ارزیابی اثرات صدمات وارده به تاسیسات خطرناک در شهر تهران به دلیل رخداد زلزله‌های احتمالی

علیرضا غفوری زرندی
کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ایران
zarandi@iiees.ac.ir

کامبد امینی حسینی
دانشیار، مدیر گروه مطالعات شهری و منطقه ای، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ایران
kamini@iiees.ac.ir

نیره دهقان بنادکی
کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه پیام نور، مرکز تهران جنوب
dehghan.bn@gmail.com

شراره بانکی
کارشناس زمین شناسی، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ایران
banki@iiees.ac.ir

کلید واژه‌ها: *زلزله، تهران، تاسیسات خطرناک، آتش‌سوزی، باد*

چکیده

بررسی اثر زلزله بر تاسیساتی که دارای قابلیت ایجاد حریق و آلایندگی در کلان شهرتهران را دارند، موضوع این مطالعه است. این تاسیسات عبارتند از: پالایشگاههای مستقر در تهران، راکتور اتمی- تحقیقاتی سازمان انرژی اتمی و پمپ بنزینها. بررسی اولیه با توجه به "تجربیات فاجعه سه‌وسو (SEVESO) ایتالیا" نشان داد که استانداردهای ایمنی در رابطه با کاربریهای پیرامونی این تاسیسات رعایت نشده و یا دارای استاندارد حداقلی است. علاوه بر آن نقش جریان هوای منطقه‌ای- محلی در انتشار آلاینده‌های ناشی از آسیب‌دیدگی این تاسیسات در زلزله (که باعث صدمات مضاعفی مانند: خفگی، اختلال سیستم عصبی و سایر آسیب‌های ریوی ناشی از استنشاق دود و گازهای خطرناک است) در زمان احداث این تاسیسات نادیده گرفته شده است.

در این مطالعه، مناطق با تراکم زیاد این تاسیسات مشخص گردیده و علاوه بر آن، عامل باد غالب و سمت وزش آن نیز مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که منطقه مرکزی، جنوب و شرق تهران دارای آسیب‌پذیری بالایی در برابر آتش‌سوزی هستند. قسمت مرکزی متاثر از حجم انبوهی از جایگاههای سوخت با مخازن زیاد می‌باشد. همچنین ناحیه جنوب، غرب و شمال شرقی این کلانشهر به دلیل قرارگیری پالایشگاهها و مخازن نفتی عظیم، قابلیت ایجاد حریق و آلودگیهای وسیع را در زلزله دارد که آسیبهای انسانی را در زلزله تشدید می‌کنند. در این میان راکتور تحقیقاتی سازمان انرژی اتمی به دلیل پیچیدگی عملکرد آن در زلزله با استفاده از تجربیات زلزله ژاپن و خطر آسیب‌دیدگی تاسیسات هسته‌ای آن مورد ملاحظه قرار گرفت و مشخص گردید در صورت وقوع آتش‌سوزی در این راکتور، به دلیل قرارگیری آن در مرکز شهر، مخاطرات زیادی می‌تواند ایجاد گردد.

مقدمه

پذیرش خطر تا میزانی که بتواند آسیب‌های ناشی از حوادث طبیعی مانند زلزله و حوادث انسان ساخت مانند آتش‌سوزی را مهار نموده و یا کاهش دهد از مباحث مهم دانش نوین بشری است. در این رابطه الگوی شهر و جمعیت ساکن در آن چالش دشواری است. در این مطالعه کوشش شده است خطرپذیری کلانشهر تهران در برابر زلزله با توجه به پراکنش تاسیساتی نظیر پمپ‌بنزین‌ها، پالایشگاهها، راکتور اتمی و کاربریهای

پیرامونی آنها مورد بررسی قرارگیرد. در همین زمینه نقش بادهای غالب در این شهر نیز به عنوان جریان حمل کننده آلودگیهای ناشی از خسارت‌دیدگی تاسیسات ذکر شده در زلزله فرضی و ایجاد حریق و یا نشت مواد نیز بررسی شده است. رهنمودهای SEVESO II[1] وCOMAH به عنوان مبنایی استاندارد که تدوین آنها به خاطر تجربیات قبلی از حوادثی نظیر حادثه سه‌وسو ایتالیا در سال ۱۹۷۶ میلادی (امینی حسینی و همکاران، ۱۳۸۹) کسب شده، بستر مطالعاتی این تحقیق بوده است. روش به کار گرفته شده در این مطالعه در ابتدا مبتنی بر تهیه نقشه‌های الگوی توزیع تاسیسات بالقوه خطرناک ذکر شده فوق در سطح شهر در محیط GIS بوده است. در مرحله بعد با استفاده از این سامانه، الگوی توزیع جریان باد در سطح تهران تهیه شد. پس از این مرحله با استفاده از تجربیات سونامی سال ۲۰۱۱ در ژاپن (غفوری زرندی، ۱۳۹۰) و حوادث ناشی از آن سناریو آستانه‌های ریسک برای تاسیسات و تجهیزات شهری تهران با توجه به الگوی جریان باد در این شهر تدوین شد و مبنای مطالعات تکمیلی گردید. مهمترین یافته این تحقیق نشان از عدم اجرای ضوابط و استانداردهایی نظیر SEVESO II و COMAH در رابطه با توزیع، ساخت و تکمیل حلقه ایمنی در تاسیسات و تجهیزات شهری است.

