ارزیابی آسیب‌پذیری بافت تاریخی شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)
مطالعه‌ی موردی: محله‌ی فهادان یزد

سعید فلاح علی‌آبادی* - کارشناس ارشد مدیریت در سوانح طبیعی، دانشکده‌ی محیط زیست دانشگاه تهران، Saeedfallah86@yahoo.com
سعید گیوه‌چی - استادیار دانشکده‌ی محیط زیست دانشگاه تهران
محمد اسکندری - کارشناس ارشد مدیریت در سوانح طبیعی، دانشکده‌ی محیط زیست دانشگاه تهران
علیرضا سرسنگی - کارشناس ارشد RS و GIS، دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۱ | تاریخ پذیرش: ۹۲/۲/۹

چکیده

وجود شهرهای با قدمت زیاد و مشکلات مربوط به شهرسازی بی‌برنامه و گسترش بافت‌های فرسوده‌ی شهری باعث شده است تا خطر زمین‌لرزه و تخریب‌های ناشی از آن بسیاری از شهرهای کشور ما را نیز تهدید کند. اما آنچه اهمیت این تهدید را در مورد بافت‌های تاریخی دو چندان می‌کند، از یک‌سو ارزش این بافت‌ها به‌عنوان سرمایه‌ای ملی و از سویی دیگر مشکلات و نارسایی‌هایی است که به دلایل گوناگون در زمینه‌های کالبدی، اجتماعی و فرهنگی در این فضاها بروز کرده است. مدیریت بحران ناشی از زلزله در بافت‌های تاریخی را می‌توان بسیج و سازماندهی تمامی امکانات و توانایی‌های کشور برای مقابله با بحران ناشی از وقوع زلزله و تبدیل آن به شرایط عادی و فرصتی برای بازسازی مطلوب و مناسب مناطق دارای بافت تاریخی باارزش تعبیر نمود. در این پژوهش ابتدا به شرایط ویژه‌ی بافت تاریخی محله‌ی فهادان یزد که زمینه‌ی آسیب‌پذیری آن را در برابر سوانح طبیعی فراهم نموده است، توجه گردیده است، سپس به تعریف شاخص‌های مؤثر در آسیب‌پذیری بافت تاریخی یزد و وزن‌دهی و اولویت‌بندی آن‌ها با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) و نرم‌افزار Expert choice پرداخته می‌شود و در انتها با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، نقشه‌ی آسیب‌پذیری محله‌ی فهادان یزد ارائه می‌گردد. با توجه به این نقشه، مشاهده می‌گردد که توزیع مناطق با آسیب‌پذیری بالا، حدود ۶۵ درصد از مساحت محله را در بر گرفته است. ۲۰ درصد از محله، دارای آسیب‌پذیری متوسط و بقیه‌ی مساحت محله را فضاهای دارای آسیب‌پذیری کم به خود اختصاص داده‌اند.

واژه‌های کلیدی: آسیب‌پذیری، بافت تاریخی یزد، تحلیل سلسله‌مراتبی، سیستم اطلاعات جغرافیایی

The vulnerability of historic textures against earthquake by using AHP method and Geographic Information System GIS
Case study: Fahadan district in Yazd

Saeed Fallah Aliabadi* [1], **Saeed Givechi** [2], **Mohammad Eskandari** [3], **Alireza Sarsangi** [4]

Abstract

The expansion of many timeworn textures in old cities in addition to the troubles arising from unplanned urbanization threaten cities in Iran. Earthquakes are major hazards, which make a threat to these urbanizations. Cultural heritage sites in the cities are valuable whilst normally they do not have appropriate protection to improve their functional efficiency. Thus, it is of the utmost importance to pay special attention to them. Disaster management organizes the people's responsibilities for dealing with all humanitarian aspects of emergencies. It helps urban planners manage resources and cover all aspects of emergency management such as preparedness, response and recovery. This paper aims to analyze seismic vulnerability by using indicators of historical textures. AHP method and the Expert Choice software have been used to assess the effects of these indicators in Fahadan neighborhood in Yazd. The vulnerability map of this area has been generated by using Geographic Information System (GIS). The results indicate high vulnerability in this area, especially in the northern and southern parts.

Key words: Disaster management, Historic fabric, Fahadan district, Geographic Information System (GIS).

1 M.Sc. Graduated, Faculty of environment, University of Tehran, Tehran, Iran; Email: Saeedfallah86@yahoo.com
2 Assist. Prof., Faculty of environment, University of Tehran, Tehran, Iran.
3 M.Sc. Graduated, Faculty of environment, University of Tehran, Tehran, Iran.
4 M.Sc. Graduated, Faculty of Science, University of Shahid Chamran, Ahvaz, Iran.

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

قرارگیری ایران در کمربند زلزله‌خیز جهان و وقوع زلزله‌های شدید و مخرب که هر از گاهی در کشور اتفاق می‌افتد و از طرفی اهمیت فرهنگی و لزوم توجه به امنیت ساکنان و شاغلان در بافت‌های تاریخی، لزوم اتخاذ تصمیم‌های صحیح و اجرای عملیات مناسب برای توانمندسازی مدیریت بحران زلزله را در این بافت‌های ارزشمند اجتناب‌ناپذیر ساخته است [۱].

بافت‌های تاریخی شهرها، علی‌رغم ارزش و اهمیت فراوان آن‌ها و اعتبار و منزلتی که به شهرها می‌بخشند، متأسفانه در معرض انواع خطرها هستند و عوامل گوناگونی موجودیت آن‌ها را تهدید می‌کند. این بافت‌ها با خطرات گوناگون اجتماعی، اقتصادی، کالبدی و محیطی رو به رو هستند و لذا در بسیاری از موارد روند استهلاک و تخریب را طی می‌کنند [۲].

