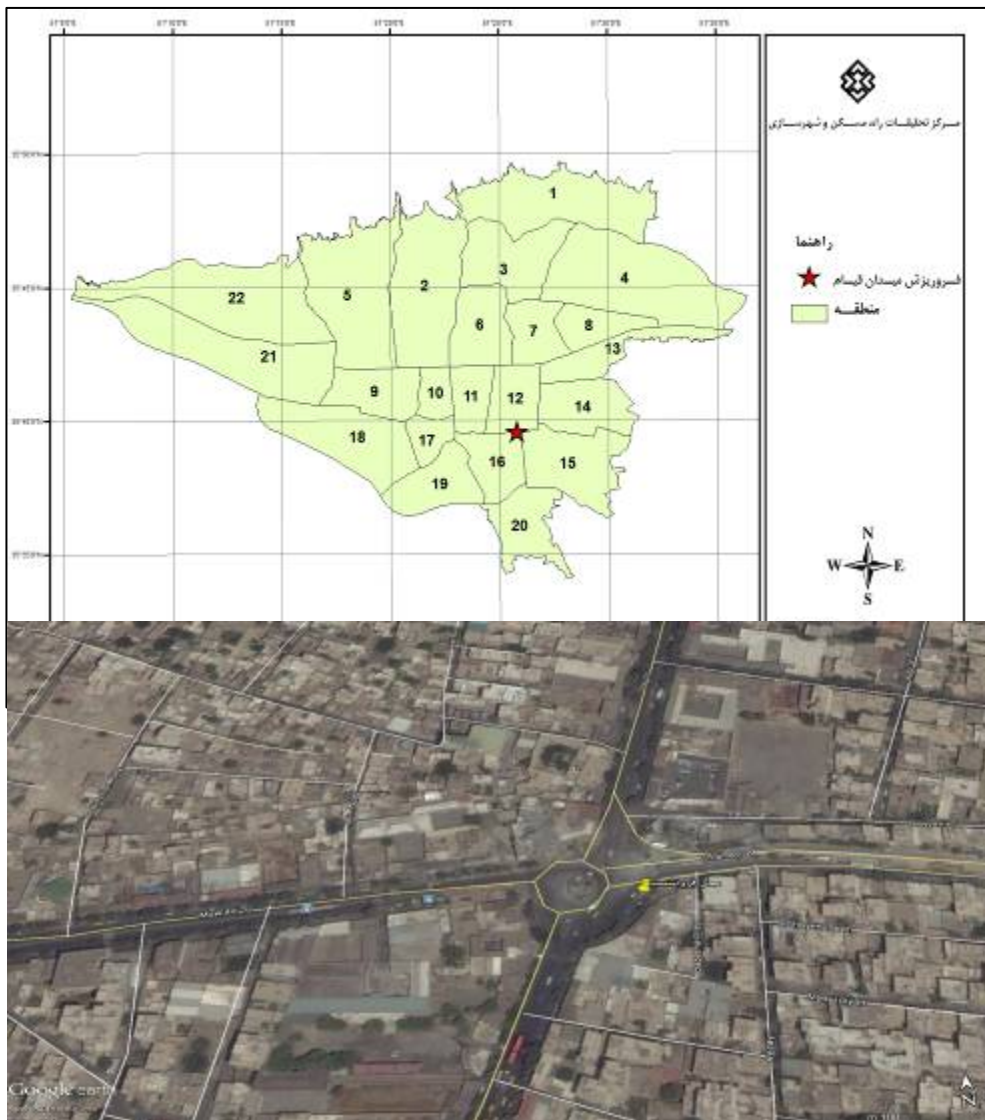
امر ریسک فرونشست و فروچاله‌ها و اثرات آن‌ها را بر ساختمان‌ها، محیط‌های شهری و جاده‌ها و اتوبان‌ها و شریان‌های حیاتی باید به طور جدی در برنامه‌های عمرانی مورد توجه قرار گرفته و اهمیت ویژه به آن‌ها داده شود.

