

به نام خدا



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

گزارش مقدماتی حادثه فروریزش زمین در خیابان پیامبر تهران

(حادثه ۱۳۹۵/۶/۱۱ ساعت ۱۲:۳۰ ظهر)



بخش زلزله شناسی مهندسی و خطرپذیری

۱۳۹۵/۶/۱۳



فهرست

- ۱- مقدمه..... ۴
- ۲- موقعیت حادثه..... ۵
- ۳- امان‌های شهری در محل حادثه ۷
- ۴- بازدید میدانی و مستندسازی..... ۱۰
- ۵- بررسی‌های ژئوتکنیکی..... ۱۶
- ۶- بررسی علل محتمل..... ۱۸
- ۷- خسارت‌ها و تلفات..... ۲۱
- ۸- اقدامات مدیریت بحران..... ۲۳
- ۹- نتایج و پیشنهادات..... ۲۷



چکیده

در اثر فروریزش بوجود آمده در خیابان پیامبر مرکزی در فاصله صد متری از مجتمع تجاری کوروش در شمال غرب تهران، گودالی با عمق حدود ۵ متر، در اتوبان شهید ستاری، خیابان پیامبر مرکزی، تقاطع کوچه امامت، ایجاد گردید که موجب سقوط یک خودرو و افتادن دو چرخ خودروی دوم در لبه فرونشست، مصدومیت راننده خودروی اول و گسیختگی سطح آسفالت گردید. این حادثه حدود ساعت ۱۲:۳۰ ظهر روز پنجشنبه مورخه ۱۳۹۵/۶/۱۱ به وقوع پیوست که سبب بروز اختلال در روند عبور و مرور در منطقه شد و به منظور جلوگیری از آتش‌سوزی احتمالی اقدامات احتیاطی صورت گرفت و گاز مشترکین قطع گردید و اقدامات مدیریتی انجام یافت.

در بدو رخداد این حادثه، نظرانی از سوی عوامل مختلف در رسانه‌ها در مورد علت حادثه منتشر شد که نیاز به بررسی‌های جامع‌تر دارد. اما آنچه که مسلم است این است که به طور کلی در این گونه سوانح که ناشی از تغییرات طبیعی و یا انسان‌ساز در وضعیت طبیعی زمین هستند، و این تغییرات همراه با نمودهای متفاوتی در بستر زمین همراه خواهد بود، عوامل متعددی به ایفای نقش خواهند پرداخت. لذا جهت بررسی علل اصلی رخداد سانحه، باید به جمیع پارامترهای موثر توجهی ویژه انجام گردد.

با توجه به نوع و ابعاد سانحه رخ داده، فرضیه‌های متفاوتی را می‌توان برای علل رخداد آن مطرح نمود. عوامل تاثیرگذار در این سناریوها، می‌توانند به تنهایی یا به صورت مشترک بر رخداد این سانحه تاثیر گذاشته باشند. منطقه رخداد سانحه، از سویی در نزدیکی خط ۶ مترو تهران قرار گرفته است و این خط در دست احداث بوده و عملیات حفاری در این خط در حال انجام است و از سوی دیگر، محل رخداد سانحه به شبکه قنوات محلی بسیار نزدیک بوده و با توجه به اینکه وجود قنات می‌تواند سبب تغییر در سیستم طبیعی زمین و مدل هیدرولیکی آب‌های زیرزمینی منطقه شده و موجب ریزش دیواره چاه و یا مسیر ارتباطی بین رشته قنوات گردیده و در نتیجه فروریزش سطحی را موجب گردد، می‌تواند یکی از فرضیه‌های محتمل باشد. یکی از فرضیه‌های موجود برای توجیه عامل فروریزش خیابان پیامبر نیز می‌تواند گودبرداری ساختمان کوروش و احداث طبقات زیرزمینی و پارکینگ و در نتیجه انحراف مسیر عادی آب‌های زیرسطحی باشد.

فرضیه دیگری که در این زمینه می‌تواند مطرح باشد، شسته شدن خاک در اثر جریانات زیرسطحی و یا جریانات ناشی از نشت آب لوله‌های عبوری در منطقه است. این احتمال با توجه به وجود خطوط انتقال آب در محل حادثه مطرح می‌گردد که البته بنابر اظهارات مسئولین شرکت آب و فاضلاب استان تهران، نشتی آب از خطوط عبوری از منطقه گزارش نشده است، ضمن اینکه بازدیدهای میدانی اکیپ مرکز و نیز رخنمون دیواره حفره ایجاد شده، وجود آب و نشت آب را منتفی می‌کند. فرضیه مطرح دیگر در این نوع سوانح، مهاجرت حفرات عمقی موجود به سطح زمین در اثر ارتعاشات و حفاری‌هاست.

در هر حال آنچه در خیابان پیامبر 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 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 تهران، در خیابان پیامبر تهران و در ناحیه‌ای که انواع المان‌های زیرساختی و شریانی عبور می‌کند، به وقوع پیوست که می‌تواند زنگ خطری برای مسئولین شهری باشد.

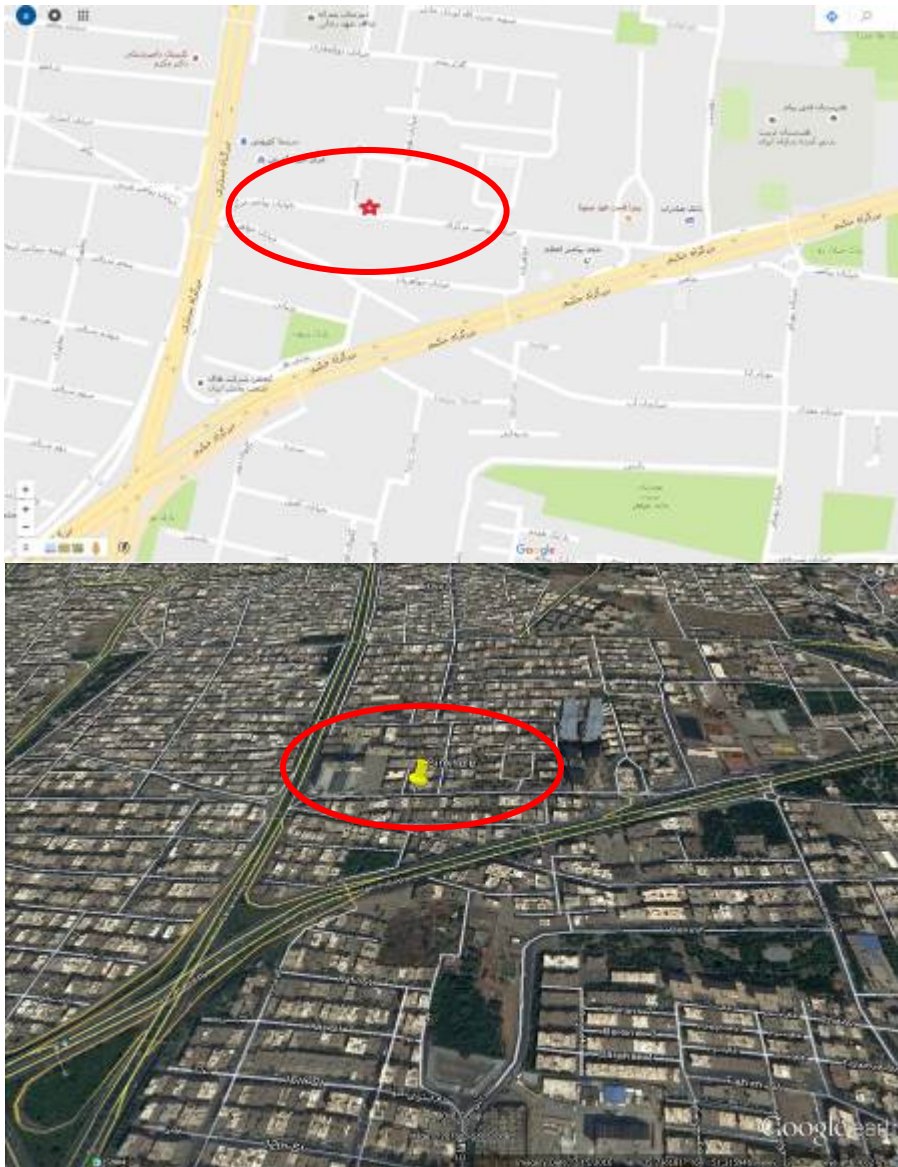
فرونشست زمین و پدیداری فروچال‌ها در چندین ناحیه و منطقه کشور مشاهده می‌گردد و اگر در خصوص تحلیل ریسک و کاهش ریسک فرونشست زمین اقدامی به عمل نیاید، امکان بروز چنین حوادثی در مسیر سامانه‌های حمل و نقل نظیر راه‌آهن، بزرگراه‌ها، لوله‌های قطور انتقال بنزین و سوخت، مجتمع‌های نفتی و پتروشیمی و مراکز شهری و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

