

بسمه تعالی

موضوع : بررسی ژئومورفولوژیکی فرونشست زمین در تهران

مقدمه:

معضلات و مخاطرات محیطی به عنوان بخشی از محیط زیست انسان ها، در اثر ساخت و ساز بی رویه انسان ها، هجوم افراد به مناطق پرخطر ونادیده گرفتن حریم های طبیعی، باعث بروز و ایجاد بحران های فاجعه آمیز انسانی و اقتصادی و محدودکننده توسعه پایدار شهری می شوند. شهر تهران به عنوان کلان شهر و پایتخت ایران، با جمعیتی بیش از دوازده میلیون نفر با قرارگیری در محدوده ارتفاعات و گسل ها ی مختلف، مستعد مخاطرات ومحدودیت های ژئومورفولوژیک متنوع (زلزله، سیل، زمین لغزش و فرونشست زمین) و آلودگی های مختلف زیست محیطی می باشد.

شهر تهران در حاشیه شمالی واحد زمین ساختی ایران مرکزی و در مرز پای کو ههای جنوبی واحد مورفوتکتونیکی البرز مرکزی واقع شده است. قرار گرفتن این شهر در مرز این دو واحد ساختمانی موجب شده که از هر دو واحد به طور مستقیم و یا غیرمستقیم تأثیر پذیرد. زیربنای شهر تهران رامخروط افکن ههای پای کوهی البرز تشکیل میدهند. این مخروط افکنه ها بر روی سنگ پایه آتش فشانی- رسوبی دوران سوم زمین شناسی استقرار یافته اندو طی دوران چهارم زمین شناسی همواره تحت تأثیر فعالیت های تکتونیکی اخیر، متحول شده و در نهایت مورفولوژی کنونی منطقه تهران تکوین یافته است. به طور کلی محدوده ی تهران به سه واحد ژئومورفولوژیکی تفکیک شده است.

واحد کوهستانی شمال تهران که بلندترین قله این واحد کوه توچال با ارتفاع ۹۳۷۵ متر است که بر تمام پهنه شهری مشرف می باشد. واحدامنه ای که به تپه ماهورها و دره های مختلفی مانند دره های اوین، درکه، نیاوران، حصارک و سوهانک منتهی می شود. واحد دشت که قسمت اعظم شهر تهران بر روی آن گسترده شده است و دارای شیب ملایمی با جهت شمالی- جنوبی است.

مشخصه اصلی زمین شناسی تهران قرار گرفتن آن بین توده عظیم رشته کوه البرزمتعلق به دوران سوم زمین شناسی و فلات ایران متعلق به دوران چهارم زمین شناسی است. مهم ترین نمود این مسئله وجود گسلهای فعالی چون گسل مشاء، گسل شمال تهران و گسل ری است که موجب شده همواره زمین لرزه های خفیف و نامحسوسی در محل این گسلها به وقوع بپیوندد.

روی رسوبات اخیر و کواترنر توسعه یافته است و نقشه های زمین شناسی مؤید این نکته اند که آبرفت های پلیوسن و کواترنری و نهشته های یخ رفتی در دشت تهران گسترش یافته اند. سنگ بستر تهران از سازند های دوران سوم تشکیل شده که در مناطق کوهستانی شمالی تهران رخنمون یافته اند و عمدتاً گدازه های آتش فشانی ائوسن محسوب می شوند. رسوبات جوان تر روی این سنگ بستر قرار گرفته اند. سنگ بستر ارتفاعات بخش شرقی تهران در کو ههای سه پایه و بی بی شهربانو از سنگ آهک دولومیتی مربوط به دوران تریاس و کرتاسه تشکیل شده اند.

معضلات و مخاطرات محیطی کلان شهر تهران

در میان عوامل طبیعی و یا ویژگی های ژئومورفولوژیکی کلان شهر تهران، مهمترین معضلات و مخاطرات محیطی که تهدیدی بر توسعه و امنیت این شهر به شمار می آیند، به موارد زیر می توان اشاره کرد:

۱- گسل ها و زلزله

بر پایه گزارشهای موجود، ویژگی های گسلهای فعال و اصلی تهران و اطراف آن را می توان به شرح زیر خلاصه نمود:

گسل مشاء - فشم: گسل تراستی مشاء- فشم یکی از گسل های بنیادی البرز مرکزی است و در شمال تهران قرار گرفته است که از بخش میانی حوضه رودخانه جاجرود با یک راستای جنوب شرقی- شمال غربی، عبور می کند. شیب ها در همه جا به سمت شمال دیده می شود که بین ۹۵ تا ۷۹ درجه متغیر است. این گسل می تواند به منزله یک بالاراندگی در برخی نقاط و روراندگی در سایر نقاط تلقی شود.

گسل شمال تهران: گسل شمال تهران شاخص ترین عامل زمین ساخت در مجاورت شهر تهران است. این گسل از دامنه رشته کوه البرز و ارتفاعات توچال به طول ۹۵ کیلومتر، از کن در مغرب به لشگرک در مشرق ادامه دارد. گذرگاه این گسل، شرق شمال شرقی غرب- جنوب غربی است و به صورتی ملایم به طرف جنوب متمایل است. در مغرب کن، گسل های متعدد شمال شرقی- جنوب غربی و شرقی غربی، تداوم آن را قطع می کنند. در شرق لشگرک، این گسل وارد یک ناحیه پیچیده زمین ساختی می شود و به گسل مشاء- فشم می پیوندد.