یکی از مهم‌ترین خطراتی که بافت‌های باارزش تاریخی شهرها را تهدید می‌کند، خطر سوانح طبیعی به ویژه زمین‌لرزه است. خطر زمین‌لرزه، همه‌ی نقاط شهر را در معرض تهدید قرار می‌دهد، اما بافت تاریخی شهرها به دلایل گوناگون نظیر فرسودگی بناها و متروکه ماندن و عدم رسیدگی مالکان، از این نظر در وضعیت بدتری قرار دارند و از این رو بیش از سایر قسمت‌های شهر در برابر زمین‌لرزه آسیب‌پذیرند [۳].

کاهش آسیب‌پذیری میراث فرهنگی و بافت‌های تاریخی ایران که در معرض زمین‌لرزه و سایر سوانح طبیعی هستند، از مهم‌ترین چالش‌هایی است که کشور با آن مواجه است. در واقع میراث فرهنگی و بافت‌های تاریخی نه تنها دارای ارزش‌اند و هویت ملت‌ها قلمداد می‌شوند، بلکه از ابعاد اقتصادی، اجتماعی و سیاسی نیز حائز اهمیت فراوانی هستند [۴]. تخریب شهر و ابنیه‌ی تاریخی بم در زلزله‌ی سال ۱۳۸۲ این حقیقت را که هیچ نقطه‌ای از ایران در برابر سوانح امن نیست، بار دیگر به اثبات رساند. باید اذعان داشت که امروزه بسیاری از بافت‌های تاریخی در برابر سوانح طبیعی خصوصاً زلزله، نه تنها به دلیل وجود ساختمان‌ها و بناهای غیرمقاوم، بلکه به علت فرسودگی زیرساخت‌های شهری، از قبیل معابر و شبکه‌های خدمات‌رسانی که نوسازی نشده‌اند، بسیار آسیب‌پذیرند.

شهر یزد که از بافت‌های تاریخی گسترده‌ای برخوردار است، با گسل‌های بزرگ و لرزه‌ای بهاباد، کوهبنان و نایبند در شرق، گسل بزرگ دهشیر در غرب و چندین گسل کوچک و بزرگ فعال دیگر محاصره شده است و اطلاعات به دست آمده بیانگر سابقه‌ی فعالیت و اثر تخریبی آن در زمین‌لرزه‌های گذشته و احتمالی آینده است [۵]. با توجه به وجود حدود ۷۰۰ هکتار بافت تاریخی ثبت شده در شهر یزد، ارزیابی آسیب‌پذیری در این مناطق بسیار حائز اهمیت است و لزوم آن نمایان می‌گردد. از این‌رو محله‌ی فهادان یزد با مساحتی حدود ۱۱۴ هکتار و با جمعیت تقریبی معادل ۷ هزار نفر از آثار ارزشمند تاریخی و مذهبی در شهر یزد برخوردار است. البته این محله نیز همانند اکثر بافت‌های تاریخی کشور با معضل فرسودگی، نابودی و کاهش جمعیت رو به رو بوده است.

در زمینه‌ی ارزیابی آسیب‌پذیری بافت‌های تاریخی شهری تحقیقات متعددی در داخل و خارج از کشور صورت گرفته است که در بیشتر این تحقیقات بحث‌های مربوط به نحوه‌ی مقاوم‌سازی و پیش‌گیری از اثر زلزله بر بناها و بافت‌های تاریخی مدنظر قرار گرفته است. به همین منظور خلاصه‌ی پیشینه‌ی تحقیق مرتبط با موضوع در جدول ۱ گردآوری شده است.

مطالعه‌ی موردی

استان یزد به ویژه شهر یزد با برخورداری از ارزش‌های معماری و سنتی شهرهای حاشیه‌ی کویر و نیز از آنجا که مجموعه‌ای از آثار باستانی و بناهای تاریخی را در خود جای داده است، در بین شهرهای ایران حائز اهمیت است. قرارگیری این استان در بین راه‌های ارتباطی شمال و جنوب کشور و امکانات زیربنایی، موقعیت ویژه‌ای به این استان بخشیده است.

شهرستان یزد با وسعت ۲۳۹۷ کیلومتر مربع در دره‌ای وسیع و خشک بین کوه‌های شیرکوه و خرانق واقع شده است. در محدوده‌ی شهر یزد گسل‌های زیادی شناسایی گردیده‌اند، اما شناخته‌شده‌ترین آن‌ها گسل‌های شمال یزد- جنوب اردکان و گسل دهشیر- بافت است. در تصویر۱ موقعیت این گسل‌ها نمایش داده شده است.

به‌طور کلی با توجه به مطالعات تاریخی صورت گرفته در شهر یزد، تاکنون زلزله‌ی مخربی در یزد روی نداده و در این شهر و نواحی اطراف آن گسل متعلق به دوران معاصر مشاهده نمی‌شود و تنها گسل‌های موجود به قبل از دوران چهارم زمین‌شناسی مربوط می‌شوند. علی‌رغم پایین بودن خطر نسبی رویداد زمین‌لرزه در شهر یزد، با توجه به وجود گسل‌های متعدد در پیرامون آن و احتمال رویداد زمین‌لرزه در امتداد آن، رعایت ضوابط و مقررات مربوط، ضروری به‌نظر می‌رسد.

بافت مرکزی یزد شامل اصلی‌ترین محله‌های قدیمی است که به‌علت ارزش‌های فرهنگی و هویتی خاص، بافت تاریخی نام گرفته است. شایان ذکر است مساحت این محدوده حدود ۶۱۰ هکتار و جمعیت آن معادل ۴۶۵۵۳ نفر است [۶].