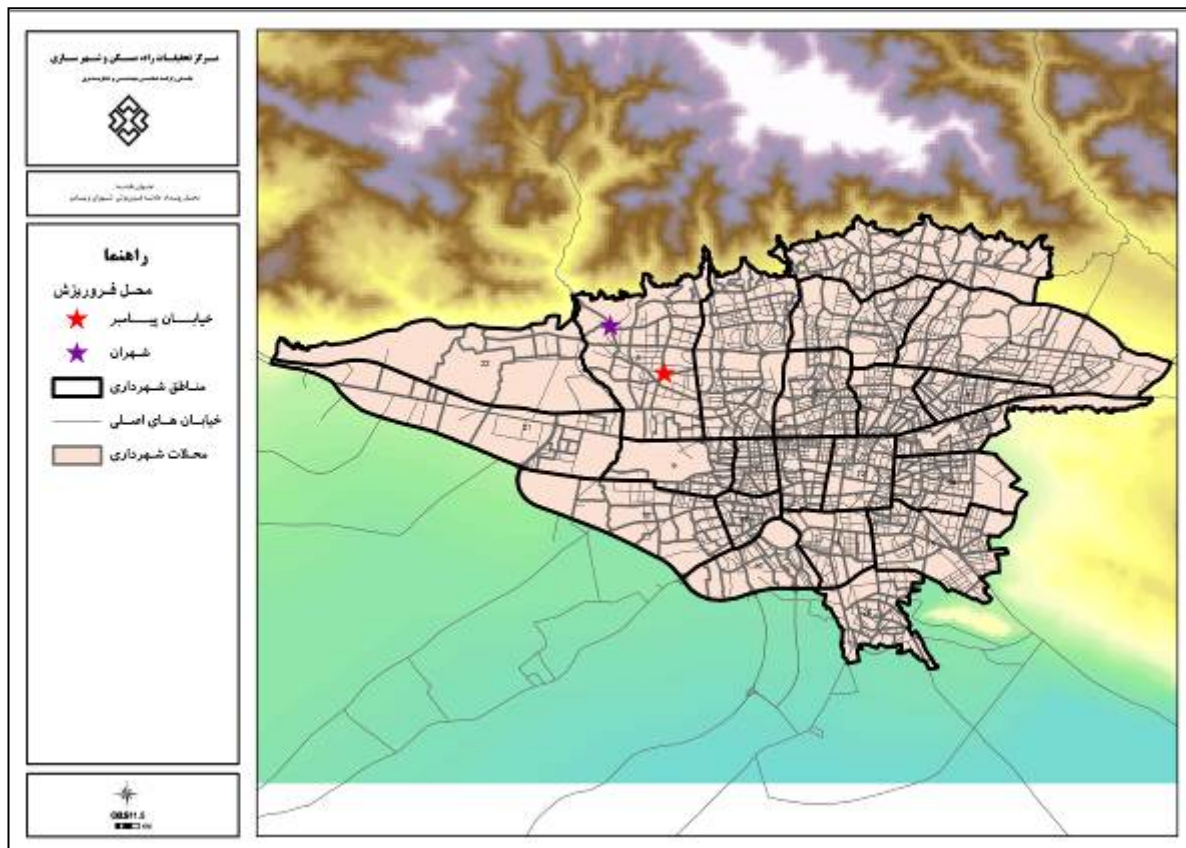
۲- موقعیت حادثه

محل رخداد فروریزش در خیابان پیامبر مرکزی، در فاصله صد متری از مجتمع تجاری کوروش در شمال غرب تهران بوده است. این حادثه در ساعات ۱۲:۳۰ ظهر پنجشنبه یازدهم شهریور سال نود و پنج رخ داد و گاز منطقه قطع شد. در این حادثه گودالی با عمق حدود ۵ متر ایجاد شده که یک دستگاه خودرو پژو در داخل گودال افتاد و یک دستگاه پراید هم در آستانه افتادن مهار شد. محدوده رخداد سانحه، به ارتفاع تقریبی ۱۳۳۵ متری از سطح دریا و با مختصات، طول جغرافیایی: $51^{\circ}18'55''$ درجه و عرض جغرافیایی: $35^{\circ}44'16''$ درجه می‌باشد (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲- نقشه موقعیت محل فروریزش زمین

در شکل ۲-۲، موقعیت فروریزش زمین در منطقه شهران تهران با موقعیت حادثه خیابان پیامبر تهران نشان داده شده است. همانطوری که در شکل ۲-۲ ملاحظه می‌گردد، حادثه اول، فروریزش شهران، در منطقه ۵ شهر تهران و حادثه دوم در خیابان پیامبر نیز در منطقه ۵ شهر تهران می‌باشد که فاصله آن از یکدیگر حدود ۴۱۳۵ متر می‌باشد. در جدول ۱-۲ مشخصات کلی فروریزش خیابان پیامبر در مقایسه با حادثه شهران آورده شده است.



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

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

مختصات محل حادثه	ارتفاع منطقه از سطح دریا	طول حفرة	عرض حفرة	عمق حفرة	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