گسل های جنوب و شمال ری: گسل های جنوب و شمال ری شاخص ترین گسلها در دشتهای جنوبی تهران هستند. این گسل ها در سراسر هردو سوی فرونشست ری پراکندگی دارند.

به عقیده کارشناسان، کشور ایران از مناطق مستعد وقوع زلزله بوده و بر پایه آمارهای رسمی در ۱۵ سال گذشته ۶ درصد تلفات جانی کشورناشی از زلزله بوده است.

به طوری که سالانه بر اثر بلایای طبیعی به طور متوسط بیش از یک هزار میلیارد ریال خسارت به کشور وارد می شود. بر اثر گزارش کمیته ملی کاهش اثرات بلایای طبیعی در ایران به طور متوسط هر سال یک زلزله ۶ ریشتری و هر ۲۹ سال یک زلزله به بزرگی ۷ ریشتر رخ می دهد

براساس داده های موجود تاکنون حدود ۲۹۹۹ زلزله کوچک و بزرگ در شعاع ۲۹۹ کیلومتری مرکز تهران اتفاق افتاده است.

برونداد امنیتی عملکرد زلزله در کلان شهر تهران تمامی توان ملی در این زمینه را به چالش خواهد کشید. تهران علاوه بر آنکه با مخاطرات محیطی با منشأ طبیعی روبروست، از سوانح انسان ساخت نیز آسیب پذیر است. به طوری که خطرات تدریجی ناشی از عملکرد جمعیت در کلان شهر تهران به مراتب از خطرات ناشی از عملکرد محیط طبیعی بیشتر است و دامنه فاجعه را چندین برابر وسعت می بخشد

۲- سیلاب

سیل از جمله مخاطرات و محدودیت طبیعی و ژئومورفولوژیک کلان شهر تهران میباشد که قادر است با عملکرد تخریبی خود، مشکلات و ناپایداری هایی را در ابعاد امنیتی و توسعه ای، برای مدیران مربوطه و شهروندان ایجاد نماید. رشد و توسعه مناطق شهری آثار نامطلوبی در هیدرولوژی حوزه های آبریز برجای گذاشته است. توسعه ناموزون فضاهای شهری به تشدید سیلاب ها، افزایش آلودگی در قسمت های پایاب، کاهش جریانات پایه و کاهش تغذیه سفره های آب زیرزمینی منجر شده است. به طور کلی عواملی که باعث ایجاد پتانسیل وقوع سیل می گردند، به دو دسته تقسیم می شوند:

عوامل طبیعی: شیب زیاد و توپوگرافی خاص منطقه، بالا بودن ضریب جریان، کمبود پوشش گیاهی مناسب و عوامل مرتب و بزه بزارش از قبیل

شدت بارش و عوامل مصنوعی (عوامل انسانی): مانند تجاوز به حریم رودخانه ها، بسته شدن دهانه پل ها، ساخت واحدهای مسکونی و تأسیسات در حریم رودخانه ها و ساختمان سازی بیش از حد که موجب کاهش نفوذناپذیری خاک می شود.

بنابراین وقوع سیلاب در هر بخش از کلان شهر تهران می تواند علاوه بر تخریب واحدهای مسکونی و تجاری با تحمیل خسارت جانی و مالی موجب ناپایداری امنیت ذهنی شهروندان شود و به تدریج هزینه های گزافی را برای بازگشت به وضع عادی بر اقتصاد شهری تحمیل نماید.

در تهران مسیر عبور مسیل ها و رودخانه هزای متعددی است که آب زهکش حوضه های بالادست و همچنین جمع آوری آب حاصل از بارش در محدوده شهری تهران را بر عهده دارند.

در برخی از قسمت های شهر که ارزش مکانی زمین بالا است، بستر رودخانه ها و مسیل های داخل شهر مورد تعرض، قرار گرفته و سطح مقطع آن ها کاهش و محدود شده است. این موضوع می تواند بر رژیم طبیعی رودخانه و مسیل عبوری جریان، تأثیر گذاشته و در صورت وقوع بارش های رگباری شدید، خسارت های جبران ناپذیری را وارد سازد.

با تلفیق حوضه های کوچک در قلمرو شهر، حوضه های زهکشی بیشتری ایجاد شده است، به نحوی که محدوده شهری تهران و حوضه های زهکشی آن به سه حوضه بزرگ غربی، شرقی و مرکزی قابل تقسیم است. مقایسه حداکثر آبدهی محاسبه شده برای حوضه های تلفیقی با حداکثر ظرفیت آبگذری برخی از کانال های اصلی نشان می دهد که سیل برگردان ها پتانسیل انتقال سیلاب همه حوضه های بالادست خود به خصوص در دوره های بازگشت بالاتر را ندارند. در واقع توسعه شهری با تجمع انرژی و ایجاد حوضه های تلفیقی بر خلا روند طبیعی عمل کرده است. محدود کردن بستر آبراهه و تجمع انرژی آنها مغایر اصول ژئومورفولوژیکی است که باعث افزایش فرسایش، رسوب و سیل خیزی خواهد شد. بنابراین الگوی تلفیقی توسعه شهر تهران با الگوی طبیعی آن مطابقت ندارد.

