فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران/ دورهٔ ششم، شمارهٔ چهارم، زمستان ۱۳۹۵
Disaster Prevention and Management Knowledge (DPMK)
Quarterly, Vol.6, No. 4 (Winter 2017)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۲۳

برنامه‌ریزی کاهش خطرپذیری آتش‌سوزی پس از زلزله با به‌کارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی[1] در پهنه استان تهران

نازنین صادقی

کارشناس ارشد معماری گرایش بازسازی پس از سانحه، دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.Sadeghi_nazi_68@yahoo.com

چکیده

زمینه و هدف: قرارگیری استان تهران در یک پهنه لرزه‌خیز و اهمیت این استان در ابعاد گوناگون بر همگان روشن است. وقوع زلزله در استان تهران و البرز سبب پیامدهای ناگوار انسانی و خسارات سنگین اقتصادی می‌شود. یکی از خطرات مهم پس از زلزله‌های شدید، آتش‌سوزی‌های پس‌ازآن است. وقوع آتش‌سوزی پس از زلزله در استان تهران به علت قرارگیری تأسیسات خطرزا و همچنین شریان‌های اصلی و فرعی گاز و نفت در پهنه‌های لرزه‌خیز و حریم گسل‌ها بسیار محتمل است لذا، بررسی وقوع آتش‌سوزی پس از زلزله در منطقه تهران به‌عنوان پایتخت از ضروریات می‌باشد.

روش: روش پژوهش مقاله حاضر توصیفی- تحلیلی است. در این راستا، نقشه‌های موردنیاز در سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه‌شده و داده‌ها از طریق مطالعه اسناد، کتب، رسالات و مقالات گردآوری‌شده و سه نقشه اصلی مخاطره، آسیب‌پذیری و بحران تهیه و تحلیل می‌شوند و درنهایت با انجام تحلیل SWOT[2]، راهبردها تعیین و سیاست‌هایی در جهت تحقق آن‌ها پیشنهاد می‌گردد.

یافته‌ها: نتایج تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد با وجودی که خطر بالقوه آتش‌سوزی پس از زمین‌لرزه، در بخش‌های مختلفی از سطح استان با شدت بالا وجود دارد ولیکن میزان آسیب‌پذیری ناشی از وقوع سانحه به علت تمرکز جمعیت، تراکم شبکه راه‌ها، تراکم خطوط لوله‌های گاز، لوله‌های نفت و مخازن سوخت و همچنین تراکم صنایع در مناطق مرکزی بیشتر خواهد بود.

نتیجه‌گیری: این مقاله نتیجه می‌گیرد که سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی‌ها در زمینه تخصیص کاربری اراضی نزدیک پهنه‌های پرخطر و نقاط بحرانی باید متکی بر نقشه‌های خطر و متناسب با خطرات و خسارات ناشی از آتش‌سوزی‌های پس از زلزله باشد. همچنین، ایجاد و توسعه زیرساخت‌ها، کانون‌های زیستی و جمعیتی و به‌طورکلی هرگونه فعالیت عمرانی مستلزم شناخت کافی از شرایط آتش‌سوزی‌های پس از زلزله است.

واژه‌های کلیدی: زلزله، آتش‌سوزی پس از زلزله، استان تهران، برنامه‌ریزی

◀**استناد فارسی (شیوه APA، ویرایش ششم ۲۰۱۰):** صادقی، نازنین (زمستان، ۱۳۹۵)، برنامه‌ریزی کاهش خطرپذیری آتش‌سوزی پس از زلزله با به‌کارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی در پهنه استان تهران. *فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران، ۶* (۴)، ۳۰۵-۳۱۷.

Planning for Risk Mitigation of Fire Following Earthquake Using GIS Technique in Tehran Province

Nazanin Sadeghi

Master of post-disaster reconstruction, Architecture Faculty, SBU, Tehran, Iran.

Abstract

Background and Objective: Tehran is located in a seismic zone. The importance of this city in different aspects is obvious to everyone. Earthquake occurrence would cause horrible damage to human as well as heavy financial loss in Tehran provinces. Fire is a serious threat after severe earthquakes. Due to the placement of dangerous infrastructures as well as major and minor gas/petroleum pipelines in seismic zones or faults regions, earthquake is very probable in Tehran. Therefore, an assessment of fire occurrence after earthquake is necessary in Tehran as the capital of Iran.

Method: In order to reduce causalities and damages in this area (Tehran Province), a descriptive-analytical research method was adopted. In this regard, required plans were prepared in GIS software and data were collected from documents, books, essays, and articles. Then, three major maps, i.e. hazard map, vulnerability map, and risk map were prepared and analyzed. Finally, strategies and policies were suggested based on the SWOT analysis.

Results: The results of this research show despite the potential danger of fire after earthquake is probable in different part of the province, the vulnerability of central parts is much higher due to the population density, accumulation of urban network path, gas and petroleum pipelines, fuel tanks, and agglomeration of industries.

Conclusion: This paper concludes that planning and policies about land-use allocation near hazardous zones should consider risk maps and damages. Also, the development of settlement and any construction activity require knowledge about hazardous zones and the threats of fire after earthquakes.

Keywords: Earthquake, Fire after Earthquake, Tehran Province, Planning

▶**Citation (APA 6th ed.):** Sadeghi N. (2017, Winter). Planning for Risk Mitigation of Fire Following Earthquake Using GIS Technique in Tehran Province. *Disaster Prevention and Management Knowledge Quarterly (DPMK), 6*(4), 305-317.

1. GIS: Geographic Information Systems
2. SWOT: Strength, weakness, opportunity, Threat

مقدمه

پیشینه‌ی وقوع مخاطرات طبیعی در جهان به درازای تاریخ بشر است. هیچ مکانی از دنیا، مصون از این حوادث نبوده و نیست. همه‌ی جوامع در برابر عوارض بلایای طبیعی آسیب‌پذیر هستند ولی میزان این آسیب‌پذیری[1] از مکانی به مکان دیگر متفاوت است. (درابک[2]، ۱۳۹۲). باید پذیرفت که در سال‌های اخیر رخداد زلزله به امری مکرر تبدیل‌شده است. زلزله با ایجاد دامنه وسیعی از خطرات اولیه و ثانویه سبب خسارت به ارزش‌های آسیب‌پذیر می‌گردد یکی از خطرات مهم پس از زلزله‌های شدید، آتش‌سوزی‌های پیرامون آن می‌باشد (معصومی، ۱۳۹۱). سوابق تاریخی نشان می‌دهد خطرات ناشی از آتش‌سوزی بعد از زلزله گاهی می‌تواند خیلی شدیدتر و تهدیدکننده‌تر از زمین‌لرزه باشد. زلزله ۱۹۰۶ سان‌فرانسیسکو و زلزله ۱۹۲۳ کانتو[3] ژاپن منجر به آتش‌سوزی‌های مهیبی شدند. در آتش‌سوزی سال ۱۹۰۶ سان‌فرانسیسکو بیش از ۲۸۰۰۰ ساختمان در مساحت ۱۲ کیلومترمربع تخریب شد. این آتش‌سوزی خسارتی معادل ۲۵۰ میلیون دلار ایجاد کرد و کشته‌های آن به بیش از ۳۰۰۰ تن رسید. همچنین در زلزله سال ۱۹۲۳کانتو ، بیش از ۱۴۰۰۰۰ نفر کشته و ۵۷۵۰۰۰ ساختمان ویران شد که ۷۷ درصد این خرابی‌ها در اثر آتش‌سوزی پس از زلزله بود (فیروزی، علی‌اکبر و فیروزی، علی‌اصغر، ۱۳۹۰). عوامل زیادی در ایجاد و گسترش آتش‌سوزی پس از زلزله نقش دارند که به‌طور خلاصه شامل بزرگی و شدت زلزله، روانگرایی، میزان آسیب‌پذیری انواع سازه‌ها و شریان‌های حیاتی در برابر زلزله، آسیب‌پذیری ساختمان‌ها و محتویات آن‌ها در برابر آتش‌سوزی شرایط بحرانی پس از زلزله، شرایط جوی، نوع کاربری و تراکم منطقه شهری، کارایی شریان‌های حیاتی پس از زلزله و امکانات و تجهیزات آتش‌نشانی می‌باشند (ذوالفقاری، پیغاله، ۱۳۸۶). در این میان منطقه تهران با توجه به پیش‌بینی‌هایی مبنی بر قریب‌الوقوع بودن زلزله شدید و همچنین بافت متراکم شهری و وجود خطوط لوله پرفشار گاز در آن و عدم وجود سطح مدیریت بحران قوی، شهری مستعد برای آتش‌سوزی پس از زلزله محسوب می‌شود که این امر اهمیت پرداختن به این موضوع را افزایش می‌دهد (صادقیان، امیدوار، صالحی، ۱۳۹۴).