محدوده‌ی مورد مطالعه، محله‌ی فهادان یزد است که اصلی‌ترین محله‌ی قدیمی شهر یزد، حد فاصل خیابان‌های امام‌خمینی در شرق، خیابان قیام در جنوب، خیابان سید گلسرخ در غرب و خیابان فهادان در شمال است. این محله دارای ۱۲ زیر محله به نام‌های کشکنو، یوزداران (فهادان)، شاه ابوالقاسم، بازار نو، وقت و ساعت، شهر قلعه‌ای قدیم، قیصر، دو منار، دروازه‌شاهی، سر پلک، دارالشفا و شاهزاده ابوالقاسم است. تصویر ۲ موقعیت هر کدام از این محله‌ها را نشان می‌دهد. مساحت محدوده‌ی محله‌ی فهادان ۱۱۴/۳ هکتار و جمعیت آن در سال ۱۳۷۵ معادل ۸۰۵۲ نفر و در سال ۱۳۸۵ معادل ۶۹۱۸ نفر بوده است [۱۱].

روش تحقیق

در این پژوهش، ابتدا با انجام بررسی‌های محلی و مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه با کارشناسان و افراد صاحب‌نظر در زمینه‌ی بافت‌های تاریخی و شرایط آن‌ها، با استفاده از روش تحلیل SWOT به بررسی نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدات موجود در محله‌ی فهادان پرداخته شده است. پس از تحلیل SWOT که به‌صورت کیفی انجام گرفت، با استفاده از تحلیل سلسله‌مراتبی،

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱: پیشینه‌ی تحقیق مرتبط با موضوع

ردیف	پژوهشگر	عنوان طرح تحقیقاتی	توضیحات	منبع
۱	کلانتری و همکاران	آسیب‌پذیری بافت تاریخی شهر یزد در برابر زلزله	نویسندگان، ضمن بر شمردن اهمیت بافت تاریخی شهر از لحاظ فرهنگی، اقتصادی و اجتماعی به موقعیت مکانی و ویژگی‌های جمعیتی بافت تاریخی شهر یزد اشاره کرده‌اند و در ادامه ضمن بررسی پیشینه‌ی لرزه‌خیزی منطقه به گونه‌شناسی ساختمان‌ها و آسیب‌پذیری آن‌ها پرداخته‌اند.	[۶]
۲	حسینی جناب	سازماندهی ارکان مدیریت بحران زلزله با توجه به مدیریت استراتژیک در بافت‌های تاریخی	به بررسی ساختار سیستم مدیریت بحران و اقدامات کمیته‌ی اضطراری و سامانه‌ی فرماندهی حادثه (ICS) در بافت‌های تاریخی پرداخته است.	[۷]
۳	حسینی‌نژاد	بررسی روش‌های کاهش آسیب‌پذیری بازار تبریز در برابر زلزله و آتش‌سوزی	به بررسی عوامل مؤثر در آسیب‌پذیری فضاهای تاریخی به خصوص بازار به‌عنوان یکی از اجزای مهم بافت‌های تاریخی پرداخته است.	[۲]
۴	آجرکار	تجدید حیات محله‌ی فهادان و طراحی مجموعه‌ی فرهنگی در مرکز بافت	به بررسی مشکلات بافت تاریخی محله‌ی فهادان پرداخته و با مرور تجربیات جهانی در زمینه‌ی مرمت و باز زنده‌سازی بافت‌های تاریخی، پیشنهاداتی جهت تجدید حیات محله‌ی فهادان ارائه داده است.	[۸]
۵	احدنژاد و جلیل‌پور	عوامل تأثیرگذار در آسیب‌پذیری ساختمان‌های بافت تاریخی شهرها در برابر زلزله	نویسندگان، با استفاده از شاخص‌هایی نظیر دسترسی به شبکه‌ی معابر، سازگاری و ناسازگاری کاربری‌ها، دسترسی به فضاهای باز، تراکم جمعیت و دسترسی به مراکز درمانی، به بررسی عوامل تأثیرگذار در آسیب‌پذیری ساختمان‌های بافت تاریخی شهرها در برابر زلزله پرداخته‌اند.	[۹]
۶	Rashed	اندازه‌گیری آسیب‌پذیری اجتماعی شهرها در برابر زلزله	با استفاده از ترکیب شاخص کالبدی و اقتصادی- اجتماعی با استفاده از روش AHP در محیط GIS با بهره‌گیری از نرم‌افزار HAZUS به تحلیل آسیب‌پذیری شهر کالیفرنیا در برابر زلزله پرداخته است و روش AHP و فازی را به‌عنوان روش‌های قابل اطمینان برای بررسی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله پیشنهاد کرده است.	[۱۰]

شاخص‌های مؤثر در آسیب‌پذیری محله مورد بررسی قرار گرفته و با استفاده از روش AHP اولویت‌های آسیب‌پذیری منطقه که در امر مدیریت بحران محله ایجاد مشکل می‌کند، ذکر می‌گردد. نقشه‌های آسیب‌پذیری بافت بر اساس نتایج روش AHP در محیط GIS تهیه شده و نقاط آسیب‌پذیر محله مشخص می‌گردد.

