

مَدِينَةُ الْمَدِينَةِ



دوفصلنامه علمی و پژوهشی مدیریت بحران

صاحب امتیاز: دانشگاه صنعتی مالک اشتر به همراه انجمن علوم ایمنی ایران

مدیر مسئول: دکتر مهدی نوری

سردبیر: دکتر علیرضا آزموده اردلان

جانشین سردبیر: دکتر محمدعلی نکوئی

مدیر اجرایی: دکتر قربانی

مدیر داخلی: آسیه ملکی

اعضای هیئت تحریریه:

دکتر علیرضا آزموده اردلان

دکتر محمدرضا ثروتی

دکتر جمشید صالحی صدقیانی

دکتر محمدرضا عارف

دکتر مجتبی قدیری معصوم

دکتر ناصر مهردادی

دکتر رضا حسنوی

دکتر نعمت الله جعفرزاده حقیقی فرد

دکتر محمد ابراهیم سنجقی

دکتر ابراهیم محمودزاده

دکتر مهدی مدیری

دکتر منوچهر منطقی

دکتر محمدعلی نکویی

دکتر ناصر الهی

دکتر سعید گیوه چی

استاد دانشگاه تهران

استاد دانشگاه شهید بهشتی

استاد دانشگاه علامه طباطبائی

استاد دانشگاه صنعتی شریف

استاد دانشگاه تهران

استاد دانشگاه تهران

استاد دانشگاه صنعتی مالک اشتر

دانشیار دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز

دانشیار دانشگاه صنعتی مالک اشتر

دانشیار دانشگاه صنعتی مالک اشتر

استاد دانشگاه صنعتی مالک اشتر

دانشیار دانشگاه صنعتی مالک اشتر

استادیار دانشگاه صنعتی مالک اشتر

استادیار دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

استادیار دانشگاه تهران

همکاران اجرایی: مهدی یوسفی، آسیه ملکی، زهره سادات

میرحسینی

طراح گرافیک (لوگو، جلد و گزیده): اکرمبرزگر بفرولی

ویراستار فارسی: آرش صالحی

ویراستار انگلیسی: آرش صالحی

شمارگان: چاپ الکترونیکی

چاپ: چاپ دانشگاه صنعتی مالک اشتر

نشانی: تهران، بزرگراه شهید بابایی، لویزان، دانشگاه صنعتی مالک اشتر،

مجتمع دانشگاهی پدافند غیرعامل، صندوق پستی ۳۸۶۴-۱۶۷۶۵

تلفن: ۰۹۹۲۵۰۱۴۶۱۴-۲۲۹۵۱۱۳۰

وبگاه: www.joem.ir

رایانامه: bohran.jeom@gmail.com

داورهای این شماره:

علیرضا آزموده اردلان | محمد احسانی فر | محمد اسکندری | اکرمبرزگر | رضا حسنوی | ژیل حسینی نژاد | پرویز جعفری فشارکی | مسعود دارابی | محمد یاسررادان | ناصر شمس کیا |

فواد کیلانه ای | مجتبی عراقی زاده | محمد حسن عطایی | علی قنبری نسب | محمدعلی نکوئی | مهدی نوری

دوفصلنامه علمی و پژوهشی مدیریت بحران بر اساس نامه ی شماره ۳/۷۷۴۹۰ مورخ ۹۱/۴/۱۰ دبیرخانه ی کمیسیون نشریات وزارت علوم، تحقیقات و فناوری دارای رتبه ی علمی و پژوهشی از شماره ی بهار و تابستان ۹۱ است.

فهرست

دکتر امین پاشایی هولاسو دکتر ابوطالب شفقت	۵ ————— بهینه سازی اقتدار دفاعی امنیتی با رویکرد پدافند غیرعامل مطالعه موردی: جمهوری اسلامی ایران
غلامرضا جلالی فراهانی حسن پیری حور محمدعلی نکوئی	۲۱ ————— الگوی طراحی شبکه‌ی آب‌رسانی شهری برای تأمین پایدار آب در برابر تهدیدات با رویکرد محله محوری
پیمان مهرنژاد محمد خورسندی	۳۵ ————— ارائه الگوی شبکه ایمن معابر بر اساس اصول پدافند غیرعامل، در راستای ارتقای تاب‌آوری شهر در برابر بحران‌های انسان ساخت مطالعه موردی: منطقه ۱۲ شهر تهران
محمداسکندری محمد رضا فلاح قنبری	۴۷ ————— بررسی تأثیر کامپوزیت بر مقاومت لوله‌های فولادی گاز شهری در برابر انفجار
ناصر شمس کیا آرش قویدل دارستانی	۵۷ ————— تحلیل ریسک در پروژه‌های خطوط لوله انتقال گاز استان گیلان با رویکرد حفاظت و اثرات زیست محیطی
ژیلا حسینی نژاد مهدی نوری اکرم بزرگر حانیه نورالهی امیر بهنام بقاتی فر	۶۷ ————— روش طراحی مجموعه‌ی اسکان موقت پس از بحران ناشی از جنگ مطالعه‌ی موردی: طراحی مجموعه‌ی اسکان موقت شهر موصل پس از حمله‌ی داعش
علی قنبری نسب حامد قلعه اصل حامد نوری جهان آقاغنی زاده فیروز رنجبر	۸۵ ————— ارزیابی آسیب پذیری بافت‌های فرسوده شهری از منظر پدافند غیرعامل با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی نمونه موردی: شهر اردبیل
بهنام صالحی محمدعلی نکویی علیرضا آزموده اردلان علیرضا انصاری فرد	۹۹ ————— ارائه الگوی تاب‌آوری صنعت ساخت و ساز با بهره‌گیری از مدل سازی اطلاعات ساختمان BIM

بهینه‌سازی اقتدار دفاعی امنیتی با رویکرد پدافند غیرعامل

مطالعه موردی: جمهوری اسلامی ایران

دکتر امین پاشایی هولاسو: دانش آموخته‌ی دکتری رشته مدیریت صنعتی
دکتر ابوطالب شفق: استادیار دانشگاه صنعتی مالک اشتر، abotaleb.shafaghat@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۹/۲۶

چکیده

امروزه هر کشوری تلاش می‌کند اقداماتی را در راستای حداکثرسازی توان و اقتدار ملی برای استقرار امنیت و حداکثرسازی توان دفاعی خود انجام دهد، جمهوری اسلامی ایران نیز از این قاعده مستثنی نیست و تلاش می‌کند قابلیت‌های ملی، قدرت ملی و اقتدار دفاعی خود را افزایش دهد تا موجب افزایش بازدارندگی، کاهش آسیب‌پذیری، تداوم فعالیت‌های ضروری، ارتقای پایداری ملی و تسهیل مدیریت بحران در مقابل تهدیدها و اقدامات نظامی شود. بدین منظور پژوهش حاضر با هدف ارائه مدل بهینه‌سازی اقتدار دفاعی امنیتی جمهوری اسلامی ایران با رویکرد پدافند غیرعامل به رشته تحریر درآمده است. برای استخراج مؤلفه‌های اولیه از دو روش مطالعه کتابخانه‌ای گسترده و روش دلفی با استفاده از ۱۴ نفر از خبرگان دانشگاهی و طراحان راهبردی استفاده شد که انتخاب خبرگان به روش نمونه‌گیری گلوله برفی انجام پذیرفت. ضریب هماهنگی کندال ۰/۸۶ به دست آمد که نشان دهنده‌ی اتفاق نظر بسیار قوی بین نشست خبرگان است. برای ارزیابی مؤلفه‌ها از نرم‌افزار لیزرل استفاده شد. بر اساس نتایج پژوهش ۳۸ مؤلفه به عنوان عوامل مؤثر بر بهینه‌سازی اقتدار دفاعی امنیتی جمهوری اسلامی ایران با رویکرد پدافند غیرعامل شناسایی شدند.

واژه‌های کلیدی: اقتدار دفاعی/امنیتی، پدافند غیرعامل، نظام جمهوری اسلامی ایران، روش دلفی

۵

ویژه نامه هفته
پدافند غیرعامل
پاییزه زمستان
۱۳۹۹

دوفصلنامه
علمی و پژوهشی



Optimization of security defense authority with passive defense approach Case study: Islamic Republic of Iran

Amin pashaei Houlaso¹, Abotaleb Shafaghat^{*2}

Abstract

Today, every country is trying to take measures to maximize national power and authority to establish security and maximize its defense capabilities. The Islamic Republic of Iran is no exception to this rule and is trying to increase its national capabilities, national power and defense authority in space. It will increase deterrence, reduce vulnerability, continue necessary activities, promote national sustainability, and facilitate crisis management in the face of military threats and actions. For this purpose, the present study has been written with the aim of presenting the model of optimizing the security defense authority of the Islamic Republic of Iran with a passive defense approach. To extract the initial components, two methods were used to study the extensive libraries and the Delphi technique using 14 academic experts and strategic designers, and the selection of experts was done by sampling snowballs. Kendall's coordination coefficient was 0.86, indicating a very strong view of the meeting between experts. The LISREL software was used to evaluate the components. Based on the results of the research, 38 components were identified as factors affecting the optimization of the security defense authority of the Islamic Republic of Iran with a passive defense approach.

Keywords: Security Defense Authority, Passive Defense, Islamic Republic of Iran, Delphi Method.

1. PhD in Industrial Management

2. Assistant Professor of Malik Ashtar University of Technology and Responsible Writer, Email: abotaleb.shafaghat@gmail.com

که عوامل مؤثر بر بهینه‌سازی اقتدار دفاعی امنیتی نظام جمهوری اسلامی ایران با رویکرد پدافند غیرعامل کدامند؟

مبانی نظری تحقیق

تهدید

فرهنگ آکسفورد تهدید را این‌گونه تعریف می‌کند: «امکان به‌وحشت انداختن، ترساندن یا ایجاد فاجعه برای یک فرد یا جامعه. آسیب‌زدن به کسی یا چیزی، نتایج ناخوشایند به بار آوردن» [۱۳].

صرف‌نظر از معانی لغوی و لفظی تهدید در ادبیات امنیتی تعاریف و توصیف‌های گوناگونی از تهدید صورت گرفته است [۹]. در جمع‌بندی از مفهوم تهدید می‌توان این‌گونه بیان کرد که «تهدید یعنی وجود یک فشار خارجی، فقدان امنیت، ایجاد اختلال در توانایی‌های کشور به‌منظور کسب اهداف ملی، اقداماتی که کمیت و کیفیت زندگی مردم یک کشور یا دامنه‌ی اختیارات حکومت را به‌طور جدی کاهش دهد، درک و ساخت یک دشمن یا وضعیت خطرناک، محدود کردن و حبس آزادی و رهایی» [۱۴].

امنیت

واژه امنیت به‌عنوان یک مفهوم عام تمام شئون و ابعاد زندگی انسان را در برمی‌گیرد و با بقای نفس و صیانت از حیات و موجودیت انسان پیوند می‌خورد. امنیت تعیین‌کننده‌ی حیات و بقای انسان است و همه موجودات در تلاش برای بقا، حفظ وجود و حیات سالم خود هستند. به همین دلیل امنیت مهمترین آرمان انسان و موجود زنده تلقی می‌شود [۱۵]. از دیدگاه مازلو ابزار حرکت به سوی «خودشکوفایی انسانی» محسوب می‌شود؛ به‌طوری‌که وی در اولویت‌بندی نیازهای بشر بلافاصله پس از نیازهای اولیه (هوا، غذا، مسکن و پوشاک) نیاز به امنیت را جای داده و سایر نیازهای انسانی را علی‌رغم ضرورت غیرقابل انکار آنها در اولویت‌های بعدی آورده است [۱۶]. باری بوزان امنیت را «حفاظت در مقابل خطر (امنیت عینی)، احساس ایمنی (امنیت ذهنی) و رهایی از تردید (اعتماد به دریافت‌های شخصی)» تعریف می‌کند [۱۷]. به تعبیر بوزان امنیت یک مفهوم توسعه‌نیافته است و جا دارد به‌عنوان مفهومی قدرتمندتر و مفیدتر از شأن و منزلت فعلی آن شناخته شود [۱۸].

امنیت ملی

امنیت ملی را می‌توان با دو جهت‌گیری یا گرایش متفاوت تعریف کرد. هنگامی که نظام سیاسی با رویکرد تهدید محور به امنیت ملی می‌نگرد، امنیت ملی مربوط به براندازی و چالش از جانب گروه‌ها و جریان‌های داخلی است که اقتدار دولت را نپذیرفته‌اند. در این صورت نظام سیاسی به حذف و برخورد با این گروه‌ها و جریان‌ها توجه دارد؛ اما هنگامی که نظام سیاسی با رویکرد آسیب‌پذیر محور به امنیت ملی می‌نگرد، امنیت ملی مربوط به حوزه‌ی ضعف‌ها، کاستی‌ها و ناکارآمدی‌های درونی است که توانمندی‌های دولت را به چالش می‌کشد و عوامل تهدید داخلی بر روی آنها تکیه می‌کنند. در این صورت نظام سیاسی از درون دست به ترمیم، اصلاح و بازسازی خود می‌زند تا زمینه‌های بهره‌برداری گروه‌ها و جریان‌های

اندیشمندان سیاسی و نظریه‌پردازان حوزه‌ی مطالعات راهبردی، فلسفه‌ی حکومت و هدف از استقرار دولت را تأمین امنیت و رفاه برای مردم و حوزه‌ی سرزمینی خود می‌دانند [۱] و معتقدند وجود امنیت به اندازه‌ی احساس امنیت اهمیت دارد [۲] و از نیازهای اساسی بشر است [۳، ۴، ۵] که بدون آن امکان برآورده شدن سایر نیازها نیست. استقرار امنیت از ابتدایی‌ترین اصول جهت دستیابی به استانداردهای مطلوب برای آسایش و رفاه مردم است [۶]. از این‌رو هر کشوری تلاش می‌کند اقداماتی را در راستای حداکثرسازی توان و اقتدار ملی برای استقرار امنیت و حداکثرسازی توان دفاعی خود انجام دهد. جمهوری اسلامی ایران نیز از این قاعده مستثنی نیست و تلاش می‌کند تا قابلیت‌های ملی، قدرت ملی و اقتدار دفاعی خود را افزایش دهد [۷]. در این راستا اقتدار دفاعی امنیتی جمهوری اسلامی ایران بایستی به‌گونه‌ای سازمان‌دهی شود که بر چالش‌های داخلی و بین‌المللی غلبه کند. این امر نیازمند به‌کارگیری ابزارها و شاخص‌های کاملاً متنوع و فراگیر است که بخشی از این شاخص‌ها ماهیت ساختاری دارند و بخش دیگر آن دارای نشانه‌های رفتاری هستند [۸]. موقعیت بی‌بدیل ژئوپلیتیکی^۱ و ژئواستراتژی^۲ جمهوری اسلامی ایران با محوریت اسلام ایران را به بازیگری فعال منطقه‌ای و بین‌المللی تبدیل کرده است؛ به همین دلیل جمهوری اسلامی ایران همواره توسط کشورهای سلطه‌طلب تهدید می‌شود [۹]. با عنایت به موارد فوق، مبانی دینی بیان شده در قرآن کریم «وَاعِدُوا لَهُمْ مَا اسْتَطَعْتُمْ مِنْ قُوَّةٍ وَ مِنْ رِباطِ الْخَيْلِ تُرْهِبُونَ بِهِ عَدُوَّ اللَّهِ وَ عَدُوَّكُمْ؛ هر نیرویی در قدرت دارید، برای مقابله با آنها [= دشمنان] آماده سازید! و (همچنین) اسب‌های ورزیده تا به وسیله آن دشمن خدا و دشمن خویش را بترسانید» [۱۰] و توجه به فرمایش حضرت امام علی (علیه‌السلام) در جمع مردم و مسئولین شهر کوفه که می‌فرمایند: «فَحْذَرُوا لِلْحَرْبِ أَهْبَتَهَا وَ أَعِدُوا لَهَا عُدَّتَهَا فَقَدْ شَبَّلَظَاهَا وَ عَلَا سَنَاهَا» یعنی برای جنگ آماده شوید و سازوبرگ نبرد مهیا دارید که آتش کارزار افروخته شده و شعله آن بالا گرفته است [۱۱] و به‌منظور ایجاد توان و قدرت بازدارندگی تقویت مؤلفه‌های دفاعی امنیتی نظام جمهوری اسلامی ایران از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. شیوه‌ای که امروزه برای مدیریت بحران در عرصه‌ی دفاعی-امنیتی مورد توجه خاص قرار گرفته است، پدافند غیرعامل است. در حقیقت می‌توان گفت که پدافند غیرعامل همان مدیریت بحران در عرصه تهدیدات دفاعی و حوادث جنگی است؛ بنابراین در عرصه‌ی دفاعی با استفاده از راهکارهای پدافند غیرعامل می‌توان بحران را به‌صورت جامع مدیریت کرد. به عبارت دیگر، پدافند غیرعامل و اصول آن تضمین‌کننده‌ی مدیریت جامع بحران در عرصه‌ی دفاعی و امنیتی در سطح کشور است و نمی‌توان بدون اتخاذ تدابیر پدافند غیرعامل مدیریت جامع بحران‌های دفاعی-امنیتی را اجرا کرد [۱۲]. بدین منظور پژوهش حاضر به‌عنوان یک پژوهش توصیفی-تحلیلی و از آنجایی که معیارهای موضوع به صراحت مشخص نیست و دانش دقیقی در مورد آن در دسترس نیست، با بهره‌گیری از روش دلفی درصدد پاسخ به این پرسش اصلی است

دفاع

از حیث لغوی دفاع یعنی دفع شر کردن، دفع تعرض کردن، دفاع کردن از خود و صیانت کردن نفس در مقابل تعارض دیگری [۲۶]. از حیث اصطلاحی هم دفاع تدابیری است که برای مقاومت در مقابل حملات سیاسی، نظامی، اقتصادی، اجتماعی، روانی و یا فناورانه و ... توسط یک یا چند کشور مؤتلفه اتخاذ می شود و به مفهومی توانایی های دفاع ملی بازدارندگی را تقویت می کند و بازدارندگی نیز به این توانایی ها نیرو می بخشد [۲۷]. در تعریفی دیگر، دفاع مجموعه اقداماتی است که در طی آن با استفاده از کلیه وسایل و امکانات موجود از پیش روی و هجوم دشمن جلوگیری شده و یا نیروهای تکاوارو منهدم می شوند [۲۸]. در تعریفی دیگر، دفاع تدابیری است که برای مقاومت در مقابل حملات سیاسی، نظامی، اقتصادی، اجتماعی، روانی و یا فناوری دشمن یا دشمنان اتخاذ می شود و ابعاد مختلفی دارد که مهمترین آنها عبارتند از: دفاع اجتماعی-فرهنگی، دفاع نظامی، دفاع سیاسی و دفاع اقتصادی [۲۹].

اقتدار

اقتدار از نظر ساختاری به معنای داشتن قابلیت های ابزاری نظام سیاسی در چارچوب سازمان دهی توانایی های بالقوه و بالفعل است. به عبارت دیگر، هرگونه اقتدار ساختاری نیازمند سازمان دهی قدرت ملی توسط نهادها و مراجع حکومتی است [۳۰].

اقتدار دفاعی امنیتی

یکی از ابعاد اساسی اقتدار ملی، اقتدار دفاعی امنیتی است که شکل کارآمدی از مجموعه ی توانمندی های نظامی، انتظامی، اطلاعاتی و حفاظت اطلاعاتی و بسیج مردمی یک کشور در چارچوب مشروع و مؤثر در محیط امنیتی است. این توانمندی ها که به شکل قدرت نظامی هویدا می شود، از شاخه های قدرت دفاعی امنیتی است [۷].

اقتدار دفاعی امنیتی جمهوری اسلامی ایران

اقتدار دفاعی امنیتی جمهوری اسلامی ایران شکل کارآمدی از مجموعه توانمندی های نظامی، انتظامی، اطلاعاتی، حفاظت اطلاعات و بسیج مردمی در چارچوب مشروع و مقبول با پشتیبانی سایر مؤلفه های قدرت ملی (سیاسی، اقتصادی، اجتماعی-فرهنگی، نظامی، علمی و فناوری) و استفاده از امکانات مادی و معنوی کشور برای دفع تهدیدات و خطرات دشمنان داخلی و خارجی و دفاع از ارزش ها، آرمان ها و منافع ملی در راستای سیاست های دفاعی-امنیتی کشور است [۸].

پیشینه تحقیق

شفیعی و شکری مقدم (۱۳۹۳) در پژوهشی با عنوان «دیپلماسی فناوری جمهوری اسلامی ایران (با تأکید بر فناوری های دفاعی-امنیتی)» درصدد پاسخ به این پرسش اصلی بودند که دیپلماسی فناوری جمهوری اسلامی ایران چگونه می تواند نیازهای دفاعی-امنیتی کشور را تأمین کند؟ بر اساس یافته های پژوهشی به این نتیجه رسیدند که دستیابی ایران به فناوری های مرتبط با نیازهای دفاعی-امنیتی مستلزم شناخت دقیق محدودیت های

داخلی را از بین برده و بقای خود را تضمین کند؛ بنابراین در بحث امنیت ملی با رویکرد آسیب پذیر محور، آسیب پذیری های ناشی از نقاط ضعف مزمن که ساختارها، امکانات و توانایی های داخلی قادر به حل و پاسخگویی به آنها نباشند، مطرح می شود. نزاع های قومی و مذهبی در ساختار سیاسی، بحران های ناشی از مشروعیت، بحران های ناشی از ناکارآمدی نهادی، بحران هویت، شکاف های طبقاتی و دوگانگی های اقتصادی، بحران های فرهنگی و ... از جمله آسیب پذیری ها در حوزه ی امنیت ملی است [۱۸]. البته برخی از کارشناسان نیز تعریفی ایجابی از امنیت ارائه کرده اند. براساس این تعریف، امنیت ملی فضا و شرایط ناشی از اقدامات امنیتی است که می تواند کارکرد درست را از اعمال نفوذ دشمن و گروه های غیرقانونی مصون نگهداشته و قابلیت وفاداری ملی و تلاش در حفظ ثبات و اقتدار سیاسی را در کشور فراهم آورد [۱۹].

پدافند غیرعامل

تجربیه ی تهدیدها و اعمال عملیات های خصمانه علیه بعضی از کشورها نشان می دهد که پدافند غیرعامل تأثیر زیادی در بالا بردن آستانه ی مقاومت ملی کشورها دارد و هر کشوری که دارای این بخش از نظام دفاعی است، قدرت ها در حمله به آن دچار تردید شده و عملیات نظامی آنها انجا نشده است [۲۰]. پدافند به طور کلی دفع، خنثی کردن و کاهش تأثیر اقدام های آفندی یا تهاجمی دشمن و ممانعت از دستیابی دشمن به هدف هایش است که از دو بخش پدافند عامل و غیرعامل تشکیل می شود. به عبارتی دیگر، پدافند یا دفاع از کشور، حفظ جان مردم، تضمین امنیت افراد و صیانت از تمامیت ارضی و حاکمیت ملی در همه ی مواقع در برابر هرگونه شرایط و موقعیت و در برابر هرگونه تجاوز است. دفاع عامل و غیرعامل مکمل یکدیگر هستند. هرچند دفاع غیرعامل به شکل مجزا قابل طرح ریزی و اجراست؛ ولی به کارگیری دفاع عامل در کنار دفاع غیرعامل، ضروری و اجتناب ناپذیر است [۲۱] و اهداف پدافند غیرعامل عبارتند از: «حفظ روحیه و سرمایه های ملی کشور»، «افزایش قابلیت بقا»، «کاهش آسیب پذیری»، «افزایش آستانه ی مقاومت مردم»، «حفظ روحیه و سرمایه ملی»، «حفظ تمامیت ارضی امنیت ملی و استقلال کشور، تأمین آزادی و ابتکار»، «افزایش قابلیت سامانه های شناسایی، هدف یابی و دقت در تسلیحات آفندی»، «فریب دشمن و تقویت نیروی بازدارندگی» و «صرفه جویی منطقی و همه جانبه در هزینه های تسلیحاتی و نیروی انسانی» [۱۲، ۲۲].

قدرت

به عقیده ی «هابز» قدرت عبارت از وسایلی است که برای دستیابی به امر مطلوبی در آینده در اختیار داریم [۲۳]. از دیدگاه «پارسونز» قدرت یعنی واسطه ای تعمیم یافته برای تضمین اجرای تعهد های الزام آور واحدهایی در نظام سازمان جمعی، وقتی که تعهد ها از لحاظ آثارشان بر اهداف جمعی مشروعیت می یابد [۲۴]. ماکس وبر قدرت را امکانی می داند که فاعل و دارنده ی آن برای تحمیل اراده خویش بر دیگری حتی در صورت مقاومت وی از آن استفاده می کند. فاعلان ممکن است اشخاص، گروه ها و یا دولت ها باشند [۲۵].

بین‌المللی بر سر راه تأمین فنی ایران و تنظیم راهکارهای مبتنی بر بهبود نهادی، فنی و حرفه‌ای دیپلماسی فناوری برای دور زدن تحریم‌ها و محدودیت‌های حقوقی و سیاسی به‌ویژه با تکیه بر رهیافت منطقه‌گرایی و سیاست تنش‌زدایی است [۳۱].

کلانتری و افتخاری (۱۳۹۳) در پژوهشی با عنوان «بررسی و تبیین راهبردی تهدید در مقابل تهدید در سیاست دفاعی جمهوری اسلامی ایران» با بهره‌گیری از سه روش کتابخانه‌ای، میدانی و اسنادی به این نتیجه دست یافتند که راهبرد «تهدید در مقابل تهدید» از سوی جمهوری اسلامی ایران می‌تواند در حوزه‌ی مدیریت تهدیدات نرم و سخت با تأکید بر تهدیدات موشکی، تهدیدات دانش‌محور، رسانه‌ای، ممانعت از انعقاد پیمان‌های دفاعی-امنیتی علیه جمهوری اسلامی ایران و اعمال سیاست‌های پیش‌دستانه مؤثر واقع شود [۳۲].

کلانتری (۱۳۹۶) در پژوهشی با عنوان «تأثیر اقتدار دفاعی بر اقتدار سیاسی از دیدگاه امام خامنه‌ای (مدظله‌العالی)» با بهره‌گیری از روش میدانی و کتابخانه‌ای به این نتیجه دست یافت که قدرت موشکی درون‌زا باعث افزایش توان جنگ سخت، هیبریدی و دورایستا شده است. قدرت نهضتی مردم‌پایه و همگرا با گروه‌های جهادی مبارز، باعث افزایش توان جنگ سخت، نرم، هوشمند و هیبریدی به‌منظور تقابل با گروه‌های تکفیری-تروریستی شده است. از طریق قدرت موشکی و توان نهضتی، تهدیدات امنیتی، منطقه‌ای و فرامنطقه‌ای خنثی می‌شود و به همین دلیل اقتدار دفاعی همه‌جانبه ضمن خنثی کردن انواع تهدیدات سخت، نرم و هوشمند، باعث اقتدار سیاسی نظام جمهوری اسلامی ایران در سطح منطقه و جهان شده است [۳۳].

حبیبی (۱۳۹۷) در پژوهشی با عنوان «مدل دفاعی-امنیتی جمهوری اسلامی ایران متناسب با الگوی اسلامی-ایرانی پیشرفت» با بهره‌گیری از روش داده‌بنیاد در قرآن و قانون اساسی به این نتیجه دست یافت که فرآیند دفاع و امنیت ملی با پیامدهایی از قبیل حفظ کرامت انسانی، ایمان، آرامش، رفاه و امنیت اجتماعی، استقلال همه‌جانبه، رشد فضایل اخلاقی، محو استبداد و خودکامگی، آزادی، استقلال، وحدت و تمامیت ارضی کشور همراه است [۳۴].

رشیدزاده و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی با عنوان «الگوی راهبردی تحکیم و توسعه اقتدار دفاعی امنیتی جمهوری اسلامی ایران» با بهره‌گیری از روش توصیفی-پیمایشی به این نتیجه دست یافته‌اند که تحکیم و توسعه اقتدار دفاعی امنیتی حول محور «ولایت فقیه» شکل می‌گیرد. ویژگی‌های مشروعیت، نفوذ و کارآمدی هم در چارچوب یک مثلث متساوی‌الاضلاع تبلور می‌یابند [۸].

حیات‌مقدم و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی با عنوان «شناسایی عوامل مرتبط با مؤلفه دفاعی-امنیتی جهت استحکام ساخت درونی قدرت نظام با تأکید بر منویات فرماندهی معظم کل قوا» با بهره‌گیری از روش زمینه‌ای-موردی به این نتیجه دست یافته‌اند که بر اساس منویات مقام معظم رهبری (مدظله‌العالی) جنبه‌های معنوی و مادی مؤلفه دفاعی-امنیتی به ترتیب اولویت عبارتند از:

اسلام‌خواهی، عزم ملی، ایستادگی و اقتدار ملی، دانش و فناوری درون‌زا، قوای مسلح قوی، خودکفایی، ظرفیت‌های بالقوه درونی، حفظ انسجام و وحدت ملی، آرمان‌گرایی در هدف و واقع‌گرایی در عمل و مدیریت جهادی [۹].

نوریان (۱۳۹۲) در پژوهشی با عنوان «جایگاه مؤلفه دفاعی-امنیتی در تحکیم و توسعه اقتدار ملی از منظر امام خمینی (ره) و آیت‌الله خامنه‌ای» با بهره‌گیری از روش کتابخانه‌ای و اسنادی به این نتیجه دست یافته است که مؤلفه دفاعی امنیتی جایگاه ویژه‌ای در ابعاد مادی و عینی اقتدار ملی دارد؛ اما پایه‌ی اصلی و توان تأثیرگذاری آن متکی بر ابعاد معنوی است [۷].

قنبری و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی با عنوان «استحکام درونی قدرت ملی جمهوری اسلامی ایران در اندیشه مقام معظم رهبری با تأکید بر مؤلفه‌های دفاعی-امنیتی»، با بهره‌گیری از روش توصیفی و رویکرد تحلیلی به این نتیجه دست یافته‌اند که از دیدگاه معظم‌له مقابله با قدرت نرم دشمن و تقویت این بعد از قدرت در داخل می‌تواند سنگرهای معنوی را از قبیل ایمان، معرفت و در بعد کلان ضمن پیشرفت و توسعه ساختاری، پایه و اساس نظام و کشور اسلامی را حفظ کند [۳۵].

فرتوک‌زاده و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی با عنوان «تبیین نقش فرهنگ در الگوی ایرانی-اسلامی پیشرفت در حوزه دفاعی-امنیتی» با بهره‌گیری از روش آمیخته به این نتایج دست یافته‌اند که فرهنگ به‌عنوان یکی از ابعاد اصلی و تأثیرگذار در الگوی اسلامی-ایرانی پیشرفت در حوزه دفاعی-امنیتی بوده و با دو مؤلفه فرهنگی دینی و فرهنگ ملی با شاخص‌های (فرهنگ عاشورایی، ارزش‌ها، باورها، انسجام و وحدت ملی، هویت، آداب و رسوم، تاریخ و زبان) در طراحی الگوی اسلامی-ایرانی پیشرفت در حوزه دفاعی-امنیتی مؤثر است [۳۶].

روش تحقیق و ابزارها

پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربردی بوده و از نظر ماهیت جزو پژوهش‌های توصیفی-تحلیلی طبقه‌بندی می‌شود. مهمترین ابزارهای پژوهش عبارتند از: مطالعات کتابخانه‌ای، مصاحبه با خبرگان و پرسشنامه [۳۷]. روش دلفی به‌عنوان مهمترین روش برای تأیید مؤلفه‌های استخراج‌شده در این تحقیق به‌کار رفته و سپس با استفاده از مدل‌یابی معادلات ساختاری به برازش مدل پرداخته شده است. پژوهش حاضر بدون فرضیه با یک پرسش کلی آغاز شده است: «عوامل مؤثر بر بهینه‌سازی اقتدار دفاعی امنیتی نظام جمهوری اسلامی ایران با رویکرد پدافند غیرعامل کدامند؟». با توجه به اینکه معیارهای موضوع به صراحت مشخص نیست و دانش دقیقی در مورد آن در دسترس نیست، بهترین ابزار برای همگرایی میان نظرات در این پژوهش فن دلفی است. در این پژوهش برای استخراج مؤلفه‌های اولیه از دو روش مطالعه کتابخانه‌ای گسترده و مصاحبه با خبرگان استفاده شد. در خصوص استفاده از روش دلفی باید گفت، زمانی که پژوهش در خصوص گروه‌های خاصی صورت می‌گیرد که به‌راحتی قابل شناسایی نیستند، فن دلفی روش مناسبی محسوب می‌شود تا با یافتن یک

یا چند نفر از گروه محقق به اعضای دیگر گروه از طریق گرفتن نشانی از اعضای در دسترس به آنها دست یابد [۳۸]. به همین خاطر در پژوهش حاضر انتخاب گروه خبرگان به روش نمونه‌گیری گلوله برفی انجام پذیرفت. دو تن از اعضای هیئت علمی دانشگاه امام حسین (علیه‌السلام) و دانشگاه عالی دفاع ملی به‌عنوان ناظر مراحل دلفی انتخاب شدند و محقق خود به‌عنوان مجری دلفی در این پژوهش بوده است. در نهایت تعداد ۱۴ نفر خبره به روش نمونه‌گیری گلوله برفی انتخاب شدند و فرم دعوت به دلفی به‌صورت حضوری تحویل ایشان شد و توضیحات لازم در رابطه با موضوع و اهداف تحقیق به آنان داده شد. خبرگان شرکت‌کننده در دلفی دارای یک یا چند ویژگی زیر هستند: عضو هیئت علمی دانشگاه و صاحب‌نظر در زمینه‌ی مباحث دفاعی-امنیتی و سابقه کاری حداقل ۵ سال در مباحث راهبردی در نیروهای مسلح. در نهایت ۴۰ مؤلفه احصاء شدند. دلفی در ۳ دوره انجام گرفت که در دوره اول ۲ مؤلفه حذف شد. ضریب هماهنگی کندال برای دور دوم و سوم ۰٫۸۶، به‌دست آمد که نشان‌دهنده‌ی اتفاق نظر بسیار قوی بین پنل خبرگان است. در مرحله‌ی بعد پرسشنامه بر

اساس ۳۸ مؤلفه مستخرج از دلفی با استفاده از نرم‌افزار لیزرل^۲ مورد روایی‌سنجی خبرگان قرار گرفت.

پایایی و روایی پرسشنامه

با توجه به نظر خبرگان تغییرات لازم به‌منظور مناسب بودن روایی پرسشنامه صورت پذیرفت و در پرسشنامه نهایی اعمال شد. با توجه به اینکه در پژوهش‌های کمی از پرسشنامه استفاده می‌شود و در این پژوهش هم پرسشنامه محقق ساخته است، برای اطمینان از اینکه پرسشنامه طرح‌شده خصیصه موردنظر را می‌سنجد، از روایی سازه هم استفاده شده است [۳۸]. بدین منظور برای روایی مدل از روایی سازه نیز با کمک نرم‌افزار لیزرل بهره گرفته شده است. همچنین به‌منظور بررسی پایایی پرسشنامه از آزمون آلفای کرونباخ در نرم‌افزار SPSS بهره گرفته شد که نتایج آن در جدول شماره ۱ ارائه می‌شود.

بحث و نتایج

در جدول شماره ۲ نتایج میانگین‌گیری سه روند دلفی ارائه شده است.

جدول ۱. نتایج آزمون آلفای کرونباخ

تعداد پرسش	بعد	میزان آلفای کرونباخ	تحلیل
۳۸	بهینه‌سازی اقتدار دفاعی امنیتی با رویکرد پدافند غیرعامل	۰/۹۲۵	با توجه به اینکه عدد به‌دست‌آمده بزرگتر از عدد مبنا (۰/۷) است، پس پایایی پرسش‌ها تأیید می‌شود.

جدول ۲. میانگین عوامل ۳ دوره دلفی

ردیف	شرح عامل	دور اول		دور دوم		دور سوم	
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
۱	اتکا به عوامل و ارزش‌های معنوی و الهی	۴,۲۸۳۶	۰,۸۴۹۳۵	۴,۲۳۸۸	۰,۸۵۴۳۹	۴,۲۳۸۸	۰,۸۵۴۳۹
۲	مبارزه دائمی با ظلم و استکبار جهانی	۴,۴۰۳۰	۰,۸۱۷۶۰	۴,۲۵۳۷	۰,۸۴۹۸۸	۴,۳۷۳۱	۰,۸۷۶۳۴
۳	حفظ استقلال همه‌جانبه و نفی هرگونه سلطه‌جویی و سلطه‌پذیری	۴,۴۷۷۶	۰,۵۸۶۶۸	۴,۴۱۷۹	۰,۶۳۴۴۵	۴,۴۴۷۸	۰,۶۳۱۲۴
۴	برخورداری از نگاه آرمان‌گرایانه‌ی واقعیت‌مدار	۴,۱۴۹۳	۰,۵۵۷۳۰	۴,۰۸۹۶	۰,۸۶۲۰۳	۴,۰۸۹۶	۰,۸۶۸۳۱
۵	تقویت دفاع همه‌جانبه در مقابل تهاجم همه‌جانبه	۴,۱۶۴۲	۰,۸۶۳۳۴	۴,۲۲۳۹	۰,۸۳۴۶۷	۴,۲۳۸۸	۰,۸۴۹۶۱
۶	اتخاذ راهبردهای دفاعی ترکیبی	۴,۱۹۴۰	۰,۸۵۷۰۴	۴,۱۶۴۲	۰,۸۶۹۰۹	۴,۱۷۹۱	۰,۸۸۰۷۲
۷	پاسخ جدی و سخت به شرارت‌های دشمن	۴,۲۲۳۹	۰,۸۳۹۴۴	۴,۱۰۴۵	۰,۸۴۴۵۴	۴,۲۰۹۰	۰,۸۵۱۴۸
۸	ارتباط مستحکم و تنگاتنگ نیروهای مسلح با ملت	۴,۱۰۴۵	۰,۸۵۵۱۹	۴,۰۵۹۷	۰,۸۶۵۷۰	۴,۱۱۹۴	۰,۸۸۳۰۳
۹	هوشمندسازی از طریق پیش‌بینی، آینده‌نگری و حضور به‌موقع و به‌هنگام	۴,۱۲۵۳	۰,۴۲۵۳	۴,۱۲۲۳	۰,۷۶۲۰۸	۴,۲۲۲۱	۰,۶۶۳۲۱
۱۰	هوشمندی نسبت به محیط درگیری و اهداف دشمن	۴,۱۲۱۳	۰,۴۴۲۵	۴,۲۲۱۲	۰,۵۲۱۴	۴,۳۳۲۰	۰,۷۵۶۹
۱۱	قدرت‌سازی نیروهای مسلح با بهره‌گیری از ظرفیت درونی	۴,۲۹۸۵	۰,۷۱۸۰۶	۴,۲۳۸۸	۰,۷۵۰۴۰	۴,۲۶۸۷	۰,۷۶۰۵۷
۱۲	بهره‌گیری از دانش بومی و درون‌زا	۴,۴۳۲۸	۰,۷۰۱۱۷	۴,۳۵۸۲	۰,۷۱۶۷۹	۴,۳۸۸۱	۰,۷۳۲۴۰

ادامه جدول ۲. میانگین عوامل ۳ دوره دلفی

ردیف	شرح عامل	دور اول		دور دوم		دور سوم	
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
۱۳	کسب قدرت اقتصادی	۲,۶۵۱۲	۱,۲۲۷۲۴	-	-	-	-
۱۴	بومی کردن فناوری ها و تجهیزات دفاعی امنیتی	۴,۱۴۹۳	۰,۸۴۹۶۱	۴,۱۷۹۱	۰,۸۵۰۹۴	۴,۱۳۴۳	۰,۸۷۲۷۲
۱۵	قابلیت سازی در فناوری های پیشرفته و بومی	۴,۱۴۹۳	۰,۸۵۷۳۰	۴,۰۸۹۶	۰,۸۶۲۰۳	۴,۱۱۹۴	۰,۸۸۳۰۳
۱۶	بهره گیری از تجارب دفاعی و امنیتی سایر کشورها	۴,۳۷۳۱	۰,۸۳۱۵۶	۴,۲۵۳۷	۰,۸۴۴۸۱	۴,۳۴۳۳	۰,۸۷۶۳۴
۱۷	انعطاف پذیری و تبدیل تهدیدات به فرصت ها	۴,۳۵۸۲	۰,۷۳۶۲۵	۴,۳۴۳۳	۰,۷۲۹۳۱	۴,۳۴۳۳	۰,۷۲۹۳۱
۱۸	ارائه آموزش های دفاعی امنیتی متناسب با تهدیدهای روز	۴,۱۱۹۴	۰,۸۷۹۴۳	۴,۰۵۹۷	۰,۸۸۳۰۳	۴,۰۸۹۶	۰,۸۸۵۵۸
۱۹	بسیج همگانی و مردمی کردن دفاع	۴,۱۴۹۳	۰,۸۵۶۰۲	۴,۱۳۴۳	۰,۸۵۴۰۶	۴,۱۳۴۳	۱,۲۵۴۰۳
۲۰	اراده ملی در شکل گیری تغییر و تحولات اجتماعی	۲,۵۳۲۱	۲,۴۲۵۱	-	-	-	-
۲۱	افزایش استحکام داخلی نظام و عزم جزم بر دفاع مشروع و منطقی	۴,۲۹۸۵	۰,۷۳۸۸۶	۴,۰۸۹۶	۰,۸۶۸۵۷	۴,۲۶۸۷	۰,۷۸۰۲۴
۲۲	استحکام و انسجام درونی نیروهای مسلح	۴,۲۸۳۶	۰,۷۳۴۵۶	۴,۲۲۳۹	۰,۷۶۵۶۱	۴,۲۵۳۷	۰,۷۷۵۰۱
۲۳	کسب قدرت و اقتدار علمی-فناوری	۴,۳۱۳۴	۰,۸۰۱۶۸	۴,۲۳۸۸	۰,۸۳۱۳۲	۴,۲۸۳۶	۰,۸۵۴۳۹
۲۴	خوداتکایی و خودکفایی در تولید قدرت دفاعی	۴,۳۵۸۲	۰,۸۱۰۹۴	۴,۲۹۸۵	۰,۸۲۳۶۷	۴,۳۲۸۴	۰,۸۳۵۱۲
۲۵	بهره گیری از قابلیت ها و ظرفیت های اطلاعاتی امنیتی	۴,۱۷۹۱	۰,۸۳۳۴۹	۴,۰۸۹۶	۰,۸۵۰۹۴	۴,۱۳۴۳	۰,۸۸۳۰۳
۲۶	افزایش سهم بودجه ی دفاعی	۴,۲۸۳۶	۰,۷۵۴۹۰	۴,۱۹۴۰	۰,۷۷۵۰۱	۴,۲۲۳۹	۰,۷۸۳۱۳
۲۷	قانون گذاری و قانون مداری با رویکرد تقویت نیروهای مسلح	۴,۳۷۳۱	۰,۸۳۱۸۶	۴,۲۵۳۷	۰,۸۴۴۸۱	۴,۳۴۳۳	۰,۸۷۶۳۴
۲۸	ایجاد بستر نظام دفاعی مبتنی بر دانش	۴,۱۴۹۳	۰,۵۵۷۳۰	۴,۰۸۹۶	۰,۸۶۲۰۳	۴,۰۸۹۶	۰,۸۶۸۳۱
۲۹	بهره گیری از نیروی انسانی کارآمد و دانش بنیان	۴,۲۶۸۷	۰,۸۲۷۲۳	۴,۲۳۸۸	۰,۷۵۰۴۰	۴,۱۳۴۳	۰,۸۸۳۰۳
۳۰	سازمان دهی و ارتقای کیفیت نیروی انسانی	۴,۳۴۳۳	۰,۶۸۶۵۰	۴,۲۸۳۶	۰,۷۰۰۸۴	۴,۳۱۳۴	۰,۷۱۳۶۳
۳۱	سازمان دهی تهدیدمحور و رصد مستمر و دائمی تهدیدات	۴,۱۶۴۲	۰,۸۶۳۳۴	۴,۲۲۳۹	۰,۸۳۶۴۷	۴,۲۳۸۸	۰,۸۴۹۶۱
۳۲	اعتماد به نفس و خوداتکایی در توانایی تولید علم و فناوری	۴,۱۳۴۳	۰,۸۶۸۵۷	۴,۰۸۹۶	۰,۸۷۹۴۳	۴,۱۱۹۴	۰,۸۸۳۰۳
۳۳	سازمان دهی اقتصادی و بهره گیری از سیاست های اقتصاد مقاومتی	۴,۱۹۴۰	۰,۸۰۲۲۵	۴,۱۱۹۴	۰,۸۳۲۹۵	۴,۱۳۴۳	۰,۸۴۴۲۷
۳۴	ایجاد سامانه های متمرکز برای ایجاد ارتباط نهادمند بین بخش های لشکری و کشوری	۴,۵۳۷۳	۰,۵۵۹۴۵	۴,۴۷۷۶	۰,۶۱۲۳۳	۴,۵۰۷۵	۰,۶۵۹۶۲
۳۵	جولوگیری از رقابت و موازی کاری بین بخش های دفاعی و امنیتی	۴,۱۲۱۳	۰,۴۴۲۵	۴,۲۲۱۲	۰,۵۲۱۴	۴,۳۳۲۰	۰,۷۵۶۹
۳۶	تقویت پدافند غیرعامل و ایجاد تسهیلات پایداری و مقاومت	۴,۲۶۸۷	۰,۸۲۷۲۳	۴,۲۰۹۰	۰,۸۴۹۶۱	۴,۲۲۳۹	۰,۸۶۲۳۰
۳۷	توسعه تحقیقات و پژوهش دفاعی امنیتی	۴,۳۳۲۵	۰,۸۵۲۵	۴,۴۷۷۶	۰,۶۱۲۳۳	۴,۶۲۱۵	۰,۵۲۲۲۱
۳۸	حمایت از مبتکران و نخبگان دفاعی امنیتی	۴,۱۲۵۳	۰,۴۲۵۳	۴,۱۲۲۳	۰,۷۶۲۰۸	۴,۲۲۲۱	۰,۶۶۳۲۱
۳۹	ترسیم نقشه جامع علمی دفاعی امنیتی	۴,۱۹۴۰	۰,۷۸۳۱۳	۴,۱۴۹۳	۰,۷۹۶۳۱	۴,۱۷۹۱	۰,۸۰۲۵۳
۴۰	توسعه تعاملات مؤثر و سازنده با کشورها	۴,۳۵۸۲	۰,۸۱۰۹۴	۴,۲۹۸۵	۰,۸۲۳۶۷	۴,۳۲۸۴	۰,۸۳۵۱۲

آزمون مدل پیشنهادی با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی

برای سنجش اعتبار ابعاد و مؤلفه‌های استخراج شده در مرحله‌ی قبل از نرم‌افزار لیزرل استفاده شده است. مدل‌یابی معادلات ساختاری در حوزه‌های متنوع از جمله حوزه‌ی علوم انسانی کاربرد دارد. در این تحقیق برای شناسایی ضرایب تأثیر از تحلیل عاملی تأییدی استفاده شد. در تحلیل عاملی تأییدی مهمترین عامل در تصمیم‌گیری رد یا قبول هر فرضیه میزان شاخص RMSEA است. اگر این شاخص نامطلوب کمتر از $0/1$ باشد، مدل از تناسب قابل قبولی برخوردار است و چنانچه کمتر از $0/05$ باشد، میزان تناسب مدل ایده‌آل است [39]. با توجه به اینکه میزان RMSEA در نمودار شماره ۱ برابر $0/078$ است، تناسب مدل از وضعیت بسیار مطلوبی برخوردار است، ضرایب معناداری برای مقبولیت مدل بین $(-1/96 < X < 1/96)$ قرار داشته و شاخص‌های خوب بودن بزرگ‌تر از $0/7$ هستند، بنابراین مدل از نظر استناد قابل قبول است.