پیشینه تحقیق: زلزله‌های شهر سان‌فرانسیسکو در سال ۱۹۰۶ و شهر توکیو در سال ۱۹۲۳، به علت وقوع آتش‌سوزی‌های بعد از آن، به‌عنوان دو مورد از بدترین فجایع تاریخ بشری به‌حساب می‌آیند. به همین علت اولین تحقیقات در زمینه آتش‌سوزی پس از زلزله توسط دو کشور آمریکا و ژاپن انجام‌شده است. فعالیت‌های تحقیقاتی انجام‌شده بر روی اشتعال‌های پس از زلزله که به مدل‌سازی این پدیده منجر شده است، عمدتاً غیر تحلیلی و بر اساس داده‌های آماری آتش‌سوزی پس از زلزله‌های آمریکا و ژاپن بوده است (Davidson،Lee، ۲۰۰۶).

Mizuno و همکاران اولین مدل اشتعال پس از زلزله را بر اساس داده‌های آماری آتش‌سوزی پس از زلزله ژاپن ارائه دادند (Mizuno، ۱۹۷۸). در سال ۱۹۸۶، Scawthorn مدل اشتعال پس از زلزله برای کانادا را با استفاده از روش فوق (داده‌های آماری آتش‌سوزی پس از زلزله) بر اساس زلزله‌های کالیفرنیا از سال ۱۹۷۱ تا آن تاریخ را ارائه داد. در سال ۱۹۹۱، Cousins و همکاران از این مدل برآورد تعداد اشتعال پس از زلزله برای کشور زلاندنو استفاده نموده‌اند پس‌ازآن Eidinger و همکاران در سال ۱۹۹۵ با در نظر گرفتن تمامی زلزله‌های قرن بیستم آمریکا تا آن زمان و حتی آن زلزله‌هایی که در مدل اسکاتورن در نظر گرفته نشده بود، رابطه جدیدی را برای برآورد اشتعال مؤثر و غیرعمدی پس از زلزله ارائه نمودند (Lee،Goettel،Edinger، ۱۹۹۵) و از این رابطه از سال ۲۰۰۱ در متدلوژی Hazus استفاده‌شده است (FEMA، ۱۹۹۹). همچنین مطالعاتی توسط Trifunance و Todorovaska در سال ۱۹۹۸ انجام‌شده است که در آن تعداد اشتعال‌هایی پس از زلزله نورتریج به‌عنوان توابعی از شدت مرکالی اصلاح‌شده، تعداد شکستگی‌های لوله‌های آب، تعداد ساختمان‌های علامت‌گذاری شده و بیشینه سرعت زمین طبقه‌بندی‌شده است. Groner و Williamson نیز در سال ۲۰۰۰ مطالعاتی را روی اشتعال‌های پس از زلزله به دلیل تخریب شبکه توزیع برق و گاز انجام داده‌اند که آسیب‌پذیری بیشتر را برای مناطق پرجمعیت و یا بافت فرسوده، نسبت به وقوع اشتعال‌های پس از زلزله نشان می‌دهد. آنچه از مطالعات پیشین درباره آتش‌سوزی پس از زلزله

1. Vulnerability
2. Derabk
3. Kanto

برمی‌آید این است که اکثر مدل‌های تخمین اشتعال‌های پس از زلزله بر مبنای داده‌های تجربی و کارهای آماری بوده‌اند. در سال ۲۰۰۸، Zolfaghari و همکاران مدلی تحلیلی را برای برآورد احتمالی اشتعال‌های داخل ساختمانی ارائه کرده‌اند، در مدل آن‌ها احتمال یک اشتعال در هر ساختمان برای یک زلزله سناریو محاسبه‌شده است و عواملی نظیر تخریب اجزای سازه‌ای، اجزای غیر سازه‌ای ساختمان و واژگونی محتویات ساختمان، چگالی ساختمان‌ها (مساحت ساختمان‌ها، تعداد طبقات ساختمان‌ها)، انواع محتویات آن‌ها، کاربری ساختمان‌ها، زمان زلزله در سال و روز و عدم قطعیت مرتبط با هریک از آن‌ها در محاسبه اشتعال در نظر گرفته‌شده است.

Karaman و yildiz در سال ۲۰۱۲، مدلی فیزیکی به‌منظور تخمین تعداد آتش‌سوزی‌های پس از زلزله در داخل ساختنمان و محل آن برای مناطق شهری ارائه دادند. در این مدل علاوه برشدت مرکالی اصلاح‌شده و بیشینه شتاب زمین، عوامل دیگری نظیر سیستم تجهیزات ساختمانی (سیستم گاز و برق)، لوازم پرخطر (بخاری، اجاق‌گاز و...) و لوازم کم‌خطر (کامپیوتر، تلویزیون و...) در نظر گرفته‌شده است. تحقیقات دیگری در رابطه با بررسی دلایل وقوع اشتعال‌های پس از زلزله انجام‌شده است. ازجمله این تحقیقات می‌توان به کارهای Scawthorn و همکاران در سال ۲۰۰۵ بر روی اثرات تخریب شبکه توزیع گاز بر وقوع اشتعال‌های پس از زلزله اشاره کرد. آن‌ها بیان داشتند که ۲۶٪ اشتعال‌های اتفاق افتاده پس از زلزله نورتریج به دلیل تخریب شبکه توزیع گاز بوده است. Rajabipour و Behnamfar در سال ۲۰۰۸، مدلی را برای تخمین احتمالاتی گسترش آتش‌سوزی پس از زلزله ناشی از خرابی خطوط لوله گاز ارائه دادند. این مدل شامل ارزیابی سناریوهای خرابی خطوط لوله، مدل‌سازی اشتعال گاز طبیعی و مدل‌سازی گسترش آتش‌سوزی می‌باشد که با شبیه‌سازی عددی مدل پیشنهادی، منحنی‌هایی برحسب زمان برای نشان دادن چگونگی آتش‌سوزی و افزایش خسارات پس از زلزله در مناطق مختلف به‌دست‌آمده است. در سال ۲۰۱۱ Esposito پایگاه داده سیستم اطلاعات جغرافیایی را توسعه داد که این پایگاه، داده‌های فیزیکی و خصوصیات عملکردی سیستم گاز و توصیف رفتار لرزه‌ای تمامی اجزا در برمی‌گرفت. آنچه از مطالعات انجام شده درباره آتش‌سوزی پس از زلزله برمی‌آید این‌است که بیشتر به داده‌های‌های آماری و عمدتاً غیرتحلیل پرداخته شده است.

روش

روش پژوهش حاضر از نوع توصیفی- تحلیلی می‌باشد. لذا نقشه‌های موردنیاز در نرم‌افزار جی‌آی‌اس[1] تهیه‌شده و داده‌ها از طریق مطالعه اسناد (بخصوص طرح تهیه و تدوین برنامه آمایش استان تهران)، کتب، رسالات و مقالات گردآوری شدند. در فرآیند پژوهش، بخش شناخت به دو قسمت شناخت مخاطره و شناخت منطقه مورد مطالعه تقسیم‌شده است. پس از آن دیاگرام ساختار داده‌ها[2] در دو بخش احتمال و شدت وقوع و همچنین علل زمینه‌ای آسیب‌پذیری تدوین شد. به دنبال تنظیم جدول دی اس دی[3]، نقشه‌های پایه موردنیاز و ارتباط آن‌ها و همچنین ضریب اهمیت شان لیست شده و در نرم‌افزار جی‌آی‌اس تولید شدند. افزون بر این، سه نقشه اصلی مخاطره، آسیب‌پذیری و بحران (خطر) مورد بررسی و تحلیل قرارگرفته‌اند. تحلیل نقشه‌ها و مطالعه اسناد سبب شناخت عوامل داخلی (نقاط قوت و ضعف) و عوامل خارجی (فرصت‌ها و تهدیدها) که مبنا و پایه در تدوین استراتژی است، شد. پس از تهیه ماتریس سوات استراتژی[4]های قابل اجرا تدوین گردید.