الف. معرفی تحلیل SWOT

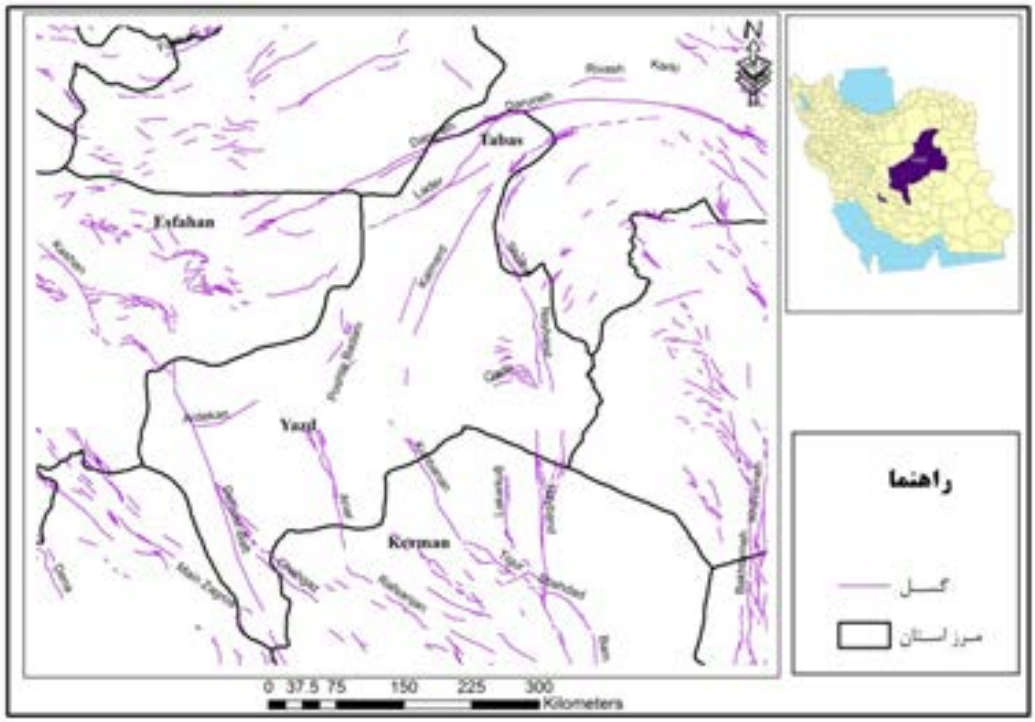
SWOT سرواژه‌ی عبارات قوت‌ها[۱]، ضعف‌ها[۲]، فرصت‌ها[۳] و تهدیدات[۴] است. گام اول در مراحل برنامه‌ریزی استراتژیک، تعیین رسالت، اهداف و مأموریت‌های سازمان است و پس از آن می‌توان از طریق تحلیل SWOT که یکی از ابزارهای تدوین استراتژی است، برای سازمان، استراتژی طراحی کرد که متناسب با محیط آن باشد. با استفاده از این تحلیل این امکان حاصل می‌شود که اولاً به تجزیه و تحلیل محیط‌های داخلی و خارجی پرداخت، ثانیاً تصمیمات استراتژیکی اتخاذ نمود که نقاط قوت سازمان را با فرصت‌های محیطی متوازن سازد [۱۲]. در ادامه تعاریف اجزای تحلیل SWOT به‌صورت زیر قابل مشاهده است:

- نقاط قوت: وجود هر نوع منبع، مهارت یا مزیت خاص در مجموعه یا حوزه‌ای مشخص، جزء نقاط قوت محسوب می‌شود.
- نقاط ضعف: شامل نوع محدودیت یا کمبود در منابع، مهارت‌ها و امکانات و توانایی‌هایی است که به‌طور محسوس مانع عملکرد اثربخش سازمان بشود. عملکرد مدیریت نیز در تشدید نقاط ضعف مؤثر است.
- فرصت‌ها: موقعیت‌های مطلوب و مهم در محیط به‌شمار می‌آیند و نشان‌دهنده‌ی روندهای تعیین کننده و اصلی در محیط، یا منبع فرصت‌های احتمالی برای آن هستند.
- تهدیدها: منظور از تهدیدها، موقعیت‌های نامطلوب اما به هر حال پراهمیت در محیط‌اند که موانعی اساسی برای موقعیت جاری یا آتی مورد نظر محیط ایجاد می‌کنند [۱۳].

ب. ساختار سلسله‌مراتبی

فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی(AHP)[۵]، مدلی انعطاف‌پذیر است که افراد و گروه‌ها به وسیله‌ی آن ایده‌هایشان را شکل داده، مسایل را به وسیله‌ی ارائه‌ی فرضیه‌های مناسب تعریف کرده، جواب

Archive of SID
www.SID.ir



تصویر۱: نقشه‌ی گسل‌های استان یزد

تصویر۲: موقعیت محله‌ی فهادان و زیر محله‌ها

www.SID.ir

مطلوب خود را به‌دست می‌آورند. روش AHP، قضاوت‌ها و ارزش‌های شخصی را با یک روش منطقی به‌هم مرتبط می‌کند. این فرآیند با استفاده از تصور، دانش و تجربه‌ی افراد، ساختار سلسله‌مراتبی را شکل داده، با استفاده از الهام، تجربه و منطق، قضاوت‌های مطلوب را منجر می‌شود [۱۴]. با استفاده از AHP می‌توان اجزای یک مسئله را برای به‌دست آوردن نتایج مطلوب با هم مرتبط نموده و تعاملات آن‌ها را به‌طور کامل به‌دست آورد [۱۵]. AHP و کاربرد آن بر سه اصل زیر استوار است [۱۶]:

- برپایی یک ساختار و قالب رده‌ای برای مسئله (اصل ترسیم درخت سلسله‌مراتبی)
- برقراری ترجیحات از طریق مقایسه‌ها زوجی
- برقراری سازگاری منطقی از اندازه‌گیری‌ها

به‌کارگیری معیارهای کیفی و کمی، به‌طور همزمان و نیز قابلیت سازگاری در قضاوت‌ها، ویژگی‌هایی هستند که روش AHP را برای تعیین ضریب اهمیت پارامترهای هشت‌گانه‌ی استفاده شده در پژوهش، جهت تشخیص درجه‌ی آسیب‌پذیری محله از رخداد زلزله، کارآمد نشان می‌دهند. اولین قدم در فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، ایجاد یک ساختار سلسله‌مراتبی از موضوع مورد بررسی است که در آن اهداف، معیارها، گزینه‌ها و ارتباط بین آن‌ها نشان داده می‌شود. مراحل بعدی در فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، که در این تحقیق استفاده خواهد شد، محاسبه‌ی وزن (ضریب اهمیت) معیارها و زیرمعیارها، گزینه‌ها (طیف‌های آسیب‌پذیری) و در نهایت، بررسی سازگاری منطقی قضاوت‌ها است.