در صورت وقوع زلزله فرضی، قسمت شرقی کلانشهر تهران پتانسیل آسیب‌پذیری بالایی را نشان می‌دهد. همچنین ناحیه جنوب این کلانشهر به دلیل قرارگیری پالایشگاه تهران و امکان انفجار یا آتش‌سوزی در مخازن سوختی و به تبع آن ایجاد آلودگیهای وسیع ناشی از آن، در معرض خطر زیاد می‌باشد. همچنین وجود بادهای غالب محلی منطقه‌ای نظیر بادهای غربی، نسیم توچال و بادهای شمال شرقی در تهران، باعث خواهد شد تا انتشار آلودگیها به سمت جنوب و مرکز تهران تشدید گردد. در قسمت مرکز نیز آلودگیهای ناشی از نشت مواد رادیواکتیو از راکتور هسته‌ای سازمان انرژی اتمی، به دلیل وجود بادهای منطقه‌ای و محلی می‌تواند در سطح شهر (بخصوص مناطق مرکزی، شرق و جنوب تهران) گسترش یابد که با توجه به ماندگاری طولانی و خطر بالای این مواد، زندگی در شهر تهران را بعد از رخداد زلزله با چالشهایی همراه نماید.

بررسی لرزه خیزی کلان شهر تهران

مطالعات انجام شده بر روی گسلهای فعال در اطراف تهران و نیز ارزیابی داده‌های لرزه‌ای کلان شهر تهران با استفاده از داده‌های شبکه لرزه‌نگاری نشان می‌دهند که پتانسیل لرزه‌خیزی این کلانشهر بسیار بالا بوده و احتمال رخداد زلزله‌ای ویرانگر در این محدوده در آینده نزدیک زیاد است. سوابق تاریخی نیز بیانگر وقوع زلزله‌هایی به بزرگای بین ۵ تا ۷/۷ در گذشته در تهران بوده که این رویدادها به فعالیتهای گسل مشا، اپیک، شمال البرز، طالقان و گرمسار نسبت داده می‌شود (یمینی فرد و همکاران، ۱۳۸۸). براساس ارزیابی داده‌های لرزه‌نگاری نیز مشخص شده است که فعالیت لرزه‌ای در شرق و شمال شرق تهران بیشتر است.