یافته‌ها

یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که با توجه به‌احتمال بالای وقوع زلزله در منطقه تهران و همچنین تراکم خطوط لوله‌های گاز، نفت و سایر مخازن سوختی، تراکم جمعیتی بالا، بافت متراکم شهری و توزیع کاربری‌های استان، برنامه‌ریزی مخاطره آتش‌سوزی پس از زلزله، بیش‌ازپیش اهمیت دارد. یافته‌ها نشان می‌دهند قسمت‌های شمالی پهنه مورد مطالعه شامل بخش‌های فشم و شهرستانک، قسمت‌های جنوبی شامل مناطق نعلبندان و حسن‌آباد، قسمت‌های شرقی شامل شهرهای فیروزکوه، دماوند، دوآب و رودهن، قسمت‌های غربی شامل منطقه اخترآباد و مناطق مرکزی استان شامل شهر تهران و

1. Arc GIS
2. DSD: Data Structure Diagram
۳. در متون از این جدول به دیاگرام ساختارداده‌ها و یا جدول دی اس دی DSD، یاد می‌شود.
4. Strategy

شهرری بیشترین احتمال خطر آتش‌سوزی پس از زلزله را دارا هستند (رجوع شود به نقشه شماره ۷)، این در حالی است که بخش‌های مرکزی استان شامل شهرهای تهران و شهرری، مناطق قرچک، باقرآباد، شهریار، ملارد، محمد شهر و ماهدشت در بالاترین سطح از میزان آسیب‌پذیری در مقابل این سانحه قرار دارند (رجوع شود به نقشه شماره ۸)، در واقع با وجودی که خطر بالقوه این سانحه در مناطق مختلفی از سطح استان با شدت بالا وجود دارد ولیکن میزان آسیب‌پذیری آن در مناطق مرکزی بیشتر خواهد بود. هم‌چنین با توجه به تراکم جمعیت و فعالیت در بخش مرکزی استان، بخصوص شهر تهران، خطر آتش‌سوزی پس از زلزله، از تهدیدات بالقوه مهم و جدی محسوب می‌شود. به‌عبارت‌دیگر یافته‌ها نشان می‌دهند آنچه باعث ایجاد خسارات بیشتر و مطرح‌شدن آن به‌عنوان مخاطره و تهدید می‌شود، تمرکز جمعیت، تراکم شبکه راه‌ها، خطوط لوله‌های گاز، لوله‌های نفت، مخازن سوخت، تراکم صنایع در بخش‌های مرکزی استان تهران می‌باشد.

شناخت منطقه موردمطالعه: به علت مرکزیت اداری و مدیریتی کشور و تمرکز فوق‌العاده جمعیت و فعالیت‌های اقتصادی در استان تهران، این منطقه از موقعیت منحصربه‌فردی در میان سایر استان‌های کشور، برخوردار است. از میان بلایای طبیعی ناشی از عوامل زمین‌شناختی، زمین‌لرزه مهم‌ترین عامل تهدید در استان تهران می‌باشد و اکثر گسل‌های مهمی که در گستره تهران وجود دارند لرزه زا بوده و انتظار لرزه زایی مجدد آن‌ها وجود دارد. این عامل با توجه به تراکم و نوع گسل‌های موجود در استان و با در نظر گرفتن اینکه بررسی دوره بازگشت زلزله در استان حاکی از قریب‌الوقوع بودن آن است، از درجه اهمیت فوق‌العاده زیادی برخوردار است و سایر تهدیدات احتمالی نظیر آتش‌سوزی پس از زلزله را تحت‌الشعاع قرار داده است. به همین دلیل، حساسیت‌های محیط نسبت به برنامه‌ریزی، تصمیم‌گیری و آمادگی در برابر بلایا به‌ویژه زلزله و سوانح پس‌ازآن، در این استان زیاد است، ازاین‌رو هرگونه اقدام نسنجیده بدون در نظر گرفتن این حساسیت‌ها می‌تواند عواقب جبران‌ناپذیری به دنبال داشته باشد (علیمحمدی، ۱۳۸۸). ازآنجایی‌که بروز آسیب در خطوط توزیع گاز، نفت، مخازن سوخت و شبکه توزیع برق ازجمله عوامل مؤثر در وقوع آتش‌سوزی‌های پس از زلزله می‌باشد، لذا بررسی وضعیت موجود زیرساخت‌های استان تهران در اولویت‌های شناخت منطقه قرار می‌گیرد (معصومی، ۱۳۹۱). ۱۴/۲ درصد از انشعاب گاز کشور در استان تهران واقع‌شده است که در آینده نزدیک دو خط انتقال گاز سراسری نیز از این استان می‌گذرد. در ارتباط با خطوط انتقال نفت، منطقه تهران یکی از گسترده‌ترین و مهم‌ترین مناطق خطوط لوله ایران شناخته‌شده و گستره فعالیت آن سوخت‌رسانی به استان‌های تهران، سمنان، قزوین، گیلان، مازندران و زنجان می‌باشد. منابع و انبارهای نفتی استان نیز در بخش‌های جنوبی استان و در کرج واقع شده‌اند. متوسط توسعه خطوط انتقال برق در کل کشور سه برابر برق منطقه استان تهران است و این امر بیانگر اهمیت خطوط انتقال برق در استان تهران می‌باشد و بیشترین نیروگاه‌ها در سه شهرستان کرج، تهران و ری مستقر می‌باشند (علیمحمدی، ۱۳۸۸).

گردآوری مستندات و تحلیل داده‌ها: در این بخش، با توجه به مبانی نظری و مطالعات انجام‌شده پیرامون مخاطره آتش‌سوزی پس از زلزله و همچنین شناخت منطقه موردمطالعه (استان تهران)، عوامل مؤثر در احتمال و شدت وقوع مخاطره و علل زمینه‌ای آسیب‌پذیری در جداول شماره ۱ و ۲ لیست شده‌اند. با توجه به جدول دی اس دی، نقشه‌های موردنیاز فهرست می‌شوند. (مراجعه شود به جدول شماره ۳). دیاگرام ساختار داده‌ها و یا جدول DSD که اساس و پایه اصلی مطالعات پیش‌رو را تشکیل می‌دهد به دسته‌بندی مولفه‌های موثر بر آتش‌سوزی پس از زلزله می‌پردازد، مشخص است که بستر اولیه این نمودار تحت تاثیر وقوع سانحه زلزله است. دیاگرام ساختار داده به طور کلی از دو قسمت عمده تشکیل می‌شود که اولی احتمال وقوع آتش‌سوزی پس از زلزله استان تهران را بررسی کرده و علل زمینه ای آسیب‌پذیری موضوعی است که در خلال قسمت دوم دیاگرام بررسی می‌شود. در قسمت اول جدول، روند تولید نقشه احتمال وقوع سانحه از اجزای اصلی سانحه شامل عوامل طبیعی و اقلیمی و تاسیسات زیربنایی و زیرساخت‌ها که در رخداد سانحه تاثیر گذار بوده نمایش داده می‌شود. هدف از جدول دوم نیز بررسی میزان آسیب‌پذیری جامعه در بخش‌های مختلف می‌باشد.

جدول ۱. جدول DSD، عوامل مؤثر در احتمال و شدت وقوع. (منبع: نگارنده)

عوامل مؤثر	عوامل اصلی	شاخص‌ها	عوامل فرعی	توضیحات
عوامل مؤثر در احتمال و شدت وقوع آتش‌سوزی‌های بعد از زلزله	عوامل طبیعی و اقلیمی	سابقه رخداد مخاطرات	زلزله	هرچه سابقه رخداد زلزله بیشتر باشد احتمال وقوع زلزله و به‌تبع آن آتش‌سوزی‌های ناشی از آن بیشتر خواهد بود.
		مخاطرات زلزله	گسل‌های فعال در منطقه	وجود گسل مهم‌ترین عامل در جدی بودن خطر زلزله است، هرچه تراکم گسل‌ها بیشتر باشد احتمال وقوع زلزله و به‌تبع آن آتش‌سوزی‌های پس‌ازآن بیشتر خواهد بود.
			گسل‌های فعال در محدوده تهران	هرچه فاصله از گسل‌ها کمتر باشد، احتمال وقوع آتش‌سوزی بیشتر است.
	تأسیسات زیربنایی و زیرساخت‌ها	گاز	خطوط توزیع گاز	هرچه فاصله از خطوط توزیع گاز کمتر باشد، احتمال وقوع آتش‌سوزی بیشتر است.
			لوله‌کشی گاز	هرچه تراکم لوله‌کشی گاز بیشتر باشد، احتمال وقوع آتش‌سوزی بیشتر است.
		برق	شبکه توزیع برق	هرچه فاصله از شبکه توزیع برق بیشتر باشد، احتمال وقوع مخاطره کمتر است.
		نفت	خطوط انتقال نفت	هرچه تراکم خطوط انتقال نفت بیشتر باشد، احتمال وقوع مخاطره بیشتر است.
		سوخت	مخازن نگهداری سوخت	هرچه فاصله از مخازن نگهداری سوخت بیشتر باشد، احتمال وقوع آتش‌سوزی کمتر است.