تبدیل موضوع مورد مطالعه به ساختار سلسله‌مراتبی مهم‌ترین فرآیند تحلیل است. بر این اساس، سلسله‌مراتب مورد نظر در این پژوهش شامل ارزیابی آسیب‌پذیری محله‌ی فهادان در مقابل زلزله، شاخص‌ها و زیر شاخص‌ها و در نهایت به‌دست آوردن طیف‌های آسیب‌پذیری است.

هر کدام از شاخص‌های انتخابی دارای زیرشاخص‌هایی هستند که این زیرشاخص‌ها بر اساس نظرات کارشناسان، مطالعات میدانی صورت گرفته و بررسی پژوهش‌های قبلی مشخص می‌گردند. در جدول ۲ شاخص‌ها و زیرشاخص‌های پیشنهادی مشخص گردیده‌اند.

طیف‌های آسیب‌پذیری نیز در سه دسته آسیب‌پذیری کم، آسیب‌پذیری متوسط و آسیب‌پذیری بالا تقسیم‌بندی می‌گردد. هرکدام از شاخص‌ها و زیرشاخص‌های مورد بررسی تأثیر متفاوتی در آسیب‌پذیری محدوده دارند. پس هر کدام از شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها، دارای ضریب اهمیت متفاوتی در تابع آسیب‌پذیری از زلزله خواهند بود. بنابراین برای تحلیل آسیب‌پذیری محدوده با توجه به تمامی معیارها و زیرمعیارهای پیشنهاد شده، بایستی ضریب اهمیت تمامی آن‌ها مشخص شده و همچنین هر سه گزینه‌ی آسیب‌پذیری بالا، متوسط و کم در ارتباط با زیرمعیارها وزن‌دهی شوند و در نهایت امتیاز نهایی هر کدام از گزینه‌ها مشخص گردد. بدین منظور است که در پژوهش حاضر از تحلیل AHP استفاده می‌شود. این روش از پیچیدگی مفهومی تصمیم‌گیری به‌طور قابل توجهی می‌کاهد، زیرا تنها دو مؤلفه (مقایسه‌ی دو دویی) در یک زمان بررسی می‌گردند. این روش شامل سه گام اصلی است: الف. تولید ماتریس مقایسه‌ی دوتایی؛ ب. محاسبه‌ی وزن‌های معیار؛ ج. تخمین نسبت توافق [۹].

جدول ۲: شاخص‌ها و زیرشاخص‌های پیشنهادی جهت بررسی آسیب‌پذیری محله‌ی فهادان [نگارندگان]

شاخص	زیرشاخص	شاخص	زیرشاخص
جنس سازه‌ها	خشت و آجر	قدمت بنا	زیر ۲۰ سال
	آهن - آجر		۲۰ تا ۶۰ سال
	فلزی- بتنی		بالای ۶۰ سال
تراکم جمعیت	صفر تا ۵۰ نفر در هکتار	نزدیکی به مراکز درمانی	صفر تا ۵۰۰ متر
	۵۰ تا ۲۰۰ نفر در هکتار		۵۰۰ متر تا ۱ کیلومتر
	نفر به بالا در هکتار		۱ کیلومتر به بالا
درجه‌ی محصوریت (نسبت عرض معابر به ارتفاع ساختمان‌های مجاور)	صفر تا ۱/۵	دسترسی به فضاهای باز	صفر تا ۱۰۰ متر
	۱/۵ تا ۵		۱۰۰ متر تا ۲۰۰ متر
	۵ به بالا		۲۰۰ متر به بالا
عرض معابر	صفر تا ۶ متر	فاصله از ایستگاه‌های آتش‌نشانی	صفر تا ۵۰۰ متر
	۶ متر تا ۱۲ متر		۵۰۰ متر تا ۱ کیلومتر
	متر تا ۴۵ متر		یک کیلومتر به بالا

برای تعیین وزن معیارها و زیر معیارها باید آن‌ها را دو به دو با یکدیگر مقایسه نمود. مبنای قضاوت در این امر مقایسه‌ای، جدول ۳ کمیتی‌ای است که بر اساس آن و با توجه به هدف بررسی، شدت برتری شاخص i نسبت به شاخص j تعیین می‌شود (جدول ۳). تمامی عناصر قطر اصلی این ماتریس عدد یک است. همچنین هر مقدار زیر قطر اصلی، معکوس مقدار بالای قطر است. هنگامی که عنصر i با j مقایسه می‌شود، یکی از اعداد بالا به آن اختصاص می‌یابد. در مقایسه‌ی عنصر j با i، مقدار معکوس آن عدد اختصاص می‌یابد ($x_{ji} = \frac{1}{x_{ij}}$) بدین ترتیب برای (n) شاخص تعداد ($\frac{n(n-1)}{2}$) مقایسه صورت خواهد گرفت. در جدول ۳ شاخص‌های دو دویی دو شاخص ارائه شده است [۱۷].