سیستم زهکشی، هدایت و جمع آوری آبهای سطحی تهران دارای پیچیدگی هایی است که بیشتر ناشی از توسعه ناهمگون شهر و بدون توجه به معیارهای جامع شهرسازی بوده است. افزایش سطوح نفوذ ناپذیر در نتیجه توسعه شهری، رژیم هیدرولوژیک منطقه را تغییر داده که باعث تشدید سیلابهای شهری گردیده است و همین امر موجب شده تا در سالهای گذشته شاهد اصلاح زهکشهای اصلی شهر تهران در اثر عدم ظرفیت هیدرولیکی آن باشیم.

حوضه های شهری و کوهستانی قبل از توسعه شهری و از شمال به جنوب کشیده شده اند و مورد دخل و تصرف قرار نگرفته اند، ولی در چند دهه اخیر این حوضه ها به شدت تسخیر و تغییر کاربری یافته و به شهر تبدیل شده اند.

کلان شهر تهران، مسیر عبور مسیل ها و رودخانه های متعددی است که آب زهکش حوضه های بالادست و همچنین جمع آوری آب حاصل از بارش در محدوده شهری را برعهده دارند. در برخی از قسمت های شهر که ارزش مکانی زمین بالا است، بستر رودخانه ها و مسیل های داخل شهر مورد تعرض، قرار گرفته و سطح مقطع آنها کاهش و محدود شده است. این موضوع می تواند بر رژیم طبیعی رودخانه و مسیل عبوری جریان، تأثیر گذاشته و در صورت وقوع بارش های رگباری شدید، خسارت های جبران ناپذیری را وارد سازد. در سالهای اخیر، با تلفیق حوضه های کوچک در قلمرو شهر، حوضه های زهکشی بیشتری ایجاد شده، به نحوی که محدوده شهری تهران و حوضه های زهکشی آن به سه حوضه بزرگ غربی، شرقی و مرکزی تقسیم شده است.

۳- زمین لغزش

بررسی های ژئومورفولوژیکی در فعالیت های عمرانی به منظور طراحی و اجرای بناهای مقاوم و زیربنایی ضرورت دارد. در دهه های اخیر، گسترش فعالیتهای عمرانی بدون در نظر گرفتن بررسی های ژئومورفولوژیکی، خسارت های جبران ناپذیری را به دنبال داشته است. الگوی توسعه شهری در دامنه ها باید تابع فرایند های آن دامنه باشد. فرایند ها و پدیده های ژئومورفولوژیکی شهر و دامنه در تعادل با یکدیگرند. هنگامی که دامنه پرشیبی به شکل شطرنجی قطعه بندی می شود و یک لایه شهری روی آن ایجاد می گردد، میتواند به مثابه یک لایه سنگی روی دامنه عمل کند. زمین های شیب دارنواحی کوهپایه ای کلا نشهر تهران به این شکل ساخته شده اند و بنابراین در معرض، حرکات دامنه ای از نوع زمین لغزش قرار دارند.

در محدوده تهران به ویژه قسمت های شمالی آن ازجمله فرحزاد تهران، شرایط مستعدی برای لغزش وجود دارد. بررسی صورت گرفته نشان می دهد که برخی از محدوده های کوهستانی کلان شهر تهران مستعد حرکات لغزشی با خطر متوسط به بالا هستند. در حدود ۸۷۵ هکتار معادل ۹/۲۷ درصد از مناطق مسکونی محدوده های کوهستانی شهر در پهنه های با خطر متوسط به بالا توسعه یافته اند. انطباق خط حریم فعلی کلان شهر تهران با مرز پهنه های کم خطر و پرخطر خطر متوسط به بالا نشان می دهد که این دو خط انطباق خوبی با یکدیگر ندارند و به ویژه در بخشهای مرکزی. محدوده های بین حوضه وسک (حصارک) تا حوضه سوهانک می بایست از نظر حرکات لغزشی به عنوان محدوده های ویژه مورد توجه قرار گیرند.

و از توسعه شهر در پهنه های پرخطر این محدوده جلو گیری به عمل آید. همچنین بایستی کلیه کاربری های مختلف شهری از جمله کاربری های مسکونی با استفاده از روش ها و تکنیک های مهندسی پایدار شوند.

۴- فرونشست زمین (زلزله خاموش یا سرطان زمین):

فرونشست زمین یکی از پدیده های مخاطره آمیز زمین شناسی می باشد که در اثر فعالیت های بشری همچون تخلیه درازمدت آب، نفت و گاز از مخازن زیرزمینی و یا استخراج از معادن زیرزمینی می تواند تشدید شود و پدیده های است که در اثر این صنایع استخراجی ایجاد می شود نشست زمین به حرکت روبه پایین مواد موجود در سطح یا نزدیک سطح زمین اطلاق می گردد. این نوع حرکت بر اساس حرکت عمودی آن از سایر حرکات توده ای تمیز داده می شود، به طوری که در این نوع حرکت جانبی یا خیلی کم است یا اصلاً وجود ندارد.