جدول ۲. جدول DSD، علل زمینه‌ای آسیب‌پذیری. (منبع: نگارنده)

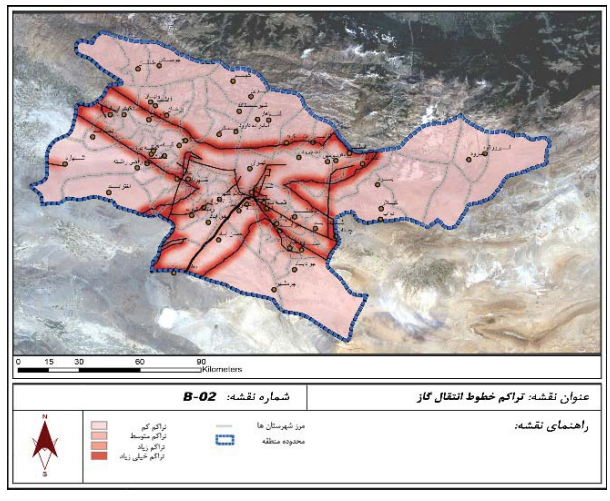
عوامل مؤثر	عوامل اصلی	شاخص	عوامل فرعی	توضیحات
علل زمینه‌ای آسیب‌پذیری	آسیب‌پذیری کالبدی	زیرساخت‌ها	گاز	هرچه تراکم تأسیسات گازی بیشتر باشد، آسیب‌پذیری بیشتر است.
			برق	هرچه تراکم تأسیسات برقی بیشتر باشد، آسیب‌پذیری بیشتر است.
			آب	هرچه تراکم تأسیسات آبی بیشتر باشد، آسیب‌پذیری کمتر است.
			نفت	هرچه تراکم خطوط انتقال نفت بیشتر باشد، آسیب‌پذیری بیشتر است.
			سوخت و جایگاه‌های سوخت	هرچه فاصله از جایگاه‌های سوخت بیشتر باشد، آسیب‌پذیری کمتر است.
			شبکه دسترسی و جاده‌ها	هرچه فاصله از جاده‌ها و شبکه‌های دسترسی کمتر باشد، آسیب‌پذیری کمتر است.
			مراکز آتش‌نشانی	هرچه تراکم مراکز آتش‌نشانی بیشتر باشد، آسیب‌پذیری کمتر است.
		سکونتگاه‌ها	شهری	هرچه فاصله سکونت‌گاه‌ها از منطقه آتش‌سوزی بیشتر باشد آسیب‌پذیری کمتر است.
			روستایی	هر چه فاصله سکونت‌گاه‌ها از منطقه آتش‌سوزی بیشتر باشد، آسیب‌پذیری کمتر است. آسیب‌پذیری روستایی به علت تراکم پایین جمعیت کمتر است.
	آسیب‌پذیری عوامل طبیعی	منابع آب	رودخانه	در صورت دسترسی به رودخانه هرچه بیشتر باشد، آسیب‌پذیری کمتر است.
			چشمه	هرچه فاصله از چشمه کمتر باشد، آسیب‌پذیری کمتر است.
			زیرزمینی	هرچه تراکم منابع آب زیرزمینی بیشتر باشد، آسیب‌پذیری کمتر است.
			مخازن ذخیره آب	هرچه تراکم و حجم مخازن ذخیره آب بیشتر باشد، آسیب‌پذیری کمتر است.
	آسیب‌پذیری انسانی	تلفات انسانی	جمعیت	هرچه تراکم جمعیت بیشتر باشد، احتمال آسیب‌پذیری بیشتر است.

جدول ۳. لیست نقشه‌های موردنیاز و ضریب اهمیت آن‌ها

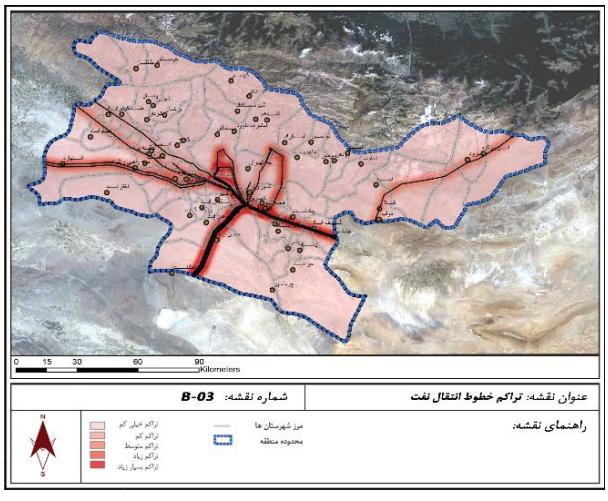
عنوان نقشه	وزن دهی	ضریب اهمیت (تأثیر)	نوع نقشه	کد نقشه[1]	حوزه
نقشه مراکز آتش‌نشانی	-	-	گزارشی	A-۰۱	شناخت وضع موجود
نقشه خطوط انتقال گاز	-	-	گزارشی	A-۰۲	شناخت وضع موجود
نقشه خطوط انتقال نفت	-	-	گزارشی	A-۰۳	شناخت وضع موجود
نقشه جایگاه‌های سوخت	-	-	گزارشی	A-۰۴	شناخت وضع موجود
نقشه خطوط انتقال برق و نیروگاه‌ها	-	-	گزارشی	A-۰۵	شناخت وضع موجود
نقشه دسترسی و جاده‌ها	-	-	گزارشی	A-۰۶	شناخت وضع موجود
نقشه موقعیت گسل‌ها	-	-	گزارشی	A-۰۷	شناخت وضع موجود
نقشه سکونت‌گاه‌های شهری و روستایی	-	-	گزارشی	A-۰۸	شناخت وضع موجود
نقشه موقعیت چشمه‌ها و رودخانه‌ها	-	-	گزارشی	A-۰۹	شناخت وضع موجود
نقشه موقعیت منابع آب زیرزمینی	-	-	گزارشی	A-۱۰	شناخت وضع موجود
فاصله از ایستگاه‌های آتش‌نشانی	متوسط	۲	تحلیلی	B-۰۱	احتمال و شدت وقوع
تراکم خطوط انتقال گاز	پایین	۱	تحلیلی	B-۰۲	احتمال و شدت وقوع
تراکم خطوط انتقال نفت	پایین	۱	تحلیلی	B-۰۳	احتمال و شدت وقوع
تراکم مخازن سوخت	بالا	۳	تحلیلی	B-۰۴	احتمال و شدت وقوع
تراکم راه‌ها و شبکه دسترسی	متوسط	۲	تحلیلی	B-۰۵	احتمال و شدت وقوع
تراکم خطوط برق	پایین	۱	تحلیلی	B-۰۶	احتمال و شدت وقوع
تراکم جمعیت	بالا	۳	تحلیلی	B-۰۷	احتمال و شدت وقوع
خطوط گسل	بالا	۳	تحلیلی	B-۰۸	احتمال و شدت وقوع
منابع آب	متوسط	۲	تحلیلی	B-۰۹	احتمال و شدت وقوع
فاصله از ایستگاه آتش‌نشانی	متوسط	۲	تحلیلی	C-۰۱	علل زمینه آسیب‌پذیری
تراکم خطوط گاز	پایین	۱	تحلیلی	C-۰۲	علل زمینه آسیب‌پذیری
تراکم خطوط انتقال نفت	پایین	۱	تحلیلی	C-۰۳	علل زمینه آسیب‌پذیری
تراکم مخازن سوخت	بالا	۳	تحلیلی	C-۰۴	علل زمینه آسیب‌پذیری
تراکم راه‌ها و شبکه دسترسی	متوسط	۲	تحلیلی	C-۰۵	علل زمینه آسیب‌پذیری
تراکم خطوط برق شبکه برق	پایین	۱	تحلیلی	C-۰۶	علل زمینه آسیب‌پذیری
تراکم جمعیت	بالا	۳	تحلیلی	C-۰۷	علل زمینه آسیب‌پذیری
منابع آب	متوسط	۲	تحلیلی	C-۰۸	علل زمینه آسیب‌پذیری

[1] به علت تعداد بالای نقشه‌های تولیدی، در ادامه برخی از نقشه‌های تهیه‌شده در محیط نرم‌افزار GIS، در دو حوزه‌ی علل زمینه‌ای آسیب‌پذیری و احتمال و شدت وقوع آتش‌سوزی پس از زلزله در محدوده‌ی منطقه‌ی مورد مطالعه (استان تهران) نمایش داده می‌شود.