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 درس‌آموز باشد و هشدار 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 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 در آینده 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 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

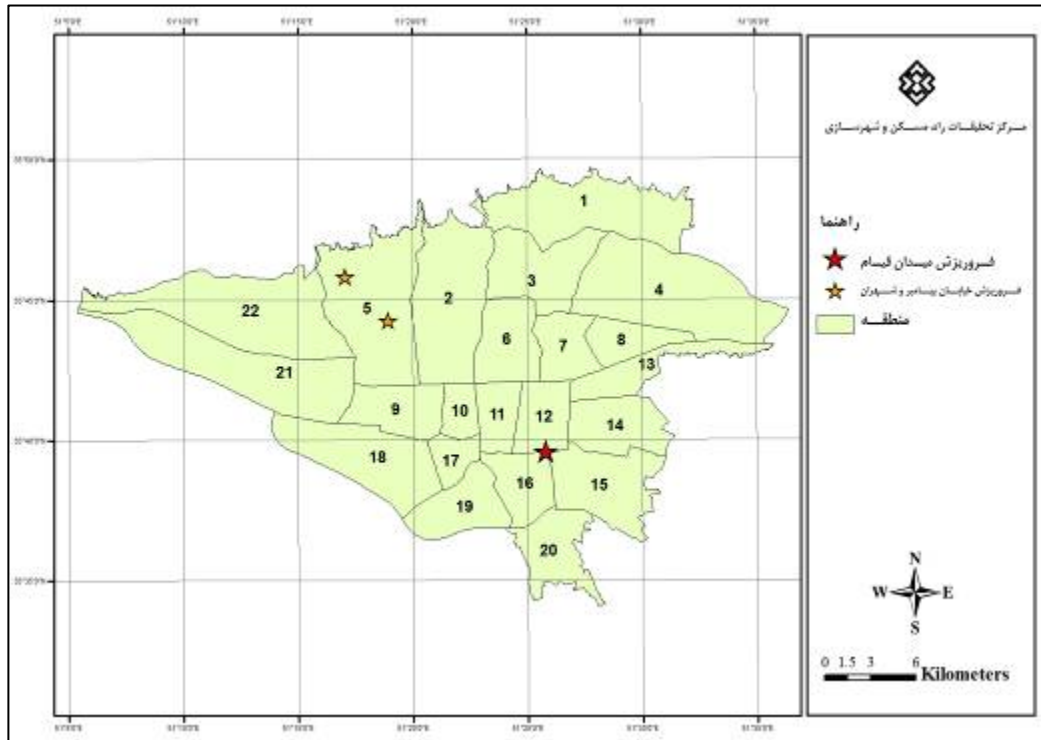
محل رخداد فروریزش در میدان قیام، و در منطقه ۱۲ شهرداری تهران و در نزدیکی تونل مترو خط ۷ تهران بوده است. این حادثه در ساعت ۱۳:۲۵ روز جمعه شانزدهم مهر سال نود و پنج رخ داد. در این حادثه، تغییر حالت آسفالت در ضلع شرقی میدان قیام گردید. محدوده رخداد سانحه، به ارتفاع تقریبی ۱۱۴۰ متری از سطح دریا و با مختصات، 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