بخش های فرونشست که قسمت های مرکزی و جنوب شهر تهران، شهر ری و جنوب آن را دربر می گیرد، از نهشته های آبرفت جوان و کم قدیم تر پوشیده شده است و مخروط افکنه های رودخانه های کن، کرج و جاجرود قسمت های جنوب آن را می پوشاند. گستره ی فرونشست شمال ایران مرکزی (دشت تهران- ری) به

سبب کارکرد چند گسله به چند بخش فیزیوگرافیک شامل دشت تهران، فرونشست های ری و کهریزک تقسیم می شود.

با وجود این که از سال ۲۹۹۷ تا ۲۹۸۱ به تعداد چاه ها و قنات های منطقه به دلیل کاهش سطح سفره آب زیرزمین یافته که این مطلب نشانگر کاهش دبی چاه ها و قنات های منطقه به دلیل کاهش سطح سفره آب زیرزمین است. براساس بررسی های صورت گرفته، ضخامت آبرفت در قسمت شمال به بیش از ۹۹۹ متر و در قسمت شمال غرب به حدود ۹۹۹ متر و در بخشهای از شمال، شرق، جنوب شرق و جنوب غرب دشت، به دلیل بالا آمدگی سنگ کف ضخامت آبرفت به کمتر از ۱۵ متر نیز میرسد که نحوه گسترش و ضخامت رس در محدوده مطالعات رابطه معنی داری با میزان فرونشست نشان می دهد. جنوب غرب شهر تهران به لحاظ شرایط خاص طبیعی و انسانی جزو مناطقی است که در سال های اخیر با پدیده فرونشست روبه رو بوده است. این منطقه که جزو دشت شهریار- تهران میباشد که شامل زمین های کم شیب تا بدون شیب است و به همین دلیل بافت رسوبات در این منطقه ریز و نفوذناپذیر می باشد. افزایش ساخت و ساز، جمعیت و برداشت بیش از حد سفره های آب زیرزمینی باعث پایین رفتن سطح آزاد آب در این مناطق و در نتیجه ایجاد فرونشست در این مناطق شده است. آثار فرونشست را می توان به راحتی در شکاف ها و ترکهایی که در بزرگراه آزادگان، ترک در دیواره ساختمان ها، پل ها، ترکیدگی خطوط آب و گاز و بالا آمدن جداره ی چاه ها ایجاد شده، رویت کرد. طبق بررسی به عمل آمده میزان فرونشست را بین صفر تا ۲۶ سانتی متر برآورد شده که بیشترین همبستگی را با میزان افت آب های زیرزمینی منطقه داشته است.

بر اساس اندازه گیری های سازمان نقشه برداری کشور، اراضی وسیعی در جنوب غرب تهران و در امتداد جاده ی کمربندی تهران در معرض فرونشست قرار دارد. پدیده ی فرونشست زمین علاوه بر آسیب رساندن به تأسیسات شهری، موجب شیب دار شدن اراضی شده و این مناطق مناطق ۲۶ و ۲۸ و ۲۳ شهرداری تهران را در معرض، بروز سیلاب قرار دهد کاهش بهره برداری از منابع آب زیرزمین به ویژه در مناطق که با ۲۷ افت زیاد مواجه هستند، جلوگیری از برداشت شن و ماسه در مناطق بالادست، تغییر الگوی کشت و استفاده از روش های نوین آبیاری مانند آبیاری تحت فشار، قطره ای و باران، کشت گلخانه ای، عدم کشت محصولات غیر راهبردی و یا استفاده از آب های تصفیه شده پساب های شهری برای آبیاری به منظور کاهش بهره برداری از آب زیرزمین و تغییر الگوی مصرف آب در بخش صنعت و استفاده از چرخه های بسته آب از راهکارهای است که میتوان در این زمینه به کار برد.

در نهایت می توان گفت، توسعه شهری کلان شهر تهران بر روی عناصر و عوارض، ژئومورفولوژیک (به ویژه مسیله ها) منجر به وقوع مخاطرات دامنه ای، سیلاب، فرونشست و آلودگی منابع (آب، خاک و هوا) در اثر تخریب

حوضه های بالادست و ایجاد حوضه های تلفیقی، تغییرات ژئومورفولوژی رودخانه ای بستر رود-دره ها، ساخت و ساز بر دامنه ها و احداث جاده، اتوبان و پل های متعدد شده است. به طور مثال کانالیزه کرده و ورود پساب به رودخانه کن که منجر به آلودگی و تغییر کیفیت آب آن شده است.

در استان تهران با دو پدیده فرونشست و فروریزش روبرو هستیم که ساختارهای متفاوتی با یکدیگر دارند؛ فروریزش یا فروچاله، حفره های کوچکی هستند که پدیداری آنها ناگهانی است و طی ماه های گذشته در مناطقی مانند شهران، قیام و مولوی شاهد این پدیده بوده ایم؛ در حالی که فرونشست مقیاس ظاهری بزرگی دارد و در برخی مناطق استان تهران به ابعاد ۵۰ در ۵۰ کیلومتر یا در دشت شهریار به ابعاد ۱۰۰ کیلومتر مربع می رسد. با توجه به آمار بخش زلزله شناسی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، فرونشست در مناطق شهری رخ نمی دهد و بیشتر در حاشیه شهرها به وقوع می پیوندد. در استان تهران هم، پدیده فرونشست منطقه ۱۷ و ۱۸ را درگیر کرده است و به سمت جنوب استان یعنی اسلامشهر، ورامین در جنوب و دشت شهریار در جنوب غرب کشیده می شود.