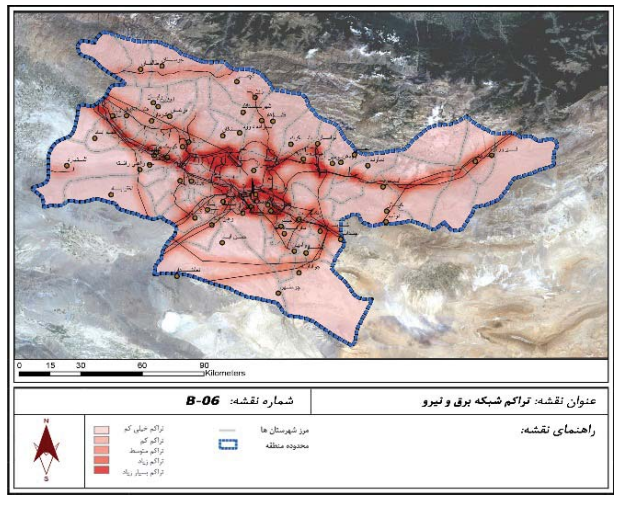
۱. ۱. کد B نقشه‌های احتمال و شدت وقوع مخاطره هستند و کد C نقشه‌های علل زمینه‌ای آسیب‌پذیری. به‌عنوان‌مثال، کد B-۰۷ به هفتمین نقشه از نقشه‌های احتمال و شدت وقوع مخاطره اشاره دارد.



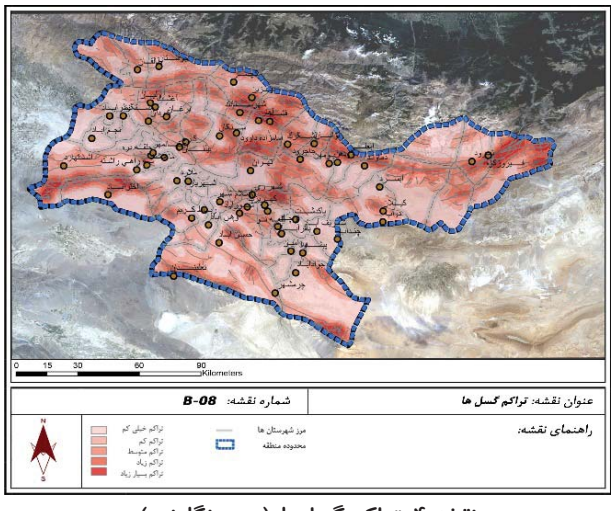
نقشه ۱. تراکم خطوط انتقال گاز. (منبع: نگارنده)



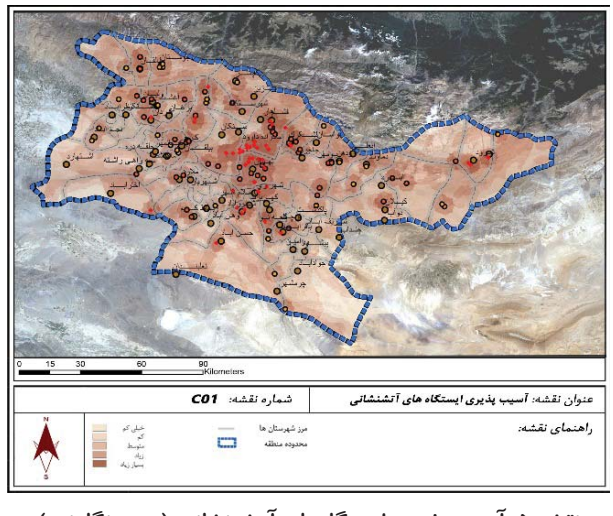
نقشه ۲. تراکم خطوط انتقال نفت. (منبع: نگارنده)



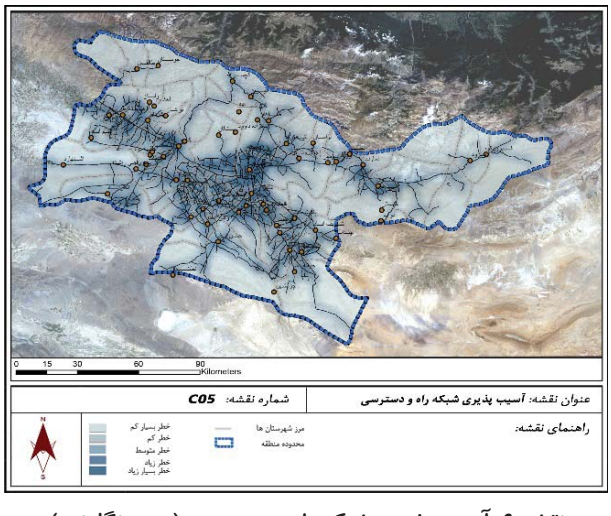
نقشه ۳. تراکم شبکه برق و نیرو. (منبع: نگارنده)



نقشه ۴. تراکم گسل‌ها. (منبع: نگارنده)



نقشه ۵. آسیب‌پذیری ایستگاه‌های آتش‌نشانی. (منبع: نگارنده)



نقشه ۶. آسیب‌پذیری شبکه راه و دسترسی. (منبع: نگارنده)

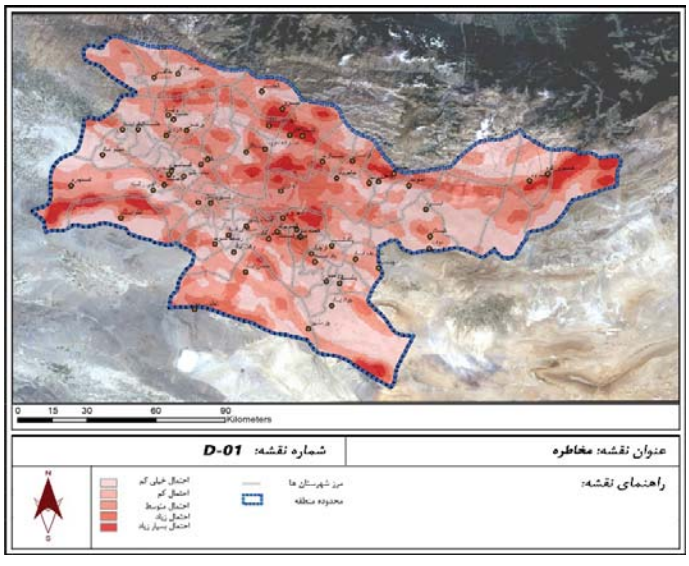
تحلیل نقشه‌های نهایی:

۱. تحلیل نقشه نهایی مخاطره[۱]: نقشه مخاطره (نقشه ۷) از ترکیب نقشه‌های خطوط انتقال نفت (نقشه ۲)، خطوط انتقال برق، با وزن دهی پایین[۲]، همچنین خطوط انتقال گاز (نقشه ۱) و مخازن سوخت

۱. نقشه احتمال و شدت وقوع آتش‌سوزی پس از زلزله

۲. وزن ۱

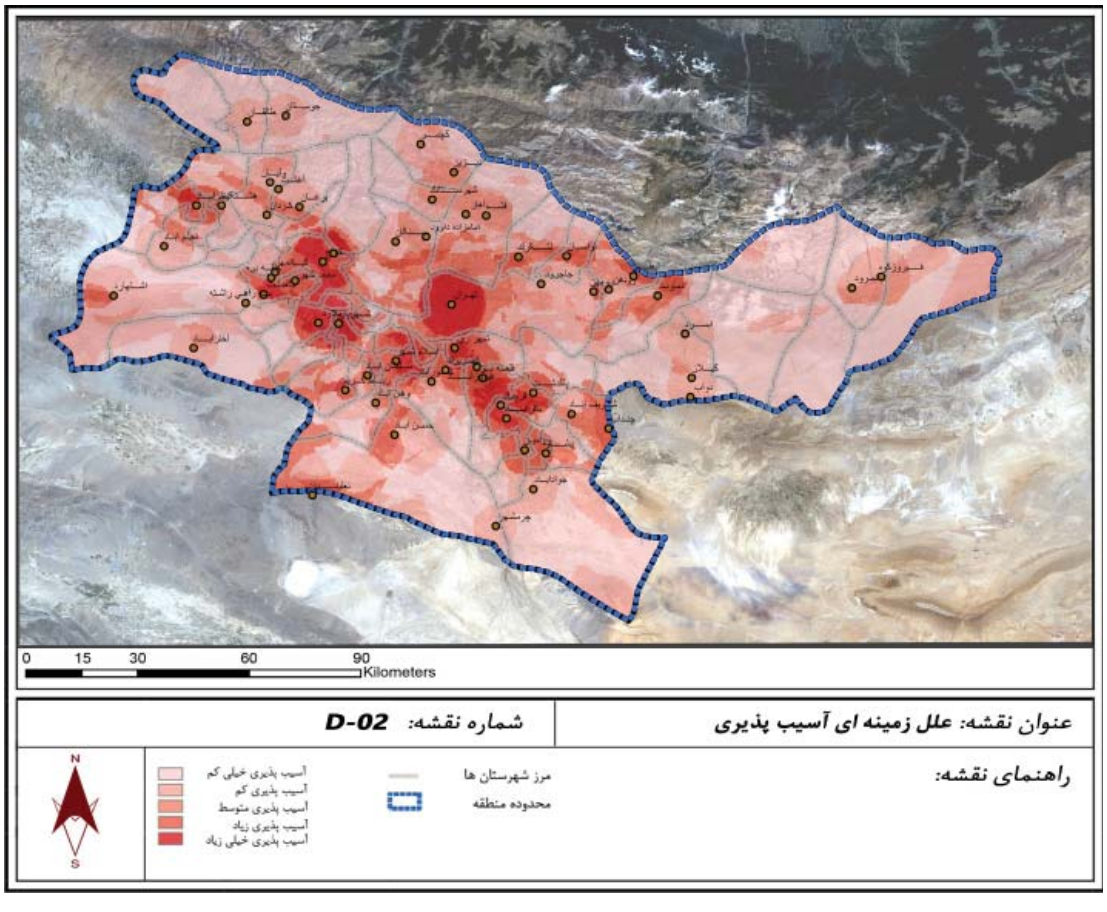
با وزن دهی متوسط[۱] و نقشه گسل (نقشه ۴) با وزن دهی بالا[۲] در نرم‌افزار جی.آی.اس ایجادشده است.