همچنین برای تعیین میزان اتفاق نظر پل خبرگان ضریب هماهنگی کندال مورد استفاده قرار گرفت. مقدار ضریب هماهنگی کندال در صورت وجود توافق کامل برابر یک و در صورت نبود توافق برابر صفر است. جدول ۳ تفاسیر مختلف ضریب هماهنگی کندال را نشان می‌دهد.

اشمیت برای توقف یا ادامه دوره‌های دلفی دو معیار را بیان می‌کند. یکی اینکه اتفاق نظر قوی بین اعضای پل وجود داشته باشد که بر اساس جدول بالا (جدول شماره ۳) تعیین می‌شود و دوم اینکه اگر اتفاق نظر قوی وجود ندارد و مقدار این ضریب در دو دور متوالی رشد ناچیزی دارد، دوره‌های دلفی باید متوقف می‌شد [38]. طبق جداول ۴ و ۵ در سطح معنی‌داری $0/05$ مقدار ضریب هماهنگی کندال بین دور اول و دوم $0/55$ است که نشان‌دهنده‌ی اتفاق نظر متوسط است. به همین علت بعد از انجام تصحیحات لازم پرسشنامه با ۳۸ مؤلفه وارد روند سوم شد. طبق جدول ۵ مقدار هماهنگی کندال برای دور سوم و دوم $0/86$ برآورد شد که نشان‌دهنده‌ی اتفاق نظر بسیار قوی بین اعضای پل است و طبق معیار اشمیت می‌توان دوره‌های دلفی را متوقف کرد.

جدول ۳. مقادیر و تفاسیر مختلف ضریب هماهنگی کندال تاو بی

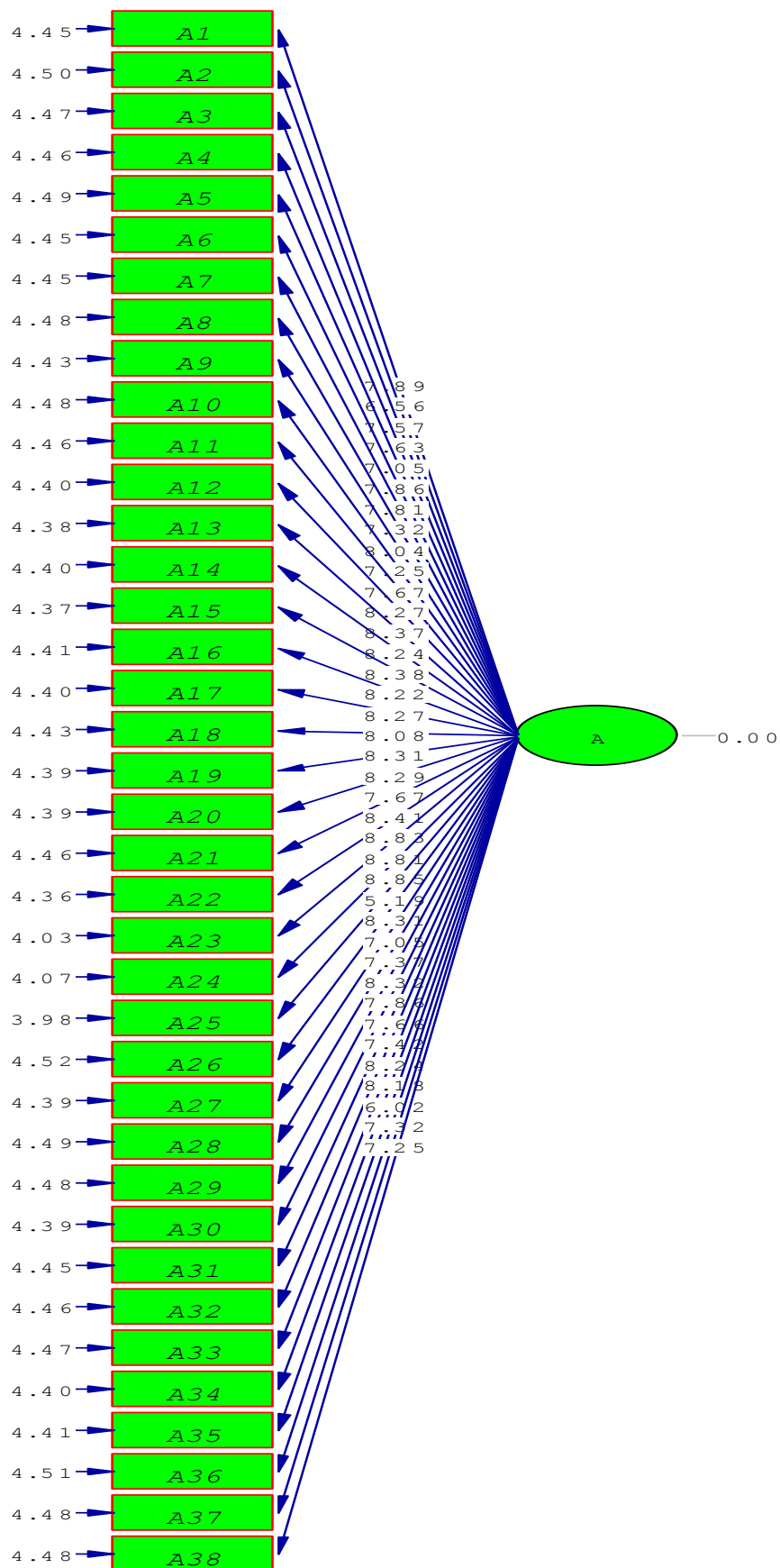
تفسیر	مقدار ضریب کندال تاو بی
اتفاق نظر بسیار ضعیف	$0/1$
اتفاق نظر ضعیف	$0/3$
اتفاق نظر متوسط	$0/5$
اتفاق نظر قوی	$0/7$
اتفاق نظر بسیار قوی	$0/9$

جدول ۴. ضریب هماهنگی دور اول با دور دوم

دور اول	دور دوم	ضریب کندال تاو بی
$0/55$	$1/00$	ضریب هماهنگی
$0/00$		معنی‌داری
۱۴	۱۴	تعداد
$1/00$	$0/55$	ضریب هماهنگی
	$0/00$	معنی‌داری
۱۴	۱۴	تعداد

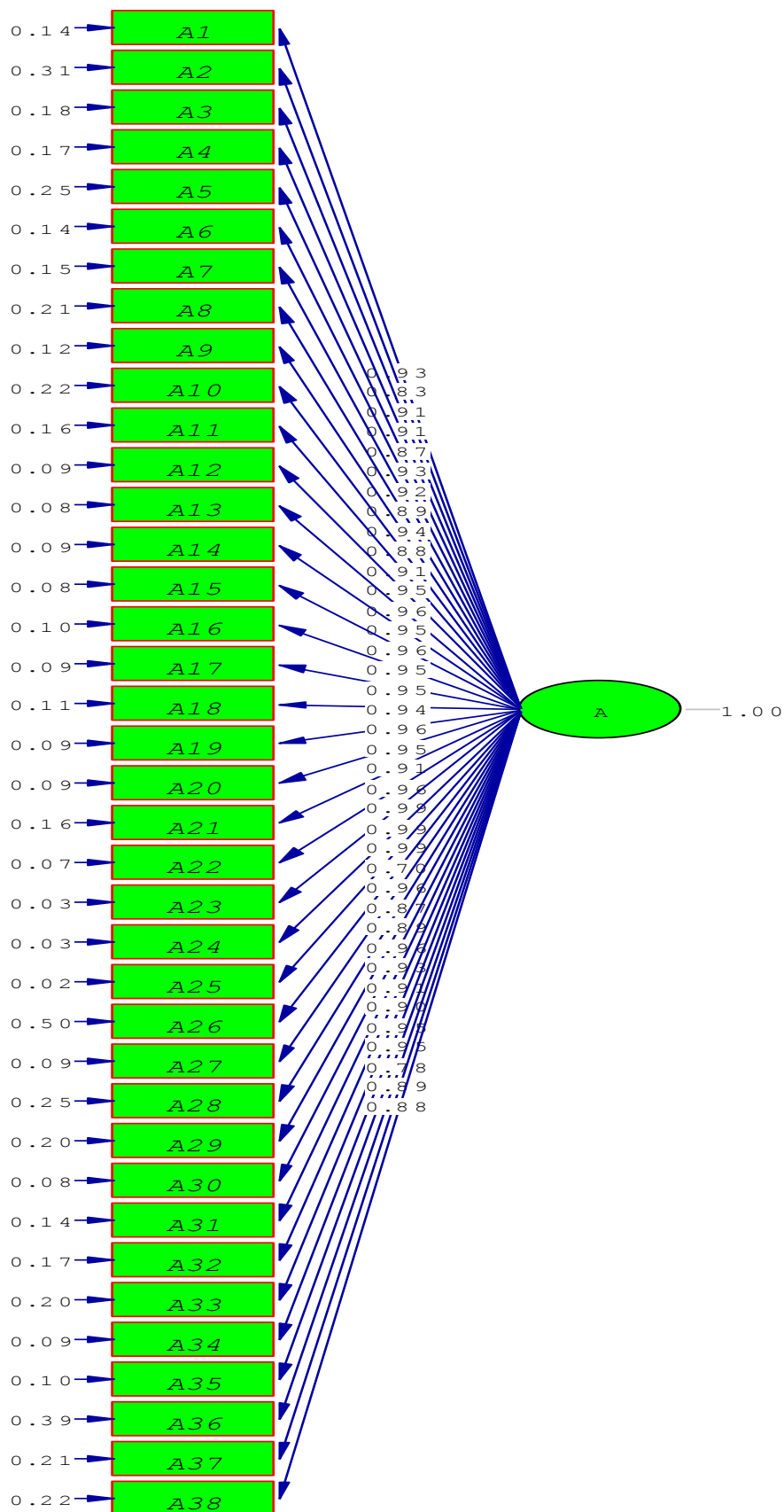
جدول ۵. ضریب هماهنگی دور دوم با دور سوم

دور دوم	دور سوم	ضریب کندال تاو بی
$0/86$	$1/00$	ضریب هماهنگی
$0/00$		معنی‌داری
۱۴	۱۴	تعداد
$1/00$	$0/86$	ضریب هماهنگی
	$0/00$	معنی‌داری
۱۴	۱۴	تعداد



i-Square=3080.65, df=1785, P-value=0.00000, RMSEA=0.078

نمودار ۱. مدل پیشنهادی تحقیق در حالت معنی داری



$\chi^2 = 3080.65$, $df = 1785$, $P\text{-value} = 0.00000$, $RMSEA = 0.078$

نمودار ۲. مدل پیشنهادی تحقیق در حالت استاندارد

به منظور بررسی مدل پیشنهادی تحقیق باید عدد معنی داری نمودار شماره ۱ و عدد استاندارد نمودار شماره ۲ به ترتیب بالاتر از ۱/۹۶ و ۰/۷۰ باشند که در این صورت مدل ارائه شده تأیید می شود. بررسی مدل پیشنهادی تحقیق در قالب عوامل یادشده در جدول ذیل (جدول شماره ۶) ارائه می شود:

جدول ۶. بررسی مدل پیشنهادی تحقیق

ردیف	شرح عامل	عدد معنی داری		عدد استاندارد		نتیجه
		نتیجه	مطلوب	نتیجه	مطلوب	
۱	اتکا به عوامل و ارزش های معنوی و الهی	۷۰,۸۹	۱/۹۶	٪۹۳	٪۷۰	تأیید
۲	مبارزه دائمی با ظلم و استکبار جهانی	۶۰,۵۶	۱/۹۶	٪۸۳	٪۷۰	تأیید
۳	حفظ استقلال همه جانبه و نفی هرگونه سلطه جویی و سلطه پذیری	۷۰,۵۷	۱/۹۶	٪۹۱	٪۷۰	تأیید
۴	برخورداري از نگاه آرمان گرایانه ی واقعیت مدار	۷۰,۶۳	۱/۹۶	٪۹۱	٪۷۰	تأیید
۵	تقویت دفاع همه جانبه در مقابل تهاجم همه جانبه	۷۰,۰۵	۱/۹۶	٪۸۷	٪۷۰	تأیید
۶	اتخاذ راهبردهای دفاعی ترکیبی	۷۰,۸۶	۱/۹۶	٪۹۳	٪۷۰	تأیید
۷	پاسخ جدی و سخت به شرارت های دشمن	۷۰,۸۱	۱/۹۶	٪۹۲	٪۷۰	تأیید
۸	ارتباط مستحکم و تنگاتنگ نیروهای مسلح با ملت	۷۰,۳۲	۱/۹۶	٪۸۹	٪۷۰	تأیید
۹	هوشمندسازی از طریق پیش بینی، آینده نگری و حضور به موقع و به هنگام	۸۰,۰۴	۱/۹۶	٪۹۴	٪۷۰	تأیید
۱۰	هوشمندی نسبت به محیط درگیری و اهداف دشمن	۷۰,۲۵	۱/۹۶	٪۸۸	٪۷۰	تأیید
۱۱	قدرت سازی نیروهای مسلح با بهره گیری از ظرفیت درونی	۷۰,۶۷	۱/۹۶	٪۹۱	٪۷۰	تأیید
۱۲	بهره گیری از دانش بومی و درون زا	۸۰,۲۷	۱/۹۶	٪۹۵	٪۷۰	تأیید
۱۳	بومی کردن فناوری ها و تجهیزات دفاعی امنیتی	۸۰,۳۷	۱/۹۶	٪۹۶	٪۷۰	تأیید
۱۴	قابلیت سازی در فناوری های پیشرفته و بومی	۸۰,۲۴	۱/۹۶	٪۹۵	٪۷۰	تأیید
۱۵	بهره گیری از تجارب دفاعی و امنیتی سایر کشورها	۸۰,۳۸	۱/۹۶	٪۹۶	٪۷۰	تأیید
۱۶	انعطاف پذیری و تبدیل تهدیدات به فرصت ها	۸۰,۲۲	۱/۹۶	٪۹۵	٪۷۰	تأیید
۱۷	ارائه آموزش های دفاعی امنیتی متناسب با تهدیدهای روز	۸۰,۲۷	۱/۹۶	٪۹۵	٪۷۰	تأیید
۱۸	بسج همگانی و مردمی کردن دفاع	۸۰,۰۸	۱/۹۶	٪۹۴	٪۷۰	تأیید
۱۹	افزایش استحکام داخلی نظام و عزم جزم بر دفاع مشروع و منطقی	۸۰,۳۱	۱/۹۶	٪۹۶	٪۷۰	تأیید
۲۰	استحکام و انسجام درونی نیروهای مسلح	۸۰,۲۹	۱/۹۶	٪۹۵	٪۷۰	تأیید
۲۱	کسب قدرت و اقتدار علمی - فناوری	۷۰,۶۷	۱/۹۶	٪۹۱	٪۷۰	تأیید
۲۲	خوداتکایی و خودکفایی در تولید قدرت دفاعی	۸۰,۴۱	۱/۹۶	٪۹۶	٪۷۰	تأیید
۲۳	بهره گیری از قابلیت ها و ظرفیت های اطلاعاتی امنیتی	۸۰,۸۳	۱/۹۶	٪۹۹	٪۷۰	تأیید
۲۴	افزایش سهم بودجه ی دفاعی	۸۰,۸۱	۱/۹۶	٪۹۹	٪۷۰	تأیید
۲۵	قانون گذاری و قانون مداری با رویکرد تقویت نیروهای مسلح	۸۰,۸۵	۱/۹۶	٪۹۹	٪۷۰	تأیید
۲۶	ایجاد بستر نظام دفاعی مبتنی بر دانش	۵۰,۱۹	۱/۹۶	٪۷۰	٪۷۰	تأیید
۲۷	بهره گیری از نیروی انسانی کارآمد و دانش بنیان	۸۰,۳۱	۱/۹۶	٪۹۶	٪۷۰	تأیید
۲۸	سازمان دهی و ارتقای کیفیت نیروی انسانی	۷۰,۰۵	۱/۹۶	٪۸۷	٪۷۰	تأیید
۲۹	سازمان دهی تهدید محور و رصد مستمر و دائمی تهدیدات	۷۰,۳۷	۱/۹۶	٪۸۹	٪۷۰	تأیید
۳۰	اعتماد به نفس و خوداتکایی در توانایی تولید علم و فناوری	۸۰,۳۲	۱/۹۶	٪۹۶	٪۷۰	تأیید
۳۱	سازمان دهی اقتصادی و بهره گیری از سیاست های اقتصاد مقاومتی	۷۰,۸۶	۱/۹۶	٪۹۳	٪۷۰	تأیید
۳۲	ایجاد سامانه های متمرکز برای ایجاد ارتباط نهادمند بین بخش های لشکری و کشوری	۷۰,۶۵	۱/۹۶	٪۹۱	٪۷۰	تأیید
۳۳	جلوگیری از رقابت و موازی کاری بین بخش های دفاعی و امنیتی	۷۰,۴۸	۱/۹۶	٪۹۰	٪۷۰	تأیید
۳۴	تقویت پدافند غیرعامل و ایجاد تسهیلات پایداری و مقاومت	۸۰,۲۴	۱/۹۶	٪۹۶	٪۷۰	تأیید
۳۵	توسعه تحقیقات و پژوهش دفاعی امنیتی	۸۰,۱۸	۱/۹۶	٪۹۸	٪۷۰	تأیید
۳۶	حمایت از مبتکران و نخبگان دفاعی امنیتی	۶۰,۰۲	۱/۹۶	٪۷۸	٪۷۰	تأیید
۳۷	ترسیم نقشه جامع علمی دفاعی امنیتی	۷۰,۳۲	۱/۹۶	٪۸۹	٪۷۰	تأیید
۳۸	توسعه تعاملات مؤثر و سازنده با کشورها	۷۰,۲۵	۱/۹۶	٪۸۸	٪۷۰	تأیید

با توجه به خروجی جدول شماره ۶ از آنجایی که عدد معنی داری بزرگتر از ۱/۹۶ و عدد استاندارد بیشتر از ۷۰ درصد است، در نتیجه تمامی عوامل تأیید می‌شوند.

همچنین نتایج بررسی تأییدی عوامل مؤثر بر بهینه‌سازی اقتدار دفاعی امنیتی جمهوری اسلامی ایران با رویکرد پدافند غیرعامل در جدول شماره ۷ با عنوان بررسی روایی سازه مدل ارائه شده است.

با توجه به جدول شماره ۷ می‌توان بیان کرد که شاخص کای دو بر درجه آزادی که یکی از شاخص‌های اصلی است که ۱/۷۲ بوده و در محدوده مجاز قرار دارد، برازندگی مدل را مورد تأیید قرار می‌دهد. شاخص تعدیل شده برازندگی که مقادیر بین ۰/۹ تا ۰/۹۵ قابل قبول و بالاتر از ۰/۹۵ عالی است و در مدل نهایی با مقدار ۰/۹۶ است که عالی است. شاخص‌های برازش هنجار شده، تطبیقی، برازندگی و تعدیل یافته برازندگی در این مدل به ترتیب برابر با ۰/۹۷، ۰/۹۶، ۰/۹۶ و ۰/۹۶ است که با توجه به دامنه قابل قبول از وضعیت عالی برخوردار هستند. شاخص بعدی ریشه میانگین مربعات خطای برآورد است که باید کمتر از ۰/۰۸ باشد و در این مدل برابر با ۰/۰۷۸ است که در محدوده قابل قبول قرار گرفته است. بنابراین با توجه به کل شاخص‌ها با توجه به شاخص‌های برازندگی محاسبه شده می‌توان گفت که مدل از برازش مناسبی برخوردار است.

نحوه محاسبه اولویت‌ها توسط روش تاپسیس فازی

به منظور استفاده از روش تاپسیس فازی بعد از مشخص شدن عوامل مؤثر بر تقویت مؤلفه‌های دفاعی امنیتی نظام جمهوری اسلامی ایران یک ماتریس تصمیم‌گیری با استفاده از داده‌های به‌دست آمده از پرسشنامه «۲» تشکیل شد، در این ماتریس

جدول ۷. بررسی روایی سازه مدل ارائه شده

اختصار	معادل انگلیسی	معادل فارسی	دامنه قابل قبول	میزان به دست آمده	نتیجه
χ^2/df		شاخص کای دو بر درجه آزادی	کمتر از ۳	۱/۷۲	
rmsea	Root Mean Square of Approximation	ریشه میانگین مربعات خطای برآورد	کمتر از ۰/۰۸	۰/۰۷۸	از آنجایی که بین این نشانگرها هماهنگی و همسویی وجود دارد، در نتیجه روایی سازه مدل تأیید شد.
nfi	Normal Fit Index	شاخص برازش هنجار شده	نزدیک به یک	۰/۹۷	
cfi	Comparative Fit Index	شاخص برازش تطبیقی	نزدیک به یک	۰/۹۶	
gfi	Goodness of Fit Index	شاخص برازندگی	نزدیک به یک	۰/۹۶	
agfi	Adjusted Goodness of Fit Index	شاخص تعدیل یافته برازندگی	نزدیک به یک	۰/۹۶	

جدول ۸. عبارات کلامی و اعداد فازی متناظر با آن برای رتبه‌بندی گزینه‌ها

عبارت کلامی	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
اختصار	خ ک	ک	م	ز	خ ز
عدد فازی متناظر	۰، ۰، ۰/۲	۰/۱، ۰/۳، ۰/۵	۰/۳، ۰/۵، ۰/۷	۰/۶، ۰/۸، ۰/۱	۰/۸، ۱، ۱

گزینه‌های مورد بررسی عوامل شناسایی شده در مرحله قبل (فارغ از اینکه در کدام گروه قرار دارند) بوده و معیارهای ارزیابی در آن نقطه نظرات خبرگان و کارشناسان یا به عبارتی قضاوت تصمیم‌گیران هستند که گزینه‌های مربوطه را سنجش کرده‌اند [۴۰].

بدین ترتیب ماتریسی با ۲۰ ستون تشکیل شد که هر ستون آن نشان‌دهنده امتیازاتی است که یک فرد به گزینه‌ای مختلف اختصاص داده است. گفتنی است از آنجایی که تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری نیازمند استفاده از عبارات کلامی و اعداد فازی متناظر با آن برای رتبه‌بندی گزینه‌هاست، جهت تشکیل ماتریس یاد شده عوامل مهم شناسایی شده در مرحله قبلی با توجه به این طیف بررسی قرار شده‌اند که شرح آن در جدول شماره ۸ مشخص شده است.

گفتن این نکته ضروری است که با توجه به اینکه شاخص‌های ماتریس تصمیم‌گیر نقطه نظرات خبرگان و کارشناسان است و از آنجایی که هر چه گزینه مورد بررسی امتیاز بیشتری در شاخص‌های مورد نظر کسب کند، نشان ارزش بیشتر آن گزینه در آن شاخص است. بنابراین نوع مطلوبیت شاخص‌ها افزایشی تلقی شده و اهمیت نظرات همه اعضای جامعه آماری یکسان در نظر گرفته شده است. بنابراین نیازی به محاسبه ماتریس بی‌مقیاس وزین شده نیست و ماتریس بی‌مقیاس شده ملاک عمل قرار گرفته است.

بعد از تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری مراحل روش FTOP-SIS با استفاده از نرم‌افزار خاص این روش طی شد و اولویت‌بندی عوامل مورد نظر صورت پذیرفت.

با توجه به خروجی جدول شماره ۹ اولویت‌بندی عوامل به شرح جدول شماره ۱۰ است.

جدول ۹. ماتریس تصمیم‌گیری روش FTOPSIS در پژوهش حاضر

معیارهای عوامل مؤثر بر	فرد ۱	فرد ۲	فرد ۳	فرد ۴	فرد ۵
اتکا به عوامل و ارزش‌های معنوی و الهی					
مبارزه دائمی با ظلم و استکبار جهانی					
.					
.					
.					
توسعه تعاملات مؤثر و سازنده با کشورها					

جدول ۱۰. اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر بهینه‌سازی اقتدار دفاعی امنیتی با رویکرد پدافند غیرعامل

ردیف	شرح عامل	اولویت
۱	اتکا به عوامل و ارزش‌های معنوی و الهی	۲
۲	مبارزه دائمی با ظلم و استکبار جهانی	۳
۳	حفظ استقلال همه‌جانبه و نفی هرگونه سلطه‌جویی و سلطه‌پذیری	۴
۴	برخوردار از نگاه آرمان‌گرایانه‌ی واقعیت‌مدار	۷
۵	تقویت دفاع همه‌جانبه در مقابل تهاجم همه‌جانبه	۱۱
۶	اتخاذ راهبردهای دفاعی ترکیبی	۵
۷	پاسخ جدی و سخت به شرارت‌های دشمن	۱۲
۸	ارتباط مستحکم و تنگاتنگ نیروهای مسلح با ملت	۱۷
۹	هوشمندسازی از طریق پیش‌بینی، آینده‌نگری و حضور به موقع و به‌هنگام	۲۴
۱۰	هوشمندی نسبت به محیط درگیری و اهداف دشمن	۲۶
۱۱	قدرت‌سازی نیروهای مسلح با بهره‌گیری از ظرفیت درونی	۱۵
۱۲	بهره‌گیری از دانش بومی و درون‌زا	۳۰
۱۳	بومی‌کردن فناوری‌ها و تجهیزات دفاعی امنیتی	۲۱
۱۴	قابلیت‌سازی در فناوری‌های پیشرفته و بومی	۱۸
۱۵	بهره‌گیری از تجارب دفاعی و امنیتی سایر کشورها	۳۷
۱۶	انعطاف‌پذیری و تبدیل تهدیدات به فرصت‌ها	۱۶
۱۷	ارائه آموزش‌های دفاعی امنیتی متناسب با تهدیدهای روز	۲۹
۱۸	بسیج همگانی و مردمی کردن دفاع	۳۴
۱۹	افزایش استحکام داخلی نظام و عزم جزم بردفاع مشروع و منطقی	۱۰
۲۰	استحکام و انسجام درونی نیروهای مسلح	۹
۲۱	کسب قدرت و اقتدار علمی-فناوری	۶
۲۲	خوداتکایی و خودکفایی در تولید قدرت دفاعی	۲۰
۲۳	بهره‌گیری از قابلیت‌ها و ظرفیت‌های اطلاعاتی امنیتی	۲۷
۲۴	افزایش سهم بودجه‌ی دفاعی	۱۳
۲۵	قانون‌گذاری و قانون‌مداری با رویکرد تقویت نیروهای مسلح	۱۴
۲۶	ایجاد بستر نظام دفاعی مبتنی بر دانش	۲۲
۲۷	بهره‌گیری از نیروی انسانی کارآمد و دانش‌بنیان	۳۳
۲۸	سازمان‌دهی و ارتقای کیفیت نیروی انسانی	۳۱
۲۹	سازمان‌دهی تهدیدمحور و رصد مستمر و دائمی تهدیدات	۲۵
۳۰	اعتماد به نفس و خوداتکایی در توانایی تولید علم و فناوری	۸
۳۱	سازمان‌دهی اقتصادی و بهره‌گیری از سیاست‌های اقتصاد مقاومتی	۳۶
۳۲	ایجاد سامانه‌های متمرکز برای ایجاد ارتباط نهادمند بین بخش‌های لشکری و کشوری	۳۵

ادامه جدول ۱۰. اولویت بندی عوامل مؤثر بر بهینه سازی اقتدار دفاعی امنیتی با رویکرد پدافند غیرعامل

ردیف	شرح عامل	اولویت
۳۳	جلوگیری از رقابت و موازی کاری بین بخش های دفاعی و امنیتی	۲۸
۳۴	تقویت پدافند غیرعامل و ایجاد تسهیلات پایداری و مقاومت	۱۹
۳۵	توسعه تحقیقات و پژوهش دفاعی امنیتی	۲۳
۳۶	حمایت از مبتکران و نخبگان دفاعی امنیتی	۳۲
۳۷	ترسیم نقشه جامع علمی دفاعی امنیتی	۱
۳۸	توسعه تعاملات مؤثر و سازنده با کشورها	۳۸

نتیجه گیری و پیشنهاد

موقعیت بی بدیل ژئوپلیتیکی^۲ و ژئواستراتژی^۴ جمهوری اسلامی ایران با محوریت اسلام، ایران را به بازیگر فعال منطقه ای و بین المللی تبدیل کرده است؛ به همین دلیل جمهوری اسلامی ایران همواره توسط کشورهای سلطه طلب تهدید می شود و لزوم اتخاذ رویکرد فعال و پیشگیرانه با تهدیدات علیه امنیت ملی جمهوری اسلامی ایران از اولویت های اساسی نظام دفاعی امنیتی محسوب می شود. بدین منظور تحقیق حاضر با هدف بیان الزامات راهبردی تقویت مؤلفه های دفاعی امنیتی نظام جمهوری اسلامی ایران به رشته تحریر درآمد و مهمترین ابزارهای پژوهش نیز عبارتند بودند از: مطالعات کتابخانه ای، مصاحبه با خبرگان و پرسشنامه. در این تحقیق فن دلفی به عنوان مهمترین روش برای تأیید مؤلفه های استخراج شده به کار رفت و سپس با استفاده از مدل بایی معادلات ساختاری به برازش مدل پرداخته شد. دو تن از اعضای هیئت علمی دانشگاه امام حسین (علیه السلام) و دانشگاه عالی دفاع ملی به عنوان ناظر مراحل دلفی انتخاب شدند و محقق خود به عنوان مجری دلفی در این پژوهش بوده است. در نهایت تعداد ۱۴ نفر خبره انتخاب شدند و فرم دعوت به دلفی به صورت حضوری تحویل ایشان شد. دلفی در ۳ دوره انجام گرفت که در دوره اول ۲ مؤلفه حذف شد. ضریب هماهنگی کندال برای دور دوم و سوم ۰٫۸۶، به دست آمد که نشان دهنده ی اتفاق نظر بسیار قوی بین پنل خبرگان است. در مرحله ی بعد پرسشنامه بر اساس ۳۸ مؤلفه مستخرج از دلفی با استفاده از نرم افزار لیزرل^۵ مورد روایی سنجی خبرگان قرار گرفت و تأیید شد. با توجه به نتایج تحقیق حاضر، عوامل مؤثر بر بهینه سازی اقتدار دفاعی امنیتی با رویکرد پدافند غیرعامل بر اساس روش اولویت بندی FTOPSIS عبارتند از:

۱. ترسیم نقشه جامع علمی دفاعی امنیتی
۲. اتکا به عوامل و ارزش های معنوی و الهی
۳. مبارزه دائمی با ظلم و استکبار جهانی
۴. حفظ استقلال همه جانبه و نفی هرگونه سلطه جویی و سلطه پذیری
۵. اتخاذ راهبردهای دفاعی ترکیبی
۶. کسب قدرت و اقتدار علمی-فناوری
۷. برخورداری از نگاه آرمان گرایانه ی واقعیت مدار

۸. اعتماد به نفس و خودتکایی در توانایی تولید علم و فناوری
۹. استحکام و انسجام درونی نیروهای مسلح
۱۰. افزایش استحکام داخلی نظام و عزم جزم بر دفاع مشروع و منطقی
۱۱. تقویت دفاع همه جانبه در مقابل تهاجم همه جانبه
۱۲. پاسخ جدی و سخت به شرارت های دشمن
۱۳. افزایش سهم بودجه ی دفاعی
۱۴. قانون گذاری و قانون مداری با رویکرد تقویت نیروهای مسلح
۱۵. قدرت سازی نیروهای مسلح با بهره گیری از ظرفیت درونی
۱۶. انعطاف پذیری و تبدیل تهدیدات به فرصت ها
۱۷. ارتباط مستحکم و تنگاتنگ نیروهای مسلح با ملت
۱۸. قابلیت سازی در فناوری های پیشرفته و بومی
۱۹. تقویت پدافند غیرعامل و ایجاد تسهیلات پایداری و مقاومت
۲۰. خودتکایی و خودکفایی در تولید قدرت دفاعی
۲۱. بومی کردن فناوری ها و تجهیزات دفاعی امنیتی
۲۲. ایجاد بستر نظام دفاعی مبتنی بر دانش
۲۳. توسعه تحقیقات و پژوهش دفاعی امنیتی
۲۴. هوشمندسازی از طریق پیش بینی، آینده نگری و حضور به موقع و به هنگام
۲۵. سازمان دهی تهدیدمحور و رصد مستمر و دائمی تهدیدات
۲۶. هوشمندی نسبت به محیط درگیری و اهداف دشمن
۲۷. بهره گیری از قابلیت ها و ظرفیت های اطلاعاتی امنیتی
۲۸. جلوگیری از رقابت و موازی کاری بین بخش های دفاعی و امنیتی
۲۹. ارائه آموزش های دفاعی امنیتی متناسب با تهدیدهای روز
۳۰. بهره گیری از دانش بومی و درون زا
۳۱. سازمان دهی و ارتقای کیفیت نیروی انسانی
۳۲. حمایت از مبتکران و نخبگان دفاعی امنیتی
۳۳. بهره گیری از نیروی انسانی کارآمد و دانش بنیان
۳۴. بسیج همگانی و مردمی کردن دفاع
۳۵. ایجاد سامانه های متمرکز برای ایجاد ارتباط نهادمند بین بخش های لشکری و کشوری
۳۶. سازمان دهی اقتصادی و بهره گیری از سیاست های اقتصاد مقاومتی
۳۷. بهره گیری از تجارب دفاعی و امنیتی سایر کشورها

۳۸. توسعه تعاملات مؤثر و سازنده با کشورها

همچنین بر اساس نتایج پژوهش حاضر پیشنهادهای زیر بیان می‌شوند:

۱) بهره‌گیری از نتایج پژوهش حاضر به منظور ارتقای توانمندی‌های دفاعی امنیتی؛

۲) ترسیم نقشه جامع علمی دفاعی امنیتی به منظور هم‌افزایی در اقدامات پدافندی دفاعی امنیتی جمهوری اسلامی ایران و ایجاد یک نظم و نظام منطقی و جلوگیری از موازی‌کاری نهادهای دفاعی و امنیتی؛

۳) از آنجایی که منابع انسانی در نیروهای مسلح به عنوان مهمترین سرمایه سازمانی قلمداد می‌شود، پیشنهاد می‌شود قوانین و مقررات مربوط به منابع انسانی به نحوی طراحی شوند که بتواند تسهیل‌کننده اقدامات پدافندی دفاعی امنیتی و ایجاد انگیزه در آنان باشد.

پی‌نوشت

1. Geopolitical
2. Geo Strategy
3. Lisrel
4. Geopolitical
5. Geo Strategy
6. Lisrel

منابع

[۱] شعبانی، محمدرضا (۱۳۹۲). راهبردهای امنیتی جمهوری اسلامی ایران در استان سیستان و بلوچستان مبتنی بر عوامل ژئوپلیتیکی، رساله دکتری، تهران: دانشگاه عالی دفاع ملی.

[2] Boldrin, M; De Nardi, M; Larry, E. (2015). Fertility and Social Security, Journal of Demographic Economics, 81 (3), pp. 261-299.

[3] Caring, R. L. (1987). Training and development handbook, Third edition, new York: Mc Graw- Hill Book Company.

[4] Eldrige, I. (2005). Mean little Girls, Cwk Network, Inc.

[5] Osler, A and et al. (2001). Not a problem? Girls and School Exclusion, National Children's Bureau.

[۶] زرقانی، سیدهادی؛ امینی، مرضیه؛ رمضان، مهناز (۱۳۹۶). «تحلیل اصول و ملاحظات امنیتی در زیرساخت حمل و نقل شهری در کلان‌شهرهای ایران»، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال سی و دوم، شماره سوم، صص ۹۹-۸۸.

[۷] نوریان، ارشیر (۱۳۹۲). «جایگاه مؤلفه دفاعی-امنیتی در تحکیم و توسعه اقتدار ملی از منظر امام خمینی (ره) و آیت‌الله خامنه‌ای»، فصلنامه پژوهش‌های سیاسی جهان اسلام، سال سوم، شماره چهارم، صص ۱۷۰-۱۴۱.

[۸] رشیدزاده، فتح‌الله؛ عاشوری، ذبیح‌الله؛ شهرام‌فر، جعفر (۱۳۹۰). «الگوی راهبردی تحکیم و توسعه اقتدار دفاعی امنیتی جمهوری اسلامی ایران»، فصلنامه مطالعات دفاعی استراتژیک، سال دوازدهم، شماره ۴۶، صص ۱۴۱-۱۲۱.

[۹] حیات مقدم، امیر؛ کلانتری، فتح‌الله؛ فلاح، عباس (۱۳۹۶). «شناسایی عوامل مرتبط با مؤلفه دفاعی-امنیتی جهت استحکام ساخت درونی قدرت نظام با تأکید بر منویات فرماندهی معظم کل قوا»، فصلنامه راهبردی دفاعی، سال پانزدهم، شماره ۵۷، صص ۶۶-۴۳.

[۱۰] سوره مبارکه الأنفال آیه ۶۰.

[۱۱] نهج البلاغه، خطبه فرازی از خطبه ۲۶: فراز ۵.

[۱۲] جدیدی، احمد (۱۳۹۵). «پدافند غیرعامل؛ مدیریت بحران در عرصه تهدیدات دفاعی-امنیتی»، فصلنامه مدیریت بحران، سال هشتم، شماره ۲۸، صص ۱۹۷-۱۷۳.

[13] Oxford Advanced Learner's Dictionary (2005), 7th edition: London, Oxford Press; Threat.

[14] Richard, Wyn Jones (1999), Security, Strategy and critical Theory: LondonmLynne Rienner publishers.

[۱۵] حافظ‌نیا، محمدرضا. (۱۳۸۵). اصول و مفاهیم ژئوپلیتیک، چاپ اول، مشهد: انتشارات پاپلی.

[۱۶] مرادیان، محسن (۱۳۸۵). ابعاد و مظاهر تهدیدات، چاپ اول، تهران: مرکز آموزشی و پژوهشی شهید علی صیادشیرازی.

[۱۷] بوزان، باری. (۱۳۸۰). «امنیت، کشور، نظم نوین جهانی و فراسوی آن»، ترجمه احد پارساپور، فصلنامه فرهنگ اندیشه، شماره‌های ۴-۳.

[۱۸] پاشایی هولاسو، امین؛ شعبانی، محمدرضا؛ استکی، جواد (۱۳۹۶). «شناسایی عوامل مؤثر بر تحقق امنیت ملی در نهج البلاغه»، فصلنامه پژوهشنامه نهج البلاغه، سال پنجم، شماره هجدهم، صص ۵۲-۳۱.

[۱۹] عصاریان‌نژاد، حسین (۱۳۸۸). جزوه درسی محیط‌شناسی امنیتی، تهران: دانشگاه عالی دفاع ملی.

[۲۰] جمالی، علی؛ مدنی، سیدمصطفی (۱۳۹۴). «نقش پدافند غیرعامل در بازدارندگی از جنگ»، فصلنامه راهبرد دفاعی، سال سیزدهم، شماره ۵۱، صص ۲۰۶-۱۷۱.

[۲۱] دلوری، رضا؛ روستایی، محمدتقی (۱۳۹۵). «مزایا و نواقص پدافند غیرعامل جمهوری اسلامی ایران»، فصلنامه سپهر سیاست، سال سوم، شماره نهم، صص ۱۴۰-۱۲۱.

[۲۲] عطایی، سیدشکور؛ قاضی‌زاده‌فرد، سیدضیاءالدین (۱۳۹۳). «ارائه الگوی به‌کارگیری مدیریت دانش در پدافند غیرعامل (با تأکید بر نقش منابع انسانی)»، فصلنامه پدافند غیرعامل، سال پنجم، شماره ۳، صص ۱۹-۱۱.

[۲۳] منوچهری، عباس (۱۳۷۶). «قدرت مدرنیسم و پست‌مدرنیسم»، دوماهنامه اطلاعات اقتصادی-سیاسی، موسسه اطلاعات.

[۲۴] راش، مایکل (۱۳۷۷). جامعه و سیاست: مقدمه‌ای بر جامعه‌شناسی سیاسی، ترجمه منوچهر صبوری، تهران: انتشارات سمت.

[۲۵] ایزدی، مصطفی؛ دولتشاه، بهروز (۱۳۹۶). «گفتمان ولایت فقیه در حوزه اقتدار دفاعی-امنیتی»، فصلنامه مطالعات دفاعی راهبردی، سال پانزدهم، شماره ۶۷، صص ۲۱۰-۱۸۱.

[۲۶] دهخدا، علی‌اکبر (۱۳۷۳). لغت‌نامه دهخدا، قم: انتشارات ارزشمند.

[۲۷] کالینز، جان ام (۱۳۸۶). استراتژی بزرگ اصول و رویه‌ها، ترجمه کوروش بایندر، چاپ چهارم، تهران: دفتر مطالعات سیاسی و بین‌المللی.

[۲۸] رستمی، محمود (۱۳۸۶). فرهنگ واژه‌های نظامی، تهران: انتشارات دانشکده فرماندهی و ستاد آجا.

[۲۹] کیانی، سورنا (۱۳۹۵). «الگوی راهبردی دفاع همه‌جانبه از منظر قرآن کریم»، رساله دکتری، تهران: دانشگاه عالی دفاع ملی.