دو عامل مهم برای پدیده فرونشست:

- ۱- حفر چاه های متعدد، غیرحساب شده
 - ۲- استحصال بی رویه آب که با توجه به خشکسالی سال های گذشته، موجب فرونشست زمین می شود و سپس بر سطح این زمین ها، ساختمان، پل یا جاده ساخته می شود.
- پل ها، ساختمان ها و جاده های ساخته شده در زمین های نشست کرده ایمن نیستند، به عنوان نمونه بسیاری از پل های جنوب تهران دچار شکست شده و جاده های این منطقه ترک برداشته اند.
- از دیگر آثار پدیده فرونشست میتوان به لوله های انتقال نفت و گاز هم که در اثر پدیده فرونشست خم می شوند اشاره کرد. ضمن اینکه در این میان اراضی که دچار فرونشست می شوند، از بین رفته و خلل و فرج و حالت آبگیری خود را از دست داده و امکان کشاورزی در آنها از میان می رود.

راه های مهار ریزش در ۱۰ منطقه دارای پتانسیل بالا تهران :

میتوان با رویکرد توصیفی- تحلیلی با استفاده از منابع اسنادی، نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی، و نرم افزار معضلات و مخاطرات محیطی محدودکننده توسعه پایدار کلان شهر تهران پرداخت.

۱- تهدید های ثانویه فروریزش ها در صورت بی توجهی مدیریت شهری

۲- لزوم توجه به ۲ توصیه مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

۳- نقش عامل انسانی در تشدید فرونشست ها

یافته‌های سه نهاد دولتی و خصوصی درباره امواج هشت ماه اخیر فروریزش‌ها در پایتخت که پنج حادثه بزرگ را در مناطق مختلف شهر تهران رقم زد نشان می‌دهد که مطابق تحقیقات اولیه مجموعه عوامل طبیعی و انسانی، زمین تهران را سست و ساکنان دست‌کم ۱۰ منطقه شهر تهران را با خطر زیرزمینی روبه‌رو کرده است.

با بررسی نتایج تحقیقاتی که از سوی سازمان زمین‌شناسی کشور، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و کمیسیون کشاورزی، آب و صنایع غذایی اتاق تهران در فواصل زمانی مختلف طی ماه‌های اخیر انجام شده است، مشخص می‌کند: اگرچه کل شهر تهران (هم مناطق شمالی و هم مناطق جنوبی) از ناحیه فروریزش‌ها با تهدید روبه‌رو هستند اما در حال حاضر ۱۰ منطقه جنوبی شهر با سه ویژگی:

۱- جمعیت زیاد، متراکم

۲- حجم تردد جمعیت در روز و حجم جمعیت ساکن در شب

۳- ساختمان‌های به شدت فرسوده و مستعد تخریب با حداکثر ریسک ناشی از بروز پدیده فروریزش مواجه هستند.

بطوری که این ریسک مدفون که در ماه‌های اخیر منجر به تشکیل حفره‌های ناگهانی بزرگ با شعاع بیش از ۱۰ متر در چند منطقه شهر شده ۹ تهدید زیرزمینی را ابتدا برای مناطق پرخطر و به تبع برای کل پایتخت به وجود آورده است.

بخش‌هایی از مناطق ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۵ و مناطق ۱۶ تا ۲۰ که محل سکونت ۴۰ درصد جمعیت تهران هستند و سست‌ترین ساختمان‌ها را به لحاظ فرسودگی دارند از محل پدیده فروریزش (در صورت وقوع) با ۹ تهدید ثانویه مواجه هستند.

در صورت فرونشست در این ۱۰ منطقه تبعات بروز این پدیده به شکل:

۱- تلفات گسترده انسانی

۲- عارضه زیست محیطی

۳- تخریب تاسیسات زیرزمینی

۴- کاهش آب‌دهی چاه‌ها

۵- کاهش ضریب ذخیره آبخوان‌ها

۶- کاهش کیفیت منابع آب

۷- اختلال در جابه‌جایی کالا و مسافر

۸- بروز آتش سوزی گسترده

۹- تخریب وسیع پل‌ها

بروز پدیده فروریزش و تبعات ناشی از آن از آنجا قابل توجه است که بخش‌هایی از مناطق ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۵ و مناطق ۱۶ تا ۲۰ کمتر از یک پنجم مساحت شهر تهران را تشکیل می‌دهند، بنابراین از یکسو کانون جمعیتی پایتخت هستند و از سوی دیگر مرکز مستعد فروریزش محسوب می‌شوند. علاوه بر این مناطق جنوبی، ۶ شهرستان و اقاع در حریم جنوب استان تهران نیز با حداکثر خطر فرونشست نسبت به ۱۲ منطقه شمالی، غربی و شرقی رو به رو هستند.