بررسی تجربیات مرتبط با آسیب پذیری تاسیسات بالقوه خطرناک در زلزله

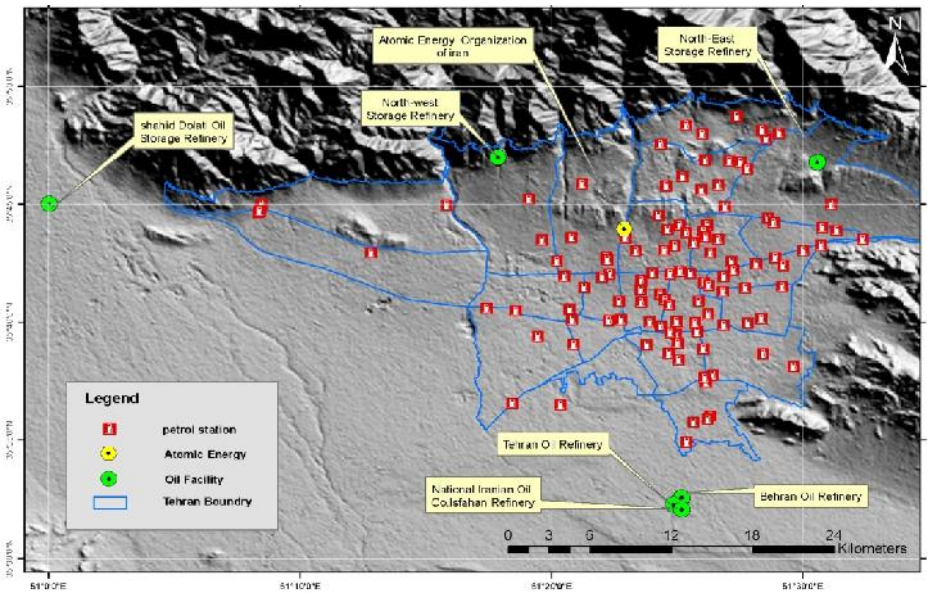
تجربیات زلزله‌های اخیر در جهان و حوادث پیش‌آمده در امتداد آن، قابلیت بالقوه آتش‌سوزی در تاسیساتی مانند: پالایشگاهها و رآکتورهای اتمی را به وضوح نمایان می سازد. در زلزله و سونامی سال ۲۰۱۱ ژاپن، آتش‌سوزیهای گسترده‌ای رخ داد که عامل این آتش‌سوزیها پالایشگاه نفت فوکوشیما، میاگی و استان چیبا بوده است علاوه برآن مجتمع‌های نفتی میاگی، چیبا و استان کاگاناوا نیز به عنوان منشا ایجاد حریق در برخی قسمتهای شهر معرفی شده‌اند. بررسی‌ها نشان داد که تعدادی از مناطق مسکونی در این حوادث به دلیل انفجار و پرتاب جرقه‌های آتش دچار حریق شدند. همچنین نشت گاز در استان میاگی از جمله ۱۸ شهرستان سندای، به تنهایی موجب وارد آوردن خسارت و آسیب‌های جدی به اماکن و سازه‌های شهری شد (Aon Benfield, 2011). این زلزله به نیروگاه هسته‌ای فوکوشیما نیز خسارت زیادی وارد نمود به طوری که در۱۲ مارس اولین انفجار به دلیل تجمع هیدروژن، منجر به فروپاشی محل قرارگیری راکتور شماره ۱ این نیروگاه گردید. انفجار دوم راکتور شماره ۳ در ۱۴ مارس و در ۱۵ همین ماه انفجارهای متعدد دیگری روی داد. بعدها مشخص شد که چهار راکتور از شش راکتور این نیروگاه دچار انفجار و آتش سوزی گردیده‌اند. در زلزله ازمیت ترکیه در سال ۱۹۹۹ نیز پالایشگاههای تاپراش و پتکیم دچار آسیب‌دیدگیهای شدید ناشی از زلزله و آتش‌سوزی گردیدند. درتاسیسات تاپراش که خسارت سنگینی را متحمل شد، ۶ مخزن از ۱۱۲ مخزن، به علت زمین‌لرزه دچار آسیب و آتش‌سوزی گردید و گازهای خطرناک حاصله تا شعاع ۱۵۰ متر گسترش یافت (Erdik, 1999).

---

[1]- **فاجعه سوسو** (*Seveso disaster*) یک حادثه صنعتی بود که در حدود ساعتِ ۱۲:۳۷ دقیقه پس از ظهر در ۱۰ ژوئیه ۱۹۷۶ در یک کارخانه تولید مواد شیمیایی در حدود ۱۵ کیلومتری شمال میلان در منطقه لومباردی در ایتالیا رخ داد. در این رویداد، یک منطقه مسکونی در معرضِ تتراکلرودی‌بنزودی‌اکسین (TCDD) قرار گرفت و صدمات متعددی به واسطه این رویداد ایجاد شد. این فاجعه منجر به مطالعات علمی متعدد و وضع مقررات ایمنی مرتبط در اروپا شد. مقررات ایمنی اتحادیه اروپا در این رابطه به عنوان رهنمود Seveso II شناخته شده است.

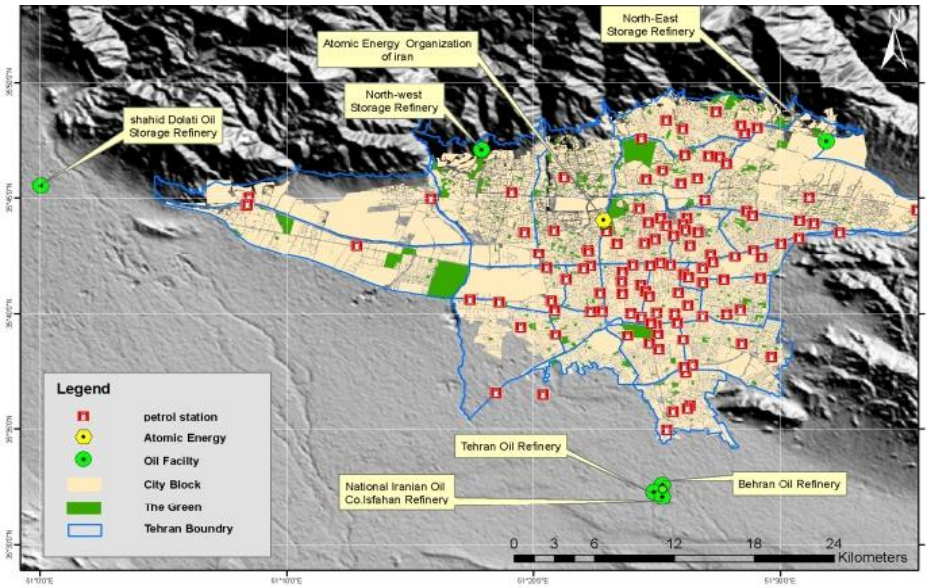
بررسی پراکندگی تاسیسات نفتی و هسته ای کلانشهر تهران