[۳۰] رشیدزاده، فتح‌الله (۱۳۸۷). «توسعه و تحکیم قدرت و اقتدار نظامی جمهوری اسلامی ایران»، فصلنامه مدیریت نظامی، شماره ۳۳.

[۳۱] شفیعی، نوذر؛ شکر، مقدم، اصغر (۱۳۹۳). «دیپلماسی فناوری جمهوری اسلامی ایران (با تأکید بر فناوری‌های دفاعی-امنیتی)»، فصلنامه تحقیقات سیاسی بین‌المللی، شماره نوزدهم، صص ۲۶۹-۲۳۵.

- [۳۲] کلانتری، فتح‌الله؛ افتخاری، اصغر (۱۳۹۳). «بررسی و تبیین راهبردی «تهدید در مقابل تهدید» در سیاست دفاعی جمهوری اسلامی ایران»، مجله سیاست دفاعی، سال بیست‌ودوم، شماره ۸۸، صص ۶۳-۹۰.
- [۳۳] کلانتری، فتح‌الله (۱۳۹۶). «تأثیر اقتدار دفاعی بر اقتدار سیاسی از دیدگاه امام خامنه‌ای (مدظله‌العالی)»، مجله سیاست دفاعی، سال بیست‌وپنجم، شماره ۹۸، صص ۳۹-۶۱.
- [۳۴] حبیبی، نیک‌بخش (۱۳۹۷). «مدل دفاعی-امنیتی جمهوری اسلامی ایران متناسب با الگوی اسلامی-ایرانی پیشرفت»، پژوهش‌نامه نظم و امنیت انتظامی، سال یازدهم، شماره اول، صص ۱۵۶-۱۲۹.
- [۳۵] قنبری، سمیه؛ آذرشب، محمدتقی؛ موسوی، سیدمحمد رضا (۱۳۹۵). «استحکام درونی قدرت ملی جمهوری اسلامی ایران در اندیشه مقام معظم رهبری با تأکید بر مؤلفه‌های دفاعی-امنیتی»، فصلنامه پژوهش‌های سیاسی جهان اسلام، سال ششم، شماره چهارم، صص ۲۱۲-۱۹۳.
- [۳۶] فرتوک‌زاده، حمیدرضا؛ سلطانیان، جواد؛ آزادی، فرزاد (۱۳۹۶). «تبیین نقش فرهنگ در الگوی ایرانی-اسلامی پیشرفت در حوزه دفاعی-امنیتی»، فصلنامه مطالعات دفاعی راهبردی، سال پانزدهم، شماره ۶۷، صص ۲۸۵-۳۰۶.
- [۳۷] بازرگان‌هرندی، عباس (۱۳۸۷). «روش تحقیق آمیخته: رویکردی برتر برای مطالعات مدیریت»، فصلنامه دانش مدیریت، سال بیست‌ویکم، شماره ۸۱، صص ۳۶-۱۹.
- [۳۸] سهرابی، روح‌الله؛ جعفری‌سرشت، داود؛ میداندار باسمنجی، فهیمه (۱۳۹۶). «ارائه چهارچوب مدیریت استعداد با رویکرد چابکی منابع انسانی»، فصلنامه پژوهش‌های مدیریت منابع انسانی، سال نهم، شماره ۲۸، صص ۲۰-۱.
- [۳۹] پاشایی هولاسو، امین؛ فتحی، صمد؛ حبیبی، حسن (۱۳۹۶). «امکان‌سنجی تأثیر راهبردی فرهنگ سازمانی بر نهادینه‌سازی مدیریت دانش»، فصلنامه مطالعات مدیریت راهبردی دفاع ملی، سال اول، شماره ۴، صص ۶۰-۳۷.
- [۴۰] آذر، عادل؛ پیشدار، مهسا (۱۳۹۰). «شناسایی و اندازه‌گیری شاخص‌های چابکی سازمانی (مطالعه موردی)»، فصلنامه پژوهش‌های مدیریت، سال چهارم، شماره ۱۱، صص ۲۰-۵.

الگوی طراحی شبکه‌ی آب‌رسانی شهری برای تأمین پایدار آب در برابر تهدیدات با رویکرد محله محوری

غلامرضا جلالی فراهانی: استادیار، دانشگاه عالی دفاع ملی

حسن پیری حور*: دانشجوی کارشناسی ارشد، پدافند غیرعامل، گرایش طراحی، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، hassanpiri71@yahoo.com

محمدعلی نکوئی: استادیار، دانشگاه صنعتی مالک اشتر

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۸/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۱۶

چکیده

از آنجا که شبکه‌ی توزیع آب به منزله‌ی آخرین حلقه از چرخه‌ی آب‌رسانی شهری، ارتباط مستقیمی با مشترکین دارد، از این رو تغییرات به وجود آمده در کمیت و کیفیت آب شرب ممکن است پس از وقوع بحران، پیامدهای ناخوشایندی به دنبال داشته باشد. یکی از مهم‌ترین اقدامات مورد نیاز برای کاهش پیامدهای منفی ناشی از وقوع تهدیدات انسان‌ساخت یا رخدادهای طبیعی و حوادث ذاتی در شبکه‌های آب‌رسانی شهری، داشتن طرحی متناسب با اصول و مبانی پدافند غیرعامل است. پژوهش حاضر به منظور ارائه‌ی الگوی طراحی شبکه‌ی آب شهری انجام شده است تا پایداری لازم را در برابر بحران‌های احتمالی به ارمغان آورد. در همین راستا ابتدا چهار مدل (سریالی، شاخه‌ای، حلقوی و مرکب) موجود برای طراحی شبکه‌ی آب تشریح گردیده و با شناخت یازده مدل شهرسازی و تطبیق آن‌ها با مدل‌های شبکه‌ی آب در نهایت شش مدل (شعاعی، حلقوی، تار عنکبوتی، شطرنجی، اقماری و کهکشانی) برای طراحی شبکه‌ی آب مطلوب ارزیابی شدند. با در نظر داشتن هفت اصل پدافند غیرعامل (کوچک‌سازی، شبکه‌سازی، مستحکم‌سازی، ذخیره‌سازی، موازی‌سازی، پراکنده‌سازی و جایگزین‌سازی)، مدل‌های شهری منتخب به منظور طراحی شبکه‌ی آب حول چهار محور اصلی (کاهش احتمال وقوع تهدیدات، تقلیل در آسیب‌پذیری، سرعت بازگردانی به شرایط عادی و سهولت در مدیریت شرایط اضطراری) که مجموعاً ۱۶۸ حالت مختلف را شامل می‌شوند مورد ارزیابی قرار گرفتند. با توجه به نتایج حاصل شده، چارچوب نظری الگو تدوین و شش محور اصلی آن تعیین شد. در ادامه با شناسایی ۳۴ مشخصه برای الگوی پیشنهادی، ۱۴ مورد از نوآوری‌های الگو معرفی شدند تا در نهایت با ترسیم سیمای عمومی موردنظر، الگوی طراحی شبکه‌ی آب‌رسانی شهری برای تأمین پایدار آب در برابر تهدیدات و با رویکرد محله محوری ارائه گردید.

واژه‌های کلیدی: شبکه‌ی آب‌رسانی، تأمین پایدار آب، تهدیدات، محله محوری

Urban Water Network Design Pattern for Sustainable Water Supply Against Threats with Axial Neighborhood Approach

Gholam Reza Jalali Farahani¹, Hasan piri hoor^{*2}, Mohammad Ali Nekooie³

Abstract

Abstract: As the water distribution network as a last resort in the urban water cycle is directly related to the subscribers, the changes in the quality and quantity of drinking water may have adverse human, socio-economic and physical consequences in the shortest time after the crisis. One of the most important measures to reduce the negative consequences of the occurrence of human-made threats, natural events and inherent accidents in urban water networks is to have a plan that is in accordance with the principles of non-operational defense. In this regard, the present study was designed to provide urban water network design model in order to provide sustainability against potential crises. In this paper, four models (serial, branch, ring and composite) are presented for network design. By identifying 11 models of urbanization and their adaptation to water network models, six models (radial, circular, spider, network, satellite, and galactic) To design the optimal water network. Considering seven inertial defenses (diminishing, networking, consolidating, storing, balancing, dispersing and replacing), selected urban models are designed to design a water grid around the four main axes (reducing the probability of occurrence of threats, decreasing the vulnerability, reducing the speed to Normal conditions and ease of management of emergencies (which include a total of 168 different modes) were evaluated. According to the results, the theoretical framework of the model was formulated and its main axes were determined. In the following, identifying 34 characteristics for the proposed model, 14 patterns of innovation were introduced, in the end, by designing the public view, the urban water network design pattern was developed to provide sustainable water supply against threats and with a neighborhood-oriented approach.

Keywords: Water Supply Network, Sustainable Water Supply, Threats, Axis Neighborhood

1 - Associated Professor, Supreme National Defense University

2 - Faculty Member of Malek Ashtar University of Technology, Email: ali.nekooie@gmail.com

3 - Assistant professor, Departement of Passive Defence, Malek ashtar University of Technology, Tehran, Iran

مقدمه

شهر یکی از زیستگاه‌های متراکم انسانی است که به دلیل حضور انسان، نیازمند ایمنی در همه‌ی ابعاد کالبدی، اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی، مدیریتی و هر نوع اقدامی است که جامعه‌ی انسانی و محیط طبیعی و مصنوع آن را بیمه می‌کند [۱]. رعایت الزامات پدافند غیرعامل نه تنها در مقابل حملات احتمالی بلکه در مقابل سوانح طبیعی از اصول لازم در توسعه‌ی پایدار و ماندگاری تأسیسات و زیرساخت‌های شهر و حفظ جان و مال مردم به شمار می‌رود [۲]. از آنجا که برنامه‌ریزی پدافند غیرعامل، پیش از رخداد حوادث (در زمان صلح و وضع عادی جوامع) انجام می‌گیرد، می‌توان پدافند غیرعامل را نوعی مدیریت پیش از بحران نیز نامید [۳].

تاریخ آب‌رسانی از روزگاری آغاز می‌گردد که بشر زندگی گروهی را برگزید. سپس برای تأمین نیاز خود از آب، نخستین شهرها را در کنار رودخانه‌هایی مانند نیل، دجله، فرات و سند ساخت. در جاهایی که دسترسی به آب رودخانه نبود برای رفع نیازهای خود اقدام به کندن چاه نمود. چون همه‌ی آب‌هایی که در دسترس بودند از نظر کمی و کیفی جواب‌گوی نیازهای انسان نبودند به فکر جابجا کردن آن افتاد و فن آبیاری و آب‌رسانی به وجود آمد [۴]. در قدیم شبکه‌ی آب‌رسانی شهرها با شبکه‌ی آبیاری کشاورزی جدا از هم نبودند و انسان با دست برد در چگونگی آب آن را برای آشامیدن مناسب می‌ساخت. تنها از گذشته‌ای نزدیک بود که با توجه بیشتر انسان به کیفیت آب‌های آشامیدنی و به‌ویژه از دید بهداشتی و گندزدایی آن‌ها شبکه‌های آب‌رسانی شهری از شبکه‌های آبیاری کشاورزی جدا گشتند [۵].

مفهوم محله‌ی پایدار: مکانی است که از یک بخش شهری و جمعیت آن تشکیل شده است و به‌صورت یک سیستم زنده عمل می‌کند و نیازهای مختلف (کیفیت زندگی، فرصت‌های شغلی، کیفیت زیست‌محیطی، تعامل اجتماعی، هویت مثبت، زندگی فرهنگی) ساکنان آینده و فعلی را برآورده می‌سازد که کاملاً در تقویت و عملکرد مکان نقش دارد به‌صورتی که در توسعه‌ی پایدارتر محیط شهری نقش دارد [۶]. طرح محله‌ی پایدار، دربرگیرنده‌ی توسعه‌ی جوامع با توجه به اهداف زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی در یک چشم‌انداز متعادل است [۷]. خیابان‌های شبکه‌ای در مقایسه با سایر الگوها، ارتباط و اتصال بهتری دارند و فواصل کوتاه‌تری بین مقصدها به وجود می‌آورند. اثرات گروه‌بندی، پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری و استفاده از حمل‌ونقل عمومی را تشویق می‌کنند و بدین ترتیب از سهم رفت‌وآمد موتوری می‌کاهند [۸]. با مطرح شدن محله به‌عنوان سلول زندگی شهری تحقیق توسعه‌ی پایدار نیز تنها در قالب توسعه‌ی محله‌ای و در ادامه‌ی تفکر جهانی بیندیش، محلی عمل کن دنبال شد. با توجه به این‌که در حال حاضر بیش از ۶۰ درصد از مردم جهان در شهرها زندگی می‌کنند، نحوه‌ی توسعه‌ی محله‌ها در مقیاس کلان در پرتو مشارکت، دخیل کردن مردم و بها دادن به سرمایه‌های اجتماعی، مدیریت مردم و برانگیختن حس مسئولیت در قبال شرایط حاکم، می‌تواند

موفقیت یا شکست جامعه را در برابر حل مشکلات اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی، کالبدی و غیره تعمین نماید [۹].

رویکرد محله‌محوری: تحولات شهرنشینی در چند دهه‌ی اخیر در کشور ما موجب شکل‌گیری، رشد و توسعه‌ی بی‌رویه‌ی شهر و شهرنشینی شده است که در نتیجه‌ی آن مشکلات عدیده‌ای در ابعاد مدیریتی، اقتصادی، اجتماعی، کالبدی، تأسیسات و تجهیزات شهری و امکانات شهری و ... گریبان‌گیر شهرها شده است. همه‌ی این عوامل دست‌به‌دست هم داده تا لزوم تحول در نظام مدیریتی شهرها صورت گیرد. از این‌رو محله‌محوری در مدیریت و برنامه‌ریزی شهری به‌منزله‌ی یک رویکرد و گام اساسی مطرح است [۱۰]. به دلیل گستردگی ابعاد در ماهیت مسائل شهری و پیچیدگی آن‌ها، نگاهی کل‌نگر و توجه به ابعاد و جنبه‌های مختلف مسائل شهری به‌منظور نیل به توسعه‌ی پایدار، امری اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. در این میان توجه و تأکید بر برنامه‌ریزی و مدیریت شهرها، بیش از هر زمان دیگری به سطوح پایین‌تر و ابعاد ملموس زندگی شهری معطوف شده است [۱۱].

از آنجا که این مقاله تأسیسات شبکه‌ی آب‌رسانی شهری را مورد بررسی قرار می‌دهد و با توجه به اینکه تأسیسات شهری علاوه بر تأثیرپذیری از تحولات شهرنشینی و ایجاد اختلال در خدمات‌دهی به شهروندان، از طرفی نیز به دلیل حساسیت و جذابیت بالا ممکن است متحمل انواع مختلف تهدیدات دشمن باشند، بنابراین رویکرد محله‌محوری در طراحی زیرساخت‌های شهری و به‌خصوص آب‌رسانی شهری با توجه به برخورداری از اصول پدافند غیرعامل، می‌تواند در پایداری آب‌رسانی مؤثر واقع گردد.

اجزای اصلی سامانه‌ی آب‌رسانی: در این بخش از مقاله اجزای اصلی سامانه‌ی آب‌رسانی شهری تأمین، تصفیه، ذخیره و توزیع آب معرفی می‌گردد تا در ادامه، شبکه‌ی توزیع آب مورد بررسی قرار گیرد.

منابع تأمین آب: منابع تأمین‌کننده‌ی آب به دو دسته‌ی سطحی و زیرسطحی تقسیم می‌شوند. منابع تأمین آب در بالاترین سطح سامانه‌ی آب‌رسانی قرار دارند و تغییرات کیفی و کمی در این منابع تأثیر بسزایی در بخش‌های پایین‌دست سامانه همچون تصفیه‌خانه خواهد داشت و شامل بخش‌های مختلفی همچون مخزن ذخیره‌ی آب خام، ایستگاه پمپاژ آب خام، حوضچه‌های رسوب‌گیر، دریاچه‌های تنظیم دبی، سیستم پایش کیفیت آب، ایستگاه‌های هیدرومتری و ... است [۱۲، ۱۳].

تصفیه‌ی آب: تصفیه‌خانه‌ها به دلیل تمرکز و اهمیت بسیار بالایی که در سامانه‌ی آب‌رسانی دارند (تضمین کیفیت آب)، پتانسیل بسیار بالایی برای بروز بحران‌های وسیع در جوامع دارند. نوسانات آب هرچند کوتاه و اندک می‌تواند تأثیرات بسیار بالایی در کل سامانه‌ی آب‌رسانی داشته باشد [۱۴].

ذخیره‌ی آب: مخازن ذخیره‌ی آب از جمله مهم‌ترین اجزای سامانه‌ی آب‌رسانی هستند که آب انتقالی از تصفیه‌خانه را در خود جای می‌دهد و به این دلیل برای اهداف تروریستی و نظامی اهداف

بسیار مناسبی به شمار می‌آیند. در صورت تخریب این مخازن خسارت‌های جبران‌ناپذیری به شبکه‌ی توزیع وارد می‌شود [۱۴].

توزیع آب: شبکه‌ی توزیع مجموعه‌ای به هم پیوسته از منابع، خطوط لوله، عناصر هیدرولیکی مانند پمپ‌ها، شیرهای تنظیم‌کننده، مخازن هوایی است که هدف آن ارائه‌ی آب با فشار مطلوب به مشترکین است [۱۵]. این بخش شامل چهار قسمت از جمله مخازن ذخیره‌ی آب، ایستگاه‌های پمپاژ، لوله‌های اصلی و فرعی و شیرآلات و تأسیسات جانبی است [۱۶].

انواع شبکه‌ی توزیع آب شهری

شبکه‌ی سریال: شبکه‌ای است که حلقه و شاخه ندارد. این شبکه، ساده‌ترین نوع شبکه است که عموماً دارای یک گره چشمه، یک گره چاه و یا یک گره مصرف است. اولین لوله از یک گره چشمه شروع می‌شود و آخرین لوله به یک گره چاه منتهی می‌شود. به تمام گره‌های مصرف این نوع شبکه دو لوله متصل است، که در بالادست آن لوله‌ی جریان‌رسان و در پایین‌دست آن لوله‌ی تزریق قرار دارد. جهت آب در تمام لوله‌ها ثابت و از گره چشمه به طرف چاه است [۱۷].

شبکه‌ی انشعابی یا شاخه‌ای: این شبکه از یک خط لوله‌ی مستقیم تشکیل یافته است که از طریق این لوله، لوله‌های دیگر منشعب می‌شود. در این سامانه به علت آن‌که آب از یک سو وارد خط اصلی می‌شود و در نتیجه آب همواره در انتهای خط اصلی جمع می‌شود، چنانچه از آن استفاده نشود امکان بو گرفتن آب زیاد است. همچنین در صورت شکستن قطعه‌ای از لوله، قسمت عظیمی از یک شهر بدون آب می‌ماند [۱۸].

شبکه‌ی حلقوی: همان‌طور که از نام این شبکه مشخص است شبکه‌ی حلقوی از حلقه‌ها تشکیل می‌شود. در شبکه‌ی تک چشمه‌ای یک گره چشمه و در شبکه‌ی چند چشمه‌ای چندین گره چشمه وجود دارد. در شبکه‌های حلقوی یک گره چاه یا بیشتر باید وجود داشته باشد که از طریق این گره، گره‌های مصرف تغذیه شوند [۱۷].

شبکه‌ی مختلط: این شبکه ترکیبی از شبکه‌های سریال، شاخه‌ای و حلقوی است. این شبکه یکی از فراوان‌ترین روش‌های لوله‌کشی در شبکه‌بندی آب شهرها است. بدین منظور یک شبکه‌ی مختلط شامل تعدادی حلقه و تعدادی شاخه خواهد بود که این شاخه‌ها و انشعابات از نقاط مختلف حلقه‌ها گرفته می‌شود و به‌ندرت می‌توان شبکه‌ای را پیدا کرد که مرکب نباشد. بدون تردید در کلیه‌ی شهرها ناچار به کاربرد چنین شبکه‌ای خواهیم بود [۱۹].

پیشینه، هدف و اهمیت پژوهش

نظر به اینکه شبکه‌ی آب از معابر و محدودیت‌های الگوی‌های شهری تبعیت می‌نماید، از این‌رو شناخت و تحلیل الگوهای شهرسازی ضروری بوده است که برای این منظور یازده الگوی شهرسازی شناسایی شدند [۲۰]. از بین الگوهای شناسایی شده شش مورد برای طراحی شبکه‌ی آب مناسب ارزیابی گردید. به‌طور کلی تحقیقات فراوانی در داخل و خارج از کشور در

خصوص شبکه‌ی آب شهری و با رویکرد پدافند غیرعامل تاکنون انجام شده که به مواردی از آن‌ها در جدول ۱ اشاره گردیده است.

با توجه به جدول ۱ قابل استنتاج است که تمامی تحقیقات انجام شده شبکه‌های آب‌رسانی شهری را مورد ارزیابی قرار داده‌اند و هیچ‌یک از آن‌ها به مرحله‌ی طراحی شبکه نپرداخته است. بدیهی است نتایج تحقیقات پیشین، قادر نخواهند بود طراحان شبکه‌ی آب شهری را در راستای افزایش پایداری سیستم کمک نمایند. از این‌رو مطالعه‌ی حاضر با در نظر داشتن اصول و مبانی پدافند غیرعامل به دنبال تدوین الگویی است تا بتوان سیستم شبکه‌ی آب شهری را به‌صورت محله محوری در برابر تهدیدات انسان‌ساخت و در شرایط اضطراری پایدار نمود. برای این منظور پس از بررسی الگوهای مختلف شهری، مطلوب‌ترین نوع آن‌ها تعیین گردیدند. در ادامه اصول دفاع غیرعامل برای طراحی شبکه‌ی آب در الگوهای شهری مطلوب مورد بررسی قرار گرفتند و در نهایت با ارزیابی میزان اثربخشی دفاع غیرعامل به تفکیک هر یک از الگوهای شهری، قابلیت عملیاتی نمودن آن را در محیط‌های مختلف شهری فراهم نموده است.

روش تحقیق

در راستای هدف اصلی پژوهش حاضر که ارائه‌ی الگوی طراحی شبکه‌ی آب برای تأمین پایدار آب در برابر تهدیدات با رویکرد محله محوری است، پژوهش حاضر توصیفی-تحلیلی است و به‌منظور گردآوری و تحلیل داده‌ها در این پژوهش از رویکردهای کمی و کیفی بهره برده شده است. در بخش شناسایی و تحلیل الگوهای رایج برای طراحی شبکه‌ی آب‌رسانی و طراحی شهری از روش کتابخانه‌ای (کیفی) و در بخش ارزیابی الگوهای مذکور و میزان اثر بخشی پدافند غیرعامل به‌منظور تحقق هدف یاد شده، از روش پرسش‌نامه (کمی) استفاده گردیده است. با توجه به نظرات گروهی کارشناسان حوزه‌ی پدافند غیرعامل و آب‌رسانی شهری، روایی پرسش‌نامه تأیید و پایایی آن نیز براساس آزمون α Cronbach برابر ۰/۸۲۵ توسط نرم‌افزار SPSS نیز به‌عنوان ابزار پردازش اطلاعات مورد استفاده قرار گرفته است. از آنجایی که عدد به‌دست آمده بزرگ‌تر از ۰/۷ است، اعتبار یا پایایی پرسش‌نامه مورد تأیید است.

تجزیه و تحلیل اطلاعات

مقایسه‌ی الگوهای شهرسازی در شبکه‌ی آب شهری

با توجه به اینکه طراحی شبکه‌ی توزیع آب شهری تابع الگوی حاکم بر معماری شهری است، از این‌رو در جدول ۲ به تحلیل مدل‌های مختلف شهری پرداخته شده است تا موارد مطلوب تعیین گردیده و برای ارزیابی‌های دقیق‌تر مورد مطالعه قرار گیرند. مقایسه‌ی صورت گرفته در جدول مذکور بر مبنای ارتباطات قابل پیاده‌سازی در شبکه‌ی توزیع آب و براساس قضاوت مهندسی حاصل شده از مطالعه‌ی ویژگی‌های حاکم بر مدل‌های شهری انجام شده است.

جدول ۱: پیشینه‌ی تحقیقات شبکه‌ی آب و حوزه‌ی بهبود آن‌ها [نگارنده، ۱۳۹۶]

داخلی/خارجی	عنوان	حوزه‌ی بهبود با الگوی ارائه‌شده
داخلی	ارزیابی شبکه‌های توزیع آب با استفاده از روش آنالوژی اطلاعات بر پایه‌ی عدم قطعیت‌های مکانیکی و هیدرولیکی [۲۱]	ارزیابی شبکه‌ی آب با استفاده از دانش پدافند غیرعامل برای پایداری سازی در مقابل تهدیدات انسان‌ساخت و تهیه‌ی الگوی تأمین پایدار آب شرب
داخلی	توسعه‌ی شهری برای مقابله با بحران آب کلان‌شهرها [۲۲]	پایداری‌سازی آب‌رسانی شهری با ارائه‌ی ملاحظات پدافند غیرعامل
داخلی	تبیین مبانی مهندسی پدافند غیرعامل در تأسیسات آب‌رسانی شهری [۲۳]	بررسی دیگر تهدیدات انسان‌ساخت مؤثر بر شبکه‌ی آب شهری علاوه بر تهدید آلودگی و انتخاب محتمل‌ترین تهدیدات
داخلی	بررسی آسیب‌پذیری شبکه‌ی توزیع آب‌رسانی شهری به روش تئوری شبکه [۲۴]	بررسی آسیب‌پذیری شبکه‌ی آب شهری در برابر تهدیدات انسان‌ساخت محتمل و ارائه‌ی راهکارهای کاهش آسیب‌پذیری
داخلی	طراحی شبکه‌ی توزیع آب شهری از منظر پدافند غیرعامل [۴]	ارائه‌ی ملاحظات پدافند غیرعامل برای آب‌رسانی پایدار با توجه به نتایج حاصل از بررسی تهدیدات انسان‌ساخت
داخلی	مدیریت و بهینه‌سازی میزان تزریق کلردر شبکه‌های توزیع آب با استفاده از مدل Water Gems [۲۵]	بررسی شبکه توزیع آب شهری با رویکرد پدافند غیرعامل و تهیه‌ی الگوی پایداری‌سازی آن
داخلی	بررسی آسیب‌پذیری لرزه‌ای شبکه‌ی آب‌رسانی منطقه‌ی ۱۱ تهران برای مقاوم‌سازی [۲۶]	مطالعه‌ی آسیب‌پذیری شبکه‌ی آب در برابر تهدیدات و عوامل غیرطبیعی مؤثر بر آن و ارائه‌ی ملاحظات کاهش آسیب‌پذیری
خارجی	ابزارهای حمایت از تصمیم‌گیری برای پایداری سیستم‌های توزیع آب [۲۷]	پایداری‌سازی آب‌رسانی با در نظر گرفتن تهدیدات انسان‌ساخت علاوه بر عوامل ذاتی
خارجی	بهینه‌سازی عملیاتی شبکه‌های توزیع آب [۲۸]	پایداری‌سازی بهینه‌ی شبکه‌ی آب در زمان وقوع تهدیدات
خارجی	ارزیابی ریسک سلسله‌مراتبی از سیستم تأمین آب [۲۹]	در نظر گرفتن تهدیدات انسان‌ساخت در روند ارزیابی ریسک
خارجی	ارزیابی آسیب‌پذیری سیستم‌های تأمین آب برای جریان ناکافی آتش [۳۰]	در نظرگیری دیگر تهدیدات علاوه بر تهدیدات تروریستی و ارائه‌ی متدولوژی طراحی شبکه‌ی آب در برابر تهدیدات
خارجی	استفاده از یک روش ابتکاری به سیستم توزیع آب برای تعیین محل نظارت بر کیفیت آب مطلوب [۳۱]	تعیین آسیب‌پذیری در مقابل تهدیدات تروریستی و آلودگی و راهکار کاهش آسیب‌پذیری و کاهش ریسک آلودگی شبکه
خارجی	قرار دادن سنسور برای شناسایی محل خطا در شبکه‌ی آب یک رویکرد پوشش حداقل آزمون [۳۲]	در نظر گرفتن آسیب‌پذیری‌های شبکه‌ی آب در برابر تهدیدات انسان‌ساخت و ارائه‌ی ملاحظات دفاع غیرعامل
خارجی	تجزیه و تحلیل خطر براساس رویداد آلودگی و قراردادن بهینه‌ی سنسورها برای تأمین امنیت شبکه‌ی توزیع متناوب آب [۳۳]	در نظر گرفتن دیگر تهدیدات انسان‌ساخت محتمل بر شبکه‌ی آب علاوه بر حوادث آلودگی تصادفی و هدمند

جدول ۲: مقایسه‌ی الگوهای شهرسازی و مطابق با انواع مختلف شبکه‌ی آب شهری [نگارنده، ۱۳۹۶]

ردیف	مدل‌های شهری [۳۴]	توضیح	تطبیق با نوع شبکه‌ی آب	وضعیت
۱	خطی	در صورت انهدام قسمتی از خطوط لوله، کل شبکه‌ی آب مصرفی شهر دچار اختلال و حتی قطعی می‌گردد.	خطی	نامطلوب
۲	خوشه‌ای	در این الگو خطوط شبکه به صورت خوشه‌ای و یا شاخه‌ای از خطوط اصلی شبکه تبعیت می‌کنند که باعث افزایش آسیب‌پذیری آن می‌گردد.	شاخه‌ای	نامطلوب
۳	سلسله‌مراتبی	این الگو باعث وابستگی مناطق پایین دست به بالادستی شده و در صورت بروز اختلال بالادستی می‌تواند به بخش قابل توجهی از شبکه تسری یابد.	شاخه‌ای	نامطلوب
۴	شطرنجی	شبکه‌ی آب شهری در این الگو به سبب شبکه‌ای بودن آن و وجود لوپ (حلقه) بسته‌ی فراوان، از آسیب‌پذیری کمتر و قابل کنترل تری برخوردار بوده و در صورت انهدام قسمتی از خطوط آب، این مشکل به کل شهر تسری نمی‌یابد.	حلقوی	مطلوب
۵	ستاره‌ای	تمرکز تأسیسات در هسته‌ی مرکزی و شاخه‌ای اجرا شدن تأسیسات شبکه‌ی آب باعث افزایش آسیب‌پذیری آن می‌شود.	مختلط	نامطلوب
۶	حلقوی	در این الگو شبکه‌ی آب مطابق با حلقه‌های ایجادشده در شهر طراحی شده و به دلیل انتقال آب در منطقه‌ی وسیع می‌تواند مناسب تلقی گردد.	حلقوی	مطلوب
۷	تار عنکبوتی	ترکیبی از الگوهای شعاعی و حلقوی را تشکیل می‌دهد که سبب پایداری شبکه‌ی آب خواهد گردید.	مختلط	مطلوب
۸	کهکشانی	این الگو باعث کوچک‌سازی شبکه گردیده و از تحت تأثیر قرار گرفتن کل شبکه ممانعت می‌نماید.	مختلط	مطلوب
۹	تک مرکزی	تمرکز تأسیسات در هسته‌ی مرکزی باعث آسیب‌پذیری خواهد گردید	شاخه‌ای	نامطلوب
۱۰	شعاعی	طراحی شبکه‌ها و تأسیسات زیربنایی به شکل مدارهای شاخه‌ای پیوسته (لوپ) در این شهر، امکان از کارافتادگی تمام سیستم شهر را کاهش خواهد داد.	مختلط	مطلوب
۱۱	اقماري	تأسیسات و زیرساخت‌های زیربنایی، آسیب‌پذیری کمتری داشته و در صورت آسیب یک حوزه، قادر خواهد بود به دیگر حوزه‌ها خدمات ارائه نماید.	مختلط	مطلوب

تحلیل الگوهای شهرسازی برای طراحی شبکه‌ی آب با اصول پدافند غیرعامل

در ادامه الگوهای شهرسازی که پس از تطبیق دادن با الگوهای شبکه‌ی آب مطلوب ارزیابی شدند مورد بررسی بیشتری قرار گرفته‌اند. برای این منظور میزان اثربخشی (کاهش احتمال وقوع تهدید، تقلیل در آسیب‌پذیری، استمرار فعالیت / بازگشت

سریع و مدیریت شرایط اضطراری) هر یک از الگوهای مطلوب با رعایت اصول پدافند غیرعامل ارزیابی گردیده است. نمودارهای ارائه‌شده در جدول ۳ تأثیر هر کدام از اصول پدافند غیرعامل را در ایجاد پایداری شبکه‌ی توزیع آب و به تفکیک هر یک از مدل‌های شهری نشان می‌دهد.

جدول ۳: نحوه‌ی تأثیرگذاری الگوهای شهری در شبکه‌ی آب‌رسانی [نگارنده، ۱۳۹۶]

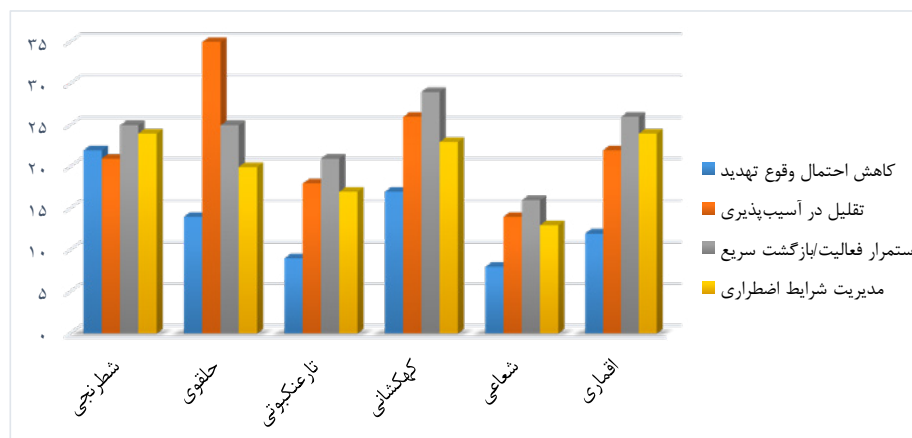
کاهش احتمال وقوع تهدید (الگوی کهکشانی) نحوه‌ی کاهش احتمال وقوع تهدید در الگوی کهکشانی	کاهش احتمال وقوع تهدید (الگوی شعاعی) نحوه‌ی کاهش احتمال وقوع تهدید در الگوی شعاعی	کاهش احتمال وقوع تهدید (الگوی شطرنجی) نحوه‌ی کاهش احتمال وقوع تهدید در الگوی شطرنجی
تقلیل در آسیب‌پذیری (الگوی کهکشانی) نحوه‌ی تقلیل در آسیب‌پذیری در الگوی کهکشانی	تقلیل در آسیب‌پذیری (الگوی شعاعی) نحوه‌ی تقلیل در آسیب‌پذیری در الگوی شعاعی	تقلیل در آسیب‌پذیری (الگوی شطرنجی) نحوه‌ی تقلیل در آسیب‌پذیری در الگوی شطرنجی
استمرار فعالیت بازگشت سریع (الگوی کهکشانی) نحوه‌ی بازگشت به شرایط عادی در الگوی کهکشانی	استمرار فعالیت بازگشت سریع (الگوی شعاعی) نحوه‌ی بازگشت به شرایط عادی در الگوی شعاعی	استمرار فعالیت بازگشت سریع (الگوی شطرنجی) نحوه‌ی بازگشت به شرایط عادی در الگوی شطرنجی
مدیریت شرایط اضطراری (الگوی کهکشانی) نحوه‌ی مدیریت شرایط اضطراری در الگوی کهکشانی	مدیریت شرایط اضطراری (الگوی شعاعی) نحوه‌ی مدیریت شرایط اضطراری در الگوی شعاعی	مدیریت شرایط اضطراری (الگوی شطرنجی) نحوه‌ی مدیریت شرایط اضطراری در الگوی شطرنجی

ادامه‌ی جدول ۳: نحوه‌ی تأثیرگذاری الگوهای شهری در شبکه‌ی آب‌رسانی [نگارنده، ۱۳۹۶]

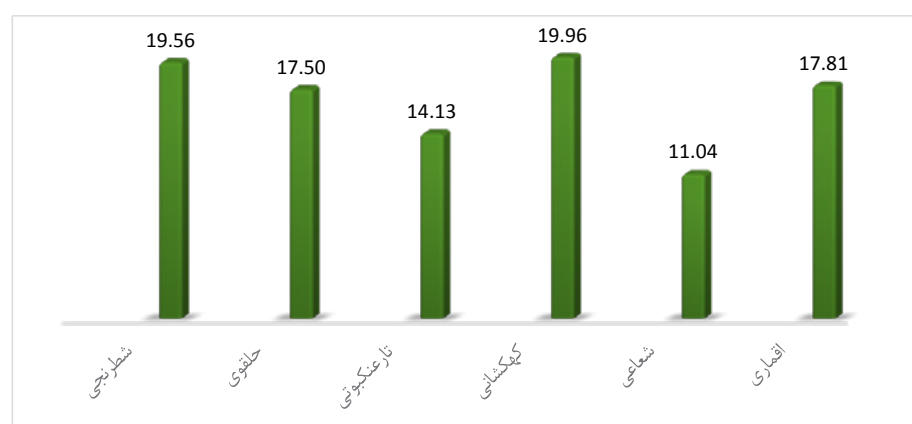


کاهش احتمال وقوع تهدید، تقلیل در آسیب‌پذیری، استمرار فعالیت و مدیریت شرایط اضطراری) به هنگام به‌کارگیری اصول پدافند غیرعامل (موازی‌سازی، جایگزین‌سازی، مستحکم‌سازی، شبکه‌سازی، ذخیره‌سازی، کوچک‌سازی و پراکنده‌سازی) در انواع

در تصویر ۱ به‌طور کلی ارجحیت مدل‌های شهرسازی را به‌منظور طراحی شبکه‌ی پایدار آب‌رسانی برای هر یک از اجزای اثربخشی پدافند غیرعامل نشان داده است. چگونگی استخراج تصویر ۱ از جدول ۳ بدین ترتیب است که نحوه‌ی اثربخشی دفاع غیرعامل



تصویر ۱: مطلوبیت الگوهای شهرسازی برای طراحی شبکه‌ی آب به تفکیک نوع اثر بخشی آن‌ها [نگارنده، ۱۳۹۶]



تصویر ۲: اولویت الگوهای شهرسازی برای طراحی شبکه‌ی پایدار آب [نگارنده، ۱۳۹۶]

ارائه‌ی الگوی طراحی شبکه‌ی آب پایدار

به منظور ارائه‌ی الگوی مورد نظر این مقاله، با استفاده از مطالعات انجام گرفته، از یک طرف مدل‌های موجود برای طراحی شبکه‌ی آب شناسایی گردیده و از دیدگاه پدافند غیرعامل مورد مقایسه قرار گرفتند، از سوی دیگر الگوهای موجود در شهرسازی، شناسایی و پس از مطالعه‌ی مبانی آن‌ها، با الگوهای موجود برای طراحی شبکه‌ی آب شهری مطابقت داده شد تا در نهایت مطلوبیت هر کدام برای زیرساخت آب رسانی تعیین گردد و شش مورد از آن‌ها مطلوب ارزیابی گردیدند.

به منظور امکان طراحی شبکه‌ی پایدار آب رسانی شهری، شش معیار تأثیرگذار شناسایی شده و برای هر کدام از آن‌ها زیرمعیارهایی تعیین گردید. با شناخت از زیرمعیارهای طراحی شبکه‌ی آب رسانی، میزان تأثیرگذاری هفت اصل پدافند غیرعامل که با موضوع مرتبط بودند تعیین گردیدند. امتیازهای به دست آمده برای اصول پدافند غیرعامل در الگوهای شهرسازی که مطلوبیت بالایی برای طراحی شبکه‌ی آب داشتند، ارزیابی و میزان اثربخشی آن در کاهش احتمال وقوع تهدیدات محتمل بر شبکه‌ی آب، تقلیل در آسیب پذیری تأسیسات در مقابل تهدیدات به وقوع پیوسته، بازگشت عملکرد و یا کارکرد شبکه‌ی آب رسانی به مدار بهره برداری و در نهایت میزان تسهیل در مدیریت شرایط اضطراری، برای هر

مختلف شبکه‌های آب رسانی مورد ارزیابی قرار گرفته و در نهایت با جمع میان اثرگذاری اصول مذکور به تفکیک اهداف پدافند غیرعامل، مطلوبیت هر کدام از الگوهای شهری مشخص گردیده است.

به طور کلی و با در نظر داشتن تمامی جوانب بررسی شده، مدل‌های شهرسازی که برای طراحی شبکه‌ی آب رسانی شهری مطلوب ارزیابی شده بودند در تصویر ۲ اولویت بندی گردیده‌اند. گفتنی است اولویت‌های مذکور به طور عمومی میزان اثربخشی هر کدام از الگوهای شهرسازی را به منظور تحقق اهداف دفاع غیرعامل نشان داده‌اند.

با توجه به تصویر ۲ طراحی شبکه‌ی آب در الگوی کهکشان، پایداری بیشتری در مقابل تهدیدات انسان ساخت ایجاد خواهد شد. الگوی شطرنجی نیز به منظور پایداری شبکه‌ی آب شهری در برابر تهدیدات در رتبه‌ی دوم قرار گرفته است؛ البته به نظر می‌رسد به دلیل سهولت در امکان عملیاتی نمودن نسبت به الگوی کهکشان ارجحیت داشته باشد. ناگفته نماند، اولویت الگوهای شهرسازی برای طراحی شبکه‌ی پایدار آب در برابر تهدیدات با در نظر داشتن نتایج حاصل از تصویر ۱ تعیین گردیده است. میزان رعایت اصول و میزان تحقق اهداف پدافند غیرعامل در این اولویت بندی مورد توجه بوده است.

جدول ۴: محورهای الگوی طراحی شبکه‌ی پایدار آب‌رسانی شهری [نگارنده، ۱۳۹۶]

ردیف	محور الگو	ردیف	محور الگو
۱	مؤلفه‌های افق طرح مؤثر بر طراحی شبکه‌ی آب	۴	مؤلفه‌های پدافندی شبکه‌ی آب
۲	شرایط محیطی مؤثر بر طراحی شبکه‌ی آب	۵	شرایط ذاتی تأسیسات
۳	امکان آب‌رسانی موجود در محله	۶	شرایط هیدرولیکی

در فاز طراحی شبکه و در نظر نگرفتن مسائل حفاظتی و حراستی مواردی هستند که اسناد بالادستی پدافند غیرعامل در حوزه‌ی آب‌رسانی شهری را برای طراحی شبکه‌ی آب موردنظر این مقاله، غیرکاربردی می‌نماید.

محورهای الگوی پیشنهادی

در این بخش، محورهای الگوی پیشنهادی معرفی و توضیحات مربوط به هرکدام از آن‌ها ارائه می‌گردد، برای این منظور شش محور اصلی طبق جدول ۴ شناسایی شده‌اند.

مشخصات الگو

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل اطلاعات برداشت‌شده، مشخصاتی اعم از شناخت و بررسی شرایط محیطی حاکم بر طراحی، شناخت و بررسی امکانات آب‌رسانی موجود در محله، بررسی و تأمین شرایط هیدرولیکی شبکه‌ی آب، بررسی شرایط ذاتی حاکم بر تأسیسات شبکه، بررسی مؤلفه‌های مؤثر پدافند غیرعامل، بررسی مؤلفه‌های مؤثر بر افق طرح و در نهایت مطالعه‌ی الگوی شهرسازی منطقه‌ی طرح تعیین گردیده است.

نوآوری‌های الگو

بارزترین نوآوری الگوی پیشنهادی را به‌کارگیری دانش پدافند غیرعامل در طراحی شبکه‌ی آب شهری می‌توان مطرح نمود. همان‌طوری که ذکر گردید نبود مؤلفه‌ای مبنی بر مطالعات مربوط به پدافند غیرعامل در طراحی شبکه‌های آب، این ویژگی الگوی پیشنهادی را از اهمیت بالایی برخوردار می‌سازد.

طبق الگوی ارائه‌شده امکان به‌کارگیری دانش دفاع غیرعامل در طراحی شبکه‌ی آب در طرح‌های درحال توسعه و حتی در تأسیسات در حال بهره‌برداری وجود داشته و عملیاتی خواهد گردید. بدیهی است بدون شناخت روشن از وضعیت موجود منطقه/محله‌ای که شبکه‌ی آب در آن طراحی می‌گردد و همچنین بدون در نظرگیری مؤلفه‌های مؤثر بر پایداری شبکه‌ی آب در مقابل تهدیدات انسان‌ساخت و حتی رخدادهای طبیعی و حوادث صنعتی، شبکه‌ی مذکور بیشترین ظرفیت آسیب‌پذیری را داشته و خدمات‌دهی پایدار آن با مشکل مواجه می‌گردد. در همین راستا، نوآوری‌های این الگو در جدول ۶ ارائه شده‌اند.