در بررسی ابعاد حادثه ۲۷ آذرماه فرونشست در خیابان مولوی در مقایسه با حادثه ۱۱ شهریورماه فرونشست خیابان پیامبر به خوبی تایید می‌شود که میان تراکم جمعیت یا قدیمی بودن محله با شدت حادثه فرونشست رابطه مستقیم وجود دارد. طوری که حفره ایجاد شده در خیابان مولوی ناشی از فرونشست منجر به تخلیه ساکنان دو کوچه اطراف محل حادثه شد. در ۱۰ منطقه پر ریسک به لحاظ خطر بروز فرونشست مطابق با آخرین برآورد سالنامه آماری شهرداری تهران که در سال ۹۳ گردآوری شده است معادل سه میلیون و ۱۳۷ هزار نفر جمعیت ساکن شب سکونت دارند که معادل ۴۰ درصد کل جمعیت پایتخت را تشکیل می‌دهد. این در حالی است که جمعیت روز مستقر در این مناطق به خاطر تمرکز مراکز شغلی پرجمعیت (از جمله بازار تهران) به مراتب بیش از جمعیت روز سایر مناطق شهر تهران است. در این میان عمده محله‌های واقع در محدوده بافت فرسوده تهران نیز در این ۱۰ منطقه قرار دارند. بنابراین اگرچه مطابق یافته‌های سه نهاد تحقیقاتی کل پایتخت با درجات مختلف در معرض خطر فروریزش قرار دارند اما بروز این حادثه در ۱۰ منطقه جنوبی شهر می‌تواند شدت آسیب و میزان خسارت ناشی از این خطر را به مراتب افزایش دهد.

امواج فرونشست‌های تهران فعلا قابل پیش‌بینی نیست و هر لحظه احتمال وقوع آن وجود دارد از دو دسته عوامل طبیعی و انسانی نشات می‌گیرد. عامل طبیعی دخیل در بروز پدیده فروریزش در یافته‌های مراکز تحقیقاتی یاد شده، خشکسالی طبیعی و بلندمدت در استان است که «بدهی انباشته منابع آبی استان تهران به طبیعت» را افزایش داده و چون این بدهی ناشی از تخلیه سفره‌های زیرزمینی در بلندمدت شکل گرفته بنابراین در کوتاه‌مدت به واسطه بارش‌های مقطعی برطرف نخواهد شد.

عوامل انسانی ایجادکننده امواج فرونشست در تهران نیز شامل سه گروه می‌شود:

- گروه اول : برداشت بی‌رویه از چاه‌های مجاز آب و همچنین حفر چاه‌های غیرمجاز است که البته کارشناسان این موضوع را به نوعی پیامد خشکسالی عنوان می‌کنند. طبق آمار رسمی در حال حاضر در استان تهران ۱۵ هزار و ۹۸۲ حلقه چاه مجاز وجود دارد که در مقایسه با ۱۹۶ هزار حلقه چاه مجاز در کشور مشخص می‌شود ۸ درصد از چاه‌های آب سراسر کشور در استان تهران قرار دارد که از نظر کارشناسان به برداشت بی‌رویه از آبخوان‌ها (سفره‌های زیرزمینی) تعبیر می‌شود. در حال حاضر استان

- تهران رتبه ششم را بین ۳۱ استان کشور از نظر بیشترین برداشت آب از سفره‌های زیرزمینی دارا است. با این حال گفته می‌شود تعداد چاه‌های غیرمجاز نیز رقم قابل توجه و نگران‌کننده‌ای است.
- در کل کشور ۱۵۰ هزار حلقه چاه غیرمجاز فعال است و در تهران برداشت آب از سفره‌های زیرزمینی معادل ۷/۲ میلیارد مترمکعب در سال برآورد شده که با این هجوم در حال حاضر ۲۰ تا ۴۰ درصد نیاز آبی پایتخت در سه حوزه کشاورزی، آب شرب و فضای سبز به صورت مستقیم از سفره‌های آب زیرزمینی تامین و برداشت می‌شود.
- دومین عامل انسانی ایجادکننده فرونشست در شهر تهران فرسودگی لوله‌ها و تاسیسات شهری است که نشان می‌دهد در سال‌های اخیر عملیات ترمیم و نوسازی شبکه‌ها و لوله‌های آب به شکل کامل پیگیری نشده است.
 - سومین عامل از گروه عوامل انسانی تاثیرگذار در بروز فرونشست‌ها به حفاری‌های مترو و سایر حفاری‌های پایتخت مربوط می‌شود که طبق مطالعات صورت گرفته نقش این عامل پررنگ‌تر از دو عامل اول است و در عین حال به راحتی امکان مهار خطر ناشی از این عامل در بروز فرونشست‌های شهری وجود دارد.
- در این خصوص تاثیر نقص در کارگاه‌های عمرانی زیر سطح تهران و عدم ملاحظات عمومی در حفاری‌ها، مناطق جنوبی و فرسوده پایتخت که با پنج ویژگی خاص به لحاظ جنس خاک روبه‌رو هستند، حفاری‌های مترو حادثه‌ساز شده و ریسک فرونشست ناشی از حفاری در تهران را افزایش داده است. با توجه به احداث خطوط ۶ و ۷ مترو که از شمال و شمال غرب به جنوب پایتخت امتداد پیدا کرده اگرچه اوایل امسال دو حادثه در غرب تهران و در اطراف کارگاه‌های مترو اتفاق افتاد اما حادثه خیابان مولوی نشان داد پتانسیل ریزش با تحریک زمین از ناحیه حفاری در مناطق تاریخی و فرسوده تهران در بالاترین ریسک قرار دارد.
- ویژگی خاک و مشخصات زیرسطحی ۱۰ منطقه مستعد فروریزش در جنوب تهران پنج ویژگی زیر را مشخص می‌کند:**
- مغار یا حفره‌های قدیمی در زیرسطح این مناطق بیش از سایر مناطق است،
 - وجود قنات و رگه‌های آب در زیر سطح این مناطق خطر فروریزش را بالا برده،
 - در این مناطق چسبندگی کم خاک‌های زیرسطحی یک واقعیت است که در اثر ارتعاش حاصل از حفاری می‌تواند به ریزش زمین منجر شود،
 - حجم خاک دستی در این مناطق بسیار زیاد است
 - ابنیه تاریخی مدفون در این مناطق (حمامی که در خیابان مولوی بعد از فرونشست زمین کشف شد) بیشتر است.