بررسی الگوی توزیع مجموعه‌های پالایشگاهی، مخازن نفتی و هسته‌ای واقع شده در تهران نشان می‌دهد، که جایگاههای سوخت به طور عمده در قسمتهای مرکزی، شمالی و جنوبی تهران قرار دارند. علاوه بر آن پراکندگی این جایگاهها، دارای الگوی توزیع پر تراکم شمالی – جنوبی و در قسمت مرکز تهران با تراکم زیاد هستند. روند استقرار شرقی – غربی با تراکم زیاد در نیمه شرقی، و تراکم بسیارکمتر در غرب از دیگر ویژگی‌های جایگاههای سوخت است. همچنین مرکز اتمی تهران به طور تقریبی در قسمت میانی شهر، پالایشگاههای مهم آن در منتهی‌الیه جنوبی و انبارهای نفتی در قسمت شمالی و غربی آن قرار دارند (شکل ۱).



شکل ۱: پراکنش تاسیسات نفتی و هسته ای کلان شهر تهران

توزیع نامناسب مکانی این تاسیسات و احتمال رخداد حوادث غیرمترقبه مانند زمین‌لرزه، آسیب‌های ناشی از آن را افزایش می‌دهد. در واقع رعایت نشدن استانداردهای موجود در زمینه فاصله ایمن ساخت و ساز از تاسیسات نفتی و هسته ای در کلانشهر تهران به دلیل نبود تجربیات لازم، استانداردهای بومی و دانش تخصصی، موجب افزایش خطرپذیری لرزه‌ای در کاربریهای همجوار این تاسیسات شده است (شکل۲). حال آنکه با اقتباس از برخی از استانداردهای موجود (COMAH,1999 and SEVESO II, 1996) امکان زون‌بندی نوع ساخت و ساز در اطراف این تاسیسات می‌توانست به مرحله اجرا گذاشته شود. البته ضرورت چنین اصلاحی در طرحهای توسعه شهری یا بهسازی و نوسازی بافتهای موجود نیز چندان مورد توجه نمی‌باشد.



شکل ۲: پراکنش تاسیسات نفتی و هسته ای در کنار بلوکهای مسکونی و تجاری

بررسی نقش توزیع مکانی جایگاههای سوخت در تشدید خسارت‌های ناشی از زلزله

برابر الزامات شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران هر جایگاه سوخت باید حداقل دارای یک مخزن ۴۵۰۰۰ لیتری سوخت باشد تا بتواند خدمات‌رسانی لازم را انجام دهد (شرکت ملی پخش فرآورده های نفتی ایران، ۱۳۹۳). با توجه به این مسئله و اینکه غالب ۱۱۷ جایگاه سوخت کلان شهر تهران در میان کاربریهای مسکونی و تجاری استقرار یافته‌اند، با فرض داشتن فقط یک مخزن سوخت ۴۵۰۰۰ لیتری، می‌توان انتظار رخداد آتش‌سوزی‌های گسترده را در محدوده این تاسیسات داشت که می‌تواند برای کاربریهای همجوار در صورت وقوع زلزله مخاطره‌آمیز باشد. البته بررسیها و مطالعات میدانی نشان می‌دهد که غالب جایگاه‌های سوخت دارای حداقل دو تا چهار مخزن می باشند. به طور مثال بررسی یک جایگاه سوخت در جنوب تهران نشان داد که این جایگاه دارای دو مخزن ۵۰ هزار لیتری و دو مخزن ۳۰ هزار لیتری دیگر بنزین بوده و در کنار کاربریهای مسکونی تجاری و معابر شلوغ و پر رفت وآمد قرار گرفته است. در زمان تدوین نتایج مطالعات، حادثه واقعی سقوط تانکر حامل۳۳۰۰۰ لیتر بنزین سوپر از روی یک پل در اهواز روی داد که به دلیل مشابهت آن به رویداد حادثه در زلزله احتمالی این حادثه مورد بررسی قرار گرفت. در این حادثه نشت و انتشار بخارات بنزین درسطح وسیعی از منطقه رخ داد. البته با تلاش آتش‌نشانان، تیم‌های امدادی و مأموران نیروی انتظامی خوشبختانه این حادثه منجر به آتش سوزی یا انفجار نشد و ماموران پس از تقریبا ۶ ساعت توانستند وضعیت را به حالت عادی برگردانند (تابناک، ۱۳۹۳). این حادثه در شرایط عادی رخ داد که امکان بسیج نیروهای امدادی برای مهار حادثه فراهم بود، حال آنکه براساس تجارب زلزله‌های ژاپن و ترکیه مشخص است که در زمان رخداد زلزله با توجه به محدودیت منابع موجود و گستردگی محدوده آسیب‌دیده امکان جلوگیری از انفجار و آتش‌سوزی این گونه تاسیسات به سادگی امکان‌پذیر نیست و خطر آتش‌سوزی و نشت آلودگیهای ناشی از آن امری بسیار محتمل است. این مسئله با توجه به تراکم کاربریهای مسکونی و تجاری و فعالیتهای انسانی در اطراف این مکانها تشدید خسارات ناشی از زلزله فرضی را به دنبال خواهد داشت.