سیمای عمومی الگوی طراحی شبکه‌ی آب‌رسانی پایدار

در تصویر ۳ سیمای عمومی الگوی طراحی شبکه‌ی آب شهری با هدف پایداری‌سازی در مقابل تهدیدات انسان‌ساخت و با در نظر داشتن بازنگری در شبکه‌ی آب موجود و شبکه‌ی آب درحال توسعه ارائه گردیده است.

یک از الگوهای مطلوب، مشخص شدند. ارزیابی انجام‌شده میزان توجه به ابزارهای پدافند غیرعامل را برای طراحی شبکه‌ی توزیع آب به تفکیک الگوهای شهری مشخص نموده است که با تجمیع نتایج به دست آمده، رویکرد مقایسه‌ای بین الگوها ایجاد شده که برتری آن‌ها را نسبت به یکدیگر ارائه می‌نماید.

چارچوب نظری الگو

با توجه به مطالعات گسترده‌ای که در خصوص طراحی شبکه‌ی آب‌رسانی شهری انجام شد و همچنین با اتکا به بررسی‌های صورت گرفته در رابطه با فرایند موجود برای این منظور، مشخص گردید که رویکرد طی شده در این مقاله در روند طراحی‌های موجود مغفول واقع شده است. همچنین با استناد به نشریه‌ی ۳-۱۱۷ که برای طراحی شبکه‌ی آب مورد استفاده قرار می‌گیرد، عدم در نظر گرفتن شرایط محیطی در آن، ضرورت الگوی مدنظر این مقاله تبیین می‌گردد. از این‌رو کمبود الگویی که با به‌کارگیری دانش دفاع غیرعامل بتواند پایداری شبکه‌ی آب‌رسانی را در مقابل تهدیدات انسان‌ساخت و رخدادهای طبیعی برقرار سازد احساس می‌شود. الگوی ارائه‌شده در این مقاله به دنبال آن است تا با در نظر گرفتن جمیع جوانب شبکه‌ی آب شهری را برای تأمین آب در برابر تهدیدات پایدار نماید.

تحلیل اسناد بالادستی پدافند غیرعامل در حوزه‌ی آب

از آنجا که الگوی موردنظر این مقاله از دیدگاه پدافند غیرعامل ارائه می‌گردد، از این‌رو شناخت و تحلیل اسناد بالادستی موجود در این زمینه ضرورتی غیرقابل انکار است. در این راستا اسناد بالادستی که به منظور رعایت پدافند غیرعامل در حوزه‌ی آب موجود هستند به شرح ذیل شناسایی شدند:

- نظام‌نامه‌ی مدیریت بحران و پدافند غیرعامل [۳۵].
- دستورالعمل تهیه، ارزیابی و تصویب مطالعات امکان‌سنجی و توجیهی پدافند غیرعامل در طرح‌های توسعه‌ی آب و فاضلاب [۳۶].
- دستورالعمل طرح‌های توسعه‌ای و در حال بهره‌برداری صنعت آب و برق [۳۷].
- دستورالعمل انجام مطالعات پدافند غیرعامل طرح‌های در دست بهره‌برداری آب و فاضلاب [۳۸].
- سند جامع مدیریت پایدار آب شرب کشور [۳۹].

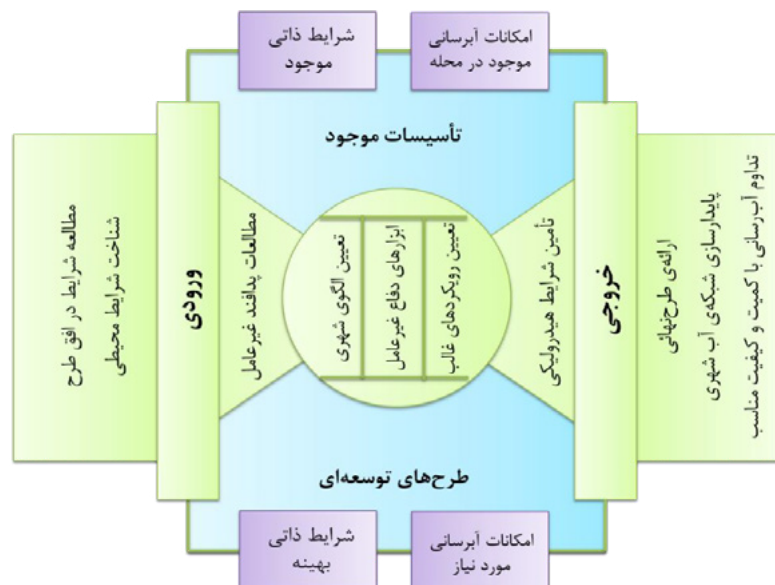
پس از مطالعه‌ی اسناد فوق، مشخص گردید دارای ضعف‌هایی ازجمله عدم در نظرگیری الگوهای شهری هستند، درحالی‌که شبکه‌ی آب لاجرم باید مطابق با معماری شهر طراحی گردد، همچنین بدون اعمال تأثیرگذاری اصول دفاع غیرعامل

جدول ۵: مشخصات الگوی طراحی شبکه‌ی آب با رویکرد پدافند غیرعامل [نگارنده، ۱۳۹۶]

ردیف	مشخصه‌ی الگو	ردیف	مشخصه‌ی الگو
۱	تعداد جمعیت	۱۸	گسترده‌ی شبکه در سطح شهر/ محله
۲	میزان تولید آب	۱۹	تعدد عناصر و اجزای شبکه آب
۳	اصول پدافند غیرعامل متناسب با الگوی شهرسازی	۲۰	اندرکنش فیزیکی با سایر زیرساخت‌های شهری
۴	میزان مصرف آب	۲۱	وابستگی‌های متقابل با سایر زیرساخت‌های شهری
۵	سرانه‌ی مصرف آب	۲۲	مشترکین خاص
۶	الگوی شهرسازی موجود	۲۳	مشترکین پرمصرف
۷	توسعه‌ی شهر (توسعه‌ی شبکه)	۲۴	هم‌جواری‌های سازگار و ناسازگار
۸	ملاحظات متناسب با اصول پدافند غیرعامل	۲۵	ارزیابی و تعیین سن اجزای شبکه
۹	شیب زمین	۲۶	میزان فرسودگی اجزای شبکه
۱۰	توپوگرافی منطقه	۲۷	اقطار لوله‌های موجود در شبکه
۱۱	تراکم ساختمانی منطقه طرح	۲۸	جنس پوشش لوله‌های شبکه
۱۲	وسعت محله	۲۹	عمق قرارگیری شبکه
۱۳	محدودیت‌های معابر شهری	۳۰	نقاط مصرف شبکه توزیع
۱۴	وجود منابع آب در محله و یا در مجاورت آن	۳۱	دبی مورد نیاز در نقاط مصرف
۱۵	وجود مخازن آب در محله و یا در مجاورت آن	۳۲	نقاط کم فشار شبکه
۱۶	وجود سامانه‌های انتقال آب	۳۳	تعداد زون فشاری مورد نیاز
۱۷	وجود حوضچه‌های شیرآلات در محله	۳۴	تحلیل آلودگی در مدل هیدرولیکی شبکه

جدول ۶: نوآوری‌های الگوی طراحی شبکه‌ی آب‌رسانی پایدار [نگارنده، ۱۳۹۶]

ردیف	نوآوری الگو	ردیف	نوآوری الگو
۱	شاخص‌های منطبق بر عوامل محیطی منطقه/ محله	۸	کوچک‌سازی شبکه‌ی آب (کاهش مساحت تحت پوشش زون‌ها)
۲	شناسایی نقاط با حساسیت بالاتر	۹	متعددسازی اجزا به منظور تسهیل مدیریت شرایط اضطراری
۳	بررسی حیطه‌ی عملکردی تأسیسات	۱۰	موازی سازی اجزای شبکه
۴	ارزیابی تهدیدات با احتمال وقوع بالاتر	۱۱	مطالعه‌ی اندرکنش‌های فیزیکی شبکه‌ی آب با سایر زیرساخت‌ها
۵	بررسی آسیب‌پذیری‌های اجزا در مقابل تهدیدات	۱۲	مطالعه‌ی وابستگی‌های متقابل شبکه‌ی آب با سایر زیرساخت‌ها
۶	تحلیل ریسک و شناسایی ریسک با سطوح بالا	۱۳	ارجحیت بخشی به نوع مشترکین آب در سطح محله/ منطقه/ شهر
۷	ارجحیت استفاده از منابع و مخازن موجود در محله	۱۴	مطالعه‌ی هم‌جواری‌ها

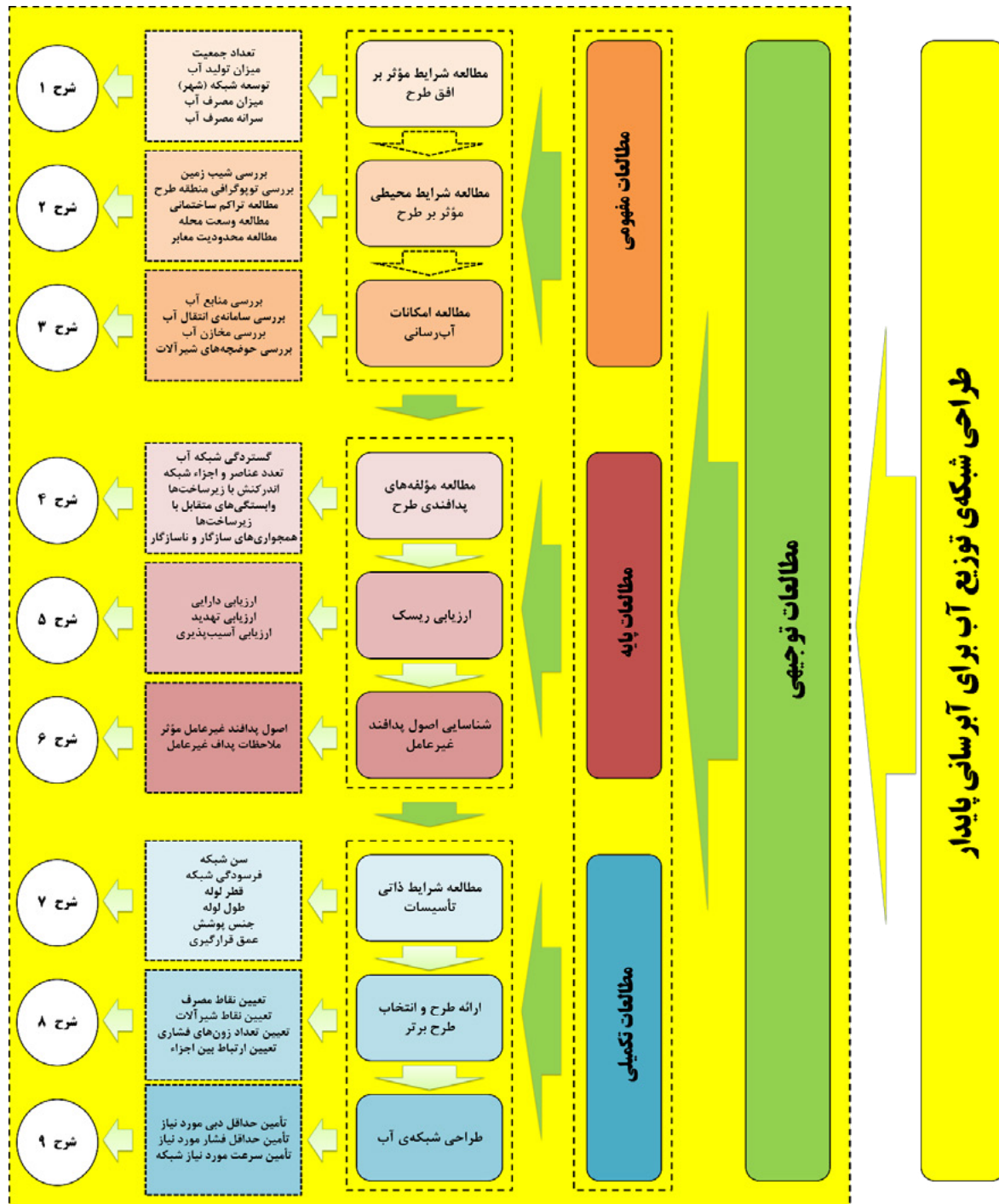


تصویر ۳: سیمای عمومی الگوی طراحی شبکه‌ی آب‌رسانی پایدار [نگارنده، ۱۳۹۶]

الگوی طراحی شبکه‌ی آب شهری پایدار در برابر تهدیدات

با توجه به پژوهش انجام گرفته، الگوی طراحی شبکه‌ی آب رسانی شهری برای تأمین پایدار آب در برابر تهدیدات با در نظر داشتن مؤلفه‌های متناسب با محله محوری برای مناطق و شهرهای جدید (در حال طراحی) در تصویر ۴ ارائه می‌گردد. همان طوری که در تصویر ۴ مشخص است به منظور طراحی شبکه‌ی آب رسانی شهری ابتدا باید مطالعه‌ی توجیهی و

امکان سنجی طرح صورت گرفته و در صورت داشتن توجیه فنی، اقتصادی و دفاعی، مطالعات مفهومی که مباحث مربوط به شرایط افق طرح، شرایط محیطی مؤثر بر طرح و امکانات آب رسانی که در محله و یا در محلات مجاور قرار دارند انجام گردد. سپس مطالعات پایه که رویکرد غالب آن پدافند غیرعاملی است باید توسط تیم طراح شبکه انجام شود، برای این منظور ابتدا مؤلفه‌های پدافندی حاکم بر منطقه و تأسیسات طرح شناسایی و پس از ارزیابی ریسک طرح، اصول پدافند غیرعامل متناسب با شرایط درونی و بیرونی

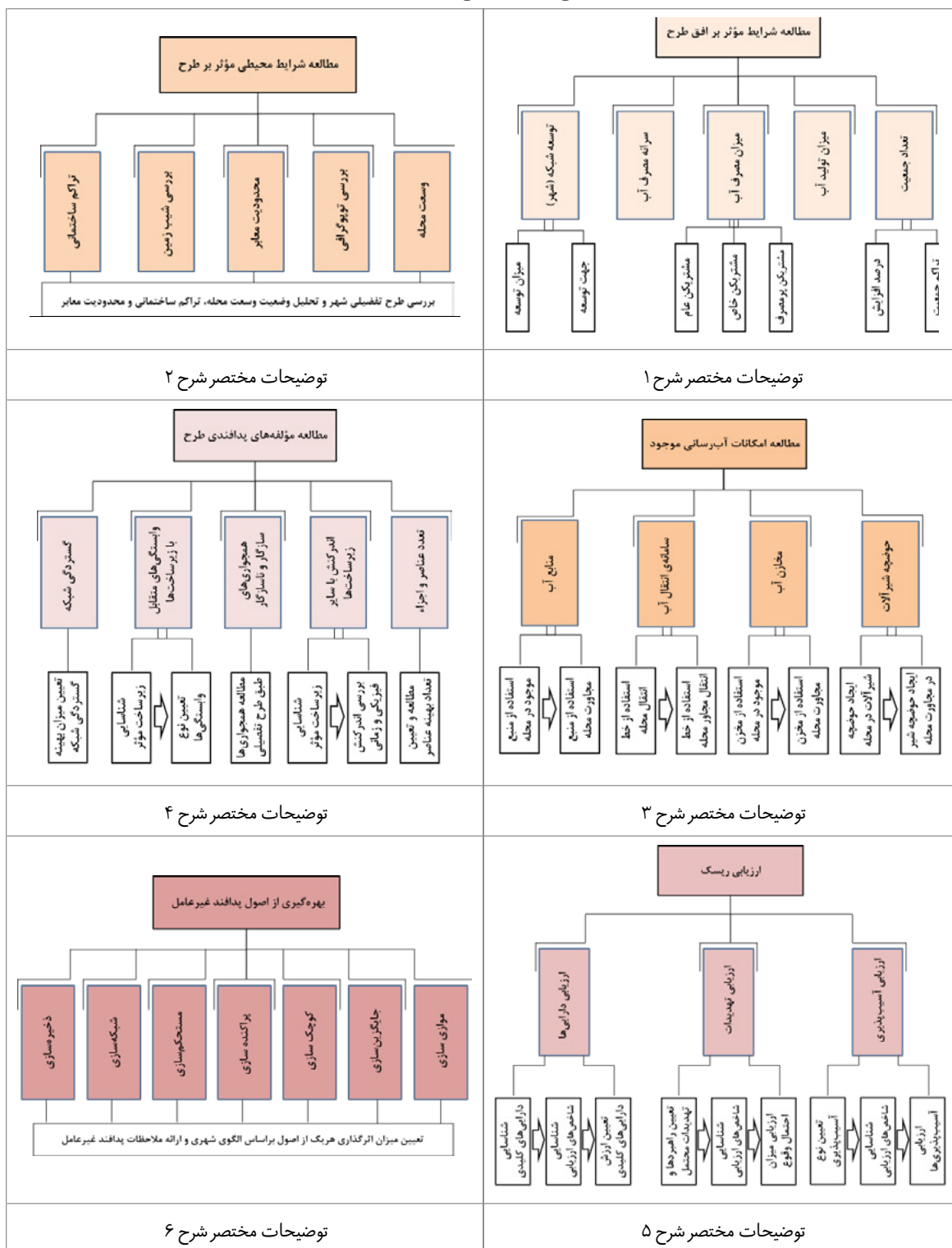


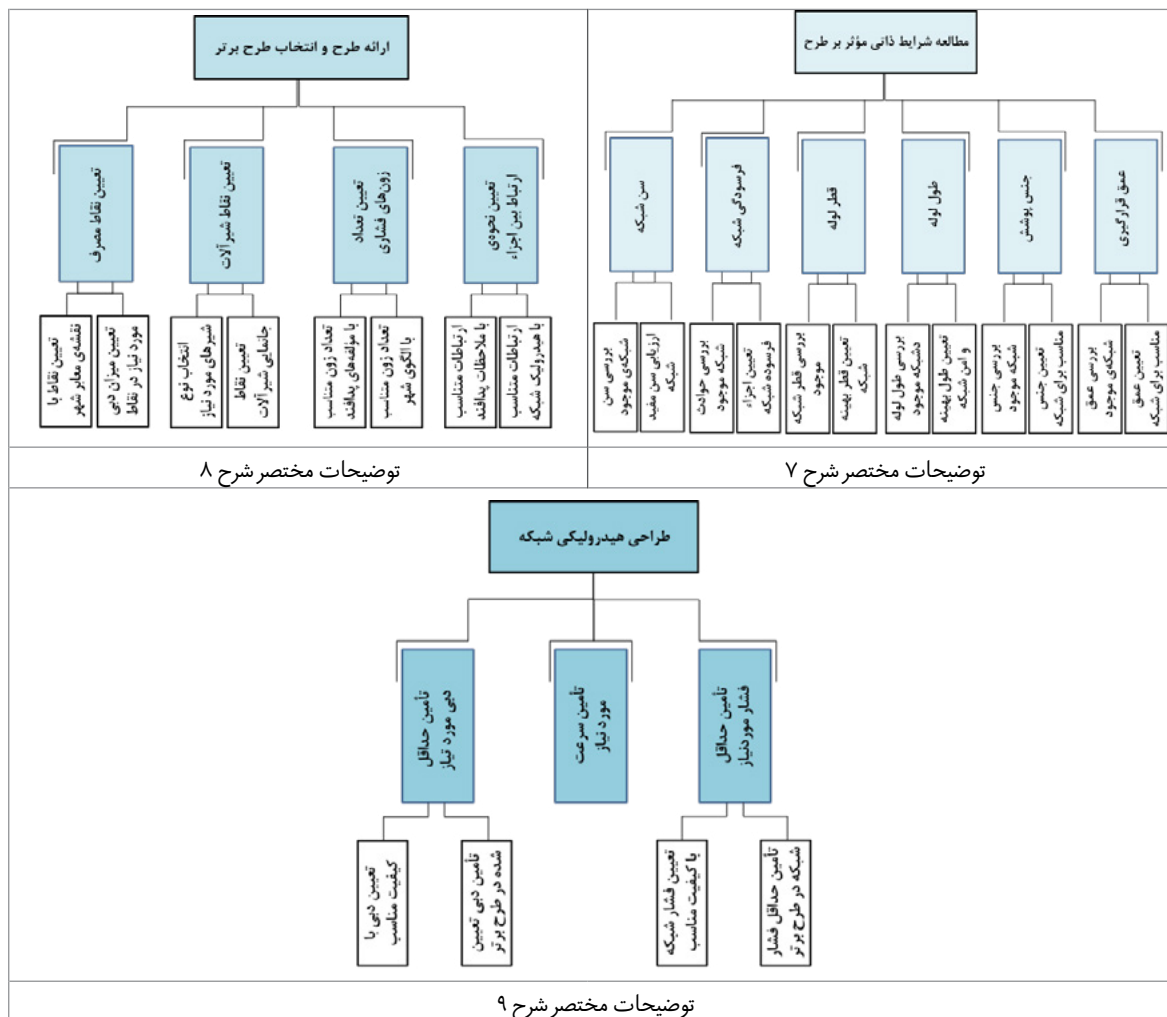
تصویر ۴: الگوی طراحی شبکه‌ی توزیع آب برای آب رسانی پایدار [نگارنده، ۱۳۹۶]

طرح مشخص می‌شود. در این مرحله ملاحظات طراحی باید متناسب با اصول تعیین شده ارائه گردد. در مرحله‌ی نهایی طراحی که در این شکل با مطالعات تکمیلی عنوان شده است، شرایط ذاتی تأسیسات مشخص شده و طرح‌های اولیه ارائه می‌گردد. بدیهی است طرح منتخب باید شرایط هیدرولیکی مورد نیاز طرح را تأمین

نماید، در غیر این صورت مدل هیدرولیکی دیگر طرح‌های پیشنهاد شده مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت. در نمودارهای نشان داده شده در جدول ۷ سعی بر آن بوده است تا به توضیحات مکملی در خصوص الگوی ارائه شده پرداخته شود. ضمن داشتن عنوان مجزا برای هر یک از تصاویر، رنگ‌های مختص به آن‌ها نیز با بخش‌های مختلف هماهنگ شده‌اند.

جدول ۷: توضیحات تکمیلی الگوی طراحی شبکه‌ی آب شهری [نگارنده، ۱۳۹۶]





نتیجه‌گیری

شهری و در فاز طراحی شبکه‌ی آب برای مناطق و شهرهای جدید تأمین می‌نماید.

- ارزیابی‌های انجام‌شده در خصوص مدل‌های شهری نشان می‌دهند تأثیر مدل شطرنجی در کاهش احتمال بروز تهدیدات خرابکاری و دیگر تهدیدات محتمل بیشترین مقدار و در مدل شعاعی کمترین میزان را به خود اختصاص داده‌اند.
- مدل حلقوی بیش از سایر مدل‌های شهری آسیب‌پذیری اجزا و عناصر شبکه‌ی آب را در مقابل تهدیدات انسان‌ساخت، رخداد‌های طبیعی و حوادث ذاتی کاهش خواهد داد، درحالی که مدل شعاعی کمترین تأثیر را در این خصوص دارد.
- استمرار فعالیت و خدمات‌دهی که مهم‌ترین وظیفه‌ی شبکه‌ی آب شهری است در مدل کهکشانی از احتمال بالایی برخوردار بوده و مدیریت شرایط اضطراری در مدل‌های اقماری و شطرنجی با سهولت بالایی مواجه خواهد شد.
- به‌طور کلی مدل کهکشانی با بیشترین امتیاز، مناسب‌ترین مدل برای طراحی شبکه‌ی آب‌رسانی شهری از دیدگاه

از آنجایی که اختلال در کمیت و کیفیت مناسب آب، با اعمال تهدیدات از سوی دشمنان داخلی و یا خارجی صورت می‌گیرد، از این‌رو کاهش احتمال وقوع تهدیدات به‌عنوان اولین اقدام باید مدنظر قرار گیرد. بدیهی است بدون شناسایی تهدید و تأخیر در وقوع یا پاسخ دادن به آن، نمی‌توان از احتمال وقوع تهدید کاست. ناگفته نماند که کاهش احتمال وقوع تهدیدات به معنای عدم وقوع تهدیدات نیست، از این‌رو تقلیل آسیب‌پذیری تأسیسات سامانه‌ی آب در مقابل تهدیدات به وقوع پیوسته، ضرورت می‌یابد. در همین راستا باید بهینه‌سازی و مقاوم‌سازی تأسیسات به همراه پایش، کنترل و بهبود کیفیت و کمیت آب مدنظر قرار گیرد تا بتوان آسیب‌پذیری‌ها را کاهش داد و به‌هنگام بروز نقصان در عملکرد و کارکرد هر یک از بخش‌های سامانه‌ی آب‌رسانی، بازگردانی سامانه به شرایط عادی در دستور کار قرار گرفته و با بازسازی و بازپایی (تعمیر، نگهداری و ترمیم مناسب) و همچنین با استفاده از عملکرد جایگزین و یا موازی، آب‌رسانی به‌صورت مستمر و پایدار برقرار باشد. نتایج حاصل از این مقاله مطالب مذکور را به همراه به‌کارگیری اصول دفاع غیرعامل متناسب با محدودیت‌های

۱۰. خادم‌الحسینی، احمد؛ طهماسبی‌زاده، فرشاد؛ میرعنایت، ناهید (۱۳۹۰). نقش محله محوری در مدیریت شهری مطالعه‌ی موردی: منطقه ۹ اصفهان. تهران: مجموعه مقالات همایش ملی آرمان شهر ایرانی.

11. Fridman, John (1993). Toward a Non-Euclidian Mode of Planning-APA Journal. Autumn - 42.

12. Haestad, M., Walski, T. M., Chase, D. V., Savic, D. A., Grayman, W., Backwith, S., Koelle, E. (2003). Advanced Water Distribution Modeling and Management, CT, USA Haestad Press, Waterbury.

13. Li, H. (2007). Hierarchical risk assessment of water supply systems. Submitted for the Degree of Doctor of Philosophy, Loughborough University

14. Roozbahani, A., Zahraie, B., Tabesh, M. (2013). Integrated risk assessment of urban water supply systems from source to tap. Stochastic Environmental.

15. approach using MATLAB, A.R.-B., COST VALUE FUNCTION OF WATER DISTRIBUTION NETWORKS. (2008) (An-Najah National University).

16. Mays, L. W. (2004). «Water supply systems security», New York, McGraw-Hill Professional Engineering

۱۷. نائی، امیر؛ چمنی، محمدرضا. (۱۳۸۲). شبکه‌های توزیع آب شهری. اصفهان: مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان.

۱۸. آشفته، ج. (۱۳۸۵). طراحی آب‌رسانی شهری. تهران: انتشارات نشر شهرآب.

۱۹. افشار، عباس؛ نجفی، احسان (۱۳۹۰). مدیریت پیامدهای ناشی از حملات بیولوژیکی و شیمیایی به شبکه‌های توزیع آب شهری. تهران: پنجمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط زیست.

۲۰. پیری حور، حسن؛ نخعی، جلال؛ قنبری نسب، علی؛ کیانی، سعید (۱۳۹۵). طراحی آمایش دفاعی در تراکم‌زدایی با بهره‌گیری از مدل TIS (مطالعه‌ی موردی: مقایسه‌ی نیروگاه نطنز با نیروگاه کره‌ی شمالی)، تهران، فصلنامه علمی - ترویجی پدافند غیرعامل، سال هفتم، شماره ۴، ۶۳ - ۷۶.

۲۱. امام‌جمعه، حسین (۱۳۹۳). ارزیابی شبکه‌های توزیع آب با استفاده از روش آنتروپی اطلاعات بر پایه‌ی عدم قطعیت‌های مکانیکی و هیدرولیکی، رساله‌ی تخصصی، پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی، تهران، ایران.

۲۲. بی‌نیاز، احسان (۱۳۸۹). توسعه پایدار شهری جهت مقابله با بحران آب کلان شهر تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۲۳. قاضی‌زاده، علیرضا (۱۳۸۷). تبیین مبانی مهندسی پدافند غیرعامل در تأسیسات آب‌رسانی شهری، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید عباسپور، تهران، ایران.

۲۴. رحمتی، مریم (۱۳۹۵). بررسی آسیب‌پذیری شبکه‌ی توزیع آب‌رسانی شهری به روش تئوری شبکه، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران.

۲۵. هاشمی، حسن و همکاران (۱۳۹۴). مدیریت بهینه‌سازی میزان تزریق کلر در شبکه‌های توزیع آب با استفاده از مدل water Gems، مجله‌ی تحقیقات نظام سلامت، تهران، ایران.

پدافند غیرعامل خواهد بود و پس از الگوی شطرنجی در رده‌ی دوم قرار گرفته است و در مقابل، مدل شعاعی علی‌رغم مناسب بودن برای طراحی شبکه‌ی آب، تناسب پایینی با اصول دفاع غیرعامل خواهد داشت.

۵. نتایج مذکور با در نظر داشتن اصول پدافند غیرعامل (کوچک‌سازی، پراکنده‌سازی، مستحکم‌سازی، ذخیره‌سازی، شبکه‌سازی، موازی‌سازی و جایگزین‌سازی) ارائه گردیده‌اند که در ادامه با توجه به نتایج حاصل از مطالعات صورت گرفته چهارچوب نظری تدوین شده و ۶ محور اصلی برای این منظور تعیین شد، سپس با شناسایی ۳۴ مشخصه برای الگوی پیشنهادی، ۱۴ مورد نوآوری‌های الگو معرفی شدند تا در نهایت با ترسیم سیمای عمومی موردنظر، الگوی طراحی شبکه‌ی آب‌رسانی شهری برای تأمین پایدار آب در برابر تهدیدات و با رویکرد محله‌محوری ارائه گردید.

۶. تهیه‌ی پیوست پدافند غیرعامل طراحی شبکه‌ی توزیع آب با بهره‌گیری از الگوی ارائه شده در این مقاله، توسط وزارت نیرو و شرکت‌های زیرمجموعه‌ی آن، همچنین بررسی مدل هیدرولیکی شبکه‌ی توزیع آب در صورت رعایت اصول دفاع غیرعامل به محققان و پژوهشگران حوزی آب‌رسانی شهری پیشنهاد می‌گردد.

منابع

۱. پورمحمدی، محمدرضا؛ شفاعتی، آرزو؛ ملکی، کیومر (۱۳۹۰). ضرورت توجه به پدافند غیرعامل در برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری و راهبردی در کاهش آثار حملات خارجی. ایلام: سومین همایش ملی پدافند غیرعامل، دانشگاه ایلام، ۱۳۴ - ۱۳۵.

۲. نورزاد، مسعود (۱۳۷۷). راهی به سوی توسعه پایدار. تهران: ماهنامه اطلاعات سیاسی اقتصادی، سال ۱۲، شماره‌های ۱۳۱ - ۱۳۲، ۱۸۵ - ۱۹۳.

۳. امینی ورکی، سعید (۱۳۹۳). ارزیابی آسیب‌پذیری شهرها در برابر مخاطرات محیطی با استفاده از GIS (نمونه‌ی موردی: ساری). تهران: پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی مالک اشتر.

۴. کریمی، رضا (۱۳۹۳). طراحی شبکه توزیع آب شهری از منظر پدافند غیرعامل، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران.

۵. منزوی، م. ت. (۱۳۸۳). آب‌رسانی شهری. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

6. Ruelle, C.). 2009 (Sustainable Neighbourhoods, LEMA, Local Environment Management & Analysis.

7. Churchill, C. (1999). Development of decision support system for sustainable community design, ASCE Journal of Urban Planning and Development. 125, 17-35.

8. Soltani, A, Bosman, C. (2004). Evaluating Sustainable Urban Form, Comparing Two Neighbourhood Development Patterns in Adelaide. Conference Proceedings for the 2nd State of Australian Cities Conference, Griffith University, Queensland, Australia.

9. Rosel and Mark (2000). Sustainable Community De-

۲۶. رهنما، رضا؛ راستی، رضا؛ حسنی، نعمت؛ قیاسوند، مصطفی (۱۳۹۴). بررسی آسیب پذیری لوله‌های شبکه‌ای آب رسانی منطقه‌ی ۱۱ تهران جهت مقاومت سازی، فصلنامه‌ی دانش پیشگیری و مدیریت بحران، تهران، ایران.
27. Rebecca M. Dziedzic, (2015). Decision Support Tools for Sustainable Water Distribution Systems , Ph.D. Thesis, Graduate Department of Civil Engineering University of Toronto.
28. Manuel Lopez-Ibanez, (2009). Operational Optimisation of Water Distribution Networks, A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements of Edinburgh Napier University, for the award of Doctor of Philosophy.
29. Huipeng Li, (2007). Hierarchical Risk Assessment of Water Supply Systems, Submitted for the Degree of Doctor of Philosophy from Loughborough University.
30. Lufthansa, rahmankanta, Vulnerability Assessment of Water Supply Systems for Insufficient Fire Flows, Bangladesh University of Engineering and Technology.
31. Lawrence David Johnson, (2012). Application of a Heuristic Method a water Distribution system for Determining optimal water quality Monitoring Locations, A Thesis presented to the Faculty of California Polytechnic State University, San Luis Obispo.
32. Sela Perelman, L., Abbas, W., Koutsoukos, X., and Amin, S. (۲۰۱۶). Sensor placement for fault location identification in water networks: A minimum test cover approach. Automatica, 10.1016/j.automatica.2016.06.005, 166-176.
33. Rath, S., Gupta, R., Kamble, S., and Sargaonkar, A. (2016). Risk Based Analysis for Contamination Event Selection and Optimal Sensor Placement for Intermittent Water Distribution Network Security. Water Resources Management, 10.1007/s11269-016-1309-7, 2671-2685.
۳۴. زیاری، کرامت‌الله؛ مهدنژاد، حافظ؛ پرهیز، فریاد (۱۳۸۹). مبانی و تکنیک‌های برنامه‌ریزی شهری. چاپهار: انتشارات دانشگاه بین‌المللی چاپهار.
۳۵. وزارت نیرو (۱۳۹۱). نظامنامه مدیریت بحران و پدافند غیرعامل، تهران، جمهوری اسلامی ایران، وزارت نیرو، شماره سند ۲-ن-م-پ-م-پ.
۳۶. شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور. (۱۳۹۲). دستورالعمل تهیه، ارزیابی و تصویب مطالعات امکان‌سنجی و توجیهی پدافند غیرعامل در طرح‌های توسعه آب و فاضلاب. تهران.
۳۷. دفتر مدیریت بحران و پدافند غیرعامل وزارت نیرو (۱۳۹۳). دستورالعمل سطح‌بندی طرح‌های توسعه‌ای و درحال بهره‌برداری صنعت آب و برق. تهران: جمهوری اسلامی ایران، وزارت نیرو.
۳۸. دفتر پدافند غیرعامل شرکت آب و فاضلاب استان تهران (۱۳۹۵). دستورالعمل انجام مطالعات پدافند غیرعامل طرح‌های در دست بهره‌برداری آب و فاضلاب. تهران: شرکت آب و فاضلاب استان تهران، مرکز مدیریت بحران و پدافند غیرعامل.
۳۹. شورای عالی امنیت ملی (۱۳۹۳). سند جامع مدیریت پایدار آب شرب کشور. تهران.
۴۰. نشریه شماره ۳-۱۱۷ (۱۳۹۲). ضوابط سامانه‌های انتقال و توزیع آب شهری و روستایی. تهران: دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا، معاون برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی وزارت نیرو.
۴۱. مبحث بیست و یکم مقررات ملی ساختمان (۱۳۹۱). پدافند غیرعامل. تهران: مقررات ملی مسکن و شهرسازی.
۴۲. پیری‌حور، حسن (۱۳۹۶). الگوی طراحی شبکه آب شهری برای تأمین پایدار آب در برابر تهدیدات با تأکید بر محله محوری (مطالعه‌ی موردی: آب و فاضلاب منطقه ۵ تهران)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی مالک اشتر.

ارائه الگوی شبکه ایمن معابر بر اساس اصول پدافند غیرعامل، در راستای ارتقای تاب‌آوری شهر در برابر بحران‌های انسان ساخت

مطالعه موردی: منطقه ۱۲ شهر تهران

پیمان مهرنژاد*: پژوهشگر دکتری شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه هنر اسلامی تبریز Emai: p.mehrnezhad@yahoo.com
محمد خورسندی: کارشناس ارشد برنامه‌ریزی شهری دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) قزوین

تاریخ دریافت: ۹۸/۷/۲۰

تاریخ پذیرش: ۹۸/۸/۲۸

چکیده

یکی از مهمترین مسائل شهرهای کشور پدافند غیرعامل و تاب‌آوری شهرها در مقابل بحران‌های انسان‌ساخت نظیر جنگ و آشوب است. شبکه معابر به عنوان شریان‌های حیاتی شهر نقش پررنگی در کاهش آسیب‌پذیری و تسهیل اقدامات حین و پس از بحران ناشی از اقدامات عناصر بیگانه در شهر نظیر دسترسی مناسب به بافت‌های مسکونی، تخلیه اضطراری محلات، دسترسی به مراکز امدادی و حیاتی مدیریت بحران و همچنین دسترسی به مراکز نظامی و انتظامی ایفا می‌کند. از این رو طراحی شبکه ایمن شهری شامل مجموعه‌ای از معابر به هم پیوسته که از میزان آسیب‌پذیری پایین برخوردار باشند و در عین حال ارتباط بین بلوک‌های مسکونی، مراکز نظامی و امداد و نجات و مبادی ورودی و خروجی مناطق شهری را به بهترین شکل و بدون وقفه ایجاد کنند، ضروری به نظر می‌رسد. شبکه معابر یادشده توان پاسخگویی خود را پس از بحران به خوبی حفظ خواهد کرد و انجام اقدامات نظامی و امدادی مقتضی به واسطه آن مختل نخواهد شد که در نتیجه میزان آمادگی شهر در برابر حملات و آشوب‌ها افزایش خواهد یافت. این پژوهش با هدف تعریف شبکه ایمن معابر شهری، توصیف ویژگی‌ها و روش طراحی آن در بافت‌های شهری و همچنین عملیاتی کردن آن در منطقه ۱۲ شهر تهران به عنوان نمونه انجام شد. برای طراحی شبکه ایمن منطقه ۱۲ ابتدا معابر وضع موجود بر اساس ۹ شاخص شامل دسترسی به مراکز نظامی و انتظامی، محصوریت، دسترسی به مراکز امدادی، دسترسی به فضاهای سبز و باز، عرض معابر، وضعیت ترافیکی معابر، ارتفاع طبقاتی ابنیه جداره معابر، کیفیت ابنیه جداره و نوع کاربری‌های جداره با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس (IHWP) و تکنیک‌های نرم‌افزار GIS از منظر آسیب‌پذیری در برابر بحران تحلیل شدند. در مرحله بعد معابر با آسیب‌پذیری پایین و دسترسی مناسب به مراکز حیاتی مدیریت بحران به عنوان شاکله اصلی شبکه ایمن انتخاب شدند و با اتخاذ برخی اقدامات ساختار شبکه‌ای و به هم پیوسته آن هم مهیا شد. در پایان با هدف حفظ ایمنی و تاب‌آوری این شبکه در بلندمدت برخی ضوابط تدوین شد که صرفاً در معابر شبکه ایمن لازم‌الاجرا هستند.

کلمات کلیدی: پدافند غیرعامل، تاب‌آوری شهر، ارائه الگو، شبکه ایمن معابر، منطقه ۱۲ تهران.

Presenting the model of a safe urban road network based on the passive defense principles in order to improve city resilience against human-made crisis case study: 12th region of Tehran

Payman Mehrnezhad^{1*}, Mohammad Khoorsandi²

Abstract:

One of the most important issues in the cities is the crisis management and resilience of the cities against the Human-made crises such as war and terror. Transportation network as the vital artery of the city plays a vibrant role in reducing vulnerability and facilitating crisis management in the city, such as proper access to residential tissues, emergency evacuation of neighborhoods, access to vital emergency relief centers and military centers. Hence, It seems necessary for cities to design a secure urban network includes a set of interconnected passages that have low vulnerability to crisis, while also linking residential blocks, relief and rescue centers, military and Law Enforcement Centers and the bases of the entrance and exit of urban areas uninterrupted. The above mentioned network will maintain its accountability after the crisis, and relief and military efforts will not be disrupted by this, As a result, city preparedness for attacks and riots will increase. This research was conducted with the aim of defining the Secure network of urban roads and describing its features and methods of designing it in urban textures as well as operating it in the District 12 of Tehran. To design the safe network of the District 12, firstly, the existing status passages based on 9 indicators including confinement, access to relief centers, access to green spaces and open spaces, access to military and law enforcement center, passage widths, traffic conditions, Class height, building quality, and types of landuse by IHWP method and GIS software techniques were analyzed from the perspective of crisis vulnerability. In the next step, passages with low vulnerability and appropriate access to critical crisis management menus were selected as the main constituents of the secure network and by doing some actions, the network structure and its interconnection were also provided. In the end, with the aim of maintaining the safety and resilience of the network in the long run, some rules were developed that would only be enforceable on safe network passages.

Key word: Passive Defense, City Resilience, Pattern presentation, Secure network of urban road, District 12 of Tehran

1- PHD Student urbanism, architecture and urbanism faculty, Tabriz Islamic art University, Iran, Email: p.mehrnezhad@yahoo.com

2- Master of urban planning, architecture and urbanism faculty, Ghazvin International University

۳۵

ویژه نامه هفته
پدافند غیرعامل
پاییزه زمستان
۱۳۹۹

دوفصلنامه
علمی و پژوهشی



ارائه الگوی شبکه ایمن معابر بر اساس اصول پدافند غیرعامل، در راستای ارتقای تاب‌آوری شهر در برابر بحران‌های انسان ساخت

پیش گفتار ضرورت

کشور ایران با توجه به موقعیت ویژه جغرافیایی و قرارگیری در منطقه خاورمیانه به عنوان یکی از پرحادثه ترین نقاط جهان همواره تحت تأثیر تهدیدات مختلف بوده است. به ویژه بعد از انقلاب اسلامی و سیاست های استکبارستیزانه جمهوری اسلامی این تهدیدات رو به افزایش گذاشت و همواره سایه جنگ، آشوب، ترور و سایر اقدامات بدخواهان بر سر این کشور بوده است. در این میان شهرهای بزرگ و مهم کشور به دلیل قرارگیری مراکز مهم حکومتی، اقتصادی و جمعیتی در آنها از آسیب پذیری بالاتری در برابر تهدیدات یادشده برخوردار بوده اند. در حال حاضر بیش از ۷۰ درصد جمعیت کشور در شهرها ساکن هستند و این روند روز به روز در حال افزایش است که این امر اهمیت پدافند غیرعامل در شهرها را بیش از گذشته نمایان می سازد.

معابر و شبکه دسترسی یکی از مهمترین و اساسی ترین عناصر شهر هستند که اتصال بین فضاها و فعالیت های مختلف شهری را مهیا می کنند. یکی از مهمترین نقش های شبکه حمل و نقل شهری حفظ کارایی و پاسخگویی در وضعیت بحران و اضطرار است؛ طوری که دسترسی به داخل بافت های مسکونی و پایگاه های اساسی و حیاتی برای انجام اقدامات فوری امداد و نجات و اقدامات مورد نیاز انتظامی و نظامی پس از وقوع بحران ناشی از حملات نظامی و آشوب ها را مهیا کنند و در عین حال بستر لازم برای انجام امور بازسازی و مرمت را تأمین کنند.

تهران به عنوان پایتخت و یکی از شهرهای مهم ایران به واسطه قرارگیری مراکز اصلی حکومتی و اداری کشور در آن همواره از ریسک بالایی در برابر خطرات ناشی از حملات عناصر بیگانه و یا آشوب ها و جنگ های شهری و خیابانی برخوردار است و این موضوع تقریباً شامل تمامی مناطق و محلات شهر می شود. به ویژه منطقه ۱۲ که مرکزیت گردشگری، تجاری، اداری و حکومتی تهران و حتی کشور را بر عهده دارد و علاوه بر اینکه مراکز بسیار حساس و مهم را در خود جای داده، روزانه میزبان جمعیت بسیاری از شهروندان است. همان طور که پیش از این گفته شد، تاب آوری معابر شهری در زمان های بحران و حفظ توان پاسخگویی آنها امری مهم در جهت افزایش آمادگی شهر و کاهش آسیب پذیری آن است. حال سؤالی که به وجود می آید، این است که چگونه می توان در شهری مانند تهران و منطقه ای از آن مانند منطقه ۱۲ که از معابر بسیار زیاد و درهم تنیده تشکیل شده، شبکه ای را تعریف و طراحی کرد که بتواند در صورت بروز حوادث و بحران های گفته شده کارایی خود را حفظ کند تا حیات شهر از بین نرود؟ در این پژوهش تلاش می شود تا پاسخ مناسبی به این سؤال داده شود.