همه این ویژگی‌ها احتمال فروریزش ناشی از افت سفره‌های زیرزمینی را در جنوب پایتخت نسبت به مناطق شمال افزایش داده است.

«راه مهار مهم‌ترین عامل انسانی فرونشست‌ها در تهران»

دو توصیه فنی به مدیریت شهری تهران :

توصیه اول: حفاری تا عمق ۲۵ متر به عنوان حفاری‌های حساس تلقی شود به این معنی که در قسمت‌هایی از فعالیت‌های عمرانی مترو که عملیات حفاری در عمق کم انجام می‌شود پروژه با حداکثر اقدامات احتیاطی پیش رود.

توصیه دوم: باید قبل از هر نوع حفاری جدید در تهران ابتدا تحقیقات و مطالعه فنی در سطح فوقانی کارگاه‌های حفاری مترو (سطح مابین روی زمین و محل احداث مترو در زیرزمین) انجام شود.

سنجش خطر پدیده فرونشست :

در صورتی که این توصیه‌ها برای مهار خطر فرونشست لحاظ نشود تبعات ناشی از بروز حادثه فرونشست در ۱۰ منطقه جنوبی شهر و سپس سایر مناطق شهری به شکل ۹ تهدید ثانویه بروز پیدا می‌کند.

- تهدید اول: باعث تلفات انسانی گسترده خواهد شد. چراکه شدت و ابعاد تلفات به دلیل بالا بودن میزان فرسودگی ساختمان‌ها و تراکم جمعیت زیاد در جنوب شهر نسبت به سایر مناطق شهر بیشتر است.
- یکی از مهم‌ترین تبعات بروز فرونشست در این ۱۰ منطقه در حوزه زیست محیطی خواهد بود. فرونشست در مناطق جنوبی به دلیل وجود اراضی کشاورزی در حریم جنوبی پایتخت باعث از بین رفتن این اراضی و فضای سبز شهر تهران می‌شود و نهایتاً تصفیه هوای پایتخت را کند و باعث بروز گردوغبار در هوای شهر خواهد شد.
- تخریب تاسیسات زیرزمینی نیز از دیگر تبعات این پدیده برای شهر تهران محسوب می‌شود. (تاسیسات زیرزمینی شامل خطوط اصلی و فرعی گاز، آب، فاضلاب و مترو با طول ۵ هزار و ۳۲۰ کیلومتر است که تخریب آن کل سرویس‌دهی خدمات در تهران را از مدار خارج می‌کند).
- کاهش آب‌دهی چاه‌ها
- کاهش ضریب ذخیره آبخوان‌ها
- کاهش کیفیت منابع آب نیز از دیگر تبعات بروز پدیده فرونشست برای مناطق جنوبی شهر
- اختلال در جابه‌جایی کالا و مسافر از تبعات دیگر این پدیده به ویژه در مناطق جنوبی شهر است. چراکه اصلی‌ترین محورهای جابه‌جایی کالا و مسافر (اتوبان قم، آزادراه ساوه، ایستگاه‌های راه‌آهن، ۲ کیلومتر

خط مترو در محدوده مرکزی تهران و همچنین فرودگاه) در این ۱۰ منطقه جنوبی و پرخطر شهر قرار گرفته‌اند که به شدت از محل فرونشست با تهدید تخریب مواجه هستند.

- وجود مراکز مستعد اشتعال یا انفجار شامل ۹۶ کیلومتر خط انتقال سوخت و انبارهای نفت و پالاشگاه و ۶۶ جایگاه بنزین و گاز در ۱۰ منطقه پریسک از لحاظ بروز خطر فروریزش واقع شده‌اند. ضمن آنکه ۲۱ دهنه پل از حدود ۱۴۰ پل موجود در شهر تهران که محل تردد خودروهای شخصی و نیازمند بازسازی فوری اند در این ۱۰ منطقه مستقر هستند. گزارش‌های مراکز مطالعاتی نشان می‌دهد که برخی از ۲۱ پل مستقر در این مناطق با فرونشست‌های هشت ماه اخیر دچار ترک و شکاف شده‌اند.
- فرونشست از جمله مخاطرات زمین است که دارای حرکتی کند و بطئی بوده که این عامل در بلندمدت آثار مخرب خود را نشان می‌دهد. ضمن آنکه بدترین شکل ممکن برای بروز تبعات و خسارت‌های ناشی از بروز پدیده فرونشست زمانی رخ خواهد داد که با زمین‌لرزه به‌صورت همزمان رخ دهد و می‌تواند خسارت و تلفاتی به مراتب بیشتر به وجود آورد. به تعبیر دیگر همزمانی رویداد زمین‌لرزه در اراضی در معرض فرونشست می‌تواند نتایج ناشی از رویداد یک زمین‌لرزه غیرمخرب یا نسبتاً مخرب را به یک زلزله خسارت بار و پرتلفات تغییر داده و فاجعه انسانی به دنبال داشته باشد