۳-المان‌های شهری در محل حادثه

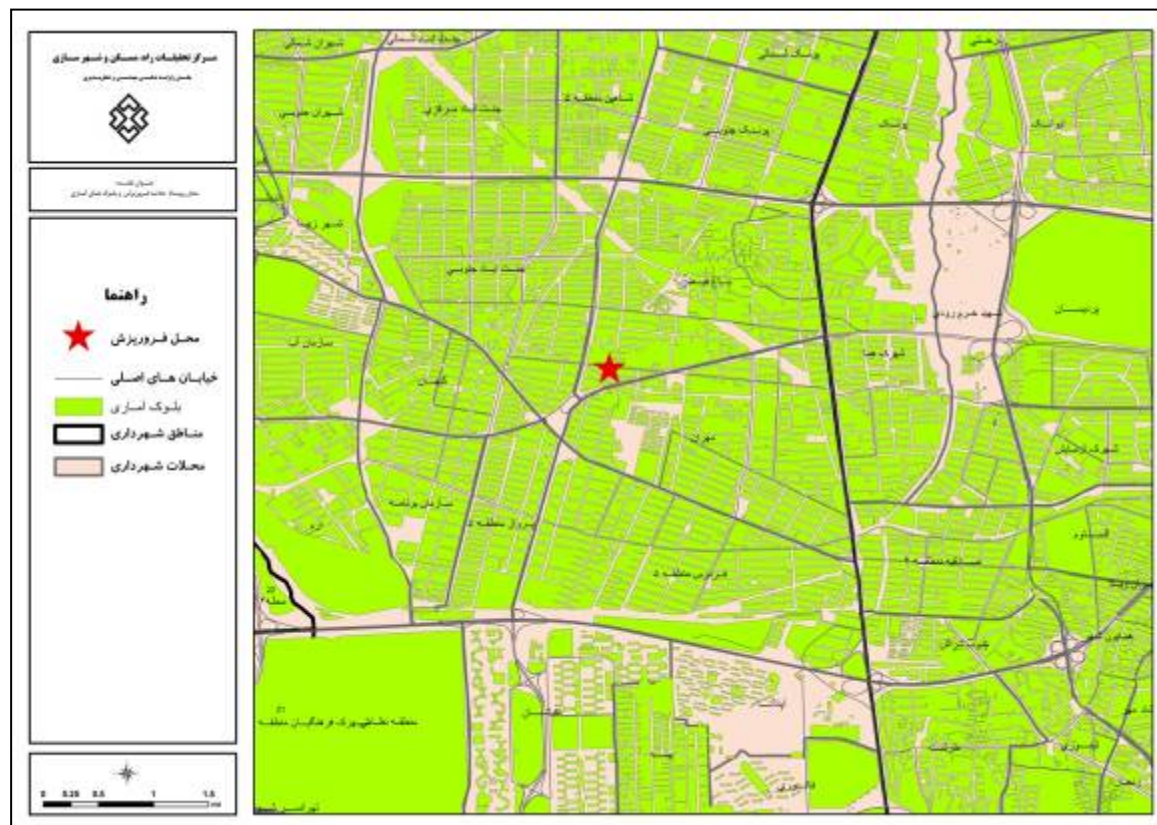
مناطق شهری به دلیل تراکم جمعیت، ساختمان‌ها و شریان‌های حیاتی به طور ویژه آسیب‌پذیرتر هستند. این پدیده می‌تواند به جاده‌ها، بزرگراه‌ها، فرودگاه‌ها، خطوط ریل و مترو، تونل‌های راه و راه‌آهن، پل‌ها، فرودگاه‌ها آسیب برساند. در محدوده فروریزش المان‌های مختلف شهری وجود دارند که می‌تواند در اثر وقوع این پدیده 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 فعال در این محدوده وجود ندارد و تنها چندین ایستگاه کارگاهی احداث مترو (خط ۶) در این منطقه وجود دارد. در شکل ۳-۱ خطوط مترو در حال احداث در منطقه فروریزش نشان داده شده است.

محله‌های واقع در محل حادثه از جمله المان‌های بسیار مهم دیگر شهری هستند. بر اساس اطلاعات موجود محلات مهران، باغ فیض، جنت آباد جنوبی، کیهان، سازمان برنامه، اباذر و پرواز از محله‌های اطراف منطقه حادثه دیده است. نزدیکترین محله به محل حادثه محله باغ فیض می‌باشد که معادل ۳۶۲۵۰۳ نفر در بلوک‌های آماری جمعیتی آن ساکن هستند (شکل ۳-۲).



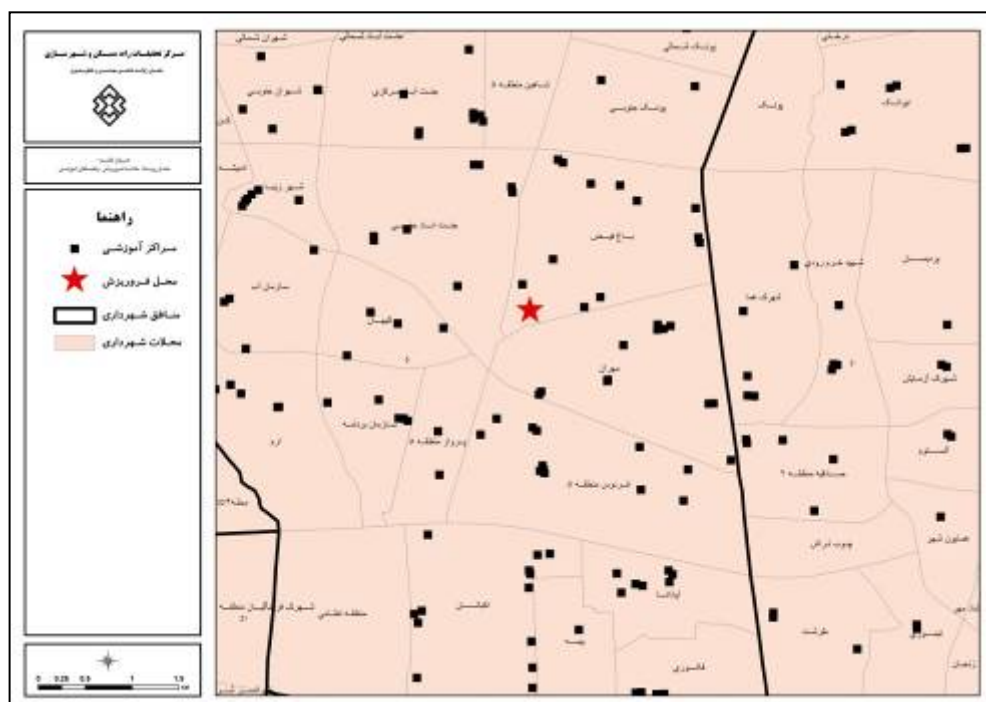
شکل ۳-۱ - خطوط مترو در حال احداث در منطقه فروریزش



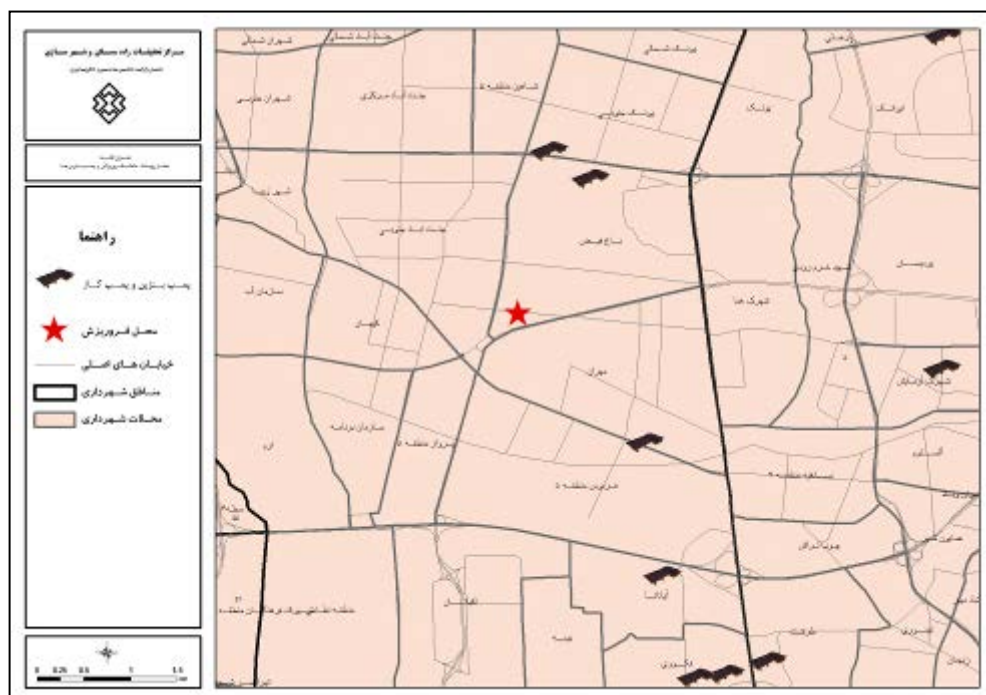
شکل ۳-۲- نقشه بلوک آماری جمعیتی منطقه فروریزش و نزدیک به آن

از المان‌های مهم شهری که در نزدیکی محل حادثه است، می‌توان به مراکز تجاری، مسکونی، آموزشی و ... اشاره نمود که در شکل‌های ۳-۳ نشان داده شده‌اند. همانطوری که در شکل ۳-۳ مشاهده می‌گردد، مراکز آموزشی بسیار زیادی در این منطقه وجود دارد. علاوه بر مراکز آموزشی، مراکز تجاری و جمعیت متراکم، در این منطقه جایگاه‌های پمپ بنزین نیز وجود دارد که می‌تواند خطرزا باشد (شکل ۳-۴).