اهداف

- معرفی الگوی شبکه ایمن معابر و شاخص های آن به عنوان رهیافتی جهت افزایش آمادگی شهر بر اساس اصول پدافند غیرعامل
- ارزیابی معابر محدوده مورد مطالعه (منطقه ۱۲ شهر تهران) از منظر ایمنی و پاسخگویی آنها در هنگام وقوع

بحران حاصل از اقدامات نظامی و ارائه سیاست های مرتبط با الگوی شبکه ایمن معابر در جهت ارتقای تاب آوری محدوده در برابر بحران

فرآیند کلی پژوهش

در این پژوهش ابتدا به بررسی مبانی نظری پدافند غیرعامل، تاب آوری شهری، نقش معابر در تاب آوری و شاخص های ایمنی معابر برابر بحران های انسان ساخت امنیتی نظیر جنگ، تروریسم و آشوب می پردازیم. در ادامه هم به تعریف الگوی شبکه ایمن معابر شهری و توصیف ویژگی ها و روش پیاده سازی آن در بافت های شهری و در نهایت بررسی ایمنی شبکه معابر منطقه ۱۲ شهر تهران در برابر بحران های انسان ساخت و عملیاتی کردن الگوی شبکه ایمن در محدوده مورد مطالعه خواهیم پرداخت.

مبانی نظری

بحران: بحران^۲ عمری به درازای تاریخ بشر دارد و یکی از واقعیتهای اجتناب ناپذیر زندگی بشر بوده و بشریت همیشه با انواع مختلفی از بحران ها روبه رو بوده است؛ از بحران هایی چون قحطی، خشک سالی، سیل، شیوع بیماری های واگیردار گرفته تا بحران هایی چون جنگ ها و آلودگی های زیست محیطی و غیره. تمامی این بحران ها به میزان حجمشان آسیب و لطمات متفاوتی به محیطی که در آن رخ می دهند، وارد می کنند. (ربیعی و حسینی، ۱۳۹۶) از نظر سازمان ملل متحد بحران یعنی «وقفه کامل یا بخشی از فعالیت های گروه یا جامعه که همراه با ضایعات جانی، خسارات مالی و آسیب های محیطی گسترش یافته و جامعه مربوطه با منابعی که در اختیار دارد، قادر به جبران آن نیست». (عبداللهی، ۱۳۹۱). بحران را از منظر منشأ آن می توان به دو دسته اصلی طبیعی و انسان ساخت تقسیم کرد. بحران های انسان ساخت ناشی از فعالیت های انسانی نظیر آتش سوزی، تصادفات و جنگ است که این پژوهش ناظر بر این دسته از بحران است.

بحران های انسان ساز به چند دسته تقسیم می شوند: در بخش اول بحران هایی وجود دارند که از تعاملات انسانی در جامعه، رابطه بین دولت ها، افراد و گروه های اجتماعی به وجود می آیند. نظیر بحران های سیاسی، بحران های اقتصادی و بحران های اجتماعی. بخش دیگر از بحران های انسان ساز ناشی از ترکیبی از فعالیت های غیراصولی انسان ها و رخدادهای طبیعی است. شواهدی در این زمینه می تواند مصرف بی رویه انواع انرژی های آلوده کننده، نازک شدن لایه ازن، گرم شدن کره زمین و ... نام برد. (ربیعی و حسینی، ۱۳۹۶)

گونه ای دیگر از بحران های انسان ساخت، بحران های امنیتی هستند. این بحران ها با اهداف سیاسی، امتیازگیری، تغییر رفتار یا تضعیف نظام های سیاسی ایجاد می شود؛ مانند وقوع جنگ، حمایت های برون مرزی برای ایجاد و گسترش شورش های مدنی، صنفی، دانشجویی، قومی و فرقه ای، حوادث تروریستی و ... (ملکی، ۱۳۸۹) که تأکید این پژوهش بر روی این دسته از بحران های انسان ساخت است.



(Cutter, Et al, ۲۰۰۸) در تعریفی کلی تاب آوری توانایی جوامع، نظام کالبدی- زیرساخت ها، قابلیت نظام های اجتماعی، سیاسی و اقتصادی، پایداری و کارآمدی سکونتگاه ها و سایر ساختمان ها در تحمل و ایستادگی در برابر خطرات به وجود آمده از تنش ها و فشارهاست؛ به گونه ای که بتوانند به سرعت به وضعیت قبل برگشت کرده، تهدیدات آتی را پذیرفته و با آنها رویارویی کنند (Da- vis & Izadkhah, ۲۰۰۶).

تاب آوری بر این موضوع دلالت می کند که یک مکان قادر به نگه داشت خود در برابر وقایع عظیم طبیعی باشد؛ بدون آنکه از زیان ها و آسیب های ویرانگر، کاهش میزان بهره وری یا کیفیت زندگی اش رنج ببرد و بینا از کمک های فراوان از بیرون اجتماع باشد (Godschalk, ۲۰۰۳). شهر تاب آور جامعه ای است که توانایی تحمل شوک ها و ضربه های وارده از یک خطر به گونه ای که آن خطر را تبدیل به سوانح نشوند و در عین حال توانایی یا ظرفیت برگشت به حالت عادی در حین و پس از سانحه و همچنین امکان و فرصت برای تغییر و سازگاری پس از سوانح را هم دارا باشد. (Davis & Izadkhah, ۲۰۰۶) هدف شهر تاب آور تقویت سیستم شهری در مقابل عملکردهای مخرب و اختلال ها در هنگام وقوع بحران و رویدادهای شدید است. ایجاد تاب آوری در سیستم پیچیده مانند شهر باعث کاهش خسارات به حد چشم گیری خواهد شد. (Krellenberg & KochSigrunKabisch, ۲۰۱۷)

عوامل زیادی بر تاب آوری شهر اثر می گذارند و هیچ دو شهری در ظرفیت اصلی خود برای تاب آوری شبیه هم نیستند. Cam-panella, ۲۰۰۶)) شهر تاب آور شبکه ای پایدار^۱ از سامانه های فیزیکی و اجتماعات انسانی^۲ است. سامانه های فیزیکی اجزای محیطی و ساخته شده شهر هستند که شامل جاده ها، ساختمان ها، زیرساخت ها، تسهیلات ارتباطی، خاک، ویژگی های جغرافیایی و امثال آن است. در مجموع، سامانه های فیزیکی به عنوان کالبد و بدن در شهر، استخوان ها^۳ و شریان های^۴ یک بدن عمل می کنند. به هنگام سانحه سامانه های فیزیکی باید قادر به ادامه حیات و عملکرد در شرایط وخیم باشند. (Godschalk, ۲۰۰۳)

سیستم حمل و نقل بخش های بسیار پراهمیت برای زیر ساخت های هر شهر و یا منطقه است. مطالعات نشان داده که سامانه های حمل و نقل از جنبه های مختلفی تقریباً با تمام فعالیت های شهری در ارتباط است. (Pathman, ۲۰۱۰) تاب آوری شبکه معابر به عنوان معیاری حیاتی در برنامه ریزی مطرح می شود. تاب آوری شبکه معابر می تواند به عنوان توانایی آن برای حفظ سطحی مناسب از سرویس دهی در شرایط بحرانی و چالشی برای انجام امور عادی مطرح شود. بنابراین توانایی تاب آوری را می توان با ارزیابی مقدار فشار و چالشی که شبکه قبل از فروپاشی تحمل کند و شرایط را برای عملیات های عادی میسر سازد، محاسبه کرد. (Patil, ۲۰۱۷) برنامه ریزان باید کاربری های شهری و شبکه معابر را به صورتی جانمایی کنند که این کاربری ها اولاً به صورت سکونتگاه های ایمن در برابر بحران عمل کنند و ثانیاً شرایط لازم را برای اجرای هرچه بهتر طرح مدیریت بحران تسهیل کند. (حبیبی، شیعه، ترابی، ۱۳۸۸) به بیانی دیگر، پس از وقوع بحران ناشی از

تهدید: در فرهنگ معین در باب تعریف تهدید چنین آمده است: «ترسانیدن، بیم دادن، بیم کردن، بیم و جمع آن تهدیدات» ریچارد اولمان تهدید را این گونه عنوان می کند: تهدید نسبت به امنیت عبارت از یک عمل یا سلسله ای از وقایع است که به شدت و در خلال دوره نسبتاً کوتاهی از زمان، کیفیت زندگی برای دولت ها، شهرها یا واحدهای خصوصی و غیردولتی (افراد، گروه ها و شرکت ها در داخل دولت را در خطر کاهش قرار می دهد. (بی طرفان و شاد، ۱۳۹۲) منابع اصلی تهدید دو نوع است: طبیعی مانند (زلزله، سیل، آتشفشان، طوفان و ...)، غیرطبیعی مانند (جنگ، عوارض فناوری بشر و ...). تهدیدات غیرطبیعی خود به دو دسته تهدیدات عمدی و غیرعمدی تقسیم می شود که این پژوهش ناظر بر تهدیدات انسان ساخت عمدی است. در دیاگرام شماره ... دسته بندی تهدیدات انسان ساخت عمدی و تهدیدات مورد نظر این پژوهش معین می شود.

پدافند غیرعامل: مجمع تشخیص مصلحت نظام در راستای سیاست های کلی نظام در سند چشم انداز ۲۰ ساله کشور پدافند غیرعامل را به شرح زیر تعریف کرده است:

”مجموع اقدام های غیرمسلحانه ای که موجب افزایش بازدارندگی، کاهش آسیب پذیری، تداوم فعالیت های ضروری، ارتقای پایداری ملی و تسهیل میریت بحران در مقابل تهدیدها و اقدام های نظامی دشمن می شود.“

بدون شک نوع پدافند در بخش های شهری، اقتصادی، اجتماعی و روانی کاملاً متفاوت از پدافند نظامی است و می توان اصطلاح پدافند غیرعامل را برای این بخش ها مناسب تر دانست. از سوی دیگر می توان پدافند غیرعامل شهری را بسیار مهم تر از سایر بخش ها دانست. پدافند غیرعامل در مناطق شهری موضوعی است که هم به لحاظ اقتصادی، هم به لحاظ سیاسی، هم به لحاظ اجتماعی و فرهنگی و ... واجد اهمیتی دوچندان است. (Tang & Wen, ۲۰۰۹) پدافند غیرعامل شهری^۵ مجموعه ای از برنامه ریزی، طراحی و اقداماتی است که باعث کاهش آسیب پذیری (شهر و شهروندان) در مقابل تهدیدات در معنای عام آن می شود. راهبرد بین المللی کاهش بحران^۶ هدف پدافند غیرعامل شهری را کاستن آثار نامطلوب آسیب های محیطی، فناوری و جنگ دانسته است. (محمدی ده چشمه، ۱۳۹۲)

تاب آوری: تعداد روزافزونی از جمعیت جهان در مناطق شهری زندگی می کنند. برای اولین بار در تاریخ در سال ۲۰۰۸ درجه شهرنشینی به ۵۰ درصد رسیده و کماکان روند رو به رشدی دارد. نتیجه افزایش جمعیت، تراکم زیاد ساختمان است که تأثیر پایدار بر آسیب پذیری برابر حوادث خطرناک دارد. شکست تنها یک عنصر از شهر می تواند اثرات بی شمار و پیامدهای غیرمنتظره ای ایجاد کند. (Fischer Et Al, ۲۰۱۶) اولین بار هولینگ^۷ در سال ۱۹۷۳ کلمه تاب آوری را برای توصیف معیاری از تداوم سامانه ها^۸ و توانایی شان برای جذب تغییرات و اختلالات^۹ که هنوز مقاومت و ظرفیت قبلی را در حفظ همان روابط^{۱۰} بین جمعیت و متغیرهای دیگر دارد، به کار برد. بعد از آن پیم در سال ۱۹۸۴ تاب آوری را به عنوان بازگشت یک سیستم به حالت اولیه پس از نابسامانی آن تعریف کرد.

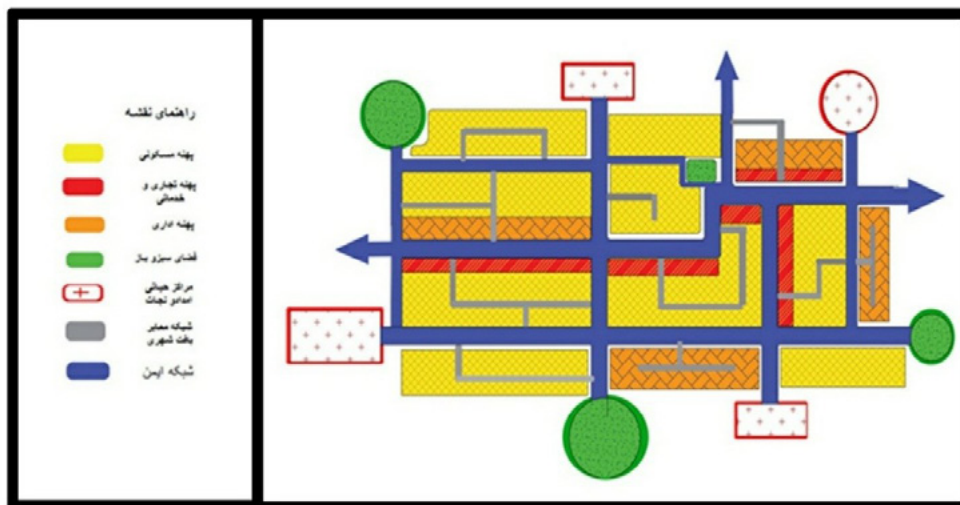
اقدامات نظامی و خرابکارانه عناصر بیگانه، شهر باید از آمادگی لازم برای انجام اقدامات امداد و نجات سانحه دیدگان، همچنین اقدامات نظامی و انتظامی برای برقراری امنیت و مقابله با دشمنان و آشوبگران در سریعترین زمان ممکن برخوردار باشد تا کمترین خسارات جانی و مالی به شهر وارد شود و در عین حال توطئه دشمنان خنثی شود. بدین سبب برخورداری شهر از شبکه ای معابر تاب آور که در مواقع بحران کارایی خود را جهت اقدامات عاجل حفظ کند، امری حیاتی در مقوله پدافند غیرعامل شهری محسوب می شود.

اقدامات پس از بحران نیازمند وجود شرایط کالبدی لازم است و این امر امکان پذیر نخواهد بود مگر با فراهم بودن دسترسی مناسب و کامل به تمام قسمتهای مهم و حیاتی در حوزه های سکونت یک شهر. در غیر این صورت، حتی با فرض وجود تمام آمادگی های لازم برای مقابله با بحران، در صورت مسدود بودن شبکه معابر اصلی و یا استقرار نامناسب مراکز پشتیبانی، امدادرسانی و اسکان چطور می توان به وضعیت سانحه دیدگان رسیدگی کرد و اقدامات احتمالی نظامی و انتظامی جهت مقابله با عناصر بیگانه را انجام داد؟ (ثامنی و پورجوهری، ۱۳۹۰)

الگوی شبکه ایمن: معمولاً پس از وقوع حوادث بزرگ ناشی از حملات نظامی نظیر حملات موشکی، انفجارهای تروریستی، آشوب های شهری و ... شبکه حمل و نقل دچار اختلال می شود و مشکلاتی را هم در دسترسی سریع نیروها به سانحه دیدگان و تخلیه به موقع منطقه خطر و هم برقراری نظم و امنیت شهر به وجود خواهد آورد. بدین ترتیب سازمان دهی کالبدی شبکه معابر و سایر عناصر مورد نیاز در مواقع بحران برای مقابله با آسیب های احتمالی سوانح یادشده امری اجتناب ناپذیر خواهد بود. در این راستا برای هر شهر شبکه ای منسجم و حیاتی تحت عنوان «شبکه ایمن شهری» را مشخص کرد که مجموعه ای پیوسته و سازمان یافته از شبکه معابر اصلی و مهمترین مراکز مورد نیاز در مواقع بحران است؛ طوری که کارایی خود را حین وقوع بحران حفظ کنند و امکان

دسترسی به بافت های مسکونی و ارتباط با مراکز حیاتی دخیل در مدیریت بحران و پدافند غیرعامل را مهیا کنند.

- شبکه ایمن معابر باید دارای ویژگی های زیر باشد:
 - از آسیب پذیری کمتری نسبت به سایر معابر شهر برخوردار باشند؛ طوری که قادر باشند کارایی و پاسخگویی خود را در مواقع بحران حفظ کنند.
 - باید دارای ساختار شبکه ای و به هم پیوسته باشد.
 - دسترسی به قسمت های مختلف منطقه شهری را به شکل یکپارچه میسر سازد.
 - ارتباط بین بافت های مسکونی، مراکز امداد و نجات و مراکز نظامی و انتظامی را بدون وقفه میسر سازد.
 - با تدوین یک سری ضوابط و قوانین کالبدی در ارتباط با معابر شبکه، بافت و جداره آنها ایمنی و کارایی این شبکه برای همیشه حفظ و صیانت شود.
 - از کمترین تعداد معابر ممکن تشکیل شده باشد تا انجام ضوابط و قوانین سخت گیرانه ایمن سازی معابر این شبکه و جداره آن هزینه کمتری بر شهر وارد کند. (انجام ضوابط و قواعد خاص ایمن سازی برای تمامی معابر و ساختمان های جداره آنها طبیعتاً پرهزینه و نشدنی است)
 - معطوف بر معابر ایمن تر از وضع موجود باشند تا کمترین دست اندازی بر شبکه معابر وارد شود. (هزینه کمتر و قابلیت اجرایی بیشتر)
 - این شبکه همواره مجهز به تجهیزات مورد نیاز برای انجام اقدامات عاجل در هنگام وقوع بحران باشند.
- بنابراین قبل از هر چیز برای طراحی شبکه ایمن در محدوده ای شهری باید آسیب پذیری تمامی معابر موجود بررسی شود تا ایمن ترین معابر محدوده ای برای تشکیل شبکه ای ایمن مشخص شوند. در ادامه با ارائه یک طرح مفهومی تلاش می شود تا مفهوم شبکه ایمن معابر به شکل بهتری مطرح شود.
- همان گونه که در طرح گرافیکی بالا مشخص است، معابری که با رنگ سورمه ای مشخص شده اند، شبکه ایمن معابر



طراحی شده برای یک بافت فرضی شهری هستند. معابر موجود در این شبکه نسبت به سایر معابر بافت در وضع موجود ایمن تر بوده و از میزان آسیب پذیری کمتری در برابر بحران احتمالی برخوردارند؛ در نتیجه توانایی حفظ کارایی و عملکرد خود را در هنگام وقوع بحران خواهند داشت. معابر یادشده به شکل شبکه و به هم متصل عمل می کنند و امکان ارتباط با بافت های مسکونی و فضاهای حیاتی مدیریت بحران و پدافند غیرعامل نظیر فضاهای سبز و باز، مراکز امداد و نجات و مراکز نظامی و انتظامی را مهیا می سازند. همچنین شرایط تخلیه اضطراری و خروج از بافت در این شبکه میسر می شود.

در ادامه بررسی میزان آسیب پذیری شبکه ترابری شهری بررسی می شود.

معرفی منطقه ۱۲ تهران

محدوده منطقه ۱۲ از غرب به خیابان حافظ و وحدت اسلامی، از شرق به میدان امام حسین (علیه السلام) و خیابان ۲۷ شهریور، از جنوب به خیابان شوش و از شمال به خیابان انقلاب منتهی می شود که با جمعیتی حدود ۲۴۰ هزار و ۹۰۹ نفر (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵) ۲،۸ درصد از کل جمعیت شهر تهران را به خود اختصاص داده است. از سوی دیگر، این بخش از شهر وسعتی در حدود ۷/۲۶۲۲ هکتار معادل ۷/۱ درصد مساحت کل شهر تهران را داراست و به لحاظ موقعیت آن در مرکز کلان شهر تهران شهری که مهمترین جریانه های اقتصادی کشور به نوعی مرتبط با آن است، وضعیت خاصی دارد و قطب تجاری تهران و ایران محسوب می شود.

به لحاظ کاربری های عمده، مساحت کل قطعات مسکونی برابر ۵۹۷ هکتار است که ۴۷ درصد از کل مساحت منطقه را در بر می گیرد. مساحت کل قطعات تجاری ۱۹۰ هکتار است که ۱۵ درصد از کل مساحت منطقه را در بر می گیرد. غالب این کاربری ها فرامحله ای بوده و عملاً به صورت منطقه ای، شهری و گاهی ملی عمل می کنند.

اهمیت منطقه ۱۲ از منظر پدافند غیرعامل:

منطقه ۱۲ شهر تهران به دلیل داشتن کاربری های مهم شهری، ملی و بین المللی به عنوان قلب تجاری، قطب گردشگری-فرهنگی و مرکزیت حکومتی کشور یاد می شود. حساسیت و خطرپذیری منطقه ۱۲ در برابر حملات را می توان از ابعاد گوناگون نظیر وجود کاربری های مهم منطقه، ساختار جمعیتی و اقتصادی، تاب آوری پایین کالبدی بافت و ناکارآمدی معابر بررسی کرد. کاربری تجاری سطح زیادی از منطقه را پوشانده است و سطح بالای کاربری تجاری جمعیت زیادی را به منطقه جذب می کند. جمعیت بالای منطقه حساسیت خاصی را از دیدگاه پدافند ایجاد کرده که نیاز به برنامه ریزی دقیق دارد. تمرکز فضاهای اداری در منطقه نشان از اهمیت مرکز شهری آن دارد. همچنین کاربری های مذهبی و فرهنگی به دلیل بافت مرکز شهر سطح زیادی را به خود اختصاص داده و سطوح انبار و کارگاهی بخش زیادی را اشغال کرده است. در عین حال زمین های بایر و ساخته نشده زیادی در این منطقه یافت

نمی شود که بتوان برای جبران خدمات شهری از آن استفاده کرد. تراکم فعالیت های تجاری و کسب و کار در محدوده منطقه به طور متوسط بیش از یک میلیون نفر را به صورت روزانه به منطقه جذب می کند. شبکه معابر به نسبت تراکم جمعیت بسیار کم است. در صورت وقوع حمله تردد با مشکل مواجه شده، امداد رسانی، خدمات رسانی و عبور و مرور به درستی انجام نمی شود که از دیدگاه پدافند غیرعامل منطقه را با بحران مواجه خواهد کرد. شبکه راه ها و الگوهای حرکت در تهران شعاعی است و از این رو سهم منطقه ۱۲ در تولید و جذب سفرهای روزانه بیش از سایر مناطق تهران است. نظام حرکت در منطقه با عدم تعادل روبه روست. محورهای عبوری آن با تراکم تردد سواره مواجه و از هم گسیخته اند؛ در مقابل بافت های قدیمی و تاریخی به صورت بلوک های شهری محصور در گذرهای شریانی نفوذپذیری ضعیفی دارند. شبکه گذرگاهی درون بافت های ارزشمند برای امداد رسانی، تأمین نیازهای دسترسی و ... باید گسترش یابد. در مجموع می توان این گونه بیان کرد که جایگاه منطقه ۱۲ به عنوان برترین و متنوع ترین کارکردهای کلان شهری با تأکید بر گردشگری، فرهنگی، مقر نهادهای حکومتی، مراکز ستادی وزارتخانه ها، کانون فعالیت های مالی تجاری، محل تجمع سفارتخانه ها، استقرار شهرداری کلان، تالار شهر و مجموعه های چند منظوره فرهنگی هنری شناخته می شود. منطقه ای که چنین تنوعی از کارکردها در آن مشهود باشد و در عین حال آسیب پذیری بالایی در برابر حوادث و حملات به دلیل فرسودگی بافت و ناکارآمدی معابر برخوردار باشد، نیاز به برنامه ریزی خاص و چندبعدی با استفاده از اصول پدافند غیرعامل در آن احساس می شود.

بررسی محدوده مورد مطالعه از منظر مؤلفه های مؤثر در ایمنی شبکه معابر

در این بخش از مطالعات تلاش می شود تا مؤلفه های اصلی مؤثر در تاب آوری شبکه معابر محدوده در برابر بحران های ناشی از حملات و آشوب های بیگانگان مورد بحث و مطالعه قرار گیرند تا از اطلاعات حاصل برای تحلیل معابر و شناسایی میزان آسیب پذیری آنها استفاده شود. مؤلفه های بسیاری را می توان برای ایمنی معابر هنگام بروز بحران در نظر گرفت که در این پژوهش بر اساس اهداف مورد نظر و همچنین اطلاعات موجود منطقه ۱۲ از مؤلفه های زیر برای بررسی ایمنی معابر استفاده می شود:

گره های ترافیکی معابر: جهت اینکه معابر بتوانند در مواقع بحرانی و حساس کارایی خود را حفظ کنند و برای اقدامات عاجل نظامی، درمانی و تخلیه اضطراری مورد استفاده قرار گیرند، نیاز است تا به شکل مداوم از حجم و گره های ترافیکی پایین برخوردار باشند.

عرض معابر: هرچه عرض معابر بیشتر باشد، نفوذپذیری بافت افزایش یافته و امکان دسترسی به بلوک های مسکونی و انجام اقدامات امدادی، نظامی و انتظامی تسهیل می شود.

دسترسی معابر به فضاهای سبز و باز: از فضاهای سبز و باز به عنوان اراضی ذخیره برای انجام اقدامات امداد و نجات و یا دپوی نیروهای نظامی و انتظامی پس از حملات می توان یاد کرد.

وجود این فضاها در قالب پارک ها و بوستان ها یا اراضی بایر و خالی باعث تاب آوری بیشتر محیط شهری در برابر سوانح می شود.

دسترسی معابر به مراکز امداد و نجات: دسترسی معابر درون بافت به مراکز امداد و نجات نظیر بیمارستان ها، مراکز آتش نشانی یا هلال احمر و سوله های مدیریت بحران می تواند سبب امداد رسانی به موقع و کاهش خسارات جانی شهروندان در اثر حملات عناصر بیگانه شود.

دسترسی معابر به مراکز نظامی و انتظامی: نزدیک ترین مراکز نظامی در منطقه مهمترین نقش را در ایجاد امنیت و خنثی سازی توطئه بیگانگان پس از وقوع سوانح و حملات ایفا می کنند.

بررسی وضعیت کاربری اراضی از نظر میزان تردد: در این بخش کاربری اراضی منطقه ۱۲ از منظر نوع کاربری های وضع موجود (پرتردد، تردد متوسط، کم تردد) مورد مطالعه قرار گرفته است. هر چه حجم تردد معابر پایین تر باشد، پتانسیل بهتری جهت استفاده نظامی و امدادی پس از بحران خواهند داشت.

محصولیت معابر: محصولیت به معنی نسبت ارتفاع جداره معبر به عرض آن است، هرچه این نسبت افزایش یابد، احتمال انسداد معابر در صورت تخریب ابنیه بر اثر حملات و انفجا بیشتر شده و طبیعتاً میزان کارایی معابر یاد شده جهت اقدامات پس از بحران کاهش می یابد.

کیفیت ابنیه: یکی از مهمترین مؤلفه های مؤثر در ایمنی شبکه معابر کیفیت ابنیه جداره است. قطعاً دسترسی هایی که جداره با کیفیت پایین تری داشته باشند، تاب آوری کمتری برابر سوانح و حملات خواهند داشت؛ زیرا آسیب و تخریب ابنیه با کیفیت پایین می تواند باعث آسیب معابر و انسداد آنها شوند.

ارتفاع طبقاتی: ارتفاع طبقاتی ساختمان های جداره معابر به شکل مجزا نقش اثرگذاری در ایمنی شبکه ایفا می کند. هرچه ارتفاع ساختمان ها بیشتر باشد، تخریب جزئی یا کامل آنها اثر بیشتری در مسدود کردن معابر خواهند گذاشت و کارایی آنها را در هنگام حملات به حد پایینی می رساند.

تحلیل: ارزیابی آسیب پذیری معابر

در این مرحله برای تخمین قابلیت آسیب پذیری از مدل تحلیل سلسله مراتبی معکوس (IHWP)^{۱۴} استفاده شده است.

مدل یاد شده ترکیبی از روش منطق فازی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)^{۱۵} است که برای اولین بار دکتر حبیبی در پایان نامه دکتری خود در دانشگاه تهران استفاده کرد. (شیعه و همکاران، ۱۳۸۹).

تعیین وزن لایه ها

در این مرحله ابتدا مؤلفه ها (داده ها) براساس روش دلفی رتبه بندی شدند. سپس معکوس رتبه هر لایه برای وزن آن لایه ها را به روش (IHWP) محاسبه می شود. (حبیبی، ۱۳۸۷) بر این اساس با اهمیت ترین شاخص از نظر تأثیر در آسیب پذیری عدد ۹ و کم اهمیت ترین شاخص عدد ۱ را دریافت می کند. سرانجام مبانی نظری و فرض های وزن دهی به شاخص ها تعیین می شود.

محاسبه امتیاز لایه های انتخاب شده با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس (IHWP)

در این مرحله امتیاز هر یک از شاخص ها و دسته بندی آنها با استفاده از فرمول زیر محاسبه می شود:

$$X=D/N$$

امتیاز هر یک از شاخص های و دسته بندی آنها با استفاده از فرمول زیر محاسبه می شود:

$$X=\text{ارزش شاخص های ایمنی معابر}$$

$$D=\text{امتیاز به دست آمده از مدل دلفی}$$

$$N=\text{تعداد کلاس های هر شاخص}$$

$$J=D-(N-i)X$$

$$J=\text{امتیاز به دست آمده برای طبقه بندی هر شاخص}$$

$$i=\text{عدد اختصاص داده شده برای هر شاخص}$$

در جدول زیر شاخص های تحلیل همراه با طبقه بندی هر یک و امتیاز آنها تشریح شده است. اعداد داخل پرانتز شاخص ها امتیاز به دست آمده از مدل دلفی (D) و اعداد داخل پرانتز طبقه بندی هر شاخص و رقم اختصاص یافته برای طبقه بندی های مختلف آنها (i) است. در نهایت امتیاز مربوط به هر طبقه از شاخص ها محاسبه شده است. گفتنی است امتیاز مربوط به هر طبقه نشان دهنده میزان تأثیر آن در آسیب پذیری معابر در برابر بحران و شرایط اضطرار است.

معیارهای ایمنی معابر در مواقع بحران	رتبه از نظر میزان تأثیرگذاری در ایمنی معبر	امتیاز و وزن لایه
دسترسی معابر به مراکز نظامی و انتظامی	۱	۹
درجه محصولیت	۲	۸
دسترسی معابر به مراکز امداد و نجات	۳	۷
کیفیت ابنیه جداره معابر	۴	۶
دسترسی معابر به فضاها و سبزو باز	۵	۵
ارتفاع ساختمان های جداره معابر	۶	۴
عرض معبر	۷	۳
وضعیت ترافیک و گره های معابر	۸	۲
نوع کاربری زمین های حاشیه معابر (پرتردد، تردد متوسط، کم تردد)	۹	۱

شاخص	طبقه بندی	امتیاز آسیب پذیری	شاخص	طبقه بندی	امتیاز آسیب پذیری
دسترسی معابر به مراکز نظامی و انتظامی (امتیاز لایه ۹)	دسترسی مستقیم (۱)	۲,۲۵	ارتفاع ساختمان های جداره معابر (امتیاز لایه ۴)	۳-۱ طبقه (۱)	۱
	دسترسی نزدیک (۲)	۴,۰۵		۵-۳ طبقه (۲)	۲
	دسترسی با فاصله متوسط (۳)	۶,۷۵		۷-۵ طبقه (۳)	۳
	دسترسی دور (۴)	۹		بالای ۷ طبقه (۴)	۴
محصولیت (امتیاز لایه ۸)	کمتر از ۰,۳ (۱)	۲	عرض معبر (امتیاز لایه ۳)	زیر ۱۰ متر (۱)	۰,۷۵
	۰,۳ تا ۰,۵ (۲)	۴		۱۰-۲۰ متر (۲)	۱,۰۵
	۰,۵ تا ۰,۷ (۳)	۶		۲۰-۳۰ متر (۳)	۲,۲۵
	۰,۷ به بالا (۴)	۸		بیشتر از ۳۰ متر (۴)	۳
دسترسی معابر به مراکز امداد و نجات (امتیاز لایه ۷)	دسترسی مستقیم (۱)	۱,۷۵	گره ها و وضعیت ترافیکی معابر (امتیاز لایه ۲)	بسیار پایین (۱)	۰,۴
	دسترسی نزدیک (۲)	۳,۰۵		پایین (۲)	۰,۸
	دسترسی با فاصله متوسط (۳)	۵,۲۵		متوسط (۳)	۱,۲
	دسترسی دور (۴)	۷		بالا (۴)	۱,۶
کیفیت بنا (امتیاز لایه ۶)	فاقد بنا (۱)	۱,۲	نوع کاربری زمین های حاشیه معابر (امتیاز لایه ۱)	تردد کم (۱)	۰,۳۳
	نوساز (۲)	۲,۰۴		تردد متوسط (۲)	۰,۶۶
	قابل نگهداری (۳)	۳,۰۶		تردد زیاد (۳)	۱
	مرمتی (۴)	۴,۰۸			
دسترسی معابر به فضاهای سبز و باز (امتیاز لایه ۵)	تخریبی (۵)	۶			
	دسترسی مستقیم (۱)	۱,۲۵			
	دسترسی نزدیک (۲)	۲,۰۵			
	دسترسی با فاصله متوسط (۳)	۳,۷۵			
	دسترسی دور (۴)	۵			

تلفیق لایه ها

در این مرحله با استفاده از ابزار رستر کلکیولیتور^۶ ستون های امتیازی مربوط به هر کدام از لایه ها جمع می شوند. به این ترتیب مجموع ستون های مربوط به ۹ لایه اطلاعاتی برای هر کدام از معابر یا قطعات جداره آنها به دست می آید که امتیاز هر یک را به لحاظ تأثیر در میزان آسیب پذیری مشخص می کند. در این میان شاخص های گسسته به شاخص های پیوسته تبدیل می شوند. این کار با تبدیل داده های وکتوری به رستری امکان پذیر است. در این مرحله داده های وکتوری^۷ که مقادیر گسسته دارند، به داده های رستری^۸ با مقادیر پیوسته تبدیل می شوند و این کار توسط آنالیز^۹ در نرم افزار آرک جی. آی. اس^{۱۰} انجام می شود. در اینجا عملیات جبری داده ها در یک مرحله صورت گرفته است. سرانجام از تلفیق لایه های اطلاعاتی نقشه نهایی آسیب پذیری ناحیه تهیه شده و بر اساس آن سطوح و ضریب آسیب پذیری و توان پاسخگویی شبکه معابر در بحران های ناشی از حملات متنوع عناصر بیگانه و آشوب طلبان تحلیل می شود. تحلیل یاد شده در قالب نقشه آسیب پذیری بر اساس شاخص های مربوط به خود معابر و نقشه آسیب پذیری بر اساس شاخص های مربوط به ابنیه جداره معابر به شکل جداگانه ارائه می شود و در نهایت نقشه جامع آسیب پذیری بر اساس تلفیق هر دو نقشه یاد شده ارائه می شود که

نشان دهنده آسیب پذیری شبکه معابر محدوده مورد مطالعه در برابر بحران است.

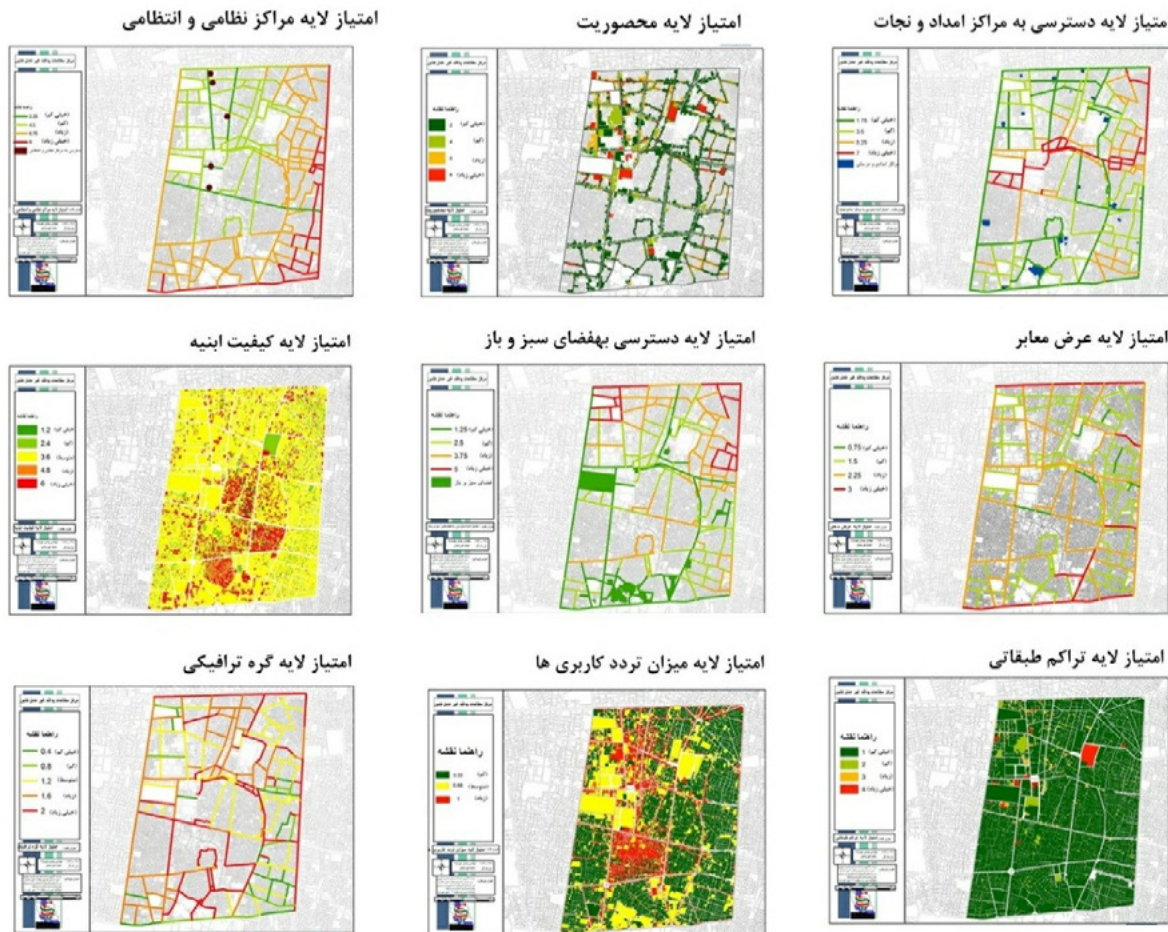
نتیجه تحلیل

نتایج حاصل از نقشه های تحلیلی نشان می دهد که بیشتر معابر آسیب پذیر در قسمت های مرکزی و شرق محدوده مورد مطالعه قرار گرفته اند که این موضوع نشان دهنده تاب آوری پایین این نواحی در شرایط اضطراری است. حدود ۴۴ درصد معابر در وضعیت آسیب پذیر قرار دارند که در زمان وقوع بحران ناشی از حملات عناصر بیگانه نمی توان انتظار حفظ کارایی مناسب این معابر را داشت. حدود ۳۵ درصد معابر محدوده از سطح آسیب پذیری نسبتاً پایین برخوردارند. معابر یاد شده در صورت بروز بحران توانایی حفظ کارایی خود را برای انجام دسترسی نیروهای نظامی و انتظامی، اقدامات امدادی و تخلیه اضطراری را دارند. عرض معابر مناسب، دسترسی یا نزدیکی به مراکز نظامی-انتظامی، مراکز درمانی و امدادی، فضاهای سبز و باز و همچنین کیفیت مناسب ابنیه جداره از مهمترین ویژگی های این خیابان هاست که بستر ایمنی هرچه بیشتر آنها را فراهم کرده است. گفتنی است حدود ۲۱ درصد از معابر منطقه ۱۲ از میزان آسیب پذیری متوسط برخوردارند و می توان در مواقع بحران بر روی این معابر هم به شکلی محدود

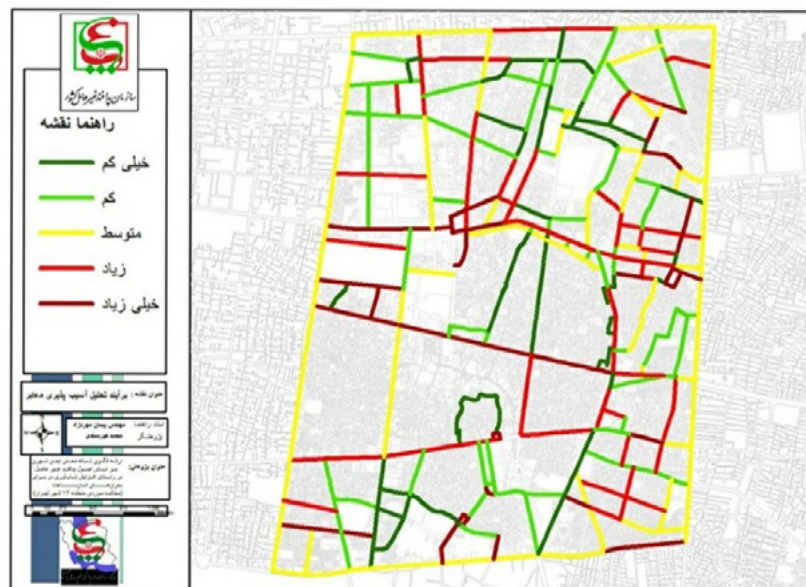
برای انجام اقدامات حین و پس از حملات اقدامات تروریستی و آشوب‌ها حساب باز کرد.

نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل داده‌ها نشان داد که تنها یک سوم معابر درون محدوده از وضعیت مطلوبی جهت حفظ کارایی خود در مواقع بحران برخوردارند و مابقی معابر دارای معضلاتی

هستند. مهمترین معضلات موجود در معابر آسیب‌پذیر درون بافت عرض کم، محصوریت بالا، فاصله از مراکز نظامی، امدادی و کیفیت پایین ابنیه بوده است. معابر با درجه آسیب‌پذیری بالا بیشتر در قسمت‌های مرکزی و شرقی بافت به چشم می‌آیند.



تلفیق لایه ها



ارائه طرح و پیشنهادات

پیاده‌سازی الگوی شبکه ایمن معابر در محدوده منطقه ۱۲ تهران

همان‌طور که پیش از این شرح داده شد، هدف از این پژوهش طراحی شبکه‌ای ایمن معابر شهری در جهت ارتقای تاب‌آوری شهر در برابر بحران ناشی از حملات و اقدامات خرابکارانه عناصر بیگانه است تا این شبکه در هنگام وقوع بحران بتواند کارایی خود را حفظ کند و زمینه انجام اقدامات متقابل نظامی-انتظامی و امداد و نجات شهروندان را مهیا کند.