بررسی نقش توزیع مکانی پالایشگاهها ومجتمع های انبار سوخت در تشدید خسارت های ناشی از زلزله

به جز جایگاههای سوختگیری اشاره شده در قسمتهای قبل، در شهر تهران تاسیسات نفتی و پالایشگاهی مختلفی نیز وجود دارد که در صورت رخداد زلزله می‌توانند منشا رخداد حوادث مختلفی از جمله آتش‌سوزی و انفجار گردند. مشخصات و ویژگیهای برخی از این تاسیسات به شرح ذیل می‌باشد:

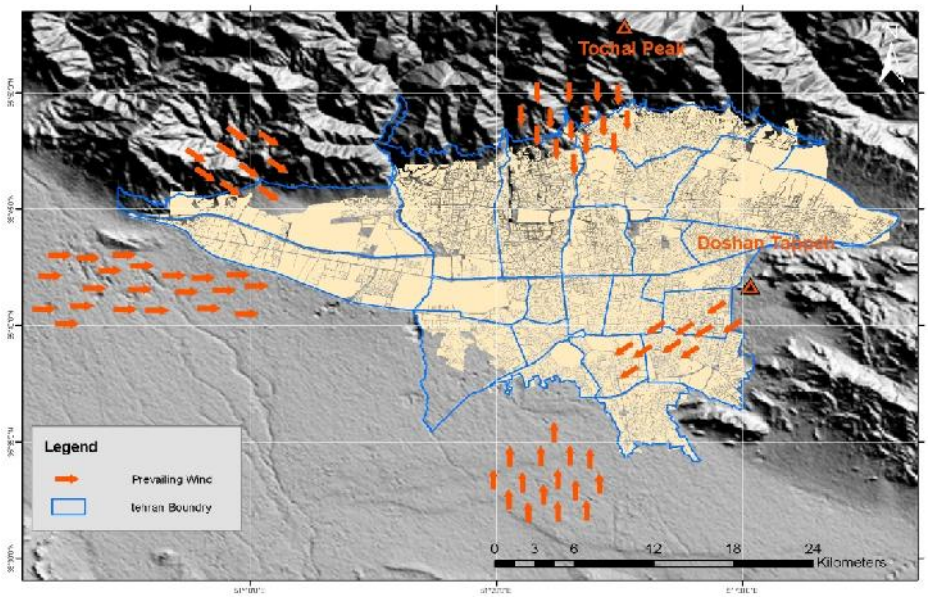
- پالایشگاه تند گویان در ۱۵ کیلومتری جنوب تهران واقع گردیده و شامل دو پالایشگاه جنوبی شماره۱، شمالی شماره۲ می باشد. احداث پالایشگاه شماره ۱ از سال ۱۳۴۴ آغاز و در تاریخ ۱۳۴۷ تکمیل شد. ظرفیت این پالایشگاه ۱۲۵۰۰۰ بشکه در روز است پالایشگاه شماره ۲ در سال ۱۳۵۲ احداث گردید ودر سال ۱۳۸۲ ظرفیت این پالایشگاه به ۱۲۵،۰۰۰ بشکه در روز افزایش یافت. خوراک هر دو پالایشگاه از طریق دو خط لوله ۲۴ و ۲۶ اینچ از حوزه نفتی مارون، اهواز، سراجه قم و همچنین از منابع آسیای میانه تامین می شود (Tehran Refinery, 1393)؛
- انبار نفت شهید دولتی در جنوب شهر کرج، در دشت ملارد- شهریار واقع در ۴۵ کیلومتری تهران قرار دارد و دارای ۱۹ مخزن با ظرفیت ۱۳۲۰۰۰متر مکعب سوخت می‌باشد خطوط لوله پالایشگاه تهران این مخازن را تغذیه می نمایند (NIOPDC, 1393)؛
- انبار نفت شمال شرق تهران دارای ظرفیت ۱۶۰ میلیون لیتر سوخت است که در سال ۱۳۵۳ احداث گردید. در حال حاضر این مجموعه با اضافه کردن دو مخزن دارای ظرفیت ۱۸۲ میلیون لیتر سوخت می‌باشد (احسانی، ۱۳۹۰)؛
- انبار نفت شمال غرب تهران با ۱۱ مخزن نفتی با ظرفیت تقریبی ۲۲۰۰۰۰ متر مکعب (کرباسی و همکاران، ۱۳۷۶) دقیقا روی راندگی شمال تهران واقع شده است (حلاج نیشابوری و همکاران، ۱۳۹۰)؛