نتیجه گیری:

علاوه بر تأثیرگذاری عامل توپوگرافی در ایجاد و تسریع سایر مخاطرات و محدودیت های ژئومورفولوژیکی (سیل و زمین لغزش) به دلیل وجود چندین گسل اصلی و فرعی و سابقه زلزله خیزی در شهر تهران به نظر می رسد هر لحظه باید انتظار زلزله و خطر را در کلان شهر تهران داشته باشیم و این نیازمند توجه جدی در امر برنامه ریزی شهری و رعایت اصول ساخت وساز و رعایت فاصله از حریم گسل ها و برنامه ریزی و آمادگی کامل در بروز این مخاطره و استفاده از علوم و دانش های درگیر در این مسئله می باشد. به دلیل وجود عوامل و برگ خریدهای طبیعی و ژئومورفولوژیک (شیب زیاد، جنس زمین، وجود گسل ها، آبراهه ها و...) در حال حاضر بخشی از سکونتگاه های شمال تهران و مراکز گردشگری، در طول دره های کوهستانی شمال تهران و موازی با آبراهه های اصلی استقرار و توسعه یافته اند. علاوه بر این، حریم توسعه شهری تهران بخشی از ساخت وسازها و سکونتگاه های شهری را به بالای خط گسل شمالی تهران و بر روی دامنه های کم ارتفاع شمالی توسعه داده است. ناپایداری های دامنه ای (به ویژه زمین لغزش) در محزدوده دامنه های کوهستانی و نیز احتمال سیلاب و آب گرفتگی سکونتگاه ها در محدوده آبراهه ها، عمده ترین مخاطراتی است که این اراضی را تحت تأثیر قرار می دهد، که طبق بررسی های به عمل آمده در بیشتر مناطق شمال شهر تهران به

علت وجود برگ خریدهای مناسب و دخالت های انسان، در معر، خطر زمین لغزش می باشند لذا نیازمند شناسایی و تهیه نقشه ی پهنه های خطر و ارائه راهکار می باشد. علاوه بر آن به دلیل حضور حوضه های آبریز مسلط بر شهر تهران و مساعدت عوامل توپوگرافیکی (شیب و ارتفاع) بروز خطر سیلاب همیشه وجود دارد، که در نتیجه دخل و تصرف ها و تجاوز انسان به حریم مسیل ها و آبراهه ها و تلفیق حوضه های آبگیر خطر سیلاب تشدید می گردد و هر ساله خسارت های فراوانی ایجاد می کند و آسایش شهروندان را به مخاطره می افکند. به نظر می رسد ایجاد و تشدید چنین مخاطراتی بدون توجه به عوامل و ویژگی های طبیعی و اصول ژئومورفولوژیک بوده است. از دیگر مخاطرات و محدودیت های ژئومورفولوژیکی امنیت و توسعه پایدار شهر تهران، خطر فرونشست زمین می باشد.

پدیده نشست زمین در منطقه جنوب غرب تهران که عمدتاً از برداشت بیش از حد آب های زیر زمین ناشی شده، ضمن آسیب رساندن به تأسیسات انتقال آب شهر، سایر شریان های حیات از جمله خطوط انتقال گاز را نیز با مخاطرات جدی مواجه کرده است. بر اساس اندازه گیری های کارشناسان سازمان نقشه برداری کشور، اراضی وسیع در ۲۸ و ۲۳ شهرداری در امتداد جاده کمربندی تهران و همچنین حد فاصل سه راه آذری تا تقاطع بزرگراه ۲۷، جنوب غرب تهران در محدوده مناطق ۲۶ آزادگان با آیت الله سعیدی (جاده قدیم ساوه) با پدیده فرونشست مواجه شده است. در نهایت می توان گفت که کلان شهر تهران به عنوان پایتخت کشور و یکی از بزرگ ترین هسته های جمعیتی، دارای اهمیت اقتصادی، اجتماعی و سیاسی می باشد و این مسئله در امنیت و توسعه پایدار شهری آن نیازمند توجه بسیار می باشد. با توجه به معضلات و مخاطرات محیطی که در محدوده کلان شهر تهران وجود دارد و افزایش دخالت ها و دخل و تصرف انسان در محیط طبیعی، در جهت کاهش مخاطرات و کم کردن هزینه ها، توسعه پایدار شهری نیازمند استفاده همه جانبه از متخصصان مختلف و به کارگیری رویکرد سیستمی و بین رشته ای است.

بدین جهت به منظور تولید نقشه الگوی فضایی عرصه های پر مخاطره، میتوان در محیط GIS بررسی و برای درک مناسب تری از گروه های انسانی مستقر در ناحیه خطر و تبیین الگوی توزیعی فضایی و تواما درجه و میزان خطر پذیری براساس حجم جمعیت در معرض، از شاخص تراکمی جمعیت در واحد سطح بهره برداری نمود.

با احترام

افسون دهقان