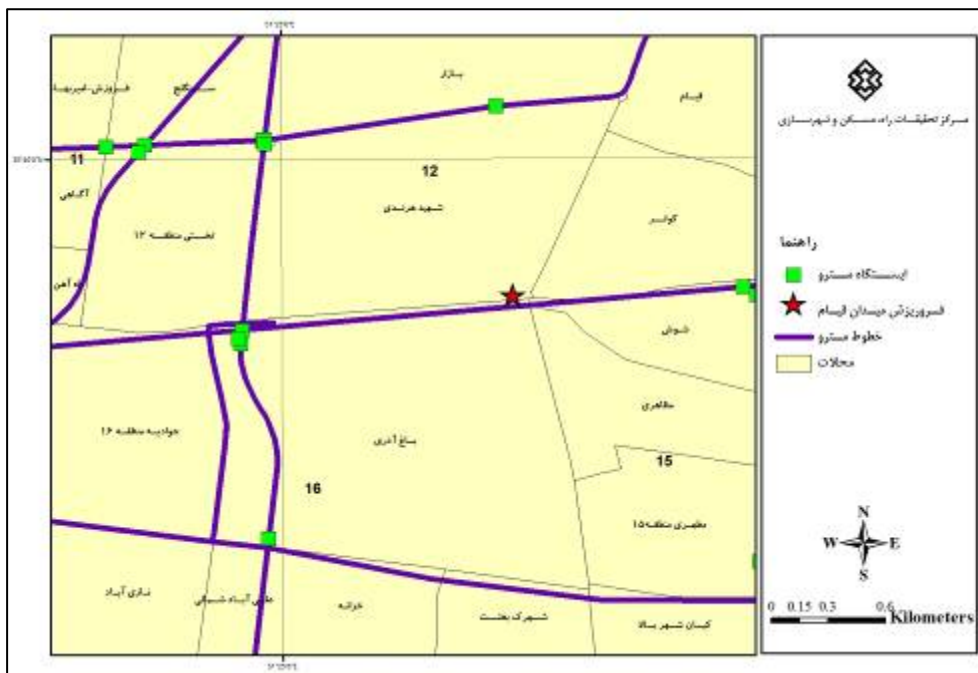
جدول ۱-۲- مشخصات کلی حادثه و مقایسه آن با حادثه شهران و خیابان پیامبر