مطالعه انجام شده در این تحقیق نشان داد که محل قرارگیری تاسیسات نفتی شهید تندگویان و شهید دولتی کرج در مسیر بادهای غربی و جنوبی است که در صورت آتش‌سوزی ناشی از آسیب‌دیدگی در زلزله فرضی، آلودگیهای این تاسیسات بر روی شهر تهران گسترش خواهند یافت. در مورد تاسیسات شهید دولتی بعد مسافت ۴۵ کیلومتری تنها عامل مثبتی است که می‌تواند تهران را از خطر آلودگی شدید هوا حفظ نماید. همچنین بررسیها نشان داد که انبارهای نفتی شمال شرق و غرب تهران در محدوده شهری واقع شده و تمامی محدوده شهری درصورت وقوع حادثه از آن متاثر خواهند شد.

بررسی نقش جریان باد در تشدید خسارت‌های ناشی از آسیب‌دیدگی تاسیسات نفتی در زلزله

جریان باد در شهر تهران می تواند سبب گسترش آتش و آلودگیهای ناشی از حریق در تاسیسات نفتی گردد (شکل ۳). مهمترین جریانهای باد در شهر تهران به شرح زیر می باشند:

- بادهای مسلط تهران در تمام فصول سال بادهای شمال غربی، غربی و جنوب غربی می‌باشند. در قسمت شمال شرقی عمده‌ترین جریان بادها در جهت شمال شرقی – جنوب غربی می‌وزند (گل بابایی و همکاران، ۱۳۸۹)؛
- نسیم توچال در تهران که به دلیل اختلاف دما در طول روز و شب جریان پیدا می نماید (جعفری سر بند، ۱۳۸۹)، جهتی شمالی و جنوبی دارد (نجیب زاده و همکاران، ۱۳۹۱)؛
- بررسی آمار ایستگاههای نمونه‌برداری در این کلانشهر، بر تسلط باد غالب جنوبی و غربی در این شهر تاکید دارد (رنجبر و همکاران، ۱۳۸۹)؛



شکل۳: پراکندگی بادهای مسلط و غالب در کلان شهر تهران

بررسی اثر وارونگی دما در تشدید خسارت های ناشی از آسیب دیدگی تاسیسات نفتی در زلزله

وارونگی دما در این کلانشهر بر مبنای داده‌های شرکت کنترل کیفیت هوای شهرداری تهران در یک دوره آماری ده ساله (۲۰۱۱-۲۰۰۱) نشان می‌دهد که غلظت آلاینده‌های هوای تهران در تابستان از "دهه دوم مرداد تا دهه اول شهریور ماه" و در زمستان از "دهه دوم آذر تا دهه اول دی ماه" به دلیل وارونگی دما بسیار بالا بوده است (شرعی پور و بیدختی، ۱۳۹۱) که این امر باعث پایداری هوا در ماههای فوق می‌گردد. در صورت وقوع زلزله در ایام وارونگی دما و پایداری هوا، هرگونه آتش‌سوزی در تاسیسات نفتی و هسته‌ای مستقر در این شهر به دلیل تجمیع آلودگی و تراکم آن، باعث تشدید مشکلات جسمی و روحی زلزله و در نتیجه افزایش قربانیان زلزله می‌گردد (NFPA, 2014).

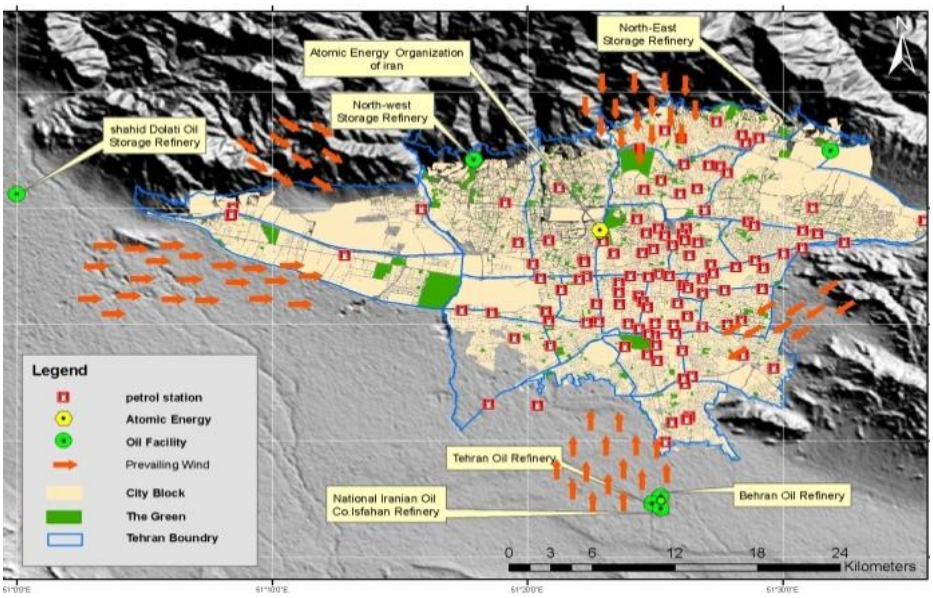
بررسی اثرات آسیب دیدگی راکتور اتمی کلانشهر تهران در برابر زلزله