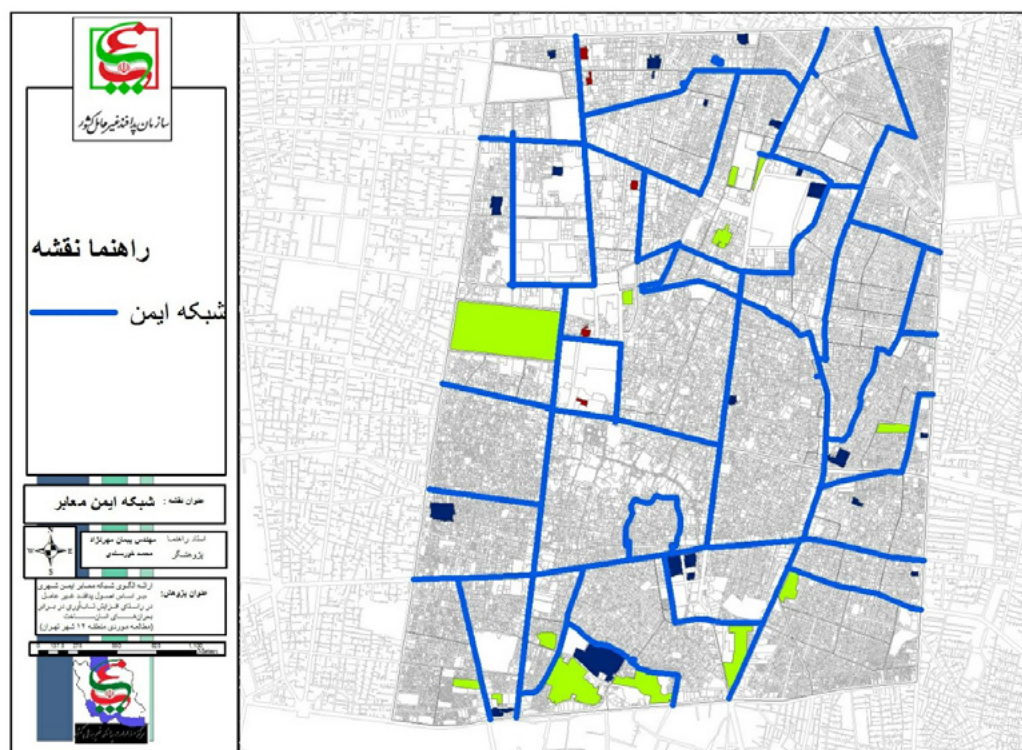
پیش‌نیاز طراحی شبکه ایمن تحلیل میزان آسیب‌پذیری و تاب‌آوری معابر وضع موجود در برابر بحران است که قبل از این اطلاعات محدوده مورد مطالعه (منطقه ۱۲ تهران) با توجه به نیاز پژوهش جمع‌آوری شد و پس از آن با استفاده از مدل راهبرد سلسله مراتبی معکوس تحلیل شد و در نهایت نتایج حاصل از تحلیل میزان آسیب‌پذیری و توان پاسخگویی معابر محدوده در برابر بحران را نشان داد.

هدف از این ارزیابی شناسایی معابر با درجه آسیب‌پذیری پایین‌تر و توان حفظ کارایی بالاتر برای تشکیل استخوان‌بندی شبکه ایمن محدوده است.

مسئله مهم دیگر برای طراحی شبکه ایجاد ارتباط بین بافت‌های مختلف شهری و نزدیک‌ترین پایگاه‌های نظامی و انتظامی، مراکز امداد و نجات و فضاهای سبز و باز به عنوان مراکز حیاتی مدیریت بحران است. بنابراین در محدوده مورد مطالعه مراکز یادشده شناسایی شده و پس از آن دسترسی معابر منطقه به آنها ارزیابی دقیق شد.

پس از ارزیابی میزان آسیب‌پذیری معابر و شناسایی مراکز حیاتی مدیریت بحران شهری نوبت به طرح نهایی شبکه ایمن محدوده می‌رسد.

پس از شناسایی معابر با آسیب‌پذیری کم درون بافت منطقه ۱۲ مشخص شد که این معابر شامل الزامات تعریف شبکه ایمن نمی‌شوند. معابر ایمن منطقه دارای ساختار به هم پیوسته و شبکه‌ای نبودند و در عین حال توان برقراری دسترسی مناسب به برخی از بلوک‌های مسکونی و مراکز حیاتی دخیل در مدیریت بحران را نداشتند. بنابراین برای طراحی شبکه ایمن منطقه در مرحله بعد معابر با درجه آسیب‌پذیری متوسط در کنار معابر با آسیب‌پذیری کم محدوده مورد مطالعه قرار می‌گیرند تا مشخص شود مجموعه معابر تازه واجد شرایط شبکه ایمن شهری می‌شوند یا خیر؟ گفتنی است استفاده از معابر با درجه آسیب‌پذیری متوسط برای تشکیل شبکه ایمن باید به شکلی محدود در صورت الزام و در عین حال با اتخاذ تدابیری برای افزایش ایمنی آنها انجام شود. در صورتی که معابر یادشده هم کفایت نکنند، به هیچ‌وجه نمی‌توان از معابر با درجه آسیب‌پذیری زیاد برای تکمیل شبکه استفاده کرد، بنابراین نیاز به انجام مداخلات مستقیم در شبکه معابر محدوده، طراحی برخی معابر تازه و ایمن برای رفع نواقص احساس می‌شود. معابر با درجه آسیب‌پذیری متوسط نسبت خوبی از مشکلات شبکه را نظیر دسترسی به بافت‌های مسکونی شرق و جنوب محدوده و همچنین دسترسی به مراکز امدادی رفع می‌کنند. البته کماکان مشکل دسترسی به برخی بافت‌های مرکز منطقه و بیمارستان رازی وجود دارد. برای رفع این مشکلات چند معبر تازه به شکلی محدود که در برابر آسیب تاب‌آور و ایمن باشند، طراحی می‌شود و در نهایت نقشه شبکه ایمن معابر منطقه ۱۲ تهران ارائه می‌شود.



پس از طراحی شبکه ایمن معابر برای محدوده شهری نیاز به تدوین برخی ضوابط کنترل کننده، به عنوان آخرین گام پیاده سازی شبکه ایمن معابر وجود دارد تا افزایش یا حفظ ایمنی و کارایی شبکه طراحی شده را در طولانی مدت تضمین کند. این ضوابط همگی در ارتباط با همان شاخص هایی است که در رابطه با ایمنی معابر در فصل مبانی نظری تشریح شدند؛ نظیر عرض معبر، محصوریت، کیفیت ابنیه جداره معبر، ترافیک و گفتنی است این ضوابط جنبه الزام دارند؛ به این معنی که باید و نبایدهایی هستند که رعایت آن برای به ثمر رسیدن نتایج مطلوب امری ضروری است. اینها صرفاً در معابر محدود که تشکیل دهنده ساختار شبکه ایمن طراحی شده هستند، اجرا می شوند. گفتنی است ضوابط یاد شده به شکلی استنباطی حاصل از اجماع نظرات کارشناسان امر و مطالعه دستورالعمل های ایمنی موجود در سازمان های امداد و نجات نظیر اورژانس، آتش نشانی و چندی از مقالات مرتبط با ایمنی است. در ادامه چندی از روش هایی که می توانند برای رسیدن به مقصود مؤثر باشند، بیان می شوند:

- یکی از مسائل مهم در حفظ ایمنی معابر ارتفاع ابنیه جداره آنهاست. هرچه ارتفاع جداره پایین تر باشد، محصوریت کمتر شده و در نتیجه احتمال انسداد معابر ناشی از تخریب ساختمان های مجاور کمتر شده و بدین ترتیب ایمنی معابر افزایش خواهد یافت. بنابراین برای معابر تشکیل دهنده شبکه ایمن باید ضوابط ارتفاعی محدودکننده ای را در رابطه با ساخت وسازهای تازه اعمال کرد؛ طوری که نسبت ارتفاع به عرض معبر مجاور در بدترین حالت ممکن هرگز از عدد یک بیشتر شود (محصوریت کمتر از یک).
- یکی از عوامل تهدیدکننده ایمنی معابر ساختمان های قدیمی و فرسوده جداره آنهاست که به دلیل احتمال بالای تخریب آنها در زمان حادثه احتمال انسداد معابر مجاورشان هم افزایش می یابد. برای این ابنیه باید به شکل عاجل برای افزایش استحکام و مقاوم سازی اقدام کرد. می توان با در نظر گرفتن تسهیلات ویژه برای مالکان این ابنیه شرایط تحقق این امر را تسریع کرد.
- ساختمان های بدون نما در جداره معابر خطرپذیری شبکه را افزایش می دهد؛ بنابراین باید به شکل فوری به نماسازی این ابنیه با مصالح مقاوم و بر اساس فناوری روز ساختمان سازی پرداخته شود.
- ساختمان ها با نمای شیشه ای یکی از تهدیدهای مهم شبکه ایمن معابر محسوب می شوند. برای رفع این معضل لازم است تا طرح ممنوعیت ساخت ابنیه با نمای شیشه ای در تمامی معابر تشکیل دهنده شبکه ایمن شهری اعمال شود. همچنین ساختمان های شیشه ای موجود هم باید مورد شناسایی و مطالعه قرار گیرند و بر اساس فناوری های نوین به کاهش ریسک ساختمان ها پرداخت شود؛ طوری که نما کمترین آسیب را در برابر خطرات متحمل شود و در صورت آسیب شیشه های شکسته کمتر وارد معابر شوند. این امر را می توان

با در نظر گرفتن لایه محافظ جلوی نمای ساختمان های شیشه ای میسر کرد.

- پارک حاشیه ای در جداره معابر شبکه ایمن باید به طور کل ممنوع شود و با استفاده از نظارت سفت و سخت از هرگونه توقف غیرضروری در حاشیه آنها جلوگیری شود. به این ترتیب شبکه ایمن همواره خلوتر خواهد ماند و توان پاسخگویی آن در زمان بحران افزایش خواهد یافت.
- یکی از موضوعات اساسی در رابطه با معابر تشکیل دهنده شبکه ایمن عدم ازدحام ترافیکی در آنها است تا هیچ گونه اختلالی در اقدامات مدیریت بحران پس از اقدامات عناصر بیگانه به وجود نیاید. ممنوعیت مکان یابی کاربری های پرتردد و جاذب جمعیت در جداره معابر شبکه و تغییر کاربری های یاد شده در وضع موجود می تواند شرایط دست یابی به این مهم را میسر کند.
- تیرهای چراغ برق و سیم های انتقال برق یکی از معضلات معابر شهری در هنگام حوادث و آشوب ها محسوب می شوند. سقوط این خطوط می تواند به طور کامل یک معبر را مسدود کند و سیم های برق در صورت پارگی خطرهای زیادی را ایجاد می کنند. برای رفع این معضل در معابر شبکه ایمن باید تیرهای برق را حذف کرد و به جای آنها از جداره معابر برای تأمین روشنایی و انتقال سیم های برق استفاده کرد.
- کاربری های حیاتی مدیریت بحران نظیر پایگاه های نظامی و انتظامی، مراکز امداد و نجات، فضاهای سبز و باز و سوله های مدیریت بحران را تا حد ممکن باید در همجواری معابر شبکه ایمن پیشنهادی مکان یابی کرد تا هنگام بحران دسترسی به آنها جهت مقابله با خطر و انجام اقدامات متقابل به شکل مناسبی مهیا شود.
- آگاهی مردم برای شناخت شبکه ایمن معابر، محدوده و کارکردهای آن یکی از مسائل بسیار مهم است. برای معرفی معابر تشکیل دهنده شبکه ایمن می توان از رنگ های خاص در قسمت های مختلف آن نظیر خط کشی ها، جداول، دیوارهای جداره و ... استفاده کرد. همچنین نیاز به فرهنگ سازی گسترده برای افزایش آگاهی شهروندان از کارکرد و مزایای شبکه ایمن شهری احساس می شود تا بتوان آنها را متقاعد کرد که در صورت بروز بحران از تردها غیرضروری در این معابر خودداری کرده و به این صورت کارایی شبکه برای انجام اقدامات امدادی کاهش نیابد.
- یکی از مسائلی که خطر آسیب پذیری ابنیه جداره و به پیوست آن خطر انسداد معابر را بالا می برد، ریزدانی بفت است. به این جهت برای افزایش ایمنی حداقل اندازه قطعات کاربری های جداره معابر شبکه ایمن ۲۰۰ متر مربع (که حد شناخت ریزدانی بفت در کشور ایران است) در نظر گرفته می شود.
- رعایت حداقل عرض مناسب معابر شبکه ایمن به اندازه ۸ متر در خیابان های یک طرفه، حد فاصل جداول پیاده روهای

دو طرف معبر و اندازه ۱۶ متر در معابر دوطرفه حداقل پیاده‌روها.

- رعایت حد ایمن عرض پیاده‌روها برای انجام اقدامات امدادی، به اندازه حداقل ۴,۵ متر و حداکثر ۱۰ متر.
- در صورت تصویب طرح‌های مختلف در محدوده به هیچ عنوان نباید در ساختار اصلی شبکه ایمن و جداره آن تغییری ایجاد شود. در این رابطه نیاز به همکاری نهادهای مدیریتی و اجرایی شهر برای تدوین ضوابط دقیق اجرایی و نظارتی است.

راهکارها و پیشنهادات

مسئله اصلی این پژوهش تاب‌آوری شهرها در برابر بحران‌های انسانی ناشی از حملات عناصر بیگانه، آشوب‌های شهری و حملات تروریستی بر اساس اصول پدافند غیرعامل و نقش حیاتی که معابر شهری به عنوان زیرساخت اصلی شهرها در این موضوع ایفا می‌کند، هستند. پس از معرفی شبکه ایمن شهری به عنوان راهکاری برای افزایش تاب‌آوری شهرها در برابر بحران و پیاده‌سازی این الگو در منطقه ۱۲ تهران به عنوان نمونه بر اساس نتایج مستخرج می‌توان راهکارهای زیر را در جهت افزایش تاب‌آوری شهرهای خطرپذیر برابر بحران ارائه کرد:

- ارزیابی تمامی معابر شهرهای مهم و خطرپذیر در برابر بحران‌های انسانی نظیر شهرهای بزرگ، شهرهای مرزی بندرهای تجاری و ... از منظر میزان آسیب‌پذیری و قدرت حفظ عملکردشان در شرایط بحرانی.
- اجرای الگوی شبکه ایمن معابر شهری در تمامی سطوح شهر تهران در وحله اول به عنوان راهکار عملی در جهت افزایش تاب‌آوری شهرها برابر بحران.
- افزایش مراکز حیاتی دخیل در مدیریت بحران نظیر مراکز امدادی، آتش‌نشانی، فضاهای سبز و باز و سوله‌های مدیریت بحران در نقاط مختلف شبکه ایمن شهری.
- تدوین برخی ضوابط ویژه برای افزایش ایمنی معابر. با توجه به اینکه این ضوابط بسیار محدودکننده هستند و می‌توانند هزینه‌های زیادی برای شهرها به دنبال داشته باشند، اجرای آنها در تمامی معابر شهر خیلی عملی نخواهد بود. بنابراین این ضوابط صرفاً برای معابری توصیه می‌شود که تشکیل‌دهنده استخوان‌بندی شبکه ایمن شهر هستند تا بدین روش حفظ ایمنی آنها در طول زمان ضمانت شود.
- ارائه این الگو به نهادهای بالادستی مرتبط با توسعه شهرها برای جاقفادان ارزش‌ها و مزیت‌های آن در رابطه با تاب‌آور کردن شهرها.
- برای تهیه طرح‌های تازه در سطوح تازه شهر، منطقه یا محلات از همان ابتدا الگوی شبکه ایمن شهری مورد توجه قرار گیرد و برخی از معابر به عنوان ساختار اصلی شبکه ایمن انتخاب شود و الزامات شبکه در آن پیاده شود. اجرای الگوی یادشده بدین شکل و شمایل نسبت به محدوده‌های توسعه‌یافته قطعاً ساده‌تر و کم‌هزینه‌تر خواهد بود.
- پیاده‌سازی روشی کارآمد جهت پایش و نظارت بر فرآیند اجرای شبکه ایمن و رعایت ضوابط آن در معابر تشکیل‌دهنده

استخوان‌بندی شبکه ایمن به شکل دائمی که جهت تحقق این امر پژوهشگر مدلسازی سه‌بعدی واکنشگرای معابر شبکه را در قالب نرم‌افزار City Engine پیشنهاد می‌کند.

جمع‌بندی

بسیاری از شهرهای کشور به دلیل موقعیت راهبردی و عملکردی نظیر تمامی شهرهای بزرگ کشور، شهرهای مرزی، شهرهای مجهز به مراکز نظامی، تجهیزات نفتی و شهرهای هسته‌ای در خطر بحران ناشی از حملات عناصر بیگانه هستند. این امر اهمیت مفهوم تاب‌آوری شهرها را بیش از پیش مشخص می‌سازد. تاب‌آوری شهرها در برابر بحران به مؤلفه‌های کالبدی و غیرکالبدی متنوعی وابسته است. یکی از شاخص‌های تأثیرگذار در این امر موضوع شبکه معابر و حفظ کارایی آن در زمان حملات و اقدامات خرابکارانه است که محوریت پژوهش حاضر حول این بحث شکل گرفته است.

هدف از این پژوهش یافتن راهکاری مناسب جهت حفظ و افزایش کارایی معابر شهری پس از بحران برای انجام اقدامات اضطراری جهت کنترل اوضاع و انجام اقدامات متناسب نظامی و امدادی بوده است. برای تحقق این امر شبکه ایمن شهری به عنوان یک مفهوم نسبتاً تازه در زمینه شهرسازی مطرح شد. شبکه یادشده از چند معبر با سلسله مراتب عملکردی مختلف تشکیل می‌شود که نسبت به سایر معابر شهر از ایمنی بالاتری برخوردارند و امکان دسترسی به بافت‌های مسکونی و مراکز امداد و نجات و نظامی و انتظامی را به شکل حداقلی مهیا می‌سازد. بدین ترتیب یکی از اصلی‌ترین موضوعات دخیل در تاب‌آوری و مدیریت بحران شهری که مربوط به کارا نبودن معابر شهری پس از وقوع بحران‌های انسان‌ساخت عمده نظیر جنگ، تروریسم و آشوب‌هاست، با این الگو رفع و رجوع می‌شود.

حفظ کارایی شبکه معابر شهری به شکلی مناسب، تأمین دسترسی به پهنه‌های مسکونی و حفظ ارتباط با مراکز حیاتی و نظامی از مهمترین مزایای شبکه ایمن است. این الگو را می‌توان در تمامی سطوح شهرهای خطرپذیر کشور به ویژه تهران اجرا کرد و بدین‌گونه بستر کاهش آسیب‌های ناشی از حملات و آشوب‌های عناصر بیگانه و تسهیل اقدامات مدیریت بحران و اقدامات نظامی و انتظامی را مهیا کرد.

پی‌نوشت

1. Inversion Hierarchical Weight Process
2. Geographical Information System
3. The crisis
4. Civil defense
5. International strategy for disaster reduction
6. HOLLING
7. PERSISTENCE OF SYSTEMS
8. DISTURBANCE
9. THE SAME RELATIONSHIPS
10. SUSTAINABLE NETWORK
11. HUMAN COMMUNITIES
12. BONES
13. ARTERIES
14. Inversion hierarchical weight process

15. Analytic Hierarchy Process
16. Raster Calculator
17. Vector
18. Raster
19. Analysis
20. Arc GIS

منابع

۱. بی طرفان، مهدی و فرزاد شاد، مصطفی. (۱۳۹۲). معماری همساز با دفاع غیرعامل یا واکاوی در سبک‌های معماری جهان، تهران: بوستان حمید
۲. ثامنی، امیر و پورجوهری، امیرحسین (۱۳۹۱).
۳. ضرورت‌ها و الزامات ایجاد شبکه امن شهری در کلان‌شهر تهران به منظور کاهش آسیب‌پذیری در مواقع بحران، کنفرانس ملی زلزله و آسیب‌های اماکن و شریان‌های حیاتی، خرداد، تهران، ایران.
۴. حبیبی، کیومرث. شیعه، اسماعیل و ترابی، کمال. (۱۳۸۸) نقش برنامه‌ریزی کالبدی در کاهش آسیب‌پذیری شهرها در برابر خطرات زلزله. فصلنامه معماری و شهرسازی آرمان شهر، ۳، ۲۳-۳۱.
۵. ربیعی، علی و سادات حسینی، سمیرا. (۱۳۹۶). مدیریت بحران مفاهیم، الگوها و شیوه‌های برنامه‌ریزی در بحران‌های طبیعی، تهران: تیسرا.
۶. شیعه، اسماعیل. حبیبی، کیومرث و ترابی، کمال. (۱۳۸۹). بررسی آسیب‌پذیری شهرها در برابر زلزله با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی معکوس (IHWP) و GIS-مطالعه موردی منطقه ۶ تهران. چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافی دانان جهان اسلام، ۲۵-۲۷ فروردین، زاهدان، ایران.
۷. عبداللهی، مجید. (۱۳۹۱). مدیریت بحران زلزله و سیل در نواحی شهری، تهران: سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور.
۸. محمدی ده‌چشمه، مصطفی. (۱۳۹۲). ایمنی و پدافند غیرعامل شهری، اهواز، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.
9. Bhavathrathan, B.K and Patil, G., (2017). Algorithm to Compute Urban Road Network Resilience, *Transportation Research Record*, 2672(48), 104–115
10. Campanella, T. J. (2006). Urban resilience and the recovery of New Orleans, *Journal of the American Planning Association*, 72(2), 141-146
11. Cutter, S. L., & Director, H. (2008). A framework for measuring coastal hazard resilience in New Jersey communities. *White Paper for the Urban Coast Institute*. New Jersey department of Environment protection, 8(2), 259-266.
12. Davis, I., & Izadkhah, Y. O. (2006). Building resilient urban communities. *Open House International*, 31(1), 11-21
13. Godschalk, D. R. (2003). Urban hazard mitigation: creating resilient cities. *Natural hazards review*, 4(3), 136-143
14. Krellenberg, Kerstin., Florian, Koch Sigrun Kabisch. (2017). Urban sustainability transformations in lights of resource efficiency and resilient city concepts, *Helmholtz Centre for Environmental Research – UFZ*, Department of Urban and Environmental Sociology, Permoser Str.
15. Pathman, K. (2010) Urban change and transportation vulnerability to earthquakes: The case of metro vancouver, The Requirements For The Degree Of Master Of Science In Planning, The University Of British Columbia, Canada.
16. Tang, A & Wen, A. (2009) An intelligent simulation

بررسی تأثیر کامپوزیت بر مقاومت لوله‌های فولادی گاز شهری در برابر انفجار

محمد اسکندری: دانشگاه صنعتی مالک اشتر، مجتمع دانشگاهی پدافند غیرعامل، دکتری عمران - نقشه‌برداری گرایش سیستم‌های اطلاعات مکانی

محمد رضا فلاح‌قنبری*: دانشجوی دکتری سلامت در بلایا و فوریت‌ها، دانشکده بهداشت و ایمنی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تهران

Email: m.fallah.teh@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۹/۲۶

چکیده

لوله‌های مدفون از مهمترین اجزای شریان‌های حیاتی هستند که برای توزیع آب، گاز، نفت و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرند. تجارب حاصل از جنگ‌های گذشته مؤید این نظر است که کشور مهاجم توجه خود را صرف بمباران و انهدام مراکز حیاتی و حساس می‌کند. لوله‌های انتقال گاز به عنوان یکی از شریان‌های مهم انتقال در زمان جنگ در صورت آسیب می‌تواند خسارات جانی مالی و محیط زیست زیادی وارد کند. در این مقاله روش مقاوم‌سازی لوله با کامپوزیت FRP مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور ضمن تهیه مدل سه بعدی از سیستم خاک-لوله-کامپوزیت نسبت به مطالعه اثر عوامل مؤثر بر رفتار لوله شامل نوع جنس کامپوزیت، ضخامت کامپوزیت بر ظرفیت تغییر شکل لوله مطابق با آیین نامه ALA بررسی شد. خاک با استفاده از المان‌های سه بعدی Solid و CFRP و لوله با المان Shell مدل شده و از اثر جدا شدگی لوله و CFRP صرف نظر شود. برای مطالعات پارامتریک، تحلیل‌ها با استفاده از روش المان محدود و با استفاده از نرم افزار ABAQUS ۶,۱۰,۱ انجام گرفت. مطالعات برای قطرهای ۴، ۱۲ اینچ با عمق دفن یک متر، میزان خرج انفجار ۱۵، ۳۰، ۴۵ کیلوگرم، کامپوزیت کربن و شیشه، زاویه پیچش ۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰ درجه کامپوزیت به دور لوله، ضخامت کامپوزیت ۲، ۴، ۶ و ۸ میلیمتر انجام شد. نتایج نشان می‌دهد استفاده از کامپوزیت کربن با ضخامت و زاویه پیچش مطلوب تأثیر مناسبی را به منظور مقاوم‌سازی لوله در برابر تهدیدها دارد. کلیدواژه‌ها: خطوط لوله مدفون، پدافند غیرعامل، سیستم خاک-لوله-کامپوزیت، انفجار TNT، مقاوم‌سازی با کامپوزیت

Analysis of composite textile effect on steel type city gas pipeline against explosion

Mohammad Eskandari¹, Mohammad Reza Fallah ghanbari^{2*}

Abstract

Buried pipes are the most important components of vital arteries used to distribute water, gas, oil, etc. The experiences of past wars support the view that the invading country is devoting its attention to the bombing and destruction of vital centers. Gas transmission pipelines as one of the most important transmission arteries during wartime in the event of damage can cause serious financial and environmental damage. In this paper, the method of reinforcing the pipe with FRP composite has been investigated. For this purpose, while preparing a three-dimensional model of soil-pipe-composite system, to study the effect of factors affecting tube behavior including composite material, composite thickness on tube deformation capacity according to the ALA regulation was investigated. The soil is modeled using Solid and CFRP 3D elements and a Shell element pipe and is excluded from the pipe separation and CFRP. For parametric studies, analyzes were performed using finite element method using ABAQUS 6.10.1 software. Studies for 4, 12 inches with a depth of 1 m, the cost of explosion 15, 30, 45 kg, carbon composite and glass, angle of twisting 0, 30, 60, 90 degrees composite around the tube, composite thickness 2, 4, 6 and 8 Mm was done. The results show that the use of carbon composite with the desired thickness and angle of twisting has a good effect in order to reinforce the pipe against the threats.

Keyword: Buried pipelines, Passive defense, composite- soil-pipe system, TNT explosion, strengthening pipeline

1 - PhD in GIS, Faculty of Passive Defense, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran

2 - PhD student of Health in Disaster and Emergency, Faculty of Public Health and safety, Shadid Beheshti University of Medical Sciences

مقدمه

با توجه به تهدیدهایی که کشور در برهه های زمانی مختلف و با گستردگی و شدت متفاوت با آن روبه رو است، نیاز به احداث سازه های مقاوم ضرورت ملی تلقی می شود. خطوط انتقال گاز یکی از مهمترین شریان های حیاتی در زندگی جوامع امروزی به منظور تأمین انرژی محسوب می شود. تجربه جنگ ها و تهدیدهای امنیتی نشان می دهد دشمن تمام توان خود را برای نابودی مراکز پالایشگاهی و منابع تأمین انرژی به کار می گیرد. از این رو حفظ عملکرد آنها در برابر انفجار عاملی مهم محسوب می شود؛ زیرا لوله های گاز حاوی مواد اشتعال زا هستند و نشت گاز و آتش سوزی های پس از آن می تواند موجب صدمات جانی، خسارت های مالی و زیان های زیست محیطی می شود. از طرف دیگر لوله های گاز شریان حیاتی محسوب می شوند که ویرانی آن تأثیری سوء بر شریان های حیاتی دیگر می گذارد و باعث مشکل و تأخیر در انتقال انرژی خواهد شد.

تاکنون پژوهش های مختلفی در زمینه آسیب پذیری لوله در برابر انفجار صورت گرفته است. از پژوهش های صورت گرفته می توان به پژوهش آقایان آقاسی، اکبر دوست و اولاریواژ اشاره کرد. در پژوهش آقای آقاسی و همکاران [۱،۲] تأثیر مشخصات خاک بر تأسیسات فولادی مدفون در نرم افزار ABAQUS بررسی شد. در این پژوهش مدل خاک سه فازی از نوع دراگر پراگر^۱ لحاظ شد و لوله های با قطر بالای یک متر با عمق دفن بیشتر از ۳ متر بررسی شد. مطالعات آنها نشان داد که با افزایش مدول الاستیسته خاک اطراف لوله جابه جایی کمتری در لوله ایجاد می شود و تنش های ایجاد شده در لوله کاهش می یابد. آقای اولاریواژ^۲ و همکاران به منظور پیش بینی اثر انفجار بر روی لوله ها با به کارگیری نرم افزار آباکوس مطالعاتی را انجام دادند. [۳]

آقای اکبر دوست و همکاران [۴] تأثیر موج انفجار را بر روی لوله های فولادی روی سطح زمین در نرم افزار Autodyne به صورت مدل سازی دوبعدی لوله بررسی کردند و میزان تغییر شکل های لوله را در انفجار و در فواصل مختلف بررسی کردند. مطالعات آنها نشان داد با کم شدن فاصله انفجار تغییر شکل زیادی در لوله ایجاد می شود؛ از این رو ضروری است که فاصله ایمنی انفجار رعایت شود. از آنجا که خطوط لوله حاوی مواد محترقه هستند، به دلیل مسائل امنیتی لازم است در بعضی از حوزه های انتقال گاز ایمنی لوله را افزایش و حد ریسک در برابر تهدیدهای خارجی را کاهش دهیم. امروزه مواد کامپوزیت به دلیل وزن کم، قابلیت نصب آسان و سختی بالا مورد استقبال مهندسان واقع شده است. از این رو هدف این مطالعه این است که این فناوری و روش جدید را برای افزایش سطح عملکرد در برابر انفجار ارزیابی کند.

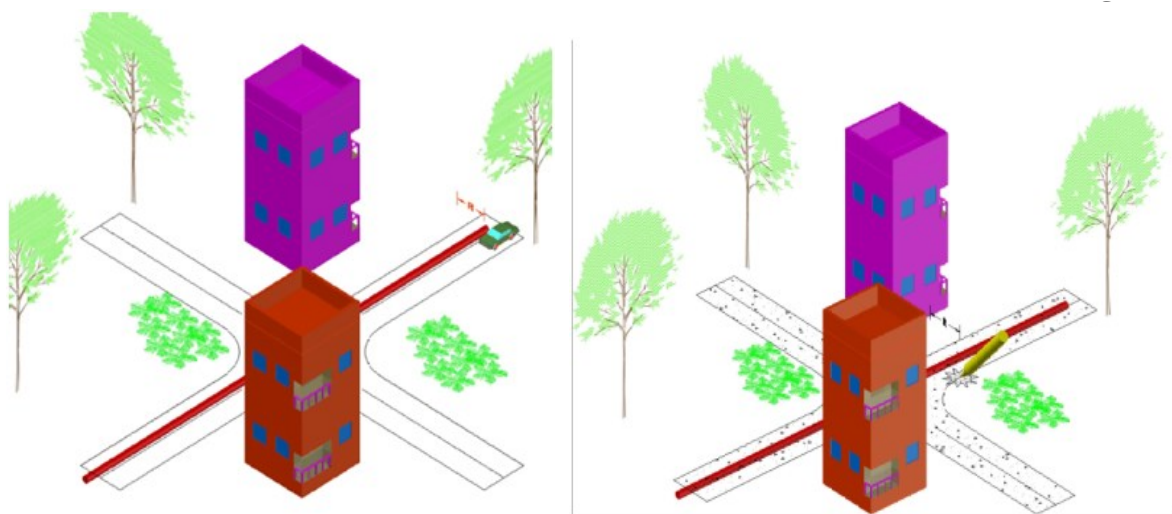
روش تحقیق و ابزارها

به منظور مدل سازی اثر انفجار بر لوله های مدفون در خاک از نرم افزار آباکوس [۳] استفاده شد. بارگذاری انفجاری را در مدل از تحلیل دینامیکی Dynamic Explicit و با تعریف بارگذاری Amp تعریف و لحاظ شد. المان های خاک از نوع C3D8R انتخاب شد

که المان های مکعب مستطیلی هشت گره ای خطی شکننده با روش انتگرال گیری کاهش یافته هستند. خاک در این پژوهش با استفاده از معیار دراگر-پراگر و با در نظر گرفتن سخت شونده گی مدل شده و مدل سازی برای چهار نوع خاک با تفاوت هایی در مشخصات مکانیکی خاک ها انجام شده است. لوله با استفاده از المان های S4R مدل شدند که از نوع المان پوسته ای چهار گره ای با انحنا دوطرفه برای پوسته های جدار نازک و جدار ضخیم از نوع انتگرال کاهش یافته هستند. هم چنین مشخصات مکانیکی لوله برای لوله های فولادی از جنس API-5L Grade B در نظر گرفته شده است. برای مدل کردن رفتار خمیری لوله فولادی از مدل فون میسر و با در نظر گرفتن سخت شونده گی ایزوتروپیک استفاده شده است. برای مدل کردن کامپوزیت از المان های ۴ گره ای پوسته ای (S4R) نرم افزار Abaqus استفاده شده است. کامپوزیت را در این مدل سازی به صورت لایه لایه که هر لایه ضخامت در حدود یک میلی متر دارد، در نظر گرفته شده است. به منظور مدل سازی کامپوزیت از گزینه Composit layup در آباکوس استفاده شده که در این شیوه مدل سازی می توان زاویه پیچش را در قسمت Orientation و تعداد لایه های کامپوزیت و ضخامت هر لایه را لحاظ کرد. به منظور مدل کردن CFRP رفتار الاستیک Lami-nate در نظر گرفته شد. برای گسیختگی کامپوزیت نیز از منوی Hashin Damage استفاده شد. در این پژوهش فرض شد، در طی اعمال بارگذاری موج انفجار کامپوزیت کاملاً به دور لوله پیچیده می ماند و جدا شدگی بین آنها اتفاق نمی افتد. از این رو Contact بین کامپوزیت و لوله از نوع tie لحاظ شد. همچنین contact بین کامپوزیت و خاک از نوع hard contact با ضریب اصطحاک ۰٫۳ فرض شده است. ابعاد خاک با کمک آنالیز حساسیت ۱۰۰×۵۰×۲۵ لحاظ شد.

در این پژوهش دو سناریو فرض شده که گروهک های تروریستی، دشمن داخلی و خارجی مواد منفجره را با کمک نارنجک موشک انفجاری و خمپاره ها به محل دفن لوله ها پرتاب کرده و میزان آسیب دیدگی و حد مقاومت لوله بررسی می شود. در سناریوی دوم فرض شده که تروریست ها ماشینی را در کنار خیابان و در نزدیکی محل دفن لوله مسلح به ماده منفجره کرده اند و حد آسیب رسانی و میزان مقاومت آنها در پدافند غیرعامل مشخص شد (شکل ۱). [۵، ۶]

با توجه به ضرورت مقاوم سازی لوله های شهری و انتقال در پدافند غیرعامل کوشیده شد که از لوله های شهری به قطر ۴ اینچ و خطوط لوله های انتقال به قطر ۱۲ اینچ و لوله های شبکه توزیع به قطر ۸ و ۱۰ اینچ استفاده شود. مشخصات لوله های مورد استفاده در جدول ۱ آورده شده که با توجه به تنوع خطوط لوله ها در منطقه مورد مطالعه از چند نمونه لوله با ضخامت های مختلف برای مدل سازی استفاده شده است. مدل سازی برای لوله ۱۲ اینچ فشار ۲۵۰ psi و برای لوله ۶ و ۴ اینچ فشار ۶۰ psi در نظر گرفته شده است. با توجه به لوله های مورد استفاده در ایران خواص مکانیکی لوله فولادی از نوع ST-37 در نظر گرفته شد. چگالی لوله فولادی برابر ۷۸۵۰ Kg/m^۳ مدول یانگ برابر ۲۱۰ Gpa و ضریب پواسون



شکل ۱: سناریوی برخورد موشک در فاصله مشخص R از محل دفن لوله (تصویر سمت راست) سناریوی انفجار ماشین حاوی مواد منفجره در کنار خیابان (تصویر سمت چپ)

جدول ۱- مشخصات لوله‌های به‌کارگرفته‌شده در مدل‌سازی

قطر (in)	ضخامت (mm)	قطر (in)	ضخامت (mm)	قطر (in)	ضخامت (mm)
۴	۶٫۸	۱۲	۸٫۷	۸	۱۱
۴	۸٫۷	۱۲	۱۱	۸	۱۴٫۳
۴	۱۰	۱۲	۱۴٫۳	۱۰	۱۱
۴	۱۴	۱۲	۲۱	۱۰	۱۴٫۳

جدول ۲- میزان ضریب کاهندگی و k برای انواع خاک‌ها

نوع خاک	ضریب کاهندگی (n)	ضریب k
رس اشباع	۱٫۵	۳۰۰۰
لای و رس اشباع	۲٫۵	۲۰۰۰
ماسه خیلی متراکم، خشک و مرطوب	۲٫۵	۱۰۰۰
ماسه متراکم، خشک و مرطوب	۲٫۷۵	۵۰۰
ماسه سست، خشک و مرطوب	۳٫۰	۲۰۰
ماسه خیلی سست، خشک و مرطوب	۳٫۲۵	۱۰۰

x = حداکثر جابه‌جایی ذرات خاک برحسب متر
 W = جرم خرج معادل TNT برحسب کیلوگرم
 R = فاصله نقطه موردنظر برحسب متر
 c = سرعت لرزه‌ای برحسب متر بر ثانیه

n = ضریب کاهندگی موج متناسب با نوع خاک انتخاب می‌شود و معیاری برای توان استهلاک انرژی امواج در خاک است. مقدار این ضریب از طریق آزمایش تک‌محوری بر روی نمونه غیرمحصور به‌دست می‌آید.

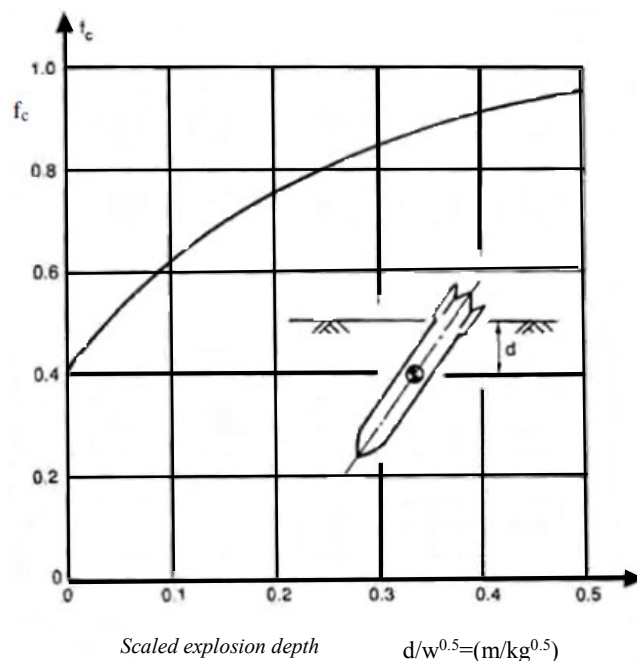
f_c = ضریب اتصال (جفت‌شدگی) که با تعیین عمق مرکز انفجار از سطح زمین از شکل زیر به‌دست می‌آید. با افزایش جفت‌شدگی ماده انفجاری و زمین تأثیر سلاح را افزایش می‌دهد. در مورد خرج‌های انفجاری مدفون و خاک اطراف آن عددی کوچک‌تر از یک اختیار می‌شود. [۸، ۹]

برابر ۰٫۳ است. به‌منظور مطالعه تأثیر خاک بر رفتار لوله‌ها تحت انفجار سه نوع خاک ماسه‌ای سخت، ماسه‌ای نرم و رسی بررسی شده و عمق دفن‌های ۱ و ۲ و ۳ و ۴ متر لحاظ شد. میزان خرج ماده منفجره نیز ۱۵، ۲۰، ۳۰، ۴۵ و ۱۰۰ کیلوگرم لحاظ شد.

نظریه و محاسبات

از نکات مهم در بارگذاری انفجاری در خاک محاسبه مقدار حداکثر بیش‌فشار در فاصله معینی از مراکز انفجار است که به فشار مبنای انفجار معروف است و با PS نشان می‌دهند. معمولاً در مراجع معتبر برای محاسبه بیش‌فشار مبنا رابطه‌هایی برحسب Z بیان شده که مقدار آن از رابطه زیر بیان می‌شود [۷، ۸].

$$\text{رابطه (۱)} \quad \frac{x}{W^{1/3}} = 60 \frac{f_c}{c} \left(\frac{2.52R}{W^{1/3}} \right)^{1-n}$$



شکل ۲: میزان ضریب f_c بر اساس مقیاس (Z)

سطح عملکردی خرابی لوله

سطوح عملکردی مطلوب لوله‌ها مطابق با دستورالعمل ALA3 [۱۲] انتخاب شده که این سطح عملکرد عبارت است از عدم شکست لوله و از دست ندادن قابلیت نگهداری محتویات درون لوله در موقع انفجار. به منظور دستیابی به سطح عملکرد مطلوب که به معنای عدم شکست لوله و از دست ندادن قابلیت نگهداری محتویات درون لوله است، به طور کمی روابط زیر باید برقرار باشد:

کرنش کششی: محدود کردن کرنش کششی حداکثر ۴ درصد برای لوله‌های فولادی
کرنش فشاری: محدود کردن کرنش فشاری به مقدار به دست آمده از رابطه (۵)

رابطه (۵)

$$\log_{10} \left(\frac{t_d}{W^{1/3}} \right) = 0.3 \log_{10}(Z) + 0.28 \quad Z > 1$$

بحث و نتایج

به منظور میزان تأثیرگذاری آنها در بهبود عملکرد لوله رفتار کامپوزیت‌های شیشه و کربن با مدول الاستیسیته و تنش‌های گسیختگی متفاوت بررسی شده است.

عامل اثر جنس کامپوزیت

به منظور بررسی تأثیر مدول الاستیسیته و کرنش گسیختگی لوله کامپوزیت بر رفتار لوله، از یک جنس کامپوزیت شیشه و سه جنس کامپوزیت کربن با مدول الاستیسیته‌های متفاوت استفاده شده است.

مقدار فشار مبنای انفجار طبق رابطه ارائه شده به شرح زیر محاسبه می‌شود:

$$p_{so} = \frac{6.7}{Z^3} + 1 \quad (p_{so} > 10 \text{ kg/cm}^2) \quad \text{رابطه (۲)}$$

زمان تداوم انفجار یا مدت زمان مثبت انفجار مدت زمانی است که در آن فشار انفجار بیش از فشار محیطی است. این زمان علاوه بر اینکه به مدت اعمال بیش فشار و مقدار فشار بازتاب انفجار بستگی دارد، به سرعت حرکت موج شوک نیز وابسته است. در دستورالعمل TM5-1300 نموداری برای محاسبه مدت زمان فاز مثبت ارائه شده که توسط ایزدی فرد ماهر با روابط خلاصه شده است.

$$p_{so} = \frac{0.975}{Z^1} + \frac{1.455}{Z^2} + \frac{5.85}{Z^3} - 0.019 \quad \text{رابطه (۳)}$$

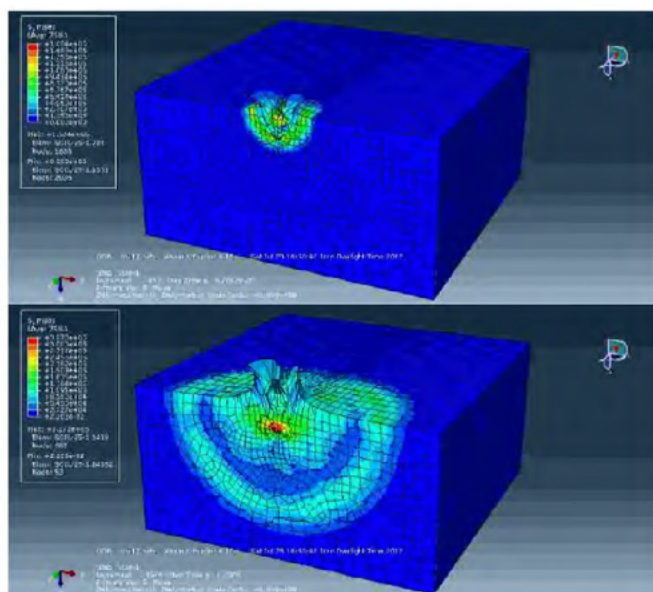
$$(0.1 < p_{so} < 10 \text{ kg/cm}^2)$$

تغییرات فشار زمان بر اساس رابطه فردلاند از طریق رابطه نمایی زیر بیان می‌شود.