نقشه ۷. نقشه نهایی مخاطره آتش‌سوزی پس از زلزله. (منبع: نگارنده)

همان‌طور که در نقشه مخاطره (نقشه ۷) مشاهده می‌شود، این نقشه دارای ۵ پهنه احتمال وقوع آتش‌سوزی پس از زلزله می‌باشد که این پهنه‌ها عبارت‌اند از احتمال وقوع بسیار زیاد، زیاد، متوسط، کم و خیلی کم. همان‌گونه که نقشه نشان می‌دهد احتمال وقوع آتش‌سوزی پس از زلزله در شهرستان‌های فیروزکوه، نمرود، رودهن، فشم، شهرستانک، تهران، شهرری، اخترآباد زیاد و بسیار زیاد ارزیابی می‌شود.

۲. تحلیل نقشه نهایی آسیب‌پذیری[۳]: نقشه نهایی آسیب‌پذیری (نقشه۸) از ترکیب نقشه‌های آسیب‌پذیری خطوط انتقال نفت، خطوط انتقال گاز، خطوط انتقال برق با وزن دهی پایین، همچنین نقشه‌های شبکه راه و دسترسی، مراکز آتش‌نشانی، نقشه مخازن آب با وزن دهی متوسط و درنهایت نقشه تراکم جمعیت و مخازن سوخت با وزن دهی بالا به‌دست‌آمده است.

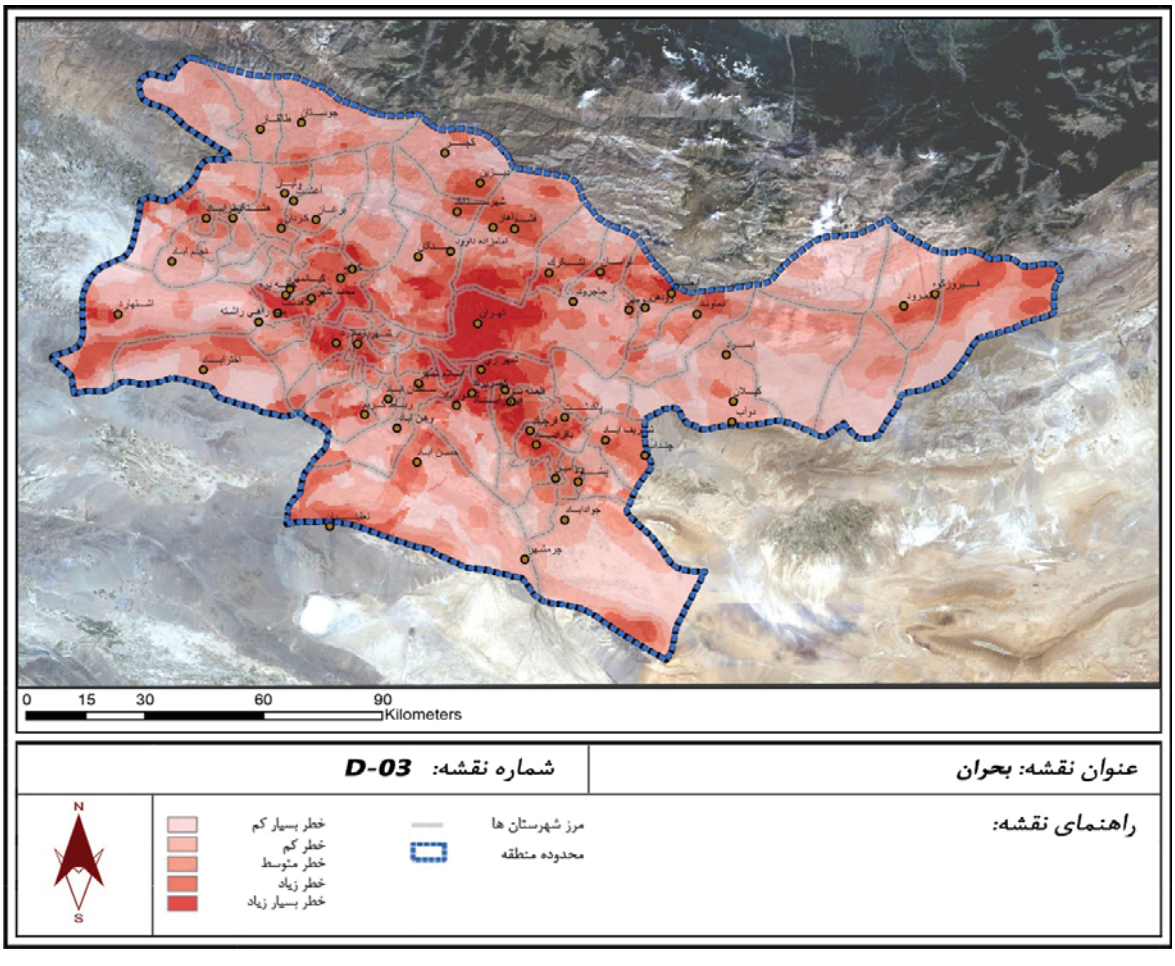


نقشه شماره ۸: نقشه نهایی آسیب‌پذیری. (منبع: نگارنده)

۱. وزن۲
۲. وزن ۳

۳. نقشه نهایی آسیب‌پذیری (نقشه): از روی‌هم انداختن نقشه‌های علل زمینه‌ای آسیب‌پذیری با وزن دهی ذکرشده در نرم‌افزار GIS تولیدشده است.

۳. تحلیل نقشه نهایی بحران: نقشه بحران (نقشه۹) از ترکیب دو نقشه مخاطره و نقشه آسیب‌پذیری با وزن دهی یکسان ایجادشده است. همان‌طور که در نقشه بحران مشاهده می‌شود، این نقشه دارای ۵ پهنه خطر بسیار زیاد، زیاد، متوسط، کم و خیلی کم می‌باشد. درمجموع شهرستان‌های طالقان، گچسر، نجم‌آباد، جاجرود، جوادآباد، چرمشهر، آبسرد و دوآب با خطر متوسط می‌باشند. از منظر آتش‌سوزی پس از زلزله جنوب شهرستان‌های چرم شهر، اخترآباد، فیروزکوه، وضعیت بحرانی ندارند به‌طورکلی، می‌توان گفت با نزدیک‌ترشدن به بخش‌های مرکزی منطقه موردمطالعه، وضعیت بحرانی در برابر وقوع مخاطره، وخیم‌تر می‌شود و با نزدیک‌تر شدن به لبه‌ها و حاشیه‌های منطقه، وضعیت مطلوب‌تر گزارش می‌شود.



نقشه شماره ۹: نقشه نهایی بحران. (منبع: نگارنده)

کاهش احتمال وقوع آتش‌سوزی بعد از زلزله

با توجه به هدف کاهش احتمال و شدت وقوع مخاطره، مشکلات به عواملی مربوط می‌شوند که احتمال رخداد سانحه را افزایش می‌دهند و یا موجب تشدید آتش‌سوزی پس از زلزله می‌شوند (مهدویه، سلیمان زاده، ۱۳۹۱). با بررسی نقشه‌های تهیه‌شده در نرم‌افزاری GIS به نظر می‌رسد مشکلاتی در این راستا مطرح هستند؛ ازجمله: وجود گسل‌های فعال در منطقه، وجود خطوط انتقال نیرو نظیر خطوط انتقال گاز، خطوط انتقال نفت و خطوط انتقال برق که موجب تشدید مخاطره می‌شوند؛ هم‌چنین تراکم جمعیتی بالا و قرارگیری سکونتگاه‌ها و مراکز جمعیتی بر روی گسل‌ها، عدم ساماندهی مناسب شبکه راه و دسترسی‌ها هریک از این مشکلات در پهنه‌هایی از منطقه موردمطالعه، اختلالات و تهدیداتی را منجر می‌شوند. بدین منظور سعی می‌شود ضمن شناسایی و مکان‌یابی دقیق این مشکلات و باهدف گذاری دقیق (جدول شماره ۴) و به‌کارگیری تکنیک سوات ، به ارائه

راهبردها و سیاست‌هایی در جهت تخفیف و در صورت امکان رفع این مشکلات پرداخته شود. بعد از هدف‌گذاری متناسب با برنامه حال به بررسی دقیق نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای در منطقه موردمطالعه پرداخته می‌شود (جدول شماره ۵).