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 هرندی

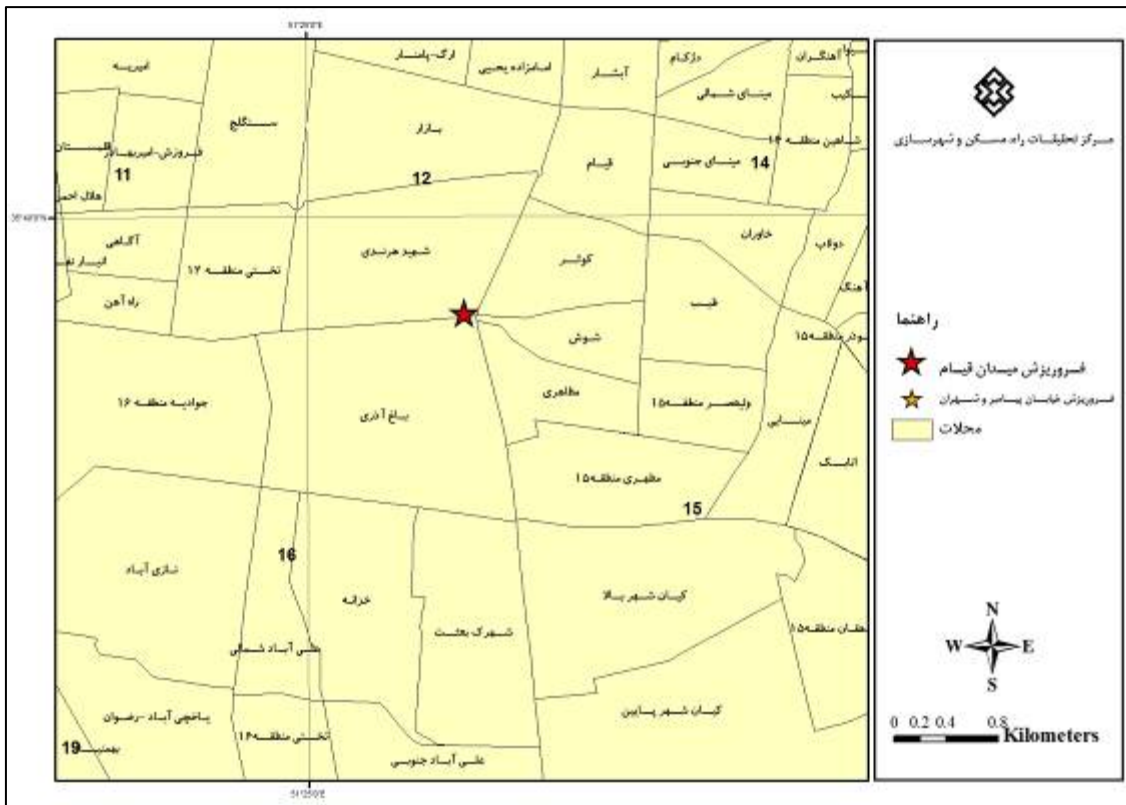
۳- المان‌های شهری در محل حادثه

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

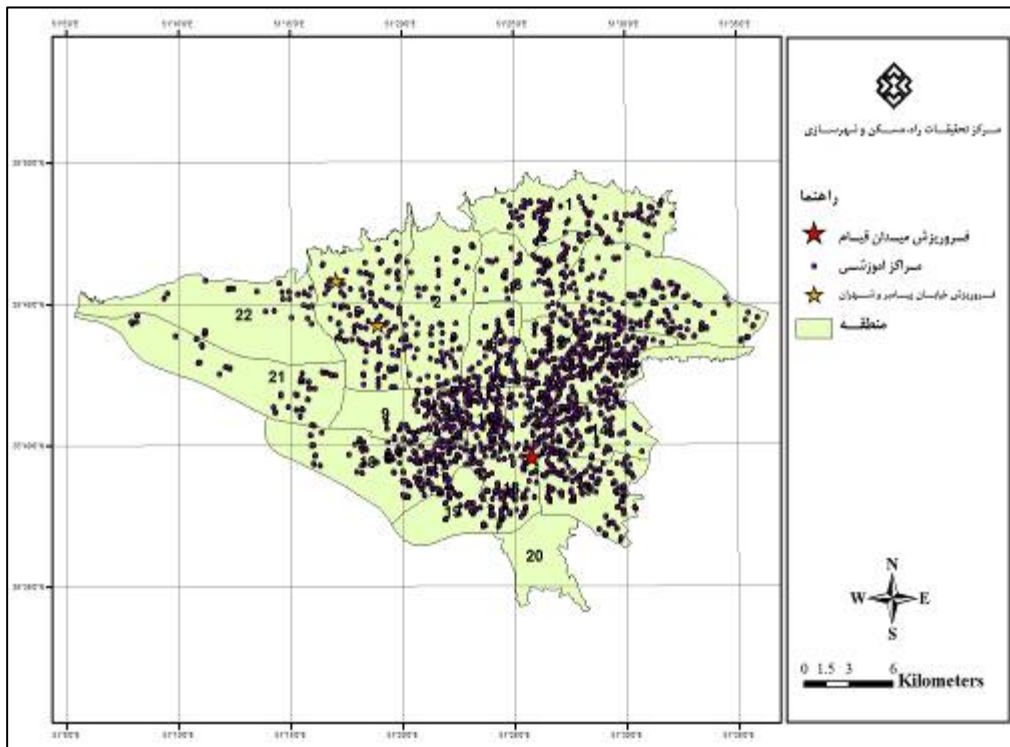


شکل ۳-۲- نقشه محلات در منطقه فروریزش و نزدیک به آن

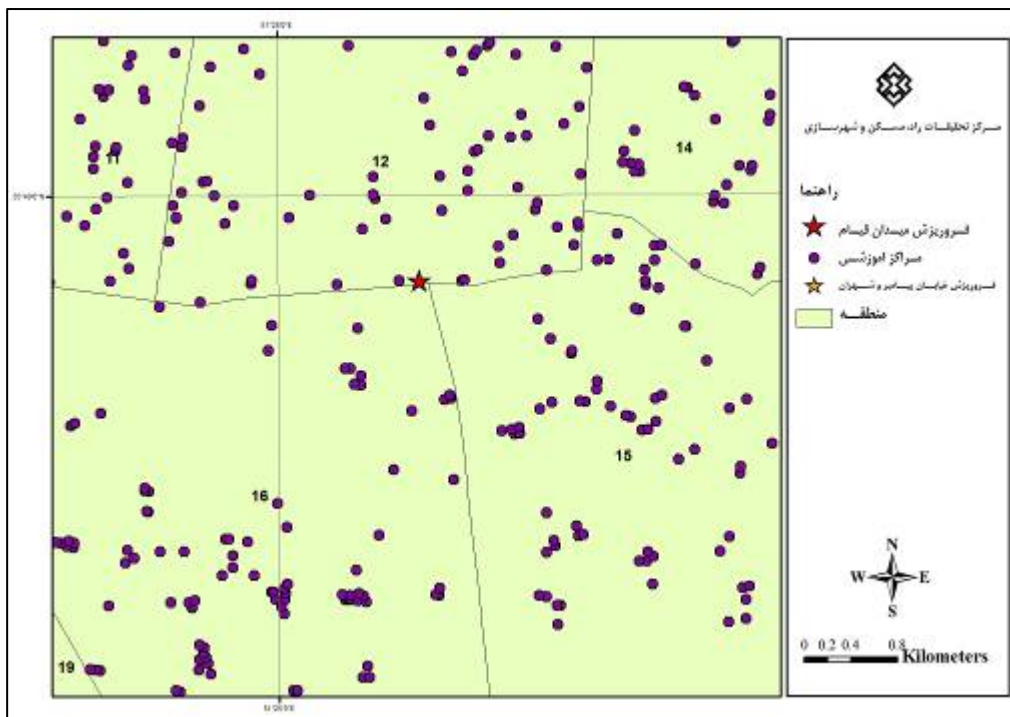
از اماکن مهم شهری که در نزدیکی محل حادثه است، می‌توان به مراکز آموزشی اشاره نمود که در شکل‌های ۳-۳ و ۳-۴ نشان داده شده‌اند. همانطوری که در شکل ۳-۳ مشاهده می‌گردد، مراکز آموزشی بسیار زیادی در این منطقه وجود دارد که بسیار پرتراکم می‌باشد. علاوه بر مراکز آموزشی، مراکز تجاری مهمی در نزدیکی این منطقه وجود 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 نزدیکی 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.



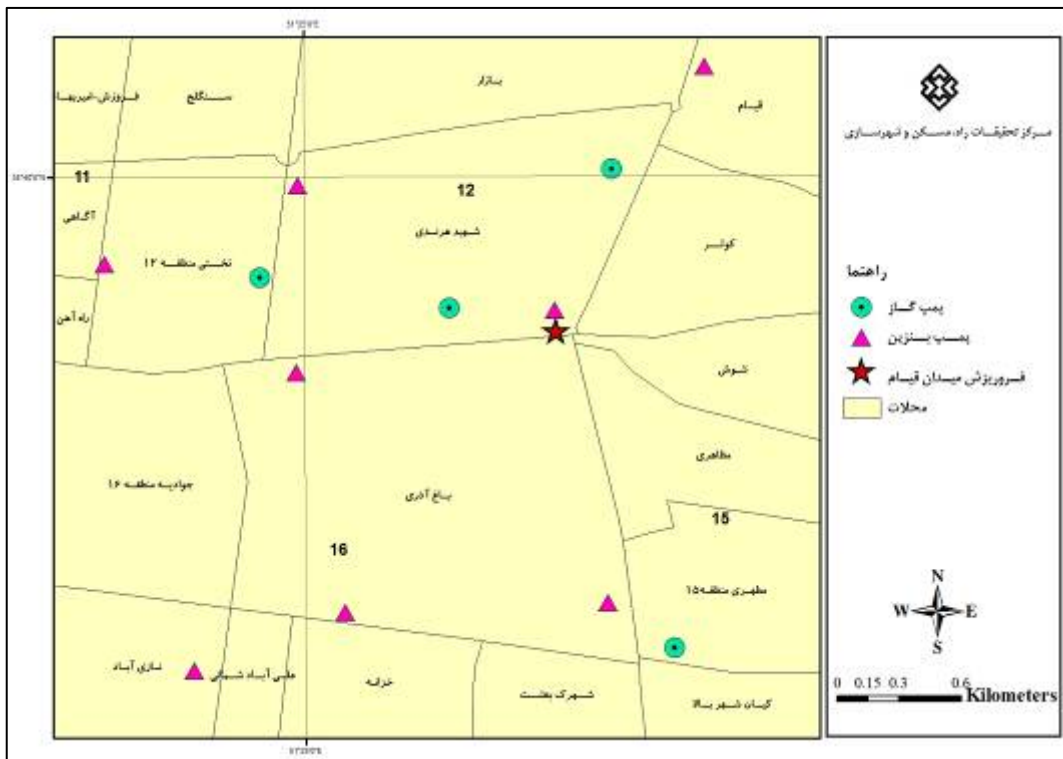
شکل ۳-۳- نقشه مراکز آموزشی در منطقه فروریزش و نزدیک به آن