رابطه (۴)

$$\log_{10} \left(\frac{t_d}{W^{1/3}} \right) = 2.5 \log_{10}(Z) + 0.28 \quad Z < 1$$

در این رابطه b مشخصه شکل موج است که تابعی از حداکثر فشار P_s بوده و مقدار آن متناسب با مشخصه‌های انفجار که در ادامه معرفی می‌شود، تعیین می‌شود. t_s میزان تداوم فاز مثبت است. فاز منفی موج اغلب خیلی ضعیف‌تر و بسیار تدریجی‌تر از فاز مثبت است و به همین دلیل از اثر آن در بمب‌گذاری صرف نظر می‌شود. [۸، ۱۰، ۱۱]



شکل ۳: تحلیل مدل در نرم افزار

جدول ۳: مشخصات کامپوزیت شیشه در مدل سازی بر حسب پاسکال

FRP Glass								
E1	E2	E3	ν_{12}	ν_{13}	ν_{23}	G12	G13	G23
3.8E+10	8.27E+09	8.27E+09	0.26	0.26	0.33	4.14E+09	4.14E+09	3.10E+09
Fail strain								
Et1		Ec1		ET2		EC2		
2.75E-02		1.58E-02		3.80E-03		1.42E-02		

جدول ۴: مشخصات کامپوزیت کربن ۱ در مدل سازی

CFRP Carbon1					
E1(Pa)	E2(Pa)	ν_{12}	G12(Pa)	G13(Pa)	G23(Pa_)
2.31E+11	2E+11	0.21	6E8	6E8	6E7
Fail Stress					
XT(Pa)	XC(Pa)	YT(Pa)	YC(Pa)	S12(Pa)	S13(Pa)
3.79E+09	2.00E+09	1.80E+09	1.00E+09	5.00E+08	5.00E+08

جدول ۵: مشخصات کامپوزیت کربن ۲ در مدل سازی

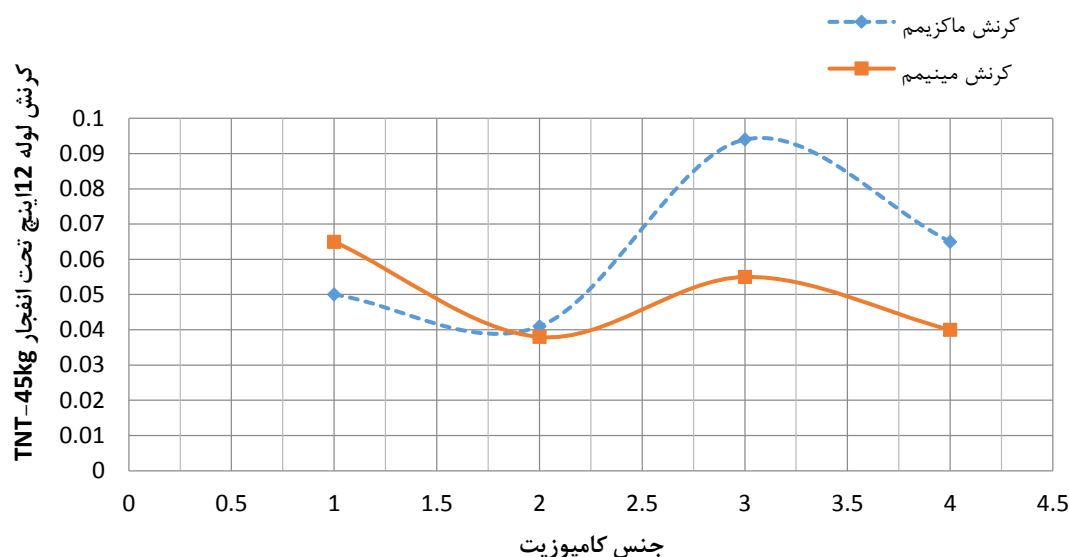
CFRP Carbon 2							
E1	E2	E3	ν_{12}	ν_{13}	ν_{23}	G12	G13
1.35E+11	8.00E+09	8.00E+09	0.27	0.27	0.49	3.80E+09	3.80E+09
Fail strain							
XT		XC		YT		YC	S12
1.86E+09		1.47E+09		7.60E+07		8.50E+07	9.8E+07

جدول ۶: مشخصات کامپوزیت کربن ۳ در مدل سازی

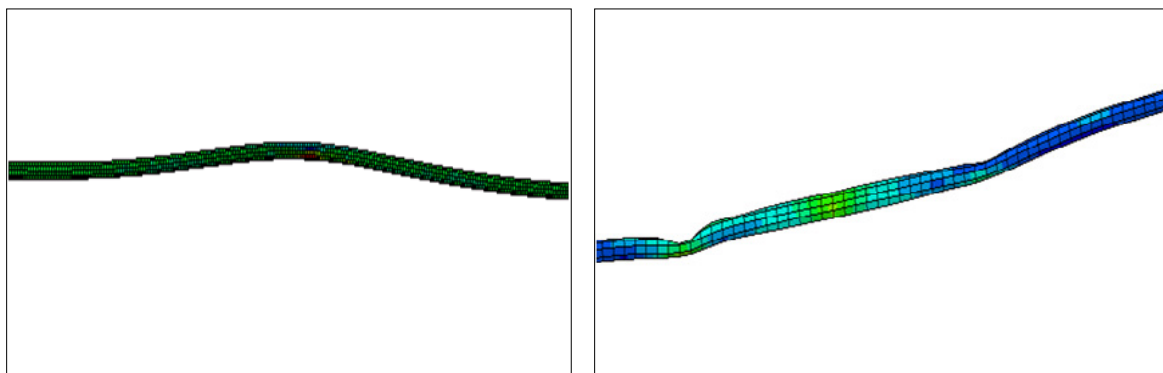
CFRP Carbon 3					
E1(Pa)	E2(Pa)	ν_{12}	G12(Pa)	G13(Pa)	G23(Pa)
6.85E+10	6.85E+10	0.11	3.80E+09	3.80E+09	2.68E+09
Fail Stress					
XT(Pa)	XC(Pa)	YT(Pa)	YC(Pa)	S12(Pa)	S2۳(Pa)
7.95E+08	8.60E+08	7.95E+08	8.60E+08	9.80E+07	9.80E+07

همان طور که در شکل ۴ ملاحظه می شود با افزایش مدول الاستیسیته و کرنش گسیختگی کامپوزیت حد مقاومت لوله در برابر موج انفجار کاهش می یابد و آسیب کمتری به لوله وارد می شود. از آنجا که در موقع انفجار آسیب زیادی به کرنش در جهت شعاعی لوله وارد می شود، از این رو توصیه می شود که کامپوزیت مورد استفاده در جهت شعاعی مدول الاستیسیته بالا و حد گسیختگی بالاتری داشته باشد تا رفتار لوله به موقع انفجار بهبود یابد.

با توجه به شکل می توان گفت که لوله های گاز با افزایش ۵۰ درصدی میزان خرج انفجار نسبت به حالت مقاوم سازی نشده افزایش یافته است و عملکرد بهتری را از خود موقع انفجار نشان می دهد. این افزایش ظرفیت معادل با حالتی است که عمق دفن لوله را یک متر افزایش دهیم. همان طور که در آورده شده، موقعی که لوله مقاوم سازی نشده در برابر موج انفجار قرار گیرد، لوله سختی کافی را در برابر موج انفجار مقدار ماده منفجره مورد بررسی نداشته و لوله در دو محل دچار تورفتگی می شود؛ ولی در مقایسه با حالتی که لوله با کامپوزیت تقویت شده باشد، لوله دارای سختی کافی در برابر انفجار شده و رفتاری با منحنی ملایم تر از خود نشان می دهد.



شکل ۴: تأثیر جنس کامپوزیت بر رفتار کرنش لوله ۱۲ اینچ (۱-شیشه، ۲-کربن جنس ۱، ۳-کربن جنس ۲، ۴-کربن جنس ۳)

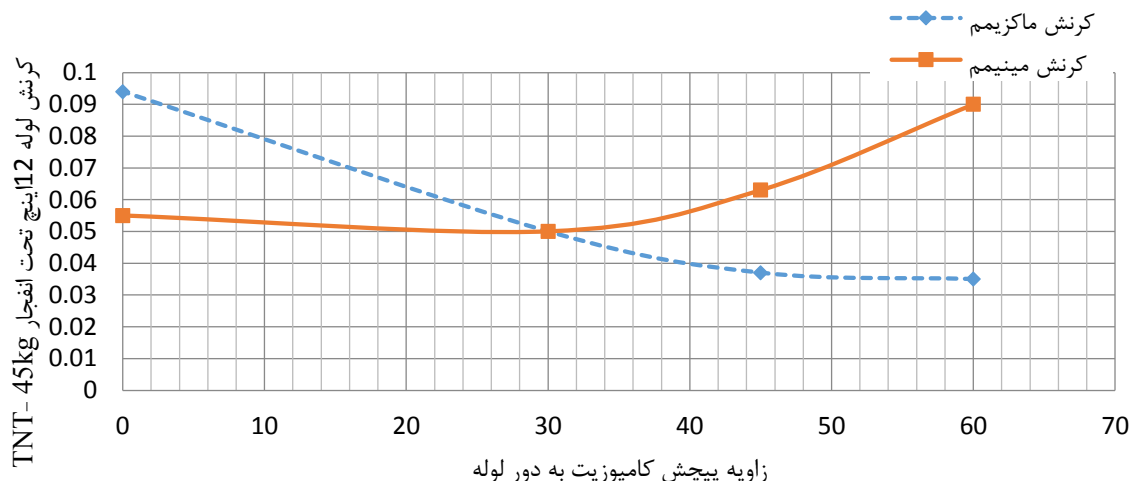


شکل ۵: رفتار لوله مقاوم سازی نشده در برابر انفجار و خرابی موضعی در لوله (تصویر سمت راست) رفتار لوله مقاوم سازی شده در برابر انفجار (تصویر سمت چپ)

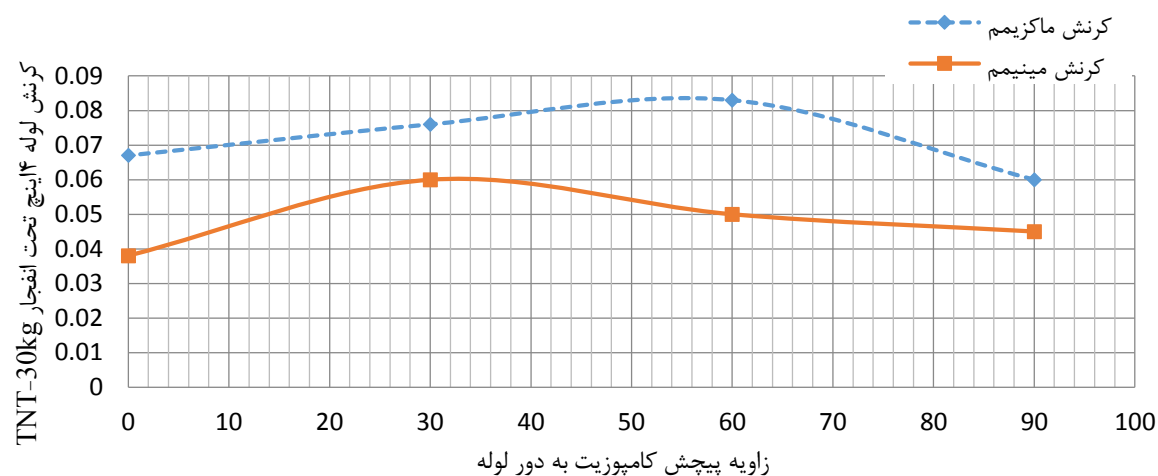
عامل اثر زاویه پیچش در کامپوزیت ها

کامپوزیت ها به دلیل مدول الاستیسیته و تنش گسیختگی متفاوتی که در جهات مختلف دارند، تحت اثر زاویه پیچش های مختلف رفتار متفاوتی در عملکرد با لوله تحت انفجار از خود نشان می دهند. از آنجا که با تغییر زاویه پیچش کامپوزیت به دور لوله مدول الاستیسیته و کرنش گسیختگی معادل در جهت شعاعی نیز تغییر می یابد، عملکرد لوله تحت انفجار تغییر می کند.

با توجه به شکل ۵ و ۶ می توان گفت تحت زاویه پیچشی مناسب و نامناسب کرنش ها حداکثر ۵۰ درصد با یکدیگر اختلاف دارند و در مقایسه با حالت مقاوم سازی نشده می توان گفت که در صورت پیچش با زاویه نامناسب کرنش ها حداکثر ۶۰ درصد کاهش می یابد و در صورت پیچیدن با زاویه مناسب کرنش های ماکزیمم حدود ۷۵ درصد کاهش می یابد. از این رو دقت در زاویه پیچش اکیداً توصیه می شود. نگارنده با تحقیقاتی که در تحقیقات مختلف انجام داده، نتوانست رابطه مناسب برای پیچش پیشنهاد کند و تنها راه افزایش دقت را در مدل سازی با پارامترهای پیچشی مختلف توصیه می کند.



شکل ۶: تأثیر زاویه پیمایش کامپوزیت شیشه بر رفتار لوله ۱۲ اینچ



شکل ۷: تأثیر زاویه پیمایش کامپوزیت کربن ۱ بر رفتار کرنش لوله ۱۲ اینچ

که به منظور بهینه سازی در تعداد لایه های ۲ و ۴ لایه استفاده شود؛ زیرا با افزایش تعداد لایه ها بهبودی در عملکرد لوله مشاهده نشده است. از طرفی نسبت به حالت مقاوم سازی نشده میزان خرج ماده منفجره حدود ۵۰ درصد افزایش یافته است. در این مدل سازی با تعداد لایه های ۴ عدد لوله توانسته است تحت انفجار ۴۵ کیلوگرم عملکرد خود را در سطح عملکرد مطلوب حفظ کند.

عامل اثر متقابل افزایش عمق دفن و کامپوزیت

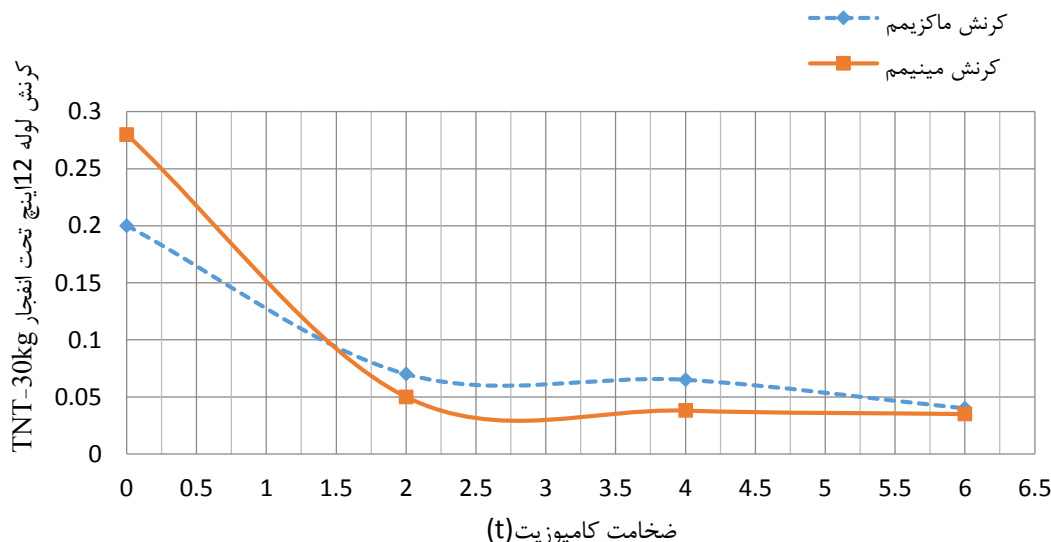
در بین پارامترهای بررسی شده دو پارامتر عمق دفن لوله و به کارگیری کامپوزیت با ضخامت مناسب بیشترین تأثیر را در بهبود رفتار لوله در برخورد راکت در فاصله ای مشخص از آنها دارد. از این رو تأثیر همزمان این دو پارامتر را در بهبود رفتار لوله بر اساس میزان خرج ماده منفجره بررسی شد.

همان طور که در شکل ۷ ملاحظه می شود، می توان گفت: با تغییر زاویه پیمایش از صفر تا ۹۰ درجه میزان کرنش ماکزیمم حدود ۳۰ درصد تغییر می کند. در مقایسه با حالت مقاوم سازی نشده می توان گفت: مقاوم سازی لوله با کامپوزیت و با انتخاب زاویه پیمایش مناسب کرنش ماکزیمم را حدود ۱۰ درصد نسبت به حالتی که زاویه پیمایش مناسبی انتخاب نشده باشد، بهبود می بخشد.

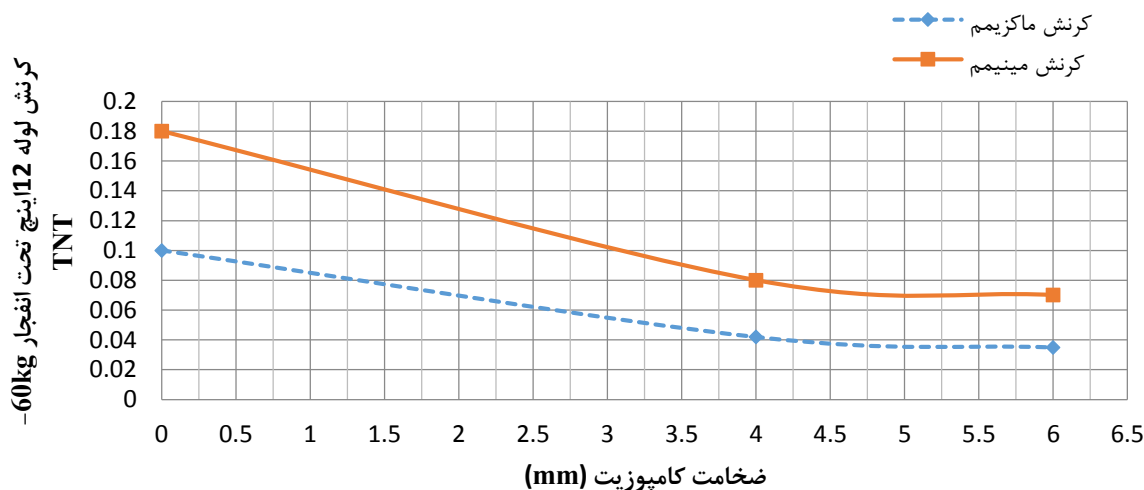
عامل اثر ضخامت کامپوزیت

با افزایش ضخامت کامپوزیت به نوعی سختی لوله در برابر موج انفجار افزایش می یابد؛ قسمت زیادی از انرژی انفجار توسط کامپوزیت جذب می شود؛ لوله رفتار مناسب تری را نشان می دهد و کرنش های ماکزیمم در لوله کاهش می یابد.

همان طور که در شکل ۸ ملاحظه می شود می توان گفت: با مقاوم سازی لوله با دو لایه کامپوزیت با ضخامت هر لایه در حدود یک میلی متر است، کرنش های ماکزیمم حدود ۴۰ درصد کاهش می یابد که با افزایش تعداد لایه ها میزان بهبود در کرنش ها حداکثر حدود ۵ درصد نسبت به حالت قبلی است. از این رو توصیه می شود



شکل ۸: تأثیر ضخامت کامپوزیت کرن بر رفتار کرنش لوله ۱۲ اینچ



شکل ۹: اثر افزایش ضخامت کامپوزیت بر لوله ۱۲ اینچ مدفون شده در عمق ۲ متر

بیشتر از فولاد است. از این رو ترکیب کامپوزیت و فولاد بر لوله تأثیر بهینه ای می گذارد و از شدت خرابی می کاهد. از پارامتر مهم در استفاده از کامپوزیت زاویه پیچش کامپوزیت به دور لوله است؛ زیرا تغییر زاویه پیچش کامپوزیت به دور لوله مدول الاستیسیته و کرنش گسیختگی معادل در جهت شعاعی نیز تغییر می یابد؛ از این رو به منظور استفاده بهینه لازم است تا قبل از اجرا مدل سازی مربوطه انجام شود تا زاویه بهینه پیدا شود. در بین پارامترهای مطالعه شده ضخامت کامپوزیت و عمق دفن لوله از مؤثرترین پارامترهای تأثیرگذار بر مقاومت سازی لوله است که می تواند ظرفیت مقاومت در برابر انفجار را حدود ۵۰ درصد افزایش دهد و بسته به شرایط و بررسی جنبه اقتصادی از هر کدام می توان استفاده کرد. از آنجا که با کاهش ضخامت لوله سختی لوله در برابر انفجار کاهش می یابد، ضروری است که برای مقاومت سازی لوله ها تعداد لایه های کامپوزیت افزایش یابد. با افزایش تعداد لایه های کامپوزیت از چهار لایه به هشت لایه کرنش های ماکزیمم حدود ۵ درصد کاهش

به منظور بهینه سازی هر دو پارامتر افزایش عمق دفن لوله و به کارگیری کامپوزیت می توان کمبود کاهش عمق دفن را با به کارگیری کامپوزیت و ضخامت مناسب جبران کرد. همان طور که در شکل ۹ دیده می شود، ظرفیت انفجار لوله ۱۲ اینچ که حدود راکت ۳۰ کیلوگرمی بود تا ظرفیت راکت ۶۰ کیلوگرمی افزایش یافته که در حدود ۱۰۰ درصد افزایش ظرفیت مشاهده می شود.

جمع بندی و نتیجه گیری

از پارامترهای مهم دیگر در روش مقاوم سازی نوع کامپوزیت مورد استفاده است. با استفاده کردن از کامپوزیت با مدول الاستیسیته بالاتر و کرنش خرابی بالاتر لوله در برابر موج انفجار مقاوم تر شده و رفتار مناسب تری را نشان می دهد. از پارامترهای تأثیرگذار دیگر بر رفتار لوله تعداد لایه های کامپوزیت است. تعداد لایه های کامپوزیت تأثیر زیادی بر رفتار خط لوله دارد. مواد کامپوزیت CFRP دارای سختی بالایی هستند و مقاومت آنها

می‌باید. از این رو توصیه می‌شود که به منظور بهینه‌سازی تعداد لایه‌ها از چهار لایه استفاده شود. جنس کامپوزیت از پارامترهایی است که تأثیر زیادی بر رفتار لوله دارد که توصیه می‌شود از کامپوزیت‌های کربن در مقاوم‌سازی استفاده شود [۱۳، ۱۴، ۱۵].

پی‌نوشت

1. Drauger-Pruger
2. Olarewaju

منابع

1. Introduction to Abaqus software, Available from: [Http\ Civilengineerspk.com/abaqus-6-1-10](http://Civilengineerspk.com/abaqus-6-1-10)
۲. آقاسی، م.، بررسی تأثیر مشخصات مکانیکی خاک بر تأسیسات فولادی مدفون تحت اثر انفجار، سومین کنفرانس ملی زلزله و سازه، گروه عمران دانشکده مهندسی، دانشگاه شهید عباس‌پور، ۱۳۹۱.
3. A. J. Olarewaju, N.S.V. Kameswara Rao, and M. A. Mannan Diemention Response of Underground Pipes due to Blast Loads by simulation, electron.j. geotech. eng, 2011; 16: 563-574
۴. بررسی استحکام لوله‌های نفت و گاز تحت بارگذاری انفجاری خارجی، جواد اکبردوست، آزمایشگاه خستگی و شکست دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه علم و صنعت ایران.
5. Ngo, T.J., Mendis, J., Gupta, A. and Rams ay, J. Blast Loading and Blast Effects on Structures an Overview, EJSE journal, Special Issue 2007; 76-91
۶. مبحث ۲۱ پدافند غیر عامل، مقررات ملی ساختمان.
۷. حجت جلالی، هیمن، بررسی مقابله با اثر تخریبی گسل بر روی خطوط لوله، شبکه تغذیه و توزیع گاز و تعمیر آن در سطح کشور، دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۸۹.
۸. تحلیل و طراحی ساختمان‌ها در برابر اثرات انفجار، دکتر آرش نیری.
9. Zyskowski, A. Sochet, I. Mavrot, G. Bailly, P. Renard, J. Study of the explosion process in a small scale experiment-structural loading. Journal of Loss Prevention in the process industry. S, 2004; (17)291-299
10. Boh, J. W., Louca, L. A. and Choo, Y. S. Finite Element Analysis of Blast Resistance
11. Structures in the Oil and Gas Industry, Singapore and UK, ABAQUS User's Conference, pp 1-15
12. Manfredi, C., Otegui, J.L., 2002. Failures by SCC in Buried Pipelines. Engineering Failure Analysis, vol. 9. Elsevier Science Ltd., Pergamon, pp. 495-509.
13. American society of civil engineering, Seismic Design and Retrofit of Piping Systems, July 2002; (119): 67-75
۱۴. عدالتی، م.، تحلیل تنش‌های میان رویه در تیرهای بتن مسلح تقویت شده خمشی با ورق‌های چسبنده خارجی FRP یا فولادی، رساله دکتری، گروه عمران دانشکده مهندسی، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۹۰.
۱۵. ریاحی، ه. و افضلی، م. ر.، مکانیک مواد مرکب، انتشارات گسترش علوم پایه، ۱۳۸۱.
۱۶. فرحید، ف.، مستوفی‌نژاد، د.، بررسی امکان شکل تأمین و بازتوزیع لنگر در تیرهای سراسری قاب‌های بتن مسلح تقویت‌شده با ورق‌های کامپوزیت CFRP، رساله دکتری سازه، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۸۶.

تحلیل ریسک در پروژه‌های خطوط لوله انتقال گاز استان گیلان با رویکرد حفاظت و اثرات زیست محیطی

ناصر شمس کیا*: گروه مهندسی عمران واحد قزوین، دانشگاه آزاد اسلامی، قزوین، ایران shams@qiau.ac.ir
آرش قویدل دارستانی: کارشناس ارشد مهندسی عمران - مدیریت ساخت، دانشگاه دانش البرز، قزوین، ایران Arash1-3@live.com

تاریخ دریافت: ۹۸/۷/۲۵

تاریخ پذیرش: ۹۸/۸/۲۸

چکیده

امروزه بیش از ۶۰ درصد از منابع انرژی در دنیا را نفت و گاز تشکیل می‌دهد. حمل و نقل نفت خام، گاز و محصولات آن به روش‌های مختلفی انجام می‌شود که از این میان بیشترین سهم انتقال بر عهده لوله‌های انتقال است. پروژه‌های خط انتقال گاز همواره از جمله پروژه‌هایی با خطرپذیری زیاد از لحاظ زیست محیطی بوده است؛ بنابراین بررسی و کاهش ریسک‌های پروژه امری حیاتی و لازم برای تیم اجرایی است. هدف از این پژوهش مطالعه و بررسی ریسک‌های زیست محیطی پروژه خط انتقال گاز در استان گیلان است. بدین منظور ابتدا پروژه به فعالیت‌های مختلف برای کوچک کردن مسئله تقسیم شد و به روش دلفی ریسک‌های پروژه شناسایی و سپس با استفاده از روش FMEA ریسک‌های پروژه از نظر خطرپذیری رتبه‌بندی شد. همچنین به منظور پایش روش FMEA از روش AHP استفاده شد. این پروژه به ۱۵ فعالیت شامل ۲۹ ریسک تقسیم‌بندی شده است. بررسی نتایج و تجزیه و تحلیل این دو روش نشان داده که ریسک‌های مربوط به فعالیت حفاری و لوله‌گذاری، تخریب زمین‌های کشاورزی و بستر رودخانه‌ها، آلودگی صوتی، آلاینده‌های ناشی از تردد وسایل نقلیه سنگین و همچنین فعالیت تقلیل فشار در ایستگاه در اولویت ریسک‌های پروژه قرار دارند. نتایج مقادیر RPN به دست آمده از ریسک‌ها نشان می‌دهد که ۲۸ درصد از ریسک‌ها دارای RPN بیشتر از میانگین بوده که در محدوده خطر قرار دارند. در انتها به منظور کاهش خطر ریسک‌های زیست محیطی پروژه روش‌هایی برای کنترل فعالیت‌های پرخطر شناسایی شده ارائه شد. همچنین نتایج بیانگر آن است که اجرای این روش‌ها می‌تواند تا ۹۰ درصد خطر زیست محیطی مربوط به ریسک‌های پرخطر را کاهش دهد.

کلمات کلیدی: ارزیابی ریسک، خط انتقال گاز، تحلیل حالات خرابی و شکست، حفاظت از زیرساخت، AHP.

Risk analysis in transmission pipeline projects in Guilan province with conservation and environmental impact approach

Nasser Shamskia ^{*1}, Arash Ghavidel²

Abstract

Today, more than 60% of the world's energy resources are oil and gas. Transportation of crude oil, gas and its products is done in different ways, of which the largest share of transmission is borne by transmission pipes. Gas transmission projects have always been one of the most environmentally hazardous projects, which necessitates project risk assessment and mitigation as one of the important requirements of the project team. In this study, the environmental risks of the gas transmission project in Guilan province have been studied. By dividing the project into different activities, it tries to minimize the problem and also identifies the project risks through the Delphi method, and then the project risks were assessed and ranked in terms of risk using FMEA method. AHP method has also been used to monitor FMEA. The project is divided into 15 activities involving 29 risks. Analysis and the results of these two methods have shown that the risks related to drilling and piping activities, destruction of agricultural lands and riverbeds, noise pollution, pollution caused by heavy vehicle traffic, as well as pressure reduction activities at the station are among the priority risks of the project. The results of the RPN values obtained from the risks show that 28% of the risks have higher than average RPNs which are within the risk range. Finally, methods for identifying and controlling of the high risk activities have been presented to reduce the environmental risk of the project. The results also indicate that implementation of these methods can reduce up to 90% of the environmental risks associated with the high risks.

Key Words: Risk Assessment, Gas Transmission Line, FMEA, Infrastructure Protection, AHP

1-Department of Civil Engineering, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran shams@qiau.ac.ir

2-MSc in Civil Engineering-Construction Management, Danesh Alborz University, Qazvin, Iran Arash1-3@live.com

پروژه‌های عظیم نفت و گاز در جهت رشد صنعتی، اقتصادی کشور و برای رفاه جوامع انسانی طراحی و اجرا می‌شوند. این پروژه‌ها بدون شک دارای اثرات منفی و در برخی مواقع غیرقابل جبران زیست محیطی و به هم خوردن تعادل اکوسیستم‌ها هستند. از این‌رو ادغام ارزیابی ریسک‌ها با ملاحظات زیست محیطی پروژه‌ها، موجب کاهش یا حذف اثرات سوء آنها می‌شود و با افزایش اثرات مثبت موجب توسعه پایدار خواهد شد [۱].

ارزیابی یک روش مدیریت و تکنیکی برای شناخت اثرات احتمالی پروژه‌های پیشنهادی بر محیط زیست است. از فواید ارزیابی می‌توان به پیش‌بینی پیامدهای زیست محیطی، یافتن راه‌های کاهش اثرات سوء، دستیابی به اهداف توسعه پایدار در ارتباط با فرآیند برنامه‌ریزی، مدیریت در زمان‌بندی، کاهش هزینه‌ها، حفاظت هر چه بیشتر منابع و جلوگیری از بروز اثرات جبران‌ناپذیر اجرای پروژه بر محیط زیست و منابع طبیعی اشاره کرد. جنبه اصلی کاربرد ارزیابی، استفاده از آن در کلیه مراحل توسعه پروژه شامل برنامه‌ریزی، طراحی نهایی عملیات ساختمانی، آغاز کار، بهره‌برداری از آن و نیز پس از عمر پروژه است [۱].

در رابطه با بررسی ریسک در پروژه‌های تونل‌سازی که از جمله مهمترین و پرهزینه‌ترین طرح‌های عمرانی در بسیاری از کشورهای جهان هستند، بیگلری و همکاران بر روی ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه خط ۲ مترو کرج و ارائه راهکارهایی جهت کاهش ریسک‌های پروژه مطالعه‌ای انجام داده‌اند. در این تحقیق با استفاده از تکنیک پرسشنامه در میان کارشناسان و خبرگان دخیل در پروژه مترو و شامل ذی‌نفعان پروژه اعم از کارفرما، پیمانکار و مشاور نسبت به شناسایی ریسک‌ها بر مبنای ساختار پروژه و تعیین حوزه‌های ریسک در محدوده طراحی، مدیریتی، مالی، اداری، ماشین‌آلات، اجرایی، فنی و محیطی اقدام و نتایج را با استفاده از نرم‌افزار Pertmaster و روش FMEA تحلیل و رتبه‌بندی کردند. نتایج تحقیق نشان داد که دو روش فوق در مقایسه انواع ریسک‌های موجود در پروژه تا حدودی موارد ریسک را تأیید می‌کنند [۲].

ارزیابی ریسک و ارزیابی اثرات زیست محیطی دارای چارچوبی مشابه هستند. این فرایندها اثرات آینده (طبیعی، فرکانس و غیره) فعالیت‌های پیشنهادی را پیش‌بینی می‌کنند و هدفشان شامل هدف مدیریت در تصمیم‌گیری، اهمیت، بزرگی و میزان تأثیرات، پذیرش ریسک و اقدامات لازم جهت کاهش ریسک است. اتحادیه اروپا کشورهای عضو آن را تشویق کرده تا ارزیابی ریسک در ارزیابی اثرات زیست محیطی را به‌ویژه در خصوص حوادث شدید در پروژه‌های خود اعمال کنند. در بررسی تخریب اثرات توسعه بر روی حوضه آبخیز سد لثیان و تخریب زیست محیطی آن یک مدل سازمان‌یافته ارائه شد که رویه کار را تسهیل و تسریع کند و کمک شایانی به مسائل زیست محیطی محسوب می‌شود [۳]. در این راستا برخی محققان در پژوهش خود جهت ارزیابی ریسک پروژه‌های زیست محیطی از روش الکترونیک استفاده کردند. آنها اظهار داشتند که روش پیشنهاد شده با ارزیابی داده‌های کمی و بررسی

داده‌های کیفی سبب راحتی کار در بازیافت مواد زائد خطرناک می‌شود. در ادامه بیان کردند به‌وسیله چارچوب سازمان‌یافته و سیستماتیک این روش می‌توان امکانات موجود در مواد زائد خطرناک را ارزیابی و رتبه‌بندی کرد [۵].

صالحی و کریمی در پژوهشی تحت عنوان «ارزیابی اثرات محیط زیستی (EIA) خط انتقال گاز همدان به بیجار با استفاده از RS و GIS» بیان کرده‌اند طبق مقررات سازمان حفاظت محیط زیست، جهت احداث و بهره‌برداری از خطوط انتقال گاز باید مطالعات EIA انجام شود. در این راستا متدولوژی خاصی برای انجام EIA پروژه خطی انتقال گاز تدوین شد. در این راستا ابتدا مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی جهت شناخت محیط زیست محل انجام پروژه صورت گرفت و همزمان با مرور منابع فنی پروژه کلیه فعالیت‌های دو فاز احداث و بهره‌برداری شناسایی و درنهایت دو روش چک‌لیست تشریحی و ماتریس لئوپولد به‌منظور انجام EIA انتخاب شد. به کارگیری ابزارهای RS و GIS در فرآیند انجام این‌گونه از پروژه‌ها (خطی)، اطلاعات کمی بسیار دقیقی را در اختیار ارزیابان محیط زیست، جهت نیل به نتایج کاربردی قرار خواهد داد [۷]. ارزیابی اثرات زیست محیطی بر شناسایی اثرات فعالیت‌های پیشنهادی و تحلیل ریسک بر تجزیه و تحلیل اثرات، احتمالات، پیامدها، میزان بزرگی و فرکانس ضربه تمرکز دارد. در حال حاضر، پیشرفت علم و فناوری، مفاهیم جدید، ابزار و روش‌های حل مسئله با ارزیابی به‌موقع اثرات بالقوه فعالیت‌های پیشنهادی بر محیط زیست و سلامت انسان با خطرات زیست محیطی، محیطی خوب برای نسل‌های آینده را می‌سازد. همچنین لازم است تا یک تئوری توسعه داده شود و روش‌های مناسب برای بررسی سیستماتیک، تجزیه و تحلیل تأثیرات پروژه‌ها، ساخت‌وسازها، کارخانه‌ها، تجهیزات و فعالیت‌های دیگر بر روی محیط زیست، جامعه و جمعیت اعمال شود [۸].

در پژوهشی در اردن و به‌منظور ارزیابی اثرات زیست محیطی و با استفاده از بررسی ریسک در پروژه‌های زیست محیطی به کمک فرآیند سلسله مراتبی چندمعیاره به مطالعه ریسک در پروژه‌های منطقه‌ای پرداخته شد. در این مطالعه محققان روش‌های الکترونیک و پرومته را در مورد معیارهای سلسله مراتبی بسط دادند. این کار در نوع خود انجام نشده بود و بنابراین نسخه‌ای سلسله مراتبی از ROR با استفاده از روش‌های گفته‌شده تهیه شد [۹، ۱۱]. نیکولیچ و همکاران در بررسی روش‌های چندمعیاره تلفیقی برای ارزیابی‌های محیط‌زیستی ارائه دادند. نتیجه بررسی‌ها نشان داد که در مورد تصمیم‌گیری‌ها و ارزیابی‌های محیط‌زیستی هرچه روش چندمعیاره موردنظر ساده و روان‌تر باشد، دارای کارایی بیشتری خواهد بود. در این راستا طی یک روش ساده می‌توان معیارها را انتخاب و اوزان را با روش دلخواه و مناسب تعیین کرد. روش پرومته از آسان‌ترین روش‌ها در این پروژه بود که از آن نسبت به سایر روش‌ها برای تصمیم‌گیری‌های محیط‌زیستی استفاده بیشتری شد. در مقالات مطالعه شده رایج‌ترین روش پس از پرومته روش الکترونیک بود [۱۲]. بلالی و همکاران در مقاله ارائه‌شده به چگونگی انتخاب بهترین سیستم با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیار

خانواده AHP و PROMETHEE پرداخته‌اند. آنها از این روش‌ها برای انتخاب سیستم سازه‌ای مناسب در یک پروژه چند مسکونی کم‌رشد در ایران استفاده کرده‌اند [۱۰].

در یک تحقیق ارزیابی و مدیریت ریسک زیست‌محیطی فعالیت‌های کارخانه نمک‌زدایی با هدف شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌ها و آثار ناشی از فعالیتهای کارخانه نمک‌زدایی شماره ۱ اهواز و ارائه راهکارهای مدیریتی انجام شده است. نتایج نشان داده‌اند که فعالیت نگهداری، انتقال و تزریق مواد شیمیایی به مخازن با ضریب نزدیکی ۱ در اولویت اول و انتقال پساب به حوضچه‌های تبخیر (حوضچه‌های دفع نمک) با ضریب نزدیکی ۰/۱۲۶ در اولویت آخر ریسک قرار دارد. علت به وجود آمدن این ریسک‌ها خرابی و فرسودگی تجهیزات (لوله، پمپ‌ها و مخزن) است [۴].

اورتیز و همکاران بر اساس یک پروژه گردشگری، ارزیابی تأثیرات زیست‌محیطی و اجتماعی^۱ (ESIA) را انجام دادند و نشان می‌دهند که این نوع ارزیابی می‌تواند ابزاری بسیار مفید برای شناسایی و تجزیه و تحلیل پیامدها و عواقب محدوده وسیعی از نوآوری‌ها و ابتکارات باشد. به طور معمول وقتی پروژه و تأثیرات آن بسیار پیچیده است، یک ESIA می‌تواند تعداد زیادی از ریسک‌ها و مواردی را که باید اولویت‌بندی شوند، شناسایی کند تا بتوان به طور مؤثر و کارآمد آنها را برطرف کرد. نویسندگان یک روش ترکیبی برای اولویت‌بندی تأثیر در ESIA ارائه و پیشنهاد می‌دهند که به ۴ مرحله تقسیم شده است: (۱) ایجاد بستر ذی‌نفعان؛ (۲) شناسایی و ارزیابی تأثیرات؛ (۳) طبقه‌بندی تأثیر و (۴) ارزیابی تأثیر و تعیین اولویت با استفاده از تحلیل تصمیم چند معیار (MCDA). از این روش به عنوان ابزار ارزیابی پس از اجرای یک پروژه گردشگری مبتنی بر گردشگری در خلیج (هونلوا، اسپانیا) در جنوب غربی شبه جزیره ایبری استفاده شد [۱۳].

ارزیابی سازمان‌یافته ریسک برای پروژه‌های مختلف، به‌خصوص در مقوله ریسک‌های زیست‌محیطی همچون پروژه‌های خطوط لوله گاز که از جمله پروژه‌های اجتناب‌ناپذیر و حیاتی محسوب می‌شوند، از اهمیت بالاتری برخوردار است. بنابراین با توجه به مطالب پیش‌گفته، لزوم اجرای بررسی‌های زیست‌محیطی در پروژه‌های عمرانی و به‌ویژه خطوط انتقال به‌منظور حفاظت و صیانت از سرمایه‌های ملی و عمومی امری حیاتی و ضروری است. نتایج تجربی حاصل از این پژوهش به استفاده‌کنندگان نشان می‌دهد که تجزیه و تحلیل و ارزیابی ریسک اثرات زیست‌محیطی می‌تواند نقش مهم و بااهمیتی بر پروژه‌های خطوط لوله گاز استان گیلان داشته باشد.

مواد و روش

در این پژوهش از دو روش پیش‌بینی و تحلیل حالات خرابی و شکست^۲ و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی^۳ جهت ارزیابی و شناسایی ریسک‌های زیست‌محیطی خطوط لوله گاز استفاده شد. در ابتدا پرسش‌نامه‌ای تهیه شد و از جامعه آماری بزرگ (کلیه مدیران و سرپرستان پروژه و نیز کارشناسان خبره) پروژه خطوط لوله گاز گیلان که در فازهای مختلف مشغول فعالیت بودند، ۵۰ نفر (از

مدیران پروژه، سرپرستان کارگاه و مسئولین برنامه‌ریزی و کنترل پروژه و سایر بخش‌های پروژه‌ای) جهت جمع‌آوری اطلاعات انتخاب شدند. پس از آموزش‌های لازم در خصوص مفاهیم مدیریت ریسک در جلسات توجیهی نهایتاً ۳۴ نفر از لیست یادشده حاضر به پاسخگویی شدند. پرسشنامه در قالب فرم‌های اولیه تهیه شد و پس از تایید پرسش‌ها و روایت آنها نسبت به توزیع پرسشنامه نهایی در بین کارشناسان و مدیران اقدام شد.

جهت ارزیابی خطرات بالقوه موجود در محدوده‌ای که در آن ارزیابی ریسک انجام شد، همچنین شناسایی و رتبه‌بندی اثرات مرتبط با آن از روش FMEA استفاده شد. این روش به ترتیب زیر اعمال شد: ۱- جمع‌آوری اطلاعات مربوط به فرآیند، ۲- تعیین خطرات بالقوه، ۳- بررسی اثرات هر خطر و علل آن، ۴- تعیین احتمال وقوع، ۵- تعیین شدت اثر آن و ۶- تعیین نرخ احتمال کشف. در نهایت ریسک‌ها اولویت‌بندی و ریسک‌های بحرانی شناسایی شد. به‌منظور اطمینان از روش FMEA و ارزیابی آن، شناسایی و اولویت‌بندی فعالیت‌های پرخطر به روش تحلیل سلسله‌مراتبی AHP در دستور کار قرار گرفت و به کمک این روش هم این اولویت‌بندی مشخص شد.

طی این روش، جهت تهیه لیست اولیه ریسک‌های زیست‌محیطی بالقوه مؤثر بر پروژه زیست‌محیطی ابتدا لیست نتایج حاصل از تحقیقات پیشین بر روی ریسک‌های زیست‌محیطی پروژه‌های ساخت، براساس روش دلفی ابتدا بین ۷ تن از خبرگان، کارشناسان و متخصصین در پروژه‌های گازرسانی جهت اظهار نظر در خصوص جامع بودن، مرتبط بودن و منشأ یا تالی بودن لیست ریسک‌های زیست‌محیطی توزیع شد. همچنین موارد پیشنهادی که از قلم افتاده بود، به لیست اضافه شد. در مرحله دوم پس از جمع‌آوری نظرات موارد تکراری حذف، یک لیست تهیه و به نظردهندگان بازگردانده شد تا اعضای تیم نسبت به تعیین متولی هر ریسک بازنگری مجدد انجام دهند. در نهایت نظرات جمع‌آوری شده بررسی و دسته‌بندی نهایی انجام شد و لیستی متشکل از ۲۹ ریسک مبتنی بر ۹ مؤلفه شناسایی و تهیه شد.

سپس پایایی پرسشنامه از طریق آزمون آماری مورد بررسی و تایید قرار گرفت که نشان‌دهنده پاسخ‌های قابل قبول بود. بدین منظور از آزمون آلفای کرونباخ^۴ به کمک نرم‌افزار SPSS جهت تعیین پایایی پرسشنامه استفاده شد، براساس این آزمون هرچه آلفای به‌دست آمده به عدد ۱ نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده معتبر بودن پرسش‌نامه‌هاست. در صورتی که این پارامتر بیشتر از ۰/۷ باشد نشانگر قابل قبول بودن پرسشنامه است. نتایج آزمون نشان داد که مقدار آلفای محاسبه‌شده و به‌دست آمده ۰/۷۸۵ قابل قبول و مورد تأیید است.