جدول ۴. اهداف کلان و خرد برنامه. (منبع: نگارنده)

	هدف کلان	اهداف خرد
برنامه کاهش احتمال وقوع آتش‌سوزی بعد از زلزله	به حداقل رساندن احتمال و شدت وقوع آتش‌سوزی پس از زلزله در منطقه موردمطالعه	کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌ها
		کاهش آسیب‌پذیری خطوط انتقال نیرو نظیر خطوط انتقال برق، خطوط انتقال گاز و خطوط انتقال نفت
		به حداقل رساندن آسیب‌پذیری مخازن سوخت
		کاهش آسیب‌پذیری مراکز آتش‌نشانی به‌منظور ارائه خدمات این مراکز به مردم در زمان بروز سانحه
		ساماندهی منابع آب
		کاهش تلفات انسانی

جدول ۵. جدول سوات

هدف کلان: به حداقل رساندن احتمال و شدت وقوع آتش‌سوزی پس از زلزله در استان تهران	نقاط قوت	وجود ایستگاه‌های مراکز آتش‌نشانی در سطح منطقه موردمطالعه
		تراکم پایین گسل‌ها در شهرستان‌های ورامین، چرم شهر، شریف‌آباد و شهرستان‌های جنوب غربی شهر تهران نظیر ملارد، شهریار و نجم‌آباد
		تراکم جمعیتی متوسط در کل شهرستان‌های منطقه موردمطالعه به‌جز شهرستان‌های تهران و کرج
		عدم وجود خطوط انتقال گاز در قسمت‌های شمالی استان نظیر شهرستان‌های: فیروزکوه، آب سرد، طالقان، شهرستانک، امامزاده داوود، گچ سر
		عدم وجود خطوط انتقال نفت در قسمت‌های شمالی نظیر شهرستان‌های: رودهن، بومهن، جاجرود، گچ سر، شهرستانک و قسمت‌های جنوبی منطقه نظیر شهرستان‌های رباط‌کریم، جوادآباد، چرم شهر
		وجود منابع آب در سطح منطقه موردمطالعه
	نقاط ضعف	تراکم بالای گسل‌های فعال در سطح منطقه موردمطالعه
		تراکم جمعیتی بالا در شهرستان تهران و کرج
		تراکم بالای خطوط انتقال نفت در نوار شرقی غربی استان و گذر از مناطق: شریف‌آباد، باقرآباد، کهریزک، شهرری؛ تهران، شهریار، ملارد، اشتهارد
		تراکم بالای خطوط انتقال گاز در شهرستان‌های: تهران، شهریار، ملارد، ورامین، رباط‌کریم، ورامین، دماوند، کرج
		تراکم بالای خطوط انتقال برق در سطح منطقه موردمطالعه (به‌ویژه نوار شرقی- غربی منطقه)
		نزدیکی مخازن سوخت به جمعیت متراکم
		تراکم پایین منابع آب به‌ویژه در شهرستان‌های فیروزکوه، شمیرانات، ری و نظرآباد
		ساماندهی نامناسب شبکه دسترسی و میزان آسیب‌پذیری بالای شبکه را ما در مناطق با تراکم جمعیتی بالا در شهرستان تهران و کرج
	فرصت‌ها	وجود منابع آب فرصتی برای اطفای آتش‌سوزی ناشی از زلزله
		تراکم پایین جمعیت فصلی برای محفوظ ماندن از مخاطره در همه مناطق استان به‌جز شهرستان‌های تهران و کرج
		شبکه دسترسی و راه‌ها فرصتی برای امدادرسانی بهتر پس از وقوع سانحه
		دانش جدید مدیریت بحران در دانشگاه‌ها
	تهدیدها	وجود گسل‌های فعال، تهدیدی برای تشدید مخاطره آتش‌سوزی بعد از زلزله
		تراکم بالای جمعیت تهدیدی برای افراد در مقابل بروز مخاطره به‌ویژه در شهرستان‌های تهران و کرج

تدوین راهبردها و سیاست‌ها به‌منظور کاهش احتمالی وقوع آتش‌سوزی پس از زلزله

پس از تشکیل ماتریس سوات نقاط قوت، ضعف، تهدید و فرصت در بخش ابنیه و زیرساخت‌ها برای تدوین راهبرد مورد بررسی قرار گرفت. لازم به ذکر است برای تدوین راهبردها از جداول تطبیق و تبادل عوامل درونی و بیرونی برای فهم سازگاری بین آن‌ها استفاده شد و راهبردهای این برنامه به شرح زیر است:

- افزایش محافظت از مسیرهای پرخطر خطوط انتقال گاز (با توجه به نقشه‌های آسیب‌پذیری خطوط انتقال گاز)
- مقاوم‌سازی خطوط انتقال برق در محدوده منطقه موردمطالعه به‌ویژه نوار شرقی- غربی منطقه
- بهبود وضعیت خطوط انتقال نفت در محدوده منطقه موردمطالعه به‌ویژه در نوار شرقی-غربی محدوده‌ی گذر از مناطق تهران، شهریار، ملارد و اشتهارد
- بهبود کارایی مخازن آب در نواحی شمال تهران، شرق باقر شهر و مرکز کرج
- در نظر گرفتن کاربری‌های مهم و امدادرسان نظیر مراکز امدادی و خدماتی در شهرستان‌های ورامین، چرم شهر و شهرستان‌های جنوب غربی شهر تهران نظیر ملارد، شهریار با توجه به‌احتمال پایین وقوع آتش‌سوزی پس از زلزله و تراکم پایین گسل در این نواحی
- محافظت از ایستگاه‌های مراکز آتش‌نشانی به‌ویژه در شهرستان‌های تهران، کرج با توجه به تراکم بالای جمعیتی در این شهرستان‌ها
- توسعه و سازمان‌دهی شبکه دسترسی و به‌منظور امدادرسانی متناسب با توجه به وجود گسل‌های فعال و احتمال بالای وقوع سانحه
- بالا بردن آگاهی عمومی درباره وقوع زلزله و آتش‌سوزی‌های پس‌ازآن و همچنین اثرات مخرب آن به‌منظور کاهش آسیب‌پذیری.

تدوین سیاست‌ها:

موضوع برخی سیاست‌های پیشنهادی کلی در این برنامه عبارت‌اند از:

- بررسی و بازدیدهای منظم از مسیرهای پرخطر و انبارهای گاز توسط متخصصان، پیش از سانحه
- شناسایی نقاط آسیب‌پذیر در مسیرهای انتقال در برابر ارتعاش و لرزه توسط کارشناسان سازه و مقاوم‌سازه‌ای لرزه‌ای بدنه لوله‌های انتقال گاز
- استفاده از تکنولوژی‌های روز جهت افزایش انعطاف‌پذیری لوله‌های صلب گاز
- لزوم تعبیه‌ی شیرهای قطع گاز به تعداد کافی و در فواصل مناسب در مسیر خطوط گازرسانی و اطمینان از سالم بودن آن‌ها و مرمت آن‌ها در صورت نیاز.
- مجهز کردن خطوط انتقال برق به سیستم هشدار و سیستم خودکار قطع برق که در صورت بروز زمین‌لرزه، برق در سطح منطقه قطع گشته تا احتمال بروز سوانح ثانیه نظیر آتش‌سوزی کاهش یابد.
- بازرسی‌های دوره‌ای از شبکه خطوط انتقال نفت به‌منظور صحت درستی و عدم نشتی خطوط
- کنترل برداشت غیراصولی از منابع آبی موجود در سطح منطقه و احداث آبراهه‌ها و منابع فرعی ذخیره آب
- مقاوم‌سازی و محافظت کالبدی از مراکز و ایستگاه‌های آتش‌نشانی
- تدوین ضوابط و مقررات برای اجرای سامانه فرماندهی حوادث ics برای تمامی مراکز خدماتی توسط مراکز آتش‌نشانی
- ایجاد و احداث سیستم‌های اطفای حریق خرد در سطح منطقه به تعداد زیاد که در صورت ایجاد آتش‌سوزی پس از زلزله در بخش کوچکی از منطقه مشکل در همان سطح برطرف گشته و در کل منطقه گسترش پیدا نکند.
- آموزش همگانی در جهت کاهش رفتارهای پرخطر که منجر به تشدید وقوع مخاطره می‌گردد.
- شناسایی افراد بی‌سواد و یا کم‌سواد در محلات و برگزاری کلاس‌های آموزشی برای آن‌ها

نتیجه‌گیری

عوامل مختلفی در بروز آتش‌سوزی‌های پس از زلزله دخالت دارند که بررسی و تحلیل تمام ابعاد آن‌ها به دلیل محدودیت در اطلاعات پایه

امکان‌پذیر نبوده است. در این مقاله سعی شد با تهیه نقشه‌های احتمال وقوع آتش‌سوزی پس از زلزله، نقشه آسیب‌پذیری و نقشه بحران (تلفیق دو نقشه قبلی) در نرم‌افزار جی.آی.اس، محدوده با خطرپذیری بالا در استان تهران و البرز شناسایی شود. با تحلیل نقشه‌ها روشن شد که از مرکز محدوده به سمت لبه‌ها آسیب‌پذیری کم می‌شود و همچنین تمرکز نقاط آسیب‌پذیر بیشتر در بخش‌های مرکزی استان قرار دارند که نشان‌دهنده ضرورت تهیه برنامه و تدوین استراتژی‌هایی برای کاهش آسیب‌پذیری و کسب آمادگی برای مرحله بازسازی است.