راکتور تحقیقاتی چند منظوره آب سبک تهران و تاسیسات جانبی آن در مساحتی حدود ۲ هکتار بنا شده است این راکتور دارای یک قسمت اصلی با گنبد محافظ و سایر تاسیسات جانبی شامل خنک کننده، پمپاژ آب و تصفیه یونی است. در حالت عادی قلب راکتور حاوی 22 الی 30 بسته سوخت می باشد که از سال 1372 تاکنون با سوخت 20% (LEU) مشغول به کار بوده است. تولیدات این راکتور عمدتا رادیو ایزوتوپها (رادیو داروها) می‌باشد (پژوهشکده تحقیقات و توسعه راکتورها و شتاب‌دهنده‌ها، ۱۳۹۳). تجربیات زلزله ژاپن که منجر به ایجاد خسارت در نیروگاه هسته‌ای فوکوشیما گردید نشان می دهد که آسیب دیدگی این راکتور می تواند باعث نشت مواد رادیو اکتیو در تهران و ایجاد مشکلات مختلف برای سلامت ساکنین و نیز محیط زیست گردد.

نتیجه‌گیری

بررسی نتایج مطالعات انجام شده در این طرح نشان می‌دهد که در صورت وقوع زلزله‌ای بزرگ در تهران، تاسیسات خطرناک موجود در این شهر می‌توانند آسیب دیده و حوادث ناگواری را رقم بزنند. به عنوان مثال جایگاههای سوخت که دارای توزیع نامناسب در سطح شهر بوده و با تراکم زیاد در مناطق مرکزی و شرق تهران احداث شده‌اند (با توجه به حجم ذخیره سوخت بسیار بالای مخازن موجود در آنها) در معرض خطر انفجار و آتش سوزی قرار دارند. با اتوجه به عدم رعایت ضوابط توسعه در مجاورت این جایگاهها احتمال گسترش آتش به مناطق مجاور و افزایش خسارات و

تلفات زلزله دور از انتظار نیست. همچنین تسلط بادهای غربی، جنوبی و شمال شرقی، باعث گسترش آتش‌سوزی و نشت آلودگیهای ناشی از آسیب‌دیدگی این تاسیسات در زلزله می‌شود. بجز جایگاههای سوخت‌رسانی، وجود پالایشگاههای شهید دولتی، شهید تندگویان و راکتور انرژی اتمی تهران نیز می‌تواند به عنوان یک منشا خطر مورد توجه قرار گیرد (شکل۴).



شکل۴: قرارگیری تاسیسات نفتی و هسته ای در مسیر وزش باد وکاربریهای شهری

براین اساس لازم است تا اقدامات لازم برای کاهش ریسک زلزله در این تاسیسات توسط نهادهای مرتبط در اسرع وقت به انجام رسد و در طرحهای توسعه شهر تهران، به خطرات ناشی از آسیب‌دیدگی این تاسیسات در برابر زلزله توجه کافی مبذول گردد و از ساخت و ساز در حریم این تاسیسات در حد مقدور اجتناب شود. همچنین به منظور کاهش خطرپذیری این تاسیسات انجام اقدامات زیر توصیه می‌گردد:

- استفاده از فناوریهای نوین برای جلوگیری از نشت و انفجار مخازن سوخت (طباطبایی، ۱۳۹۰)؛
- جابجایی جایگاههای سوختی از مناطق مسکونی پر تراکم و یا کاهش حجم مخازن اینگونه جایگاهها؛
- اجرای مانور و توجیه ساکنان اطراف جایگاههای سوخت در باره اقدامات واکنش اضطراری در زمان وقوع حادثه زلزله، آتش‌سوزی و انفجار در این تاسیسات؛
- تاکید بر بهسازی این تاسیسات با توجه به دانش روز مهندسی زلزله و تجارب زلزله های اخیر.