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 مقدور نگردید که نیازمند بررسی و مطالعات جامع‌تر می‌باشد. البته بنابر اظهارات مسئولین شرکت آب و فاضلاب، یک خط لوله ۵۰۰ mm و یک خط لوله ۱۵۰ mm در آن مکان وجود دارد که مشکلی برای این خطوط ایجاد نشده است. اثرات این پدیده بر این زیرساخت‌های مهم در ادامه و در بخش بازدیدهای میدانی آورده می‌شود.



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



شکل ۳-۴- جایگاه های پمپ بنزین و گاز در نزدیکی منطقه فروریزش

۴- بازدید میدانی و مستندسازی

تیم مستندسازی بخش زلزله شناسی مهندسی و خطرپذیری مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی از محل رویداد پدیده نشست، در خیابان پیامبر مرکزی بازدید نمود که گزارش زیر حاصل نتایج بدست‌آمده از بازدیدهای میدانی و مشاهدات می‌باشد. نشست زمین به صورت نقطه‌ای در اتوبان شهید ستاری، خیابان پیامبر مرکزی، تقاطع کوچه امامت رویداد داشته است. طبق بازدیدهایی که صورت گرفت، ابعاد این فروریزش در حدود ۸ متر طول و ۵ متر عرض و حدوداً ۵ الی ۸ متر عمق تشخیص داده شد است که مختصات آن ۳۵ درجه و ۴۴ دقیقه و ۱۶ ثانیه شمالی و ۵۱ درجه و ۱۸ دقیقه و ۵۵ ثانیه در خیابان پیامبر مرکزی می‌باشد. آزمون خیابان پیامبر مرکزی ۲۷۰ درجه نسبت به شمال که بیانگر جهت شرقی، غربی می‌باشد، قرار دارد.



۴-۱- تصویر از فرو ریزش و جانمایی محل در بازدید میدانی

لازم به ذکر است که این حادثه تلفات جانی نداشته و تنها دو نفر آسیب دیده بودند که در محل مورد مداوا قرار گرفتند.



• تردد و ترافیک

قابل ذکر می باشد، این قسمت از منطقه جزء مناطق پرتردد و ترافیکی می باشد. وجود مرکز تجاری بزرگ کوروش در این نقطه از یک سو و اتوبان های مهم و پرتردد شهید آیت الله حکیم و شهید ستاری بدلیل جابجایی غرب به شرق و شمال به جنوب از سوئی دیگر، دلیل مناسبی برای تردد زیاد و حجم بالای ترافیک می باشد. بطوری که در زمان بازدید نیز ترافیک قابل توجهی در محل حادثه حاکم بود.

همانطور که ذکر شد، حجم ترافیک سنگین در این قسمت از منطقه که مربوط به اتوبان های شهید آیت الله حکیم و شهید ستاری می باشد بخصوص در اوقات صبح و بعد از ظهر غیر قابل انکار است. وجود مجتمع بزرگ کوروش در راس و امامزاده خاتون و مجتمع تیراژه در همسایگی این نقطه باعث شده است که سفرهای روزانه به این محدوده از منطقه بخصوص در روزهای آخر هفته قابل توجه باشد. موضوع تردد و بحث ترافیکی نیز با توجه به اینکه عامل ارتعاشی محسوب می شود در بازدید از منطقه مورد لحاظ قرار گرفت. لازم به ذکر است که وجود مرکز تجاری تیراژه و امام زاده خاتون، بیشتر نقش بالا بردن حجم تردد در منطقه باغ فیض را داشته که تاثیر آن در این منطقه نیز مشهود می باشد.

• بررسی طبقات زیر زمین مجتمع کوروش

عمل نشست با توجه به اینکه در فاصله کم از مجتمع تجاری بزرگ کوروش رخ داده بود، به همین منظور توجهات در ابتدا به این مجتمع جلب شده و وضعیت ساختمانی آن مورد بازدید و بررسی میدانی قرار گرفت (شکل ۴-۲). این مجتمع دارای طبقات زیادی در بخش زیرزمین می باشد (تعداد ۹ طبقه در زیر زمین مجتمع وجود دارد) که به عنوان پارکینگ و... استفاده می شود. عمق زیاد طبقات زیرزمین از این نظر مورد توجه قرار گرفت که بتن ریزی ها و عملیات سازه ای در اعماق زیاد می تواند در تغییر مسیر جریان آب های زیرزمینی مؤثر بوده و با تغییر مسیر، احتمال عمل آبستگی در قسمت های زیر سطحی اطراف مجتمع شکل پذیرد. به همین منظور در جهت علت یابی رویداد نشست نقطه ای، این مورد موضوعی بود که بدان پرداخته شد و گزارش گردید. طبق اظهارات نمایندگان شرکت مترو در جلسه حادثه فروریزش شهران، مقاوم سازی هایی در محل ساختمان کوروش در خط مترو صورت گرفته است که دلیل احتمالی آن وجود یک رشته قنات در محل یاد شده و جلوگیری ریزش های احتمالی برای ساختمان کوروش بوده است. احتمالاً تمهیدات خاصی برای محل مذکور توسط شرکت مترو برای رشته قنات دوم که با فاصله اندکی از محل ساختمان کوروش و نزدیک محل فروریزش بوده، صورت نگرفته است. لذا در نزدیکی محل حادثه محل عبور خط مترو و رشته قنات می باشد.



۴-۲- ساختمان مجتمع تجاری کوروش که دارای طبقات زیادی در قسمت زیر زمین می‌باشد

• ایستگاه‌های کارگاهی احداث خط مترو

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 اثرگذار باشد، بازدیدهایی از ایستگاه‌های کارگاهی مربوط به خط احداث مترو به عمل آمد که نتایج آن در این قسمت آورده می‌شود. در ابتدای خیابان پیامبر شرقی در تقاطع خیابان اسکندرزاده ایستگاه کارگاهی خط مترو وجود دارد که در آن عملیات اجرائی انجام می‌شود (شکل ۴-۳). ایستگاه‌های بعدی در تقاطع بلوار اباذر و میدان بهنام واقع شده است، اما عملیاتی در آن‌ها مشاهده نگردید. پس از تقاطع اتوبان شهید حکیم در ابتدای خیابان پیامبر مرکزی ایستگاه دیگری مشاهده گردید. همچنین در ابتدای خیابان پیامبر غربی و پس از تقاطع اتوبان شهید ستاری ایستگاه دیگری وجود دارد که احتمالاً از ایستگاه‌های اصلی خط مترو نیز خواهد بود. با اتصال این نقاط خط احداث مترو به طور تقریب مشخص می‌شود. این خط در زیر سطح خیابان پیامبر و یا در حوالی آن، بین حد فاصل بزرگراه اشرفی اصفهانی تا پس از تقاطع اتوبان شهید ستاری واقع شده است (شکل‌های ۳-۱).



شکل ۴-۳- کارگاه‌های احداث خط مترو در منطقه شرکت مهندسی چیلکو

در بازدیدهایی که به عمل آمد، ملاحظه گردید که این محدوده از مسیرهای گذر قنات می‌باشد. قنات نیز جزء عواملی است که منجر به نشست می‌شود و احتمال نشست بر روی خط قنات نیز از جمله مواردی می‌باشد که در علت‌یابی پدیده فروریزش باید مورد توجه قرار بگیرد.