در اینجا برای مقایسه‌ی دو دویی معیارها و زیرمعیارها ابتدا به روش دستی و سپس با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice به محاسبه‌ی ضرایب اهمیت شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها پرداخته شده است.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳: کمیتی مقایسه‌ی دو دویی شاخص‌ها [۹]

ارزش	تعریف	توضیح
۱	ارزش برابر	در تحقق هدف دو شاخص اهمیت مساوی دارند.
۳	ارزش کمی بیشتر	تجربه نشان می‌دهد که برای تحقق هدف اهمیت i بیشتر از j است.
۵	ارزش بیشتر	تجربه نشان می‌دهد که برای تحقق هدف اهمیت i بیشتر از j است.
۷	ارزش بسیار بیشتر	تجربه نشان می‌دهد که برای تحقق هدف اهمیت i بسیار بیشتر از j است.
۹	ارزش مطلق	اهمیت خیلی بیشتر i نسبت به j به‌طور قطعی به اثبات رسیده است.
۲، ۴، ۶ یا ۸	ترجیحات بینابین (حالت میانه)	

ج. استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

با توجه به معیارهای مذکور جهت مدیریت بافت تاریخی محله‌ی فهادان، به تهیه‌ی نقشه‌های آسیب‌پذیری محله با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) نیاز است. با توجه به وزن هر کدام از شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها و همچنین طیف‌های آسیب‌پذیری تعریف‌شده، برای هر کدام از شاخص‌های هشت‌گانه‌ی تحقیق، نقشه‌ی آسیب‌پذیری به صورت لایه‌های مجزا تهیه می‌گردد. برای ترکیب لایه‌ها با همدیگر از روش Weighted Overlay (همپوشانی وزن‌دار) از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده گردیده و با استفاده از این روش، وزن هر کدام از شاخص‌ها در آن شاخص تأثیر داده شده، سپس لایه‌های مربوط به هر کدام از شاخص‌ها در GIS با همدیگر ترکیب و در نهایت نقشه‌ی آسیب‌پذیری محله‌ی فهادان یزد استخراج می‌گردد.

بحث و نتایج

جهت تعیین میزان آسیب‌پذیری لرزه‌ای محله‌ی فهادان یزد گام‌های زیر برداشته شده است:

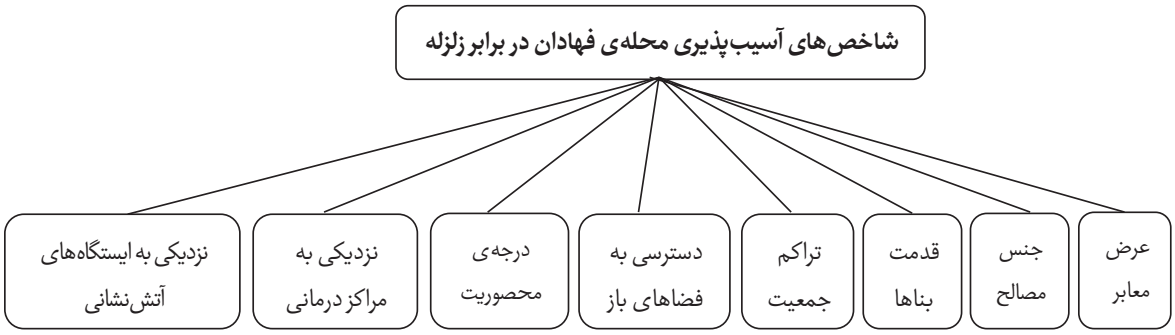
گام ۱: در این مرحله به شناسایی نقاط قوت، ضعف و فرصت‌ها و تهدیدهای منطقه پرداخته شده است. این بررسی‌ها در دو دسته نظام کالبدی و همچنین نظام اقتصادی- اجتماعی صورت گرفته است. در جدول ۴ به بررسی نظام کالبدی و نظام اقتصادی و اجتماعی محله با استفاده از تحلیل SWOT پرداخته شده است.

گام ۲: بر اساس نتایج تحلیل SWOT، شاخص‌های آسیب‌پذیری منطقه در برابر زلزله با توجه به نقاط ضعف و قوت و فرصت‌ها و تهدیدهایی که در مورد محله مطرح است، تعریف گردیده است. در تصویر ۳ این شاخص‌ها نمایش داده شده است.

جدول ۴: سوات نظام کالبدی و اقتصادی- اجتماعی محدوده‌ی مطالعاتی [نگارندگان]

نقاط قوت	نقاط ضعف	فرصت‌ها	تهدیدها
دوری از گسل و نبود سابقه‌ی وقوع زلزله در محل؛ نبود کاربری‌های خطرساز در حین وقوع بحران؛ وجود دسترسی‌های نسبتاً عریض در پیرامون محدوده؛ وجود پارکینگ عمومی در اطراف خیابان امام خمینی و نزدیکی مسجد جامع؛ وجود آثار تاریخی و میراثی برای جذب گردشگری؛ بخش‌هایی از بازار و مسجد جامع در حال مرمت و مقاوم‌سازی هستند. نقش اماکن مذهبی در تعاملات اجتماعی و آموزش و اطلاع‌رسانی؛ وجود امنیت در مسجد و محیط پیرامون در اسکان اضطراری.	نبود فضاهای باز میان بلوک‌ها و کاربری فشرده‌ی مسکونی و کمبود فضاهای باز و سبز و نبود پارکینگ؛ تمرکز بازار مهم شهر و آسیب‌پذیری آن در برابر سوانح به ویژه زلزله و آتش‌سوزی؛ تخریب بناهای میراثی و عرصه‌های عمومی به پارکینگ؛ تبدیل محوطه‌ی بناها و عرصه‌های عمومی به پارکینگ؛ وجود فضاهای متروکه و مخروبه؛ عدم انطباق فضاهای موجود در بازار و مسجد جامع با حجم بالای فعالیت و بازدید؛ دسترسی محدود به فضاها؛ عرض کم ورودی‌ها و عدم دسترسی سواره به بسیاری از این فضاها؛ عدم تناسب بین طول و عرض راه‌ها؛ معابر با عرض زیر ۶ متر بیشترین فراوانی را در محله دارند. شبکه‌ی ارتباطی کارآیی لازم را برای عبور و مرور وسایل نقلیه موتوری ندارد. وجود مشکلات ترافیکی در خیابان‌های پیرامونی محله؛ بالا بودن عمر ابنیه و فرسودگی واحدهای مسکونی؛ مقاوم نبودن ابنیه در مقابل زلزله؛ نامناسب بودن مصالح ساختمان‌های محله؛ غیراستاندارد بودن مصالح اسکلت اغلب بناها و ترک تدریجی محیط زندگی توسط افراد بومی.	وجود مراکز درمانی و ایستگاه شماره‌ی ۵ آتش‌نشانی یزد؛ امکان تبدیل بناها و فضاهای رها شده به کاربری‌های مورد نیاز در محدوده، نظیر فضای سبز؛ فرصت سرزنده‌سازی فضاهای همگانی محدوده با استفاده از پتانسیل گردشگری؛ ایجاد ورودی‌های مناسب برای فضاهای باز؛ امکان استفاده از فضاهای تخریبی برای ساخت پارکینگ‌های عمومی در نزدیکی مسجد جامع کبیر و زندان اسکندر؛ امکان توسعه گردشگری با وجود آثار تاریخی باارزش؛ امکان تشویق و جذب سرمایه‌گذارها و جلب مشارکت مردمی؛ شیب یکنواخت محله.	در شرایط بحرانی وسعت و پیچیدگی محدوده از لحاظ نوع بناها و اهمیت بافت، مشکلاتی را در امدادرسانی و اسکان ایجاد می‌کند. در شرایط بحرانی به علت وجود معابر زیر ۴ متر، امکان تردد آمبولانس وجود نداشته و این امر تلفات پس از وقوع زلزله را به شدت افزایش می‌دهد. وجود بناهای شاخص و باارزش میراثی امکان تعریض معابر را فراهم نمی‌آورد. پر پیچ و خم بودن معابر قابلیت گریز را تا حد زیادی کاهش می‌دهد. عدم توجه به بناهای با قدمت زیاد و احتمال خرابی و ایجاد حجم آوار زیاد و امکان مسدود کردن معابر یا آسیب به ساکنان؛ فرسودگی بناها و مجموعه‌های مذهبی و تاریخی؛ مهاجرت ساکنین بومی و سکونت افراد غیربومی و کم درآمد.