بحث و نتایج

نتایج شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌ها به روش FMEA

پس از بررسی پروژه خطوط لوله گاز جنبه‌های دارای ریسک در پروژه شناسایی و در ۱۵ فعالیت دسته‌بندی شده‌اند. هر فعالیت به دقت مورد مطالعه قرار گرفت و با مشورت خبرگان مطابق جدول

۱، ۲۹ ریسک در طی ۱۵ فعالیت مشخص شد و به وسیله مقدار شماره اولویت ریسک^۵ RPN هر ریسک که با حاصل ضرب احتمال وقوع، شدت اثر و قابلیت کشف به دست می آید، هر یک از ریسک ها اولویت بندی شدند.

شناسایی ریسک ها با خطر پذیری بالا

پس از محاسبه عدد RPN معیار اولویت بندی ریسک ها جهت شناسایی ریسک های پر خطر به دلیل نبود عدد ثابت برای RPN های ریسک های بحرانی، مقدار میانگین RPN

های به دست آمده را به روش میانگین حسابی که برابر ۹۸ بود، به دست آوردیم و آن دسته از ریسک هایی که عدد RPN بالاتر از ۹۸ داشتند، در دسته ریسک های پرخطر و بحرانی قرار گرفتند. این ریسک ها مطابق نمودار ۱ و در اولویت بندی لحاظ شدند. طی این بررسی ریسک هایی که در جدول ۲ آورده شدند، پرخطر بودند و RPN بالاتر از ۹۸ داشتند و به ترتیب بر اساس بالاترین مقدار RPN اولویت بندی شدند که اقدامات اصلاحی بر روی آنها انجام شود. با توجه به جدول ۲ بیش از ۵۰ درصد از ریسک های

جدول ۱- نتایج محاسبه عدد RPN هر ریسک در فعالیت های شناسایی شده پروژه انتقال خطوط لوله گاز

ردیف	فعالیت	جنبه	RPN
۱	حفاری و لوله گذاری	تخریب زمین	۲۲۴
۲		ریختن و دیوی آسفالت های کنده شده در پای درختان و فضای سبز	۷۰
۳		تخریب بستر رودخانه	۲۲۴
۴		قطع درختان به منظور جاده سازی	۴
۵		کارکردن ماشین آلات و تجهیزات موجود	۱۶۲
۶		تردد و انتشار دود خودروهای حاضر در پروژه به هوا	۴۸۶
۷		تردد و ریختن روغن خودروهای حاضر در پروژه به زمین	۳۶۰
۸	ایجاد شبکه	پخش شدن ضایعات ناشی از لوله گذاری مانند سرجوش ها، عایق کاری و پارچه های آلوده به مواد روغنی	۲۱
۹		خوردگی لوله های فلزی و پلی اتیلنی استفاده شده جهت گازرسانی	۳۲
۱۰		انتشار ته الکترود ناشی از جوشکاری	۶
۱۱		انتشار اضافات نوار عایق فولادی	۶
۱۲		خورده کلتار عایق هنگام عایق کاری	۶
۱۳		استفاده از فیلترهای دست دوم	۶
۱۴		صدای ناشی از پیکور زدن	۶
۱۵		تخلیه گاز موجود در لوله ها به هوا و یا سوزاندن آن	۴۸
۱۶		انفجار یا آتش سوزی	۴۲
۱۷		ایجاد صدای زیاد ناشی از تقلیل فشار	۴۸۰
۱۸	تقلیل فشار در ایستگاه ها	نشستی از تأسیسات	۹۶
۱۹		انتشار گازهای آلوده به هوا از دودکش هیتراها	۱۰۸
۲۰	گرم کردن گاز در ایستگاه های تقلیل فشار	استفاده از سوخت گاز طبیعی برای روشن کردن هیتراها	۱۲
۲۱		نشست مرکپتان	۶۴
۲۲	نگهداری بشکه های مرکپتان به صورت پر بودار کردن گاز	انتشار مواد سمی و شیمیایی (مرکپتان)	۴۹
۲۳		انتشار گاز و دود مایعات آلانده	۲۸
۲۴	پرچ گیری از فیلتر ایستگاه های تقلیل فشار تعویض المنت فیلترهای معیوب در ایستگاه تقلیل فشار	انتشار مواد آلوده و سمی به خاک و دورریز فیلترهای استفاده شده	۳۵
۲۵		انتشار روغن، گریس و دوده به زمین	۱۵
۲۶	انجام عملیات تعمیرات (اورهال ایستگاه ها) کار کردن تجهیزات ایستگاه های حفاظت کاتدی	نشستی روغن به خاک و آب سطحی و زیرزمینی	۱۰۸
۲۷		نشستی مواد سمی و شیمیایی (مرکپتان) به خاک و آب	۵۶
۲۸	نگهداری، انبارش و جابجایی بشکه های روغن ترانس	نشستی روغن به خاک و آب سطحی و زیرزمینی	۱۸
۲۹		انتشار گازهای آلانده	۸۱

۶۰

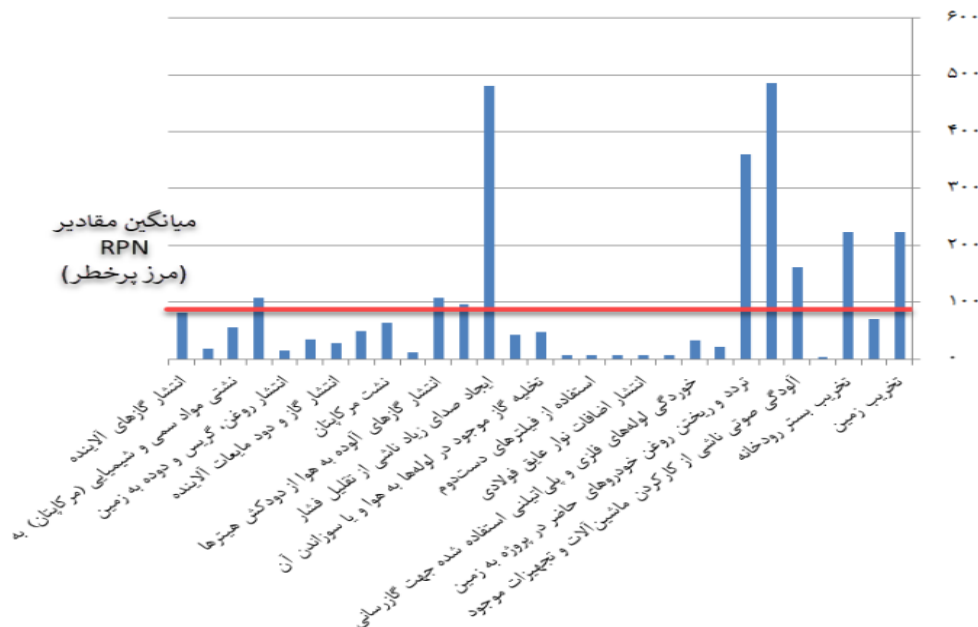
ویژه نامه هفته
پدافند غیرعامل

پاییز زمستان
۱۳۹۹

دوفصلنامه
علمی و پژوهشی



جلان با رویکرد حفاظت و اثرات زیست محیطی
تحلیل ریسک در پروژه های خطوط لوله انتقال گاز استان



نمودار ۱- مقایسه RPN ریسک‌های بحرانی با مقدار RPN میانگین

جدول ۲- اولویت‌بندی ریسک‌های پخطر بر اساس مقدار عدد RPN

اولویت	فعالیت	ریسک	RPN
۱	حفاری و لوله‌گذاری	تردد و انتشار دود خودروهای حاضر در پروژه به هوا	۴۸۶
۲	تقلیل فشار در ایستگاه‌ها	ایجاد صدای زیاد ناشی از تقلیل فشار	۴۸۰
۳	حفاری و لوله‌گذاری	تردد و ریختن روغن خودروهای حاضر در پروژه به زمین	۳۶۰
۴	حفاری و لوله‌گذاری	تخریب زمین	۲۲۴
۵	حفاری و لوله‌گذاری	تخریب بستر رودخانه	۲۲۴
۶	حفاری و لوله‌گذاری	آلودگی صوتی ناشی از کارکردن ماشین‌آلات و تجهیزات موجود	۱۶۲
۷	گرم کردن گاز در ایستگاه‌های تقلیل فشار	انتشار گازهای آلوده به هوا از دودکش هیترها	۱۰۸
۸	کار کردن تجهیزات ایستگاه‌های حفاظت کاتدی	نشئی روغن به خاک و آب سطحی و زیرزمینی	۱۰۸

محاسبه RPN مجدداً پس از اعمال اقدامات اصلاحی بر روی ریسک‌های پخطر

پس از ارائه راه‌حل در جهت کاهش خطر ریسک‌های پخطر و اجرای آنها بار دیگر توسط مصاحبه با خبرگان، احتمال شدت این ریسک‌ها مشخص و RPN آنها دوباره محاسبه شد. نتایج RPN ریسک‌های پخطر در قبل و بعد از اعمال اقدامات اصلاحی در نمودار (۲) آورده شده است. از میان ریسک‌های پخطر نشان‌داده شده جنبه تردد و به زمین ریختن روغن خودروهای حاضر در پروژه طی فعالیت حفاری و لوله‌گذاری با ۹۴ درصد بیشترین کاهش را داشت و در مقابل جنبه انتشار گازهای آلوده به هوا از دودکش هیترها تحت فعالیت گرم کردن گاز در ایستگاه تقلیل فشار با ۱۹ درصد کاهش کمترین اثر را طی اعمال اقدامات اصلاحی نشان داد.

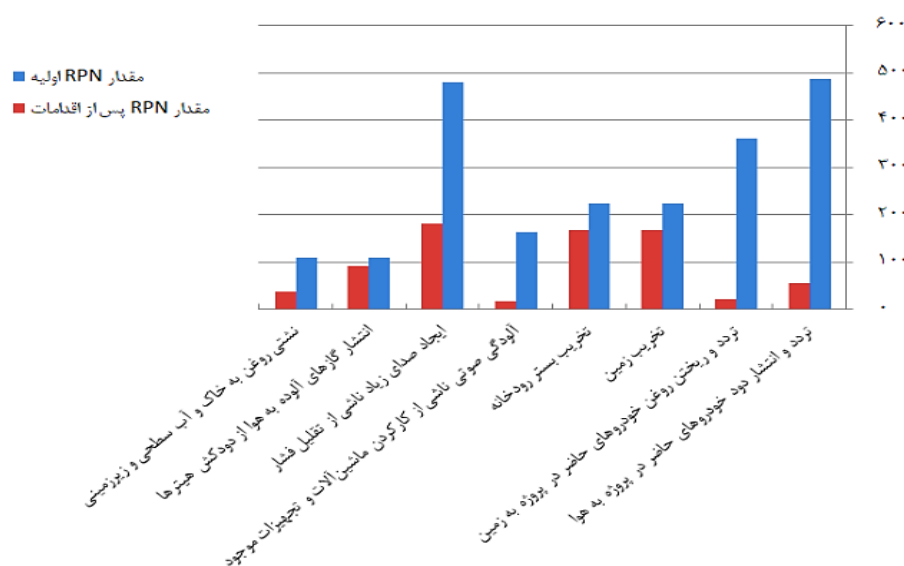
پخطر زیرمجموعه فعالیت حفاری و لوله‌گذاری بوده‌اند. این امر نشان می‌دهد که در پروژه انتقال گاز، فعالیت حفاری و لوله‌گذاری عمده‌ترین دارای بیشترین خطر و ریسک در حوزه زیست‌محیطی بوده که باید به آن توجه ویژه شود. در این میان جنبه تردد و انتشار دود خودروهای حاضر در پروژه به هوا و آلودگی ناشی از آن طی فعالیت حفاری و لوله‌گذاری با RPN ۴۸۶ بیشترین خطرپذیری را به دنبال دارد.

اقدامات اصلاحی جهت کاهش RPN ریسک‌های پخطر

در این بخش با شناسایی ریسک‌های با خطرپذیری بالا راهکارهایی در جهت کاهش خطر ارائه دادیم. با توجه به بالا بودن مقدار ۸ ریسک از میان ریسک‌های بررسی شده، ارائه راهکاری در جهت کاهش میزان خطر این ریسک‌ها الزامی است. از این رو به منظور کاهش احتمال وقوع، شدت اثر و افزایش قابلیت کشف ریسک‌های پخطر، راهکارهایی مطابق جدول ۳ با مشاوره و در نظر گرفتن نظر خبرگان شناسایی شد.

جدول ۳- اقدامات اصلاحی انجام شده برای کاهش خطرپذیر هر ریسک

فعالیت پرخطر	اقدامات اصلاحی و حفاظتی
تردد و انتشار دود خودروهای حاضر در پروژه به هوا	دارا بودن گواهینامه معاینه فنی برای خودروهای سبک ترغیب پیمانکاران در استفاده از ماشین آلات با آلودگی کمتر
ایجاد صدای زیاد ناشی از تقلیل فشار	شناسایی ایستگاه‌های تقلیل فشار با میزان صدای بیش از حد مجاز صداسنجی و استفاده از تجهیزات کاهنده صدا رعایت حریم مناطق مسکونی و فاصله ایمن ایستگاه‌های تقلیل فشار
تردد و ریختن روغن خودروهای حاضر در پروژه به زمین	استفاده از دستگاه با روغن ریزی کمتر رعایت زمان مناسب و به موقع تعمیر دستگاه‌ها
تخریب زمین	رعایت دستورالعمل HSE پیمانکاران بازدید دوره‌ای از عملکرد پیمانکار
تخریب بستر رودخانه	رعایت موازین طراحی براساس نقشه‌های استاندارد طراحی رعایت قوانین و مقررات زیست محیطی منطقه
آلودگی صوتی ناشی از کار کردن ماشین آلات و تجهیزات	استفاده موردی از پیکور دستی در زمان حفاری استفاده از کاتر استفاده از کاور جهت کاهش آلودگی صوتی الزام پیمانکار جهت تعمیر به موقع تجهیزات
انتشار گازهای آلوده به هوا از دودکش هیترها	سرویس و نگهداری به موقع هیترها سرویس، نگهداری و تعویض به موقع فیلتر دودکش هیترها
نشست روغن به خاک، آب سطحی و زیرزمینی	بازدید و بازرسی منظم و تعمیرات به موقع و تعویض قطعات فرسوده نظافت به موقع محل‌هایی که نشست روغن مشاهده می‌شود



نمودار ۲- مقایسه مقدار RPN اولیه و پس از اقدامات اصلاحی ریسک‌های پرخطر خطوط انتقال لوله گاز

نیز این اولویت‌بندی مشخص شده است. با توجه به بالا بودن تعداد ریسک‌ها و محدودیت بررسی و تحلیل در این روش براساس توصیه آقای ساتی^۶ تحلیل سلسله مراتبی به جای ریسک‌ها بر روی فعالیت‌ها انجام شده و ترتیب خطرپذیری فعالیت‌ها به دست آمده است. به این منظور پرسشنامه‌ای مطابق جدول ۴ جهت تعیین

شناسایی و اولویت‌بندی فعالیت‌های پرخطر به روش AHP به منظور اطمینان از روش FMEA و ارزیابی و مقایسه آن با روش ارزیابی دیگر که مورد اطمینان بوده و در پروژه‌های مختلف استفاده می‌شود، بنابراین شناسایی و اولویت‌بندی فعالیت‌های پرخطر به روش AHP در دستور کار قرار گرفته و به کمک این روش

جدول ۴- پرسشنامه جهت تعیین ارجحیت و مقایسه زوجی فعالیت‌ها

جایابی اقلام در انبار با لیفترک دیزل	نگهداری، انبارش و جایابی بشکه‌های روغن ترانس	نگهداری، انبارش و جایابی بشکه‌های مرکبپان	کارکردن تجهیزات ایستگاه‌های حفاظت کاتدی	انجام عملیات تعمیراتی (اورهال ایستگاه‌ها)	تعویض المنت فیلترهای معیوب در ایستگاه‌های تقطیل فشار	پرچ گیری از فیلتر ایستگاه‌های تقطیل فشار	بودار کردن گاز	نگهداری بشکه‌های مرکبپان به صورت بر	گرم کردن گاز در ایستگاه‌های تقطیل فشار	تقطیل فشار در ایستگاه‌ها	اتصال لوله بدون گاز به شبکه گاز	تست شبکه	ایجاد شبکه	حفاری و لوله گذاری
۳	۸	۲	۴	۵	۴	۶	۵	۵	۴	۲	۶	۸	۴	۱
۱/۶	۱	۱/۲	۱	۵	۱/۲	۱	۱/۴	۱/۲	۱/۴	۲	۱	۱	۱	۱/۴
۱/۹	۱	۱/۴	۲	۴	۱/۴	۱	۱/۶	۱/۴	۱/۲	۲	۱	۱	۱	۱/۸
۱/۵	۱/۴	۱/۲	۱	۳	۱/۶	۱	۱/۹	۱/۶	۱/۴	۱/۶	۱	۱	۱	۱/۶
۳	۳	۴	۵	۴	۴	۶	۵	۶	۴	۱	۶	۱/۲	۱/۲	۱/۲
۳	۶	۴	۳	۳	۵	۴	۴	۷	۱	۱/۴	۴	۲	۴	۱/۴
۱/۶	۲	۱/۴	۱	۱	۲	۲	۱	۱	۱/۷	۱/۶	۶	۴	۲	۱/۵
۱/۶	۲	۱/۴	۱/۲	۱/۲	۱	۱	۱	۱	۱/۴	۱/۵	۹	۶	۴	۱/۵
۱/۶	۱	۱/۴	۱/۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱/۲	۱/۴	۱/۵	۱	۱	۱/۶
۱/۶	۱	۱/۴	۱/۴	۱	۱	۱	۱	۱	۱/۳	۱/۴	۱/۳	۱/۴	۱/۵	۱/۵
۱	۵	۱/۲	۱	۴	۴	۲	۲	۱	۱/۳	۱/۵	۱	۱/۲	۱	۱/۴
۱/۶	۳	۱	۲	۴	۴	۴	۴	۴	۱/۴	۱/۴	۲	۴	۲	۱/۲
۱/۲	۱	۱/۳	۱/۵	۱/۲	۱	۲	۱/۲	۱/۲	۱/۶	۱/۳	۴	۱	۱	۱/۸
۱	۲	۶	۱	۶	۶	۶	۶	۶	۱/۳	۱/۳	۵	۹	۶	۱/۳

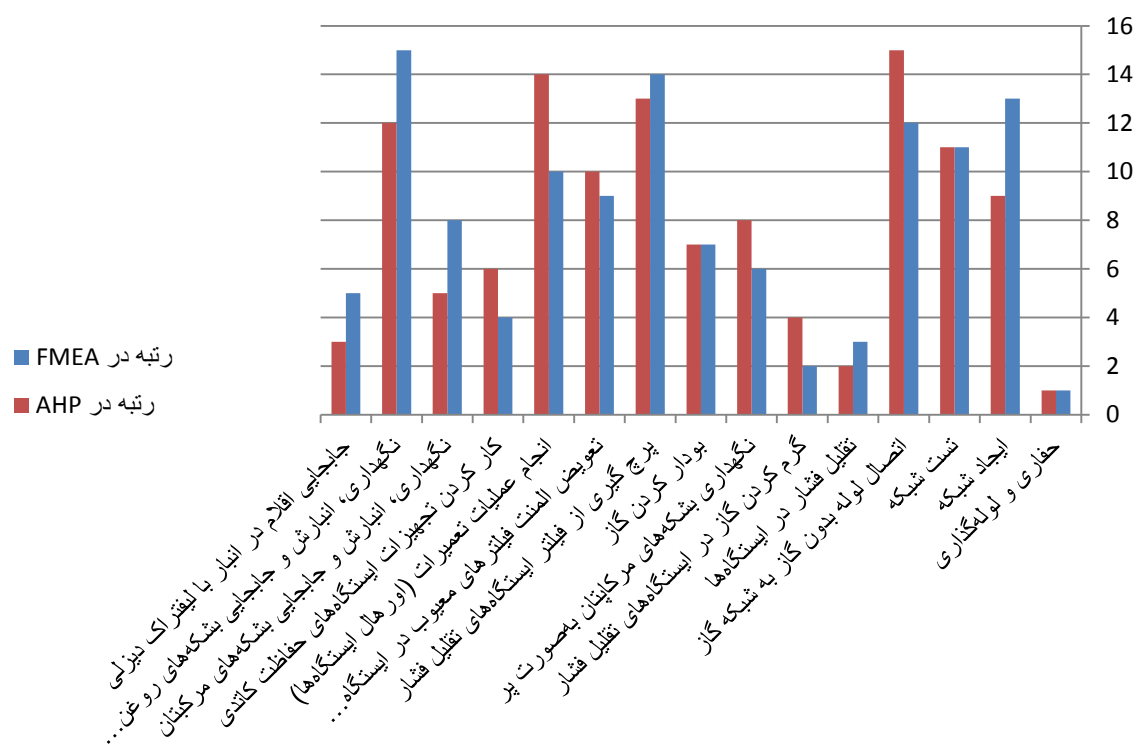
جدول ۵- اولویت بندی فعالیت‌ها از نظر خطرپذیری هر ریسک

اولویت	فعالیت	اولویت	فعالیت
۱	حفاری و لوله‌گذاری	۹	ایجاد شبکه
۲	تقطیل فشار در ایستگاه‌ها	۱۰	تعویض المنت فیلترهای معیوب در ایستگاه تقطیل فشار
۳	جایابی اقلام در انبار با لیفترک دیزل	۱۱	تست شبکه
۴	گرم کردن گاز در ایستگاه‌های تقطیل فشار	۱۲	نگهداری، انبارش و جایابی بشکه‌های روغن ترانس
۵	نگهداری، انبارش و جایابی بشکه‌های مرکبپان	۱۳	پرچ‌گیری از فیلتر ایستگاه‌های تقطیل فشار
۶	کارکردن تجهیزات ایستگاه‌های حفاظت کاتدی	۱۴	انجام عملیات تعمیرات (اورهال ایستگاه‌ها)
۷	بودار کردن گاز	۱۵	اتصال لوله بدون گاز به شبکه گاز
۸	نگهداری بشکه‌های مرکبپان به صورت بر		

مقایسه رتبه بندی در دو روش FMEA و AHP

با توجه به نمودار ۳ که در زیر آمده، مقایسه دو روش FMEA و AHP در اولویت بندی ریسک‌های موجود و شناسایی شده در پروژه ملاحظه می‌شود که به ریسک‌های حاصل از فعالیت حفاری و لوله‌گذاری، تست شبکه و بودار کردن گاز رتبه یکسانی داده است. در روش AHP فعالیت‌هایی از قبیل ایجاد شبکه، تقطیل فشار در ایستگاه‌ها، پرچ‌گیری از فیلتر ایستگاه‌های تقطیل فشار، نگهداری، انبارش و جابه‌جایی بشکه‌های حاوی روغن ترانس و جابه‌جایی اقلام در انبار با لیفترک دیزل رتبه کمتری نسبت به روش FMEA را کسب کرده است.

ارجحیت و برتری گزینه‌ها با روش مقایسه زوجی فعالیت‌ها تهیه و به کمک نظر متخصصین ارجحیت آنها مشخص و تحلیل سلسله مراتبی انجام شده است. در این پرسشنامه درجه‌های ۱، ۳، ۵، ۷، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸، ۲۹، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۳۵، ۳۶، ۳۷، ۳۸، ۳۹، ۴۰، ۴۱، ۴۲، ۴۳، ۴۴، ۴۵، ۴۶، ۴۷، ۴۸، ۴۹، ۵۰، ۵۱، ۵۲، ۵۳، ۵۴، ۵۵، ۵۶، ۵۷، ۵۸، ۵۹، ۶۰، ۶۱، ۶۲، ۶۳، ۶۴، ۶۵، ۶۶، ۶۷، ۶۸، ۶۹، ۷۰، ۷۱، ۷۲، ۷۳، ۷۴، ۷۵، ۷۶، ۷۷، ۷۸، ۷۹، ۸۰، ۸۱، ۸۲، ۸۳، ۸۴، ۸۵، ۸۶، ۸۷، ۸۸، ۸۹، ۹۰، ۹۱، ۹۲، ۹۳، ۹۴، ۹۵، ۹۶، ۹۷، ۹۸، ۹۹، ۱۰۰، ۱۰۱، ۱۰۲، ۱۰۳، ۱۰۴، ۱۰۵، ۱۰۶، ۱۰۷، ۱۰۸، ۱۰۹، ۱۱۰، ۱۱۱، ۱۱۲، ۱۱۳، ۱۱۴، ۱۱۵، ۱۱۶، ۱۱۷، ۱۱۸، ۱۱۹، ۱۲۰، ۱۲۱، ۱۲۲، ۱۲۳، ۱۲۴، ۱۲۵، ۱۲۶، ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۲، ۱۳۳، ۱۳۴، ۱۳۵، ۱۳۶، ۱۳۷، ۱۳۸، ۱۳۹، ۱۴۰، ۱۴۱، ۱۴۲، ۱۴۳، ۱۴۴، ۱۴۵، ۱۴۶، ۱۴۷، ۱۴۸، ۱۴۹، ۱۵۰، ۱۵۱، ۱۵۲، ۱۵۳، ۱۵۴، ۱۵۵، ۱۵۶، ۱۵۷، ۱۵۸، ۱۵۹، ۱۶۰، ۱۶۱، ۱۶۲، ۱۶۳، ۱۶۴، ۱۶۵، ۱۶۶، ۱۶۷، ۱۶۸، ۱۶۹، ۱۷۰، ۱۷۱، ۱۷۲، ۱۷۳، ۱۷۴، ۱۷۵، ۱۷۶، ۱۷۷، ۱۷۸، ۱۷۹، ۱۸۰، ۱۸۱، ۱۸۲، ۱۸۳، ۱۸۴، ۱۸۵، ۱۸۶، ۱۸۷، ۱۸۸، ۱۸۹، ۱۹۰، ۱۹۱، ۱۹۲، ۱۹۳، ۱۹۴، ۱۹۵، ۱۹۶، ۱۹۷، ۱۹۸، ۱۹۹، ۲۰۰، ۲۰۱، ۲۰۲، ۲۰۳، ۲۰۴، ۲۰۵، ۲۰۶، ۲۰۷، ۲۰۸، ۲۰۹، ۲۱۰، ۲۱۱، ۲۱۲، ۲۱۳، ۲۱۴، ۲۱۵، ۲۱۶، ۲۱۷، ۲۱۸، ۲۱۹، ۲۲۰، ۲۲۱، ۲۲۲، ۲۲۳، ۲۲۴، ۲۲۵، ۲۲۶، ۲۲۷، ۲۲۸، ۲۲۹، ۲۳۰، ۲۳۱، ۲۳۲، ۲۳۳، ۲۳۴، ۲۳۵، ۲۳۶، ۲۳۷، ۲۳۸، ۲۳۹، ۲۴۰، ۲۴۱، ۲۴۲، ۲۴۳، ۲۴۴، ۲۴۵، ۲۴۶، ۲۴۷، ۲۴۸، ۲۴۹، ۲۵۰، ۲۵۱، ۲۵۲، ۲۵۳، ۲۵۴، ۲۵۵، ۲۵۶، ۲۵۷، ۲۵۸، ۲۵۹، ۲۶۰، ۲۶۱، ۲۶۲، ۲۶۳، ۲۶۴، ۲۶۵، ۲۶۶، ۲۶۷، ۲۶۸، ۲۶۹، ۲۷۰، ۲۷۱، ۲۷۲، ۲۷۳، ۲۷۴، ۲۷۵، ۲۷۶، ۲۷۷، ۲۷۸، ۲۷۹، ۲۸۰، ۲۸۱، ۲۸۲، ۲۸۳، ۲۸۴، ۲۸۵، ۲۸۶، ۲۸۷، ۲۸۸، ۲۸۹، ۲۹۰، ۲۹۱، ۲۹۲، ۲۹۳، ۲۹۴، ۲۹۵، ۲۹۶، ۲۹۷، ۲۹۸، ۲۹۹، ۳۰۰، ۳۰۱، ۳۰۲، ۳۰۳، ۳۰۴، ۳۰۵، ۳۰۶، ۳۰۷، ۳۰۸، ۳۰۹، ۳۱۰، ۳۱۱، ۳۱۲، ۳۱۳، ۳۱۴، ۳۱۵، ۳۱۶، ۳۱۷، ۳۱۸، ۳۱۹، ۳۲۰، ۳۲۱، ۳۲۲، ۳۲۳، ۳۲۴، ۳۲۵، ۳۲۶، ۳۲۷، ۳۲۸، ۳۲۹، ۳۳۰، ۳۳۱، ۳۳۲، ۳۳۳، ۳۳۴، ۳۳۵، ۳۳۶، ۳۳۷، ۳۳۸، ۳۳۹، ۳۴۰، ۳۴۱، ۳۴۲، ۳۴۳، ۳۴۴، ۳۴۵، ۳۴۶، ۳۴۷، ۳۴۸، ۳۴۹، ۳۵۰، ۳۵۱، ۳۵۲، ۳۵۳، ۳۵۴، ۳۵۵، ۳۵۶، ۳۵۷، ۳۵۸، ۳۵۹، ۳۶۰، ۳۶۱، ۳۶۲، ۳۶۳، ۳۶۴، ۳۶۵، ۳۶۶، ۳۶۷، ۳۶۸، ۳۶۹، ۳۷۰، ۳۷۱، ۳۷۲، ۳۷۳، ۳۷۴، ۳۷۵، ۳۷۶، ۳۷۷، ۳۷۸، ۳۷۹، ۳۸۰، ۳۸۱، ۳۸۲، ۳۸۳، ۳۸۴، ۳۸۵، ۳۸۶، ۳۸۷، ۳۸۸، ۳۸۹، ۳۹۰، ۳۹۱، ۳۹۲، ۳۹۳، ۳۹۴، ۳۹۵، ۳۹۶، ۳۹۷، ۳۹۸، ۳۹۹، ۴۰۰، ۴۰۱، ۴۰۲، ۴۰۳، ۴۰۴، ۴۰۵، ۴۰۶، ۴۰۷، ۴۰۸، ۴۰۹، ۴۱۰، ۴۱۱، ۴۱۲، ۴۱۳، ۴۱۴، ۴۱۵، ۴۱۶، ۴۱۷، ۴۱۸، ۴۱۹، ۴۲۰، ۴۲۱، ۴۲۲، ۴۲۳، ۴۲۴، ۴۲۵، ۴۲۶، ۴۲۷، ۴۲۸، ۴۲۹، ۴۳۰، ۴۳۱، ۴۳۲، ۴۳۳، ۴۳۴، ۴۳۵، ۴۳۶، ۴۳۷، ۴۳۸، ۴۳۹، ۴۴۰، ۴۴۱، ۴۴۲، ۴۴۳، ۴۴۴، ۴۴۵، ۴۴۶، ۴۴۷، ۴۴۸، ۴۴۹، ۴۵۰، ۴۵۱، ۴۵۲، ۴۵۳، ۴۵۴، ۴۵۵، ۴۵۶، ۴۵۷، ۴۵۸، ۴۵۹، ۴۶۰، ۴۶۱، ۴۶۲، ۴۶۳، ۴۶۴، ۴۶۵، ۴۶۶، ۴۶۷، ۴۶۸، ۴۶۹، ۴۷۰، ۴۷۱، ۴۷۲، ۴۷۳، ۴۷۴، ۴۷۵، ۴۷۶، ۴۷۷، ۴۷۸، ۴۷۹، ۴۸۰، ۴۸۱، ۴۸۲، ۴۸۳، ۴۸۴، ۴۸۵، ۴۸۶، ۴۸۷، ۴۸۸، ۴۸۹، ۴۹۰، ۴۹۱، ۴۹۲، ۴۹۳، ۴۹۴، ۴۹۵، ۴۹۶، ۴۹۷، ۴۹۸، ۴۹۹، ۵۰۰، ۵۰۱، ۵۰۲، ۵۰۳، ۵۰۴، ۵۰۵، ۵۰۶، ۵۰۷، ۵۰۸، ۵۰۹، ۵۱۰، ۵۱۱، ۵۱۲، ۵۱۳، ۵۱۴، ۵۱۵، ۵۱۶، ۵۱۷، ۵۱۸، ۵۱۹، ۵۲۰، ۵۲۱، ۵۲۲، ۵۲۳، ۵۲۴، ۵۲۵، ۵۲۶، ۵۲۷، ۵۲۸، ۵۲۹، ۵۳۰، ۵۳۱، ۵۳۲، ۵۳۳، ۵۳۴، ۵۳۵، ۵۳۶، ۵۳۷، ۵۳۸، ۵۳۹، ۵۴۰، ۵۴۱، ۵۴۲، ۵۴۳، ۵۴۴، ۵۴۵، ۵۴۶، ۵۴۷، ۵۴۸، ۵۴۹، ۵۵۰، ۵۵۱، ۵۵۲، ۵۵۳، ۵۵۴، ۵۵۵، ۵۵۶، ۵۵۷، ۵۵۸، ۵۵۹، ۵۶۰، ۵۶۱، ۵۶۲، ۵۶۳، ۵۶۴، ۵۶۵، ۵۶۶، ۵۶۷، ۵۶۸، ۵۶۹، ۵۷۰، ۵۷۱، ۵۷۲، ۵۷۳، ۵۷۴، ۵۷۵، ۵۷۶، ۵۷۷، ۵۷۸، ۵۷۹، ۵۸۰، ۵۸۱، ۵۸۲، ۵۸۳، ۵۸۴، ۵۸۵، ۵۸۶، ۵۸۷، ۵۸۸، ۵۸۹، ۵۹۰، ۵۹۱، ۵۹۲، ۵۹۳، ۵۹۴، ۵۹۵، ۵۹۶، ۵۹۷، ۵۹۸، ۵۹۹، ۶۰۰، ۶۰۱، ۶۰۲، ۶۰۳، ۶۰۴، ۶۰۵، ۶۰۶، ۶۰۷، ۶۰۸، ۶۰۹، ۶۱۰، ۶۱۱، ۶۱۲، ۶۱۳، ۶۱۴، ۶۱۵، ۶۱۶، ۶۱۷، ۶۱۸، ۶۱۹، ۶۲۰، ۶۲۱، ۶۲۲، ۶۲۳، ۶۲۴، ۶۲۵، ۶۲۶، ۶۲۷، ۶۲۸، ۶۲۹، ۶۳۰، ۶۳۱، ۶۳۲، ۶۳۳، ۶۳۴، ۶۳۵، ۶۳۶، ۶۳۷، ۶۳۸، ۶۳۹، ۶۴۰، ۶۴۱، ۶۴۲، ۶۴۳، ۶۴۴، ۶۴۵، ۶۴۶، ۶۴۷، ۶۴۸، ۶۴۹، ۶۵۰، ۶۵۱، ۶۵۲، ۶۵۳، ۶۵۴، ۶۵۵، ۶۵۶، ۶۵۷، ۶۵۸، ۶۵۹، ۶۶۰، ۶۶۱، ۶۶۲، ۶۶۳، ۶۶۴، ۶۶۵، ۶۶۶، ۶۶۷، ۶۶۸، ۶۶۹، ۶۷۰، ۶۷۱، ۶۷۲، ۶۷۳، ۶۷۴، ۶۷۵، ۶۷۶، ۶۷۷، ۶۷۸، ۶۷۹، ۶۸۰، ۶۸۱، ۶۸۲، ۶۸۳، ۶۸۴، ۶۸۵، ۶۸۶، ۶۸۷، ۶۸۸، ۶۸۹، ۶۹۰، ۶۹۱، ۶۹۲، ۶۹۳، ۶۹۴، ۶۹۵، ۶۹۶، ۶۹۷، ۶۹۸، ۶۹۹، ۷۰۰، ۷۰۱، ۷۰۲، ۷۰۳، ۷۰۴، ۷۰۵، ۷۰۶، ۷۰۷، ۷۰۸، ۷۰۹، ۷۱۰، ۷۱۱، ۷۱۲، ۷۱۳، ۷۱۴، ۷۱۵، ۷۱۶، ۷۱۷، ۷۱۸، ۷۱۹، ۷۲۰، ۷۲۱، ۷۲۲، ۷۲۳، ۷۲۴، ۷۲۵، ۷۲۶، ۷۲۷، ۷۲۸، ۷۲۹، ۷۳۰، ۷۳۱، ۷۳۲، ۷۳۳، ۷۳۴، ۷۳۵، ۷۳۶، ۷۳۷، ۷۳۸، ۷۳۹، ۷۴۰، ۷۴۱، ۷۴۲، ۷۴۳، ۷۴۴، ۷۴۵، ۷۴۶، ۷۴۷، ۷۴۸، ۷۴۹، ۷۵۰، ۷۵۱، ۷۵۲، ۷۵۳، ۷۵۴، ۷۵۵، ۷۵۶، ۷۵۷، ۷۵۸، ۷۵۹، ۷۶۰، ۷۶۱، ۷۶۲، ۷۶۳، ۷۶۴، ۷۶۵، ۷۶۶، ۷۶۷، ۷۶۸، ۷۶۹، ۷۷۰، ۷۷۱، ۷۷۲، ۷۷۳، ۷۷۴، ۷۷۵، ۷۷۶، ۷۷۷، ۷۷۸، ۷۷۹، ۷۸۰، ۷۸۱، ۷۸۲، ۷۸۳، ۷۸۴، ۷۸۵، ۷۸۶، ۷۸۷، ۷۸۸، ۷۸۹، ۷۹۰، ۷۹۱، ۷۹۲، ۷۹۳، ۷۹۴، ۷۹۵، ۷۹۶، ۷۹۷، ۷۹۸، ۷۹۹، ۸۰۰، ۸۰۱، ۸۰۲، ۸۰۳، ۸۰۴، ۸۰۵، ۸۰۶، ۸۰۷، ۸۰۸، ۸۰۹، ۸۱۰، ۸۱۱، ۸۱۲، ۸۱۳، ۸۱۴، ۸۱۵، ۸۱۶، ۸۱۷، ۸۱۸، ۸۱۹، ۸۲۰، ۸۲۱، ۸۲۲، ۸۲۳، ۸۲۴، ۸۲۵، ۸۲۶، ۸۲۷، ۸۲۸، ۸۲۹، ۸۳۰، ۸۳۱، ۸۳۲، ۸۳۳، ۸۳۴، ۸۳۵، ۸۳۶، ۸۳۷، ۸۳۸، ۸۳۹، ۸۴۰، ۸۴۱، ۸۴۲، ۸۴۳، ۸۴۴، ۸۴۵، ۸۴۶، ۸۴۷، ۸۴۸، ۸۴۹، ۸۵۰، ۸۵۱، ۸۵۲، ۸۵۳، ۸۵۴، ۸۵۵، ۸۵۶، ۸۵۷، ۸۵۸، ۸۵۹، ۸۶۰، ۸۶۱، ۸۶۲، ۸۶۳، ۸۶۴، ۸۶۵، ۸۶۶، ۸۶۷، ۸۶۸، ۸۶۹، ۸۷۰، ۸۷۱، ۸۷۲، ۸۷۳، ۸۷۴، ۸۷۵، ۸۷۶، ۸۷۷، ۸۷۸، ۸۷۹، ۸۸۰، ۸۸۱، ۸۸۲، ۸۸۳، ۸۸۴، ۸۸۵، ۸۸۶، ۸۸۷، ۸۸۸، ۸۸۹، ۸۹۰، ۸۹۱، ۸۹۲، ۸۹۳، ۸۹۴، ۸۹۵، ۸۹۶، ۸۹۷، ۸۹۸، ۸۹۹، ۹۰۰، ۹۰۱، ۹۰۲، ۹۰۳، ۹۰۴، ۹۰۵، ۹۰۶، ۹۰۷، ۹۰۸، ۹۰۹، ۹۱۰، ۹۱۱، ۹۱۲، ۹۱۳، ۹۱۴، ۹۱۵، ۹۱۶، ۹۱۷، ۹۱۸، ۹۱۹، ۹۲۰، ۹۲۱، ۹۲۲، ۹۲۳، ۹۲۴، ۹۲۵، ۹۲۶، ۹۲۷، ۹۲۸، ۹۲۹، ۹۳۰، ۹۳۱، ۹۳۲، ۹۳۳، ۹۳۴، ۹۳۵، ۹۳۶، ۹۳۷، ۹۳۸، ۹۳۹، ۹۴۰، ۹۴۱، ۹۴۲، ۹۴۳، ۹۴۴، ۹۴۵، ۹۴۶، ۹۴۷، ۹۴۸، ۹۴۹، ۹۵۰، ۹۵۱، ۹۵۲، ۹۵۳، ۹۵۴، ۹۵۵، ۹۵۶، ۹۵۷، ۹۵۸، ۹۵۹، ۹۶۰، ۹۶۱، ۹۶۲، ۹۶۳، ۹۶۴، ۹۶۵، ۹۶۶، ۹۶۷، ۹۶۸، ۹۶۹، ۹۷۰، ۹۷۱، ۹۷۲، ۹۷۳، ۹۷۴، ۹۷۵، ۹۷۶، ۹۷۷، ۹۷۸، ۹۷۹، ۹۸۰، ۹۸۱، ۹۸۲، ۹۸۳، ۹۸۴، ۹۸۵، ۹۸۶، ۹۸۷، ۹۸۸، ۹۸۹، ۹۹۰، ۹۹۱، ۹۹۲، ۹۹۳، ۹۹۴، ۹۹۵، ۹۹۶، ۹۹۷، ۹۹۸، ۹۹۹، ۱۰۰۰، ۱۰۰۱، ۱۰۰۲، ۱۰۰۳، ۱۰۰۴، ۱۰۰۵، ۱۰۰۶، ۱۰۰۷، ۱۰۰۸، ۱۰۰۹، ۱۰۱۰، ۱۰۱۱، ۱۰۱۲، ۱۰۱۳، ۱۰۱۴، ۱۰۱۵، ۱۰۱۶، ۱۰۱۷، ۱۰۱۸، ۱۰۱۹، ۱۰۲۰، ۱۰۲۱، ۱۰۲۲، ۱۰۲۳، ۱۰۲۴، ۱۰۲۵، ۱۰۲۶، ۱۰۲۷، ۱۰۲۸، ۱۰۲۹، ۱۰۳۰، ۱۰۳۱، ۱۰۳۲، ۱۰۳۳، ۱۰۳۴، ۱۰۳۵، ۱۰۳۶، ۱۰۳۷، ۱۰۳۸، ۱۰۳۹، ۱۰۴۰، ۱۰۴۱، ۱۰۴۲، ۱۰۴۳، ۱۰۴۴، ۱۰۴۵، ۱۰۴۶، ۱۰۴۷، ۱۰۴۸، ۱۰۴۹، ۱۰۵۰، ۱۰۵۱، ۱۰۵۲، ۱۰۵۳، ۱۰۵۴، ۱۰۵۵، ۱۰۵۶، ۱۰۵۷، ۱۰۵۸، ۱۰۵۹، ۱۰۶۰، ۱۰۶۱، ۱۰۶۲، ۱۰۶۳، ۱۰۶۴، ۱۰۶۵، ۱۰۶۶، ۱۰۶۷، ۱۰۶۸، ۱۰۶۹، ۱۰۷۰، ۱۰۷۱، ۱۰۷۲، ۱۰۷۳، ۱۰۷۴، ۱۰۷۵، ۱۰۷۶، ۱۰۷۷، ۱۰۷۸، ۱۰۷۹، ۱۰۸۰، ۱۰۸۱، ۱۰۸۲، ۱۰۸۳، ۱۰۸۴، ۱۰۸۵، ۱۰۸۶، ۱۰۸۷، ۱۰۸۸، ۱۰۸۹، ۱۰۹۰، ۱۰۹۱، ۱۰۹۲، ۱۰۹۳، ۱۰۹۴، ۱۰۹۵، ۱۰۹۶، ۱۰۹۷، ۱۰۹۸، ۱۰۹۹، ۱۱۰۰، ۱۱۰۱، ۱۱۰۲، ۱۱۰۳، ۱۱۰۴، ۱۱۰۵، ۱۱۰۶، ۱۱۰۷، ۱۱۰۸، ۱۱۰۹، ۱۱۱۰، ۱۱۱۱، ۱۱۱۲، ۱۱۱۳، ۱۱۱۴، ۱۱۱۵، ۱۱۱۶، ۱۱۱۷، ۱۱۱۸، ۱۱۱۹، ۱۱۲۰، ۱۱۲۱، ۱۱۲۲، ۱۱۲۳، ۱۱۲۴، ۱۱۲۵، ۱۱۲۶، ۱۱۲۷، ۱۱۲۸، ۱۱۲۹، ۱۱۳۰، ۱۱۳۱، ۱۱۳۲، ۱