یک حلقه چاه نیز در حال حفاری مشاهده گردید. چاه مورد حفاری دستی بوده که در نزدیکی محل نشست و به فاصله تقریبی ۲۰ الی ۳۰ متری قرار داشت. با توجه به مشاهدات، جنس مواد تشکیل‌دهنده قسمت زیرسطحی (با توجه به نمونه‌های چاه نزدیک محل حادثه)، از نهشته‌های آبرفتی دانه متوسط و کوچکتر بوده و با توجه به درصد بالای مواد شنی و آبرفت با چسبندگی کمتر می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که نفوذپذیری در زیرسطح این منطقه زیاد می‌باشد (شکل ۴-۴ و ۴-۵). با افت آب زیرسطحی و یا تغییر مسیر آن با توجه به نفوذپذیری بالای جنس مواد تشکیل‌دهنده خاک زیرسطحی، خلل و فرج میان مواد خالی شده و مستعد فروریزش می‌شود. عمق چاه حفاری شده در حدود ۱۰ متر بوده و خاک در قسمت تحتانی مرطوب مشاهده شد، اما اثری از آب زیرسطحی مشاهده نگردید. فاصله چاه با محل رخداد فروریزش کم و در حدود ۲۰ الی ۳۰ متر می‌باشد که می‌توان اطلاعات آن را به محل حادثه ارتباط داد.



شکل ۴-۴- اندازه و جنس مواد تشکیل دهنده قسمت‌های زیرسطحی



شکل ۴-۵- نمونه خاک از عمق تقریبی ۸ متری محدوده

یک روز پس از حادثه محل نشست با مصالح و مواد سیمانی و بتنی تا سطح پر و سطح آن آسفالت کاری شد. فاصله زمانی بتن ریزی و آسفالت کاری کم بوده که مورد قابل ملاحظه می‌باشد (شکل ۴-۶ و ۴-۷).



شکل ۴-۶- بتن ریزی داخل گود ایجاد شده توسط فرو ریزش



شکل ۴-۷- آسفالت کاری بلافاصله پس از بتن ریزی در محل حادثه

لازم به یادآوری می‌باشد لوله‌های موجود در این نقطه که بیشتر مربوط به خطوط انتقال گاز و آب می‌باشد و در بازدیدهای میدانی مورد مشاهده واقع گرفت، هیچ‌گونه آسیبی نداشته و سالم به نظر می‌رسید(شکل ۴-۹).



شکل ۴-۹- لوله‌های مربوط به آب و گاز در گود ایجاد شده محل حادثه

۵- بررسی‌های ژئوتکنیکی

براساس گمانه‌های ژئوتکنیکی موجود در بانک اطلاعات ژئوتکنیک کشور در اطراف محل فروریزش مذکور خاک محل از نوع درشت دانه شن و ماسه‌ای بدون ریزدانه چسبنده و یا با ریزدانه اندک می‌باشد. در گمانه‌های یاد شده سطح آب زیرزمینی مشاهده نشده است. ذکر این نکته ضروری است که عدم وجود آب در گمانه‌های ژئوتکنیکی یاد شده، قبل از برهم زدن محیط طبیعی می‌باشد. مقادیر زاویه اصطکاک خاک محل حدود ۳۷ درجه و چسبندگی آن صفر گزارش شده است. خاک هم با تراکم بالا است. مختصات و محل گمانه‌ها در جدول ۵-۱ نشان داده شده است.

جدول ۵-۱- محل گمانه‌ها و نوع خاک در منطقه فروریزش

نام محل	مختصات X	مختصات Y	عمق گمانه (m)	نوع خاک
برج های ۱۵ طبقه مسکونی پیامبر	۵۲۹۰۲۸	۳۹۵۴۸۱۵	۲۸	GP, GM, GP-GM
خیابان پیامبر-تقاطع خیابان ستاری	۵۲۸۳۵۶	۳۹۵۴۹۵۰	۴۵	SC-SM, SC, SM
خیابان پیامبر-تقاطع خیابان ستاری	۵۲۸۴۰۲	۳۹۵۴۹۴۸	۴۵	SC-SM, SC, SM
خیابان پیامبر-تقاطع خیابان ستاری	۵۲۸۳۵۹	۳۹۵۵۰۲۸	۴۵	SC-SM, SC, SM, GM
خیابان پیامبر-تقاطع خیابان ستاری	۵۲۸۰۴۳	۳۹۵۵۰۲۵	۴۵	GP-GC, SC, SM, GM
خیابان پیامبر-تقاطع خیابان ستاری	۵۲۸۳۶۸	۳۹۵۴۹۸۶	۷۰	SC-SM, SC, SM
خیابان پیامبر-تقاطع خیابان ستاری	۵۲۸۴۰۴	۳۹۵۴۹۸۸	۵۶	SC-SM, SC, SM
خیابان پیامبر-تقاطع خیابان ستاری	۵۲۸۳۸۳	۳۹۵۴۹۶۶	۴	GC-GM, GP-GM
خیابان پیامبر-تقاطع خیابان ستاری	۸۲۸۳۸۷	۳۵۵۰۱۰	۴	GC-GM, GP-GM



۶- بررسی علل محتمل

به طور کلی در این گونه سوانح که ناشی از تغییرات طبیعی و یا انسان‌ساز در وضعیت طبیعی زمین هستند، و این تغییرات همراه با نمودهای متفاوتی در بستر زمین همراه خواهد بود، عوامل متعددی به ایفای نقش خواهند پرداخت. لذا جهت بررسی علل اصلی رخداد سانحه، باید به جمیع پارامترهای موثر توجهی ویژه انجام گردد.

بررسی عوامل تاثیرگذار در این سوانح، علاوه بر شناسایی نقاط ضعف سیستم‌ها و زیرساخت‌های شهری، می‌تواند زمینه‌ساز دستیابی به نوع و شدت تاثیرگذاری پارامترهای دخیل در اینگونه موارد باشد که نتیجه شناخت بهتر اینگونه عوامل، راه را برای جلوگیری از رخداد موارد مشابه و یا کاهش خسارات ناشی از آن در آینده هموارتر می‌سازد.

سانحه مذکور که موجب ایجاد حفره‌ای به عمق تقریبی ۵ متری در بستر خیابان شد، سبب بروز اختلال در روند عبور و مرور در منطقه شده و همچنین سبب قطع گاز تعدادی از مشترکین برای چند ساعت گردید.

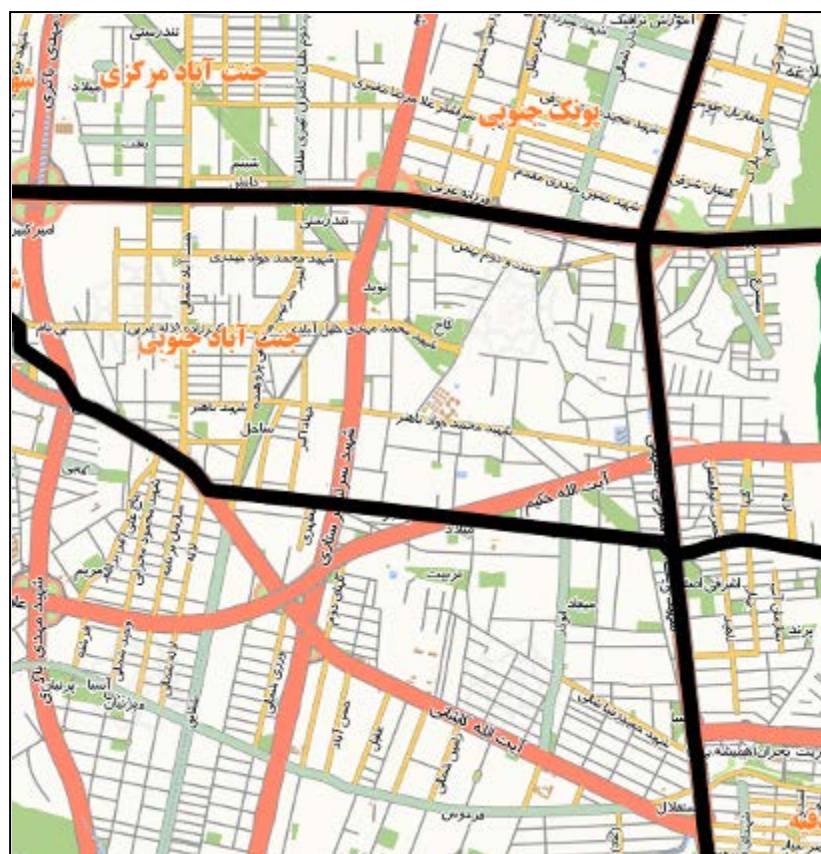
نمود ظاهری حادثه در قالب ایجاد حفره‌ای عمیق در بستر خیابان پیامبر، به همراه تخریب آسفالت رویه در محدوده حفره بوده است. از سوی دیگر به دلیل عبور شریان‌های حیاتی از جمله خطوط لوله پلی اتیلنی و فلزی گاز و آب و نظر به تجربه فروریزش منطقه شهران در راستای خط ۶ مترو که ادامه آن از محدوده نقطه فروریزش خیابان پیامبر نیز می‌گذرد، گاز این منطقه به دلایل احتیاطی برای چند ساعت قطع گردید (بر اساس اطلاعات گاز حدود ۱۲۰۰ مشترک در منطقه برای ساعاتی قطع گردید).