شکل ۳-۴- نقشه مراکز آموزشی در منطقه فروریزش از نمایی 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 وجود 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 طراف 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 ۳-۴- 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. 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 ۴-۴- پرنمودن حفره ایجاد شده با مصالح سیمانی

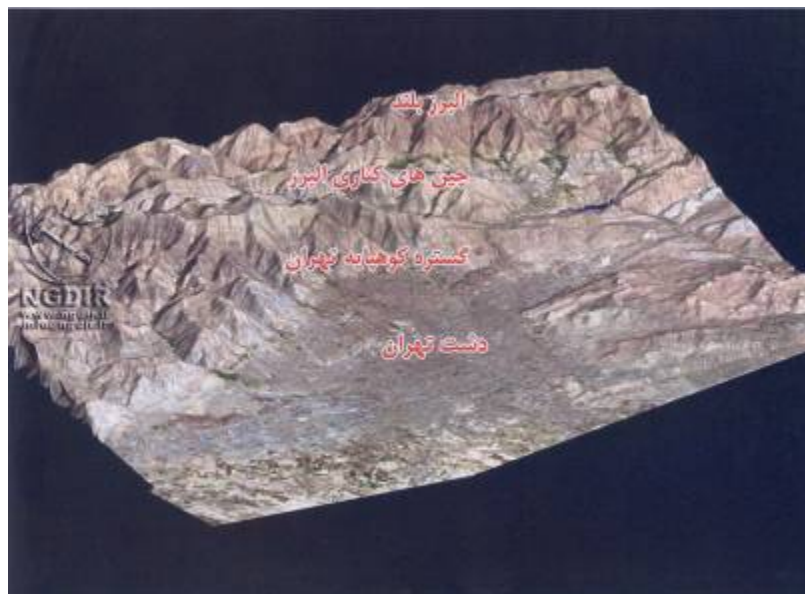
لوله‌هایی در قسمت سطحی حفره مشاهده می‌شد و به نظر می‌رسید مربوط به شبکه آب می‌باشد که آسیبی بدان وارد نشده بود. لازم به ذکر است، در این محدوده برخی از منازل مسکونی با توجه به نشست‌هایی که صورت گرفته، خالی از سکنه شده است. بیشترین نشست‌ها در محدوده میدان قیام مربوط به دور میدان و بلوار قیام می‌باشد که 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- قنات‌ها 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 (۲۰*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 جراحت یک کارگر، و فوت کارگری دیگر از تبعه خارج و نیز کشته شدن دردناک یکی از آتش نشانان فداکار که برای نجات همان کارگر مرحوم، وارد چاه ریزش کرده، شده بود گزارش شده است.

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

- مصدومیت یک نفر کارگر مترو
- کشته شدن یکی از آتش نشانان فداکار و مخلص و نیز کشته شدن یک کارگر از اتباع خارجی
- 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 آسیب دیدگی 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 خاطر نشان 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
- متأسفانه متعاقب فعالیت‌های فوق‌الذکر و در گزارش‌های بعدی از حادثه فروریزش میدان قیام، اعلام شد که کارگری با ملیت غیر ایرانی در اثر فروریزش مدفون شده که برای نجات او، یکی از آتش‌نشانان فداکار وارد عمل می‌شود، علاوه بر همان کارگر مرحوم، آتش‌نشان ایثارگر و پرافتخار نیز جان خود را در راه ادای وظیفه حرفه‌ای از دست می‌دهد (روحشان شاد).

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 دستگاهی با توجه به 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 تأیید 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 ریزی را داراست. لازم است در چنین نواحی خطر وقوع فروریزش مورد توجه قرار گرفته و به ویژه در مسیر آبراه‌های 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
- شناسایی و علامتگذاری نقاط تقاطعی اتوبان‌ها و خیابان‌ها و میداين با رشته‌های قنات و اتخاذ تمهیدات اجرائی 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 نگهبان 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