Archive of SID
www.SID.ir



تصویر ۳: شاخص‌های آسیب‌پذیری محله‌ی فهادان در برابر زلزله [نگارندگان]

جدول ۵: ماتریس مقایسه‌ی دودویی معیارهای آسیب‌پذیری محله‌ی فهادان [نگارندگان]

معیارها	عرض معابر	جنس سازه‌ها	قدمت بنا	نسبت عرض معابر به ارتفاع ساختمان‌های مجاور	تراکم جمعیت	دسترسی به فضاهای باز	فاصله از ایستگاه‌های آتش‌نشانی	نزدیکی به مراکز درمانی	وزن نهایی شاخص‌ها
عرض معابر	۱	۰/۳۲	۱/۱۱	۰/۵۶	۰/۶۲	۲/۳۴	۳/۱۷	۲/۶۵	۰/۱۳
جنس سازه‌ها	۳/۱۲	۱	۲/۷۲	۲/۲	۱/۶۸	۴/۷۶	۴/۷۸	۳/۶۸	۰/۲۹
قدمت بنا	۰/۹۰	۰/۳۷	۱	۰/۷۲	۰/۵۹	۱/۱۶	۱/۸۴	۱/۲۸	۰/۰۹
عرض معابر به ارتفاع ساختمان‌های مجاور	۱/۷۹	۰/۴۵	۱/۳۹	۱	۰/۷۵	۱/۷۲	۳/۷۴	۲/۷۲	۰/۱۵
تراکم جمعیت	۱/۶۱	۰/۶۰	۱/۷۰	۱/۳۴	۱	۲/۴۵	۲/۵۸	۲/۱۷	۰/۱۶
دسترسی به فضاهای باز	۰/۴۳	۰/۲۱	۰/۸۶	۰/۵۸	۰/۴۱	۱	۱/۱۴	۰/۸۲	۰/۰۶
فاصله از ایستگاه‌های آتش‌نشانی	۰/۳۱	۰/۲۰	۰/۵۴	۰/۲۶	۰/۳۹	۰/۸۸	۱	۰/۶۴	۰/۰۵
نزدیکی به مراکز درمانی	۰/۳۸	۰/۲۷	۰/۷۸	۰/۳۷	۰/۴۶	۱/۲۱	۱/۵۶	۱	۰/۰۷

گام ۳: پس از تعیین شاخص‌های غالب، ماتریس مقایسه‌ی دو دویی معیارهای آسیب‌پذیری محله‌ی فهادان مطابق جدول ۵ تعیین می‌گردد و با کمک روش تحلیل سلسله‌مراتبی، وزن هر کدام از شاخص‌ها استخراج می‌گردد.

گام ۴: نقشه‌های مربوط به هر کدام از شاخص‌ها در محیط GIS با همدیگر ترکیب و در نهایت نقشه‌ی آسیب‌پذیری محله‌ی فهادان یزد استخراج می‌گردد. نقشه‌ی نهایی آسیب‌پذیری محله‌ی فهادان در تصویر ۴ نمایش داده شده است.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق، آسیب‌پذیری محله‌ی فهادان با توجه به شاخص‌ها و زیرشاخص‌های مرتبط بررسی گردید. افزایش مقدار متغیرهایی نظیر تراکم جمعیت، فاصله از فضاهای باز، بیمارستان‌ها و ایستگاه‌های آتش‌نشانی، قدمت بناها و درجه‌ی محصوریت و همچنین کاهش متغیر عرض معابر و کاهش کیفیت مصالح، موجب افزایش آسیب‌پذیری محله در برابر زلزله می‌گردد. سیستم GIS این امکان را فراهم نمود تا تأثیر همه‌ی شاخص‌ها در آسیب‌پذیرتر شدن منطقه در برابر زلزله مشخص گردد. با توجه به نقشه‌ی آسیب‌پذیری کلی محله‌ی فهادان، مشاهده می‌گردد که توزیع مناطق با آسیب‌پذیری بالا در تمام محله دیده می‌شود و بیشترین مساحت را به خود اختصاص داده است که این میزان حدود ۶۵ درصد از مساحت محله را در بر گرفته است. ۲۰ درصد از محله دارای آسیب‌پذیری متوسط و بقیه‌ی مساحت محله را فضاهای دارای آسیب‌پذیری کم به خود اختصاص داده‌اند. این فضاها بیشتر مکان‌های دارای فضاهای باز و ساختمان‌های تازه احداث شده هستند اما بیشتر ساختمان‌های محله در ردیف آسیب‌پذیری بالا قرار گرفته‌اند. با وجود امکانات خدماتی لازم و مناسب پس از بحران، نظیر بیمارستان، ایستگاه آتش‌نشانی و فضاهای باز مناسب در محله، عملکرد نامناسب بناها و شبکه‌ی معابر، عملیات امدادرسانی را با مشکل رو به رو خواهد کرد. با توجه به توزیع مکان‌های با آسیب‌پذیری بالا در تمام نقاط محله، لازم است تا تمام محله را در جهت مقاوم‌سازی در برابر زلزله و انجام عملیات آمادگی و کاهش خطر در برابر زلزله، زیر نظر گرفت. طرح‌های مربوط به مدیریت بحران در