عوامل تاثیرگذار می‌توانند به تنهایی و یا به صورت مشترک بر رخداد سانحه فروریزش خیابان پیامبر تاثیر گذاشته باشند. منطقه رخداد سانحه، از سویی در نزدیکی خط ۶ مترو تهران قرار گرفته است و این خط در دست احداث بوده و عملیات حفاری در این خط در حال انجام است (در شکل ۶-۱ نقشه شبکه متروی نهایی تهران قابل مشاهده است و همینطور در شکل ۶-۲ خط ۶ مترو تهران در منطقه خیابان پیامبر که نزدیک به یک سال در دست احداث است، نشان داده شده 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. در شکل ۶-۳ تصویر شماتیکی از این پدیده قابل مشاهده است. بنابر گزارش رسانه‌ها (روزنامه دنیای اقتصاد، شنبه ۱۳/۶/۱۳۹۵)، کارگران کارگاه مترو به حالت سراسیمه تونل در دست حفاری را در زمان وقوع فروریزش ترک نمودند. این امر فرضیه تاثیر حفاری مترو بر وقوع فروریزش را تقویت می‌نماید. لازم به ذکر است که جهت قضاوت مهندسی و فنی نیاز به اطلاعات دقیق‌تر می‌باشد.

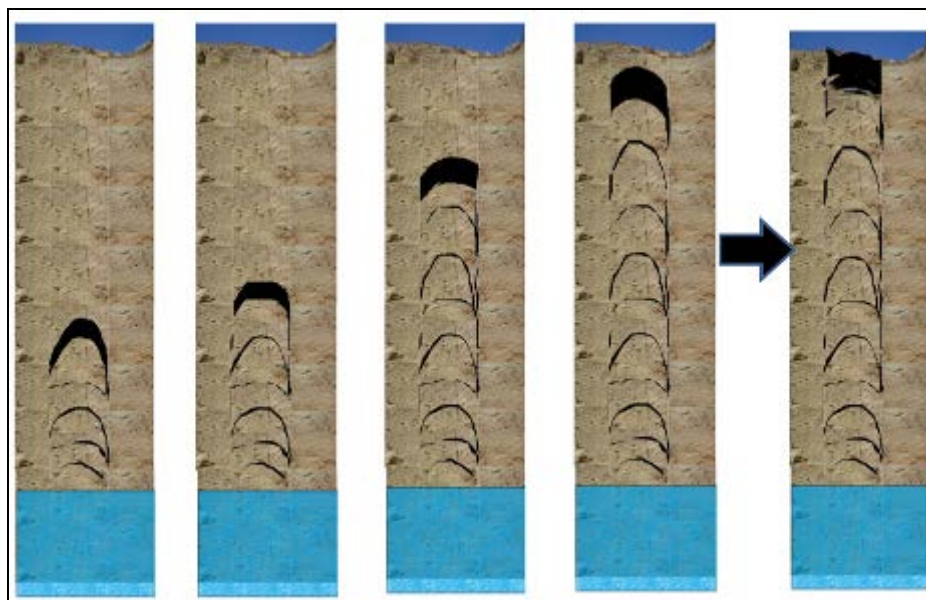
از سوی دیگر، محل رخداد سانحه به شبکه قنوات محلی بسیار نزدیک بوده و با توجه به اینکه وجود قنات به تدریج سبب تغییر در وضعیت نهشته‌های آبرفتی زیر سطحی می‌گردد که در نهایت محتملا می‌تواند باعث ریزش دیواره چاه و یا گالری میله‌های قنات گردد، لذا فرضیه محتمل دیگر در بروز فروریزش خیابان پیامبر، اثر قنوات موجود در منطقه است. در شکل ۶-۴ نقشه شبکه قنوات محلی در مجاورت محل سانحه قابل مشاهده است.



شکل ۶-۱- خطوط نهایی متروی تهران



شکل ۶-۲- عبور خط ۶ مترو تهران (در دست احداث) از مجاورت محل رخداد سانحه فروریزش



شکل ۳-۶- تصویر شماتیکی از پدیده مهاجرت حفره به سطح زمین و بروز ریزش در سطح



شکل ۴-۶- قرارگیری محل رخداد سانحه در مجاورت شبکه قنوات محلی (نقشه قنوات شهر تهران، سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران)

در شکل ۵-۶ نمونه‌ای از ریزش قنات و بروز حفره در سطح زمین در اثر این پدیده قابل مشاهده است.



شکل ۶-۵- ریزش قنات و نمود ظاهری آن در سطح زمین

فرضیه دیگری که در این زمینه می‌تواند مطرح باشد، شسته شدن خاک در اثر جریانات زیرسطحی و یا جریانات ناشی از نشت از لوله‌های عبوری آب در منطقه است. این احتمال با توجه به وجود و عبور خطوط انتقال آب از محل حادثه مطرح می‌گردد. همانگونه که ذکر گردید بر مبنای مشاهدات میدانی و نیز طبق گفته مسئولین شرکت آب و فاضلاب، نشتی آب در خطوط عبوری از منطقه وجود نداشته است. در شکل ۶-۶ خط لوله انتقال آب در حفره ایجاد شده قابل مشاهده است.



شکل ۶-۶- خط لوله انتقال آب در حفره ایجاد شده

قابل ذکر است که علاوه بر موارد مذکور که به تنهایی و یا در کنار هم می‌توانند موجب بروز این نوع سوانح شوند، عوامل متعدد دیگری وجود دارند که تاثیر تشدیدکننده بر رخداد فروریزش در منطقه دارند. برای مثال ترافیک و ارتعاشات



ناشی از عبور و مرور وسائط نقلیه در محل می‌تواند بر خاک منطقه تاثیرگذار باشد و روند ایجاد چنین سوانحی را تشدید نماید. همچنین انجام پروژه‌های ساخت و ساز و یا طرح‌های عمرانی کلان در مناطق می‌توانند موجب ایجاد تغییراتی در جهت گذر آب زیرزمینی (آب‌های رگه‌ای)، مسیر انتقال آب قنات‌ها و نیز در وضعیت خاک منطقه باشند که از جمله آن می‌توان به گودبرداری عمیق و احداث ساختمان کوروش اشاره نمود که احتمالا با تاثیر بر روند هیدرولیکی آب زیرزمینی منطقه بر ایجاد چنین سوانحی تاثیرگذار بوده است.

از سوی دیگر وضعیت خاک منطقه در ایجاد و تشدید این سانحه نقش کلیدی داشته است، به نحوی که خصوصیت ریزشی و غیر چسبنده 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 تاثیر گذاری عمده داشته است.

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 یازدهم شهریور ماه جاری (یکهزار و سیصد و نود و پنج) پس از ریزش بخشی از خیابان پیامبر، و اعلام گزارشی مبنی بر سقوط تعدادی خودرو به داخل این گودال نیروهای امدادی آتش نشان، پلیس و اورژانس تهران سریعا در محل حاضر شدند. به دلیل فعالیت گروه‌های امدادی تردد از مسیر خیابان پیامبر شرق متوقف شد و ترافیک نیمه سنگین در بزرگراه‌های منتهی به خیابان پیامبر حادث گردید.