مراجع

احسانی م (۱۳۹۰) مقاوم سازی مخازن انبار نفت شمال شرق تهران، *مشعل، نشریه کارکنان صنعت نفت ایران*، شماره ۵۴۳، دوره جدید.

امینی حسینی ک، قائمقامیان م و حسینیون س (۱۳۹۰) توسعه روش ارزیابی بافتهای آسیب پذیر شهری در مناطق لرزه خیز، مطالعه موردی بخشی از شهر تهران، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.

پژوهشکده تحقیقات و توسعه راکتورها و شتابدهنده ها (۱۳۹۳) پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای، سازمان انرژی اتمی

جعفری سربند ن (۱۳۸۹) بررسی توصیفی محله امیریه، اداره مطالعات اجتماعی و فرهنگی منطقه ۱۱ تهران

حلاج نیشابوری م، خادمی م، الماسیان م و محمدی اصل ز (۱۳۹۰) نگاهی برمخاطرات زمین لرزه و اثرات ثانویه آن در شمال غرب شهر تهران، *دومین همایش علوم زمین و نکوداشت استاد پیشگام علم زمین شناسی ایران دکتر عبدالکریم قریب*، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آشتیان

رنجبر ف، نجفی ا و مینویی س(۱۳۸۹) *همایش کاربرد جغرا فیای طبیعی در برنامه ریزی محیطی*، دانشگاه آزاد اسلامی خرم آباد

سایت تابناک (۱۳۹۳) پایان ۶ ساعت وحشت در سقوط تانکر بنزین، کد خبر۴۶۱۷۸۲

شرعی پور ز و علی اکبری بیدختی ع(۱۳۹۱) بررسی روند تغییرات بلندمدت وآلودگی هوا وعوامل هواشناسی مؤثر بر آن در شهر تهران (طی دوره ۱۰ساله)، *همایش ملی جریان و آلودگی هوا*، دانشگاه تهران

شرکت ملی پخش فرآورده های نفتی ایران (۱۳۹۳) الزامات احداث جایگاه عرضه فرآورده های نفتی، خلاصه برخی از الزامات جهت طراحی جایگاه، بند ح

طباطبایی س(۱۳۹۰) اکسس فناوری تازه ای برای ایمنی و سلامت محیط زیست، *مشعل، نشریه کارکنان صنعت نفت ایران*، شماره ۵۴۳، دوره جدید

کرباسی ع، نبی بید هندی غ، معطر ف و مهین عبدالله زاده ا (۱۳۸۸) نقش سازه ای مخازن نفت در جلوگیری از انتشار آلودگیهای هیدروکربوری- *مجله محیط شناسی*- سال سی و پنجم – شماره۵۰.

گزارش وضعیت انبار نفت شهید دولت آبادی کرج (NIOPDC) (۱۳۹۳)

گزارش وضعیت پالایشگاه شهید تندگویان تهران (Tehran refinery) (۱۳۹۳)

گل بابایی ح، مهدوی وفا ح، رودگرمی پ و خلیل پور ا (۱۳۸۹) *دومین همایش ملی فرسایش بادی و طوفانهای گردوغبار*، بهمن ماه، دانشگاه یزد

غفوری زرندی ع (۱۳۹۰) آینده نگری و آینده پژوهی در مدیریت خطر پذیری زلزله، دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران

نجیب زاده ف، حسین پور ز و شمسی پور ع (۱۳۹۱) واکاوی آلودگی هوای تهران با شاخص های ترمودینامیکی جو(در شرایط دارای باد)، *همایش ملی جریان و آلودگی هوا*، دانشگاه تهران

یمینی فرد ف، سیاهکالی مرادی ع، حسینی م و نوروزی ر (۱۳۸۸) مطالعه لرزه خیزی تهران بزرگ و مجاورت آن با استفاده از داده های ثبت شده در شبکه لرزه نگاری شهر تهران، *فصلنامه علمی پژوهشی علوم زمین*، سال نوزدهم، شماره۷۳

AON BENFIELD (2011) Tohoku Earthquake & Tsunami Event Recap Report, August 30

COUNCIL Directive 96/82/EC (1996) SEVESO II on the control of major, accident hazards involving dangerous substances, EU

COMAH (1999) The Control of Major Accident Hazards Regulations, UK

ERDIK M (1999) Report on 1999 KOCAELI and DÜZCE (Turkey) Earthquakes, Bogazici University, Dept. of Earthquake Engineering, 81220 Cengelkoy, Istanbul, Turkey

http://www.nfpa.org National Fire Protection Association, (NFPA) (2014)

http://www.tabnak.ir/fa/news

http://www.tehranrefinery.ir/AboutUs.aspx)

http://www.niopdc.ir/homepage.aspx?site=niopdc&tabid=1&lang=fa-IR