Archive of SID
www.SID.ir

تصویر ۴: نقشه‌ی نهایی آسیب‌پذیری محله‌ی فهادان

محله باید با مشارکت ساکنان محل و توجه بیشتر به شرایط ویژه‌ی بافت از نظر قدمت و جنس مصالح اجرا گردد.

پی‌نوشت

1. Strengths
2. Weaknesses
3. Opportunities
4. Threats
5. Analytical Hierarchy Process

منابع و مآخذ

۱. اشنویی، امیر (۱۳۸۷). توانمندسازی مدیریت بحران در بافت تاریخی شهرها. چهارمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت بحران و پدافند غیرعامل در پایداری ملی، تهران.

۲. حسینی‌نژاد، ژیلا (۱۳۸۹). بررسی روش‌های کاهش آسیب‌پذیری بازار تبریز در برابر زلزله و آتش‌سوزی. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، تهران، دانشگاه شهید بهشتی.

۳. احمدی، حسن، و شهابی، منیرالسادات (۱۳۸۵). ایمن‌سازی بافت تاریخی شهرها در برابر زلزله. یزد. اولین همایش ملی مدیریت بحران زلزله در شهرهای دارای بافت تاریخی.

4. FEMA (1996). Federal Emergency Management Agency.

۵. مهرنهاد، حمید، و زارع پور، علی (۱۳۸۵). نگرشی بر زلزله‌های رخ داده در محدوده‌ی استان یزد در فاصله‌ی زمانی ۱۳۷۷/۵/۱۵ تا ۱۳۸۴/۵/۳۱(۲۰۰۵/۰۸/۲۲ - ۱۹۹۸/۱۰/۰۷) بر اساس داده‌های شبکه‌ی لرزه‌نگاری یزد. اولین همایش ملی مدیریت بحران زلزله در شهرهای دارای بافت تاریخی، یزد.

۶. کلانتری خلیل آباد، حسین؛ حاتمی‌نژاد، حسین؛ آقاصفری، عارف (۱۳۸۶). آسیب‌پذیری بافت تاریخی شهر یزد در برابر زلزله. نشریه‌ی سپهر، شماره‌ی ۶۱، ۳۴-۴۹.

۷. حسینی جناب، وحید (۱۳۸۵). سازماندهی ارکان مدیریت بحران زلزله با توجه به مدیریت استراتژیک در بافت‌های تاریخی. اولین همایش ملی مدیریت بحران زلزله در شهرهای دارای بافت تاریخی.

۸. آجرکار، حمیدرضا (۱۳۸۶). تجدید حیات محله‌ی فهادان و طراحی مجموعه فرهنگی در مرکز بافت. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

۹. احدنژاد، محسن، و جلیل‌پور، شهناز (۱۳۹۰). ارزیابی عوامل بیرونی تأثیرگذار در آسیب‌پذیری ساختمانی بافت قدیم شهرها در برابر زلزله. اولین کنفرانس ملی GIS دانشگاه شهید بهشتی، تهران.

10. Rashed, T. (2003). *Measuring the Environmen-tal Context of Urban Vulnerability to Earthquake Hazards: An Integrative Remote Sensing and GIS Approach*. UC Santa Barbara and San Diego State University.

11. Statistics Center of Iran (SCI), (2008). The comparison of popula-tion and social quality of areas of Kermanshah based on 2006 census (in Persian).

۱۲. امانی، عبدالرضا (۱۳۸۹). نگرشی بر روش تحلیلی SWOT. نشریه‌ی مدیریت بازرگانی، شماره‌ی ۳.

۱۳. گلشیری، زهرا؛ سرایی، محمد حسین (۱۳۸۹). برنامه‌ریزی نظام زیست‌محیطی روستا با تجزیه و تحلیل SWOT. پژوهش‌های روستایی، ۷۳-۹۸.

14. Ibrahim, M.M, and Khaled, A. (2005). Decision support system for selecting the proper project delivery method using analytical hierarchy process (AHP). *Int. J. Project Manage*. Vol 23, 564-572.

۱۵. رجب‌زاده، علی، و آذر، عادل (۱۳۸۱). تصمیم‌گیری‌های کاربردی. (چاپ اول)، تهران، نشر نگاه دانش.

۱۶. اصغرپور، محمد جواد (۱۳۸۷). تصمیم‌گیری چند معیاره. (چاپ ششم)، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

۱۷. زبردست، اردشیر (۱۳۸۰). کاربرد فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای. نشریه‌ی هنرهای زیبا، شماره‌ی ۱۰، ۱۳-۲۱.

Archive of SID
www.SID.ir