شکل ۷-۱- ترافیک حاصل از حادثه

در اثر این حادثه یک دستگاه خودرو پژو ۲۰۶ درون چاله سقوط کرده بود و یک دستگاه خودرو پراید در آستانه سقوط به درون گودال ایجاد شده بود که توسط گروه‌های امدادی، از سقوط آن ممانعت بعمل آمد و همچنین جهت ایمن سازی خودروهای اطراف گودال توسط نیروهای امدادی جابجا شد.



شکل ۷-۲- امداد رسانی به خودروهای آسیب دیده در حادثه

راننده پژو ۲۰۶ در اثر وقوع این حادثه، مصدوم گردید و توسط تیم امدادی تیم امدادی اورژانس پس از انجام مداوای اولیه جهت انجام اقدامات تخصصی پزشکی به بیمارستان انتقال یافت. خوشبختانه این حادثه تلفات جانی نداشت. پس از وقوع حادثه دو خط تغذیه گاز منطقه ستاری شمالی برای پیشگیری از حوادث احتمالی ثانویه توسط شرکت گاز استان تهران قطع شد. که این امر موجب قطع حدود ۱۲۰۰ مشترک گاز منطقه گردید. در این حادثه هیچگونه صدماتی متوجه خطوط لوله‌های گاز و آب و برق موجود در منطقه نشد. به طور کلی خسارت ها، تلفات و خطرات ثانویه این حادثه عبارت است از:

- مصدومیت راننده پژو ۲۰۶
- آسیب و خسارت به دو خودروی نزدیک به محل حادثه
- قطع گاز در منطقه
- آسیب وارد شدن به آسفات خیابان پیامبر
- آسیب به زیرساخت‌های زیر آسفالت
- ایجاد محدودیت‌های ترافیکی در منطقه و در محدوده مجتمع تجاری کوروش
- کم شدن حس امنیت روانی ساکنین شهر تهران و بویژه مردم ساکن محدوده فروریزش

۸- اقدامات مدیریت بحران

اقدامات مدیریت بحران در این رخداد مناسب بود. هماهنگی نیروها، حضور مدیران، حضور آتش‌نشانی و اقدامات آن‌ها، فعالیت مدیران و کارشناسان شهرداری تهران، شرکت گاز استان تهران، شرکت آب و فاضلاب استان تهران، شرکت مخابرات، راهنمایی و رانندگی، هلال احمر، اورژانس و ... شایسته تقدیر است.

حادثه فرونشست زمین در خیابان پیامبر غربی در ساعت ۱۲:۳۰ به مرکز فوریت‌های ۱۱۵ اعلام شد و یک تیم امداد و نجات اورژانس تهران به همراه آمبولانس به محل اعزام شدند.

در ابتدا ساکنین ساختمان‌های اطراف گودال با اقدام نیروهای امدادی به سرعت تخلیه شدند، حضور به موقع مسئولین شرکت گاز استان تهران و قطع احتیاطی گاز منطقه، از جمله اقدامات مناسب در مدیریت بحران حادثه بود.

پس از قطع گاز، بازدید کارشناسی از لوله‌ها توسط نیروهای شرکت گاز انجام یافت (شکل ۸-۱) و چند ساعت بعد گاز مشترکین منطقه وصل گردید که بنا به اظهارت مسئولین شرکت ملی گاز ایران این خط لوله یکی از خطوط فرعی تغذیه در شبکه گاز کلانشهر تهران است.



شکل ۸-۱- بازدیدهای کارشناسی از وضعیت لوله‌های تحت تاثیر فروریزش در حفره



شکل ۸-۲- سقوط یک خودرو به داخل حفره و گیر کردن خودروی دیگر در لبه حفره

با اقدام به موقع پلیس راهور ممنوعیت و محدودیت ترافیکی در منطقه اعمال گردید و مسیر ورودی خیابان پیامبر از مسیر شرق به غرب بزرگراه حکیم مسدود و این انسداد برای ورودی این خیابان در مسیر جنوب به شمال بزرگراه شهید ستاری نیز اعمال شد. براساس این اقدام، ترافیک در منطقه ستاری نیمه سنگین شد که با اعزام تیم‌های ویژه‌ای برای روان‌سازی و تسهیل رفت و آمد به منطقه ترافیک روان گردید و خودروها به مسیرهای جایگزین هدایت شدند. محدوده گودال مورد نظر نیز به منظور فعالیت نیروهای امدادی بسته شد (شکل ۸-۳) و اعمال محدودیت‌های ترافیکی تا پایان اجرای عملیات امدادی و ایمن‌سازی محل و پرکردن گودال ناشی از فرونشست زمین ادامه داشت (شکل‌های ۸-۴).



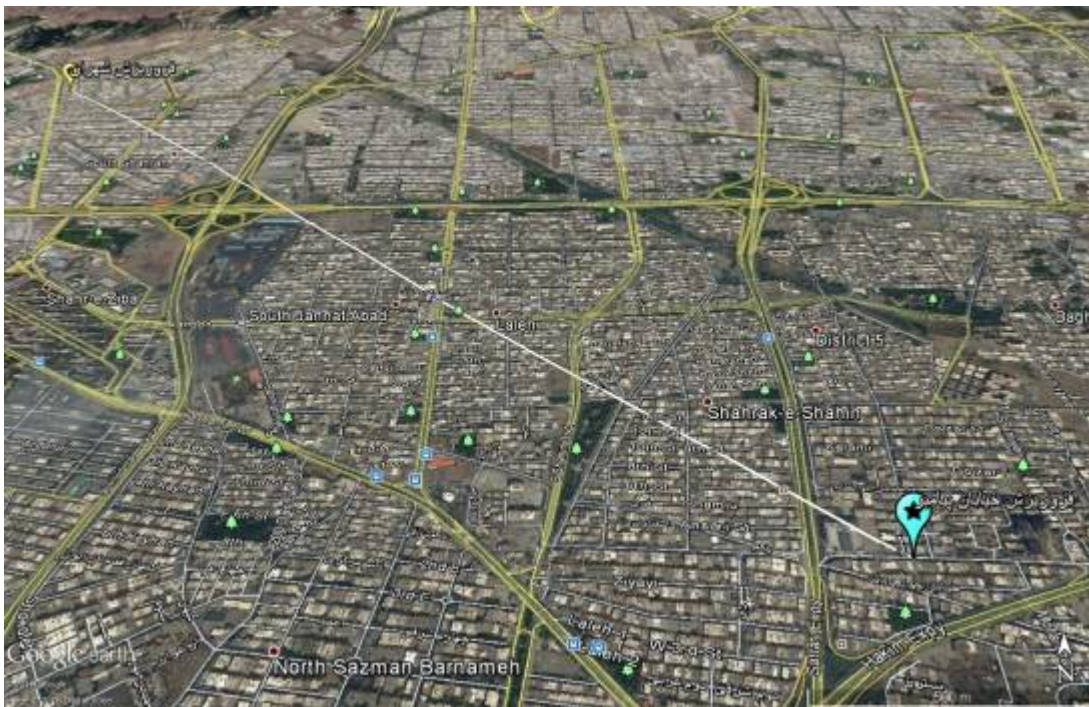
شکل ۸-۳- انسداد خیابان به منظور انجام عملیات عمرانی و ایمن سازی



شکل ۸-۴- پر کردن حفره خیابان پیامبر توسط نیروهای امداد و نجات

۹- نتایج و پیشنهادها

رخدادهای فروریزش شهران در تاریخ ۱۳۹۵/۳/۲۸ و فروریزش خیابان پیامبر در تاریخ ۱۳۹۵/۶/۱۱، موید اصل توجه جدی به مخاطرات مرتبط با فرونشست و فروریزش به ویژه در گستره‌های شهری است. شیب قابل ملاحظه دشت تهران از پای ارتفاعات به سمت اراضی جنوب، حرکت آب‌های زیر سطحی را تسهیل می‌کند که این امر به ویژه با عملکرد قنوات مختلف موجود در گستره تهران، موجب فرار دانه بندی، آب شستگی و تشکیل حفرات و غارهای زیرسطحی محدوده شهر تهران می‌گردد. از طرف دیگر، توسعه شهری و احداث بناها و زیرساخت‌ها نیز موجبات سرعت بیشتر نرخ فرونشست می‌گردد. ارتعاشات حاصل از تردد خودروها نیز در زمین‌های با خاک غیرچسبنده مزید بر علت بوده و به طور کلی ایمنی شهری را از نظر مخاطرات زمینی به خطر می‌اندازد. فروریزش خیابان پیامبر، به فاصله ۴۱۳۵ متری از فروریزش شهران رخ داد. اختلاف ارتفاعی این نقطه به نقطه فروریزش شهران حدود ۱۰۰ متر می‌باشد که در سوی جنوب شرقی آن واقع می‌گردد.