دستاورد کلی این مقاله بیانگر آن است که سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها درزمینه کاهش خطرپذیری آتش‌سوزی پس از زلزله باید متکی بر نقشه‌های خطر و متناسب با خطرات و خسارات ناشی از آن باشد. از سوی دیگر، پیش‌بینی و اجرای تمهیداتی برای ایمنی کانون‌های شهری، تأسیسات و زیرساخت‌ها از طریق مقابله با سانحه و اجرای فنی متناسب با ضوابط و مقررات مدیریتی و قانونی نیز نیازمند مطالعه و شناخت مخاطره آتش‌سوزی پس از زلزله می‌باشد. به همین دلیل ارزیابی خطر نسبی آتش‌سوزی پس از زلزله در مطالعات سوانح را می‌توان یکی از نخستین گام‌ها به‌منظور برنامه‌ریزی آتی منطقه‌ای جهت تخصیص کاربری و همچنین کاهش خطر مواجهه با آن تلقی نمود. با توجه به موارد عنوان‌شده، مقاله حاضر، نکات و دستورالعمل‌های ذیل را به‌منظور کاهش و تخفیف خطر آتش‌سوزی پس از زلزله ارائه نموده است.

۱. درنظرگرفتن تهدیدات آتش‌سوزی‌های پس از زلزله در برنامه‌ریزی‌ها
۲. شکل‌گیری ساخت‌وسازها با توجه به مخاطرات
۳. ایجاد و توسعه کانون‌های زیستی و زیرساخت‌ها و کلیه فعالیت‌های عمرانی بر اساس شناخت کافی از شرایط پهنه‌های در معرض خطر آتش‌سوزی‌های پس از زلزله
۴. تخصیص کاربری اراضی نزدیک به نقاط آسیب‌پذیر متکی بر نقشه‌های خطر
۵. در نظر گرفتن تمهیدات لازم در پهنه‌های کم‌خطر و نقاط غیر بحرانی
۶. اجرای فنی متناسب با ضوابط و مقررات مدیریتی و قانونی

منابع

منابع فارسی:

اصلانی، فرشته، مهدی‌پور، هاله. (۱۳۹۴). برنامه‌ریزی کاهش خطرپذیری سیلاب با بکارگیری سیستم اطلاعات جغرافیایی در پهنه استان تهران، فصلنامه علمی، ترویجی دانش پیشگیری و مدیریت بحران. بازیابی از: http://www.dpmk.ir/browse.php?a_code=A-10-34-1&sid=1&slc_lang=fa

درابک. توماس اس. (۱۳۹۲). «وجوه انسانی بلایای طبیعی"، مترجم: حسنی ن، سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران. بازیابی از: http://tdmmo.tehran.ir/default.aspx?tabid=67&Articled=6452

ذوالفقاری، محمدرضا. پیغاله، الناز. (۱۳۸۶). "پیشنهاد مدل آتش‌سوزی پس از زلزله برای شهر تهران". پنجمین کنفرانس بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله. بازیابی از: http://www.civilica.com/Paper-SEE05-SEE05_295.html

فیروزی. علی‌اکبر، فیروزی، علی‌اصغر.(۱۳۹۰). " وقوع آتش‌سوزی‌های احتمالی پس از زلزله و ارائه راهکارهای مناسب جهت تخمین خسارت‌های ناشی از آن"، اولین کنفرانس ملی مدیریت بحران، زلزله و آسیب‌پذیری اماکن و شریان‌های حیاتی، تهران، وزارت کشور، سازمان مدیریت بحران کشور. بازیابی از: http://www.civilica.com/Paper-NCEVSLL01-NCEVSLL01_166.html

صادقیان، علیرضا. امیدوار، بابک. صالحی، اسماعیل. (۱۳۹۴). "تحلیل خطر آتش‌سوزی پس از زلزله در خطوط لوله گاز با استفاده از شبیه‌سازی مونت‌کارلو، مطالعه موردی: منطقه ۲۰ شهر تهران". نشریه مهندسی عمران و محیط‌زیست، جلد ۴۵، شماره۴.

علیمحمدی، عباس. (۱۳۸۸). تحلیل مخاطرات: زلزله و حرکات توده‌ای. استانداری تهران، معاونت برنامه‌ریزی، طرح تهیه و تدوین برنامه آمایش استان، منابع طبیعی و محیط‌زیست.

معصومی، محمد. (۱۳۹۱). "زلزله عامل قهری طبیعت و آتش‌سوزی ناشی از وقوع زلزله". نشریه عمران، مقاوم‌سازی و بهسازی، شماره ۲۴. بازیابی از: http://www.omran-mb.com/index.php?option=com_helloworld&NO=24&ROW=14&PS=107&PN=3&PAPER&Itemid=174

مهدویه، مریم، سلیمان‌زاده، سیما. شریف مطوف، ۱۳۹۱. برنامه‌ریزی آماده‌سازی جامعه در برابر سانحه آتش‌سوزی بعد از زلزله در استان تهران، دومین کنفرانس ملی مدیریت بحران، تهران. بازیابی از: http://www.civilica.com/Paper-NCEVSLL02-NCEVSLL02_291.html

منابع انگلیسی:

Behnamfar, F, Rajabipour, (2008), A, Probabilistic Estimation of Fire Spreading Following an Earthquake Due to Gas Pipeline Damage, The 14th World Conference On Earthquake Engineering, Beijing, China. Retrieved from: www.iitk.ac.in/nicee/wcee/.../14_06-0124.pdf

Cousins, w. j. Dowrick, D, j. Sritharan, s. , (1991), Fire Following Earthquake, The Institution Of Fire Engineers Conference, New Plymouth.

Davidson, R. A. Lee, S. W.(2006), Review of Forest, Compartment, and Wild land-Urban Interface Fire Modeling And Their

Trifunace, M.D. Todorovaska, M.I.(1998), The Northridge, California, Earthquake of 1994: Fire Ignition By Strong Shaking, Soil Dynamics And Earthquake Engineering 17.

Williamson, R, B. Groner, N. (2000), Ignition of Fires Following Earthquake Associated with Natural Gas and Electric Distribution Systems, peer directed studies program for reducing distribution and transmission systems, pacific earthquake engineering research center, university of California.

Zolfaghari, M, Peghaleh, E, Golmoradi, L, Nasirzadeh, GH, (2008), A Probabilistic Approach for Modeling Fire Following Earthquake, the 14th world conference on earthquake engineering, Beijing.

Yildiz, S, Karaman, H, (2012), Developing A Physics-Based Model For Post-Earthquake Ignition, 9th International ISCRAM Conference –Vancouver, Canada.

Relation to Fire Following Earthquake Models, the 8th US National Conference on Earthquake Engineering.

Eidinger, J.M, Goettel, K.A, Lee, D, (1995), FIRE AND

Esposito, S, (2011), Systemic Seismic Risk Analysis Of Gas Distribution Network, Universitita Di Napoli Federico 2.

Federal Emergency Management Agency (FEMA), (1991), Earthquake Loss Estimation Methodology,

Chapter 4, Hazus 99-Sr2. Technical Manual, Fema, Washington DC.

Mizuno, H. (1978), On Outbreak of Fires in Earthquake, Dissertation, Department of Architecture, University of Kyoto.

Scawthorn, C. Cowell, A, D. Borden, F. (1997), Fire- related Aspect of The Northridge Earthquake, Report Prepared for Building and Fire Research Laboratory, NIST-GCR-98-743, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD.

Scawthorn, C, Eidinger, J,M, Schiff,(2005), A, J, Fire Following Earthquake, ASCE, US

.