شکل ۹-۱- موقعیت فرونشست شهران تهران و خیابان پیامبر

با توجه به برآوردهای اولیه، موقعیت نقطه فروریزش همجوار گذر رشته قنات بوده که محتمل است حفرات مرتبط با قنوات در رخداد فروریزش در این منطقه نیز نقش داشته باشند. در مجاورت نقطه فروریزش، ایستگاه‌های مترو در دست احداث بوده و اطلاعات دقیقی از محل عبور تونل مترو و یا وجود و عدم وجود آن و حفاری‌های مرتبط با آن در دست نمی‌باشد. هرچند در محل ساختمان کوروش خط مترو وجود دارد و حتی مقاوم سازی‌هایی صورت گرفته است.



به نظر می‌رسد که احداث ساختمان‌های با عمق زیاد (به عنوان مثال با عمق ۲۰ متر زیر سطح زمین به صورت پارکینگ و سایر کاربری‌ها) گذر طبیعی آب‌های زیرسطحی را تحت تاثیر قرار داده و با تغییر مسیر آب‌های زیر سطحی احتمالاً آب شستگی و فرار دانه بندی تشدید می‌یابد.

ارتعاشات ناشی از ترافیک موجب ریزش روباره به کف حفرات اولیه شده و حفرات به سوی سطح زمین مهاجرت می‌کنند و در یک عمق خاص، جایی که وزن روباره بر مقاومت برشی لایه خاکی که زیر آن خالی گشته، غلبه کند، فروریزش رخ می‌دهد.

در هر حال آنچه در خیابان پیامبر تهران رخ داد، سانحه‌ای کوچک و بیانگر اثر مخرب فرونشست و فروچاله‌ای ایجاد شده در یک مقیاس خیلی کوچک است. این حادثه نیز شاید هشدار دیگری باشد بر این مهم که: **امر ریسک فرونشست و اثرات فرونشست را بر ساختمان‌ها، محیط‌های شهری، جاده‌ها، اتوبان‌ها و شریان‌های حیاتی جدی گرفته شود.** لازم به ذکر است که حفره ایجاد شده به سرعت توسط شهرداری تهران با ملات سیمان و خاک در روز بعد سانحه پر گردید که در مشاهدات میدانی روز بعد سانحه سطح حفره ایجاد شده، با روکش آسفالتی پوشانده شده بود. با توجه به رخداد حادثه فروریزش خیابان پیامبر، 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 مسیر اتوبان‌ها و خیابان‌ها و معابر تهران نیز از نظر احتمال رخداد فروریزش مورد بررسی‌های مقدماتی و تفصیلی قرار گیرد.
- لازم است مسیرهای تقاطعی رشته قنات با خیابان‌ها و بزرگراه‌ها و معابر به دقت تعیین محل شده و به عنوان نقاط با ریسک بالای فروریزش قلمداد گردند و مطالعات جزئی در چنین زون‌هایی صورت گیرد.
- به مسئولان ذیربط قویا پیشنهاد می‌گردد که بدون بررسی‌های کافی از اظهار نظر غیر کارشناسانه و قطعی که به نوعی امان‌های متعلق به نهادهای دیگر و عیب و نقص‌های احتمالی و فرضی، آن امان‌ها را به عنوان مسبب رویدادها معرفی نمودند، اجتناب نمایند. واضح است که این امر موجب از بین رفتن اعتماد عمومی به سازمان‌ها و ارگان‌های خدمت رسان ذیربط می‌گردد.
- در حادثه فروریزش خیابان پیامبر، اعلام شد که آب شستگی ناشی از نشت لوله‌های آب موجب فروریزش بوده که مشاهدات میدانی ما این امر را نفی می‌کند. رخنمون دیواره حفره و عکس‌های موجود از آن نشان می‌دهد که زون‌های فوقانی، افق‌های عمقی که لوله‌های آب در آن قرار دارند، خشک می‌باشند. شاید گذر آب‌های زیرسطحی به صورت قنات یا آب‌های رگه‌ای موجب آب شستگی در این ناحیه شوند ولی نشت لوله‌های آب در بازدیدهای میدانی مشاهده نگردید.
- همانطور که ذکر گردید نوع خاک این نقطه از نوع دانه درشت 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 آبراهه‌های قدیمی یا مجاری عبور قنوات اقدامات پیشگیرانه صورت پذیرد.

- نگاه دقیق‌تر به دیواره‌های حفره ایجاد شده نشان از وجود لوله‌های آب و گاز دارد که خوشبختانه در این حادثه به دلیل ابعاد کم حفره و نیز ضخامت کم لایه فوقانی لوله‌ها، گسیختگی در لوله‌های آب و گاز مشاهده نشد. با این وصف لازم است که مسئولین شرکت‌های آب و فاضلاب و گاز نیز به احتمال خطر فروریزش توجه جدی داشته و این توجه در مسیرهای مجاورت قنوات بایستی جدی‌تر و همراه با تمهیدات مهندسی و فنی لازم باشد.

- با توجه به گسترش بلند مرتبه سازی در کلانشهرها خصوصاً تهران، گودبرداری‌ها با عمق زیاد بسیار متداول شده است به طوری که ایران جزو کشورهای نخست از حیث عمق زیاد گودبرداری محسوب می‌گردد. باید توجه داشت گودبرداری در اعماق، علاوه بر مسئله ناپایداری و نگرانی از ریزش گودها و کنترل و مهار آتش‌سوزی و عملیات نجات در صورت وقوع آتش‌سوزی، مسئله مهم دیگری دارد و آن تاثیر دیواره‌های بتنی گودها در تغییر جهت جریان آب‌های زیرسطحی است و خصوصاً در شهر تهران که قنات‌های متعدد شناخته شده و شناخته نشده دارد، دست‌کاری در رژیم و روند جریان این آب‌ها می‌تواند مسائل جنبی از جمله تشدید آب شستگی و افزایش پتانسیل ایجاد حفرات زیرزمینی را به همراه داشته باشد.

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 ذربط 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 با رشته‌های قنات و اتخاذ تمهیدات اجرایی لازمه با هدف مقابله با خطر فروریزش
- لزوم بازنگری عمق گودبرداری‌های ساختمان‌های شهری در مناطق دارای قنات
- پایش علائم فرونشست در شهر تهران و شناسایی زون‌های مستعد
- پایش شریان‌های حیاتی در فواصل زمانی منظم
- 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

- داشتن نگرش انتقادی درون سازمانی به فعالیت‌های خود با هدف رفع نقایص و کاستی‌های نهادهای مرتبط

با موضوعات بحران آفرین

در خاتمه همانند حادثه شهران تاکید به عمل می‌آورد که:

موضوع کاهش ریسک مخاطرات در سامانه‌های حمل و نقل، شریان‌های حیاتی و محدوده‌های شهری باید به طور

جدی در برنامه‌های عمرانی مورد توجه قرار گرفته و اهمیت ویژه به آن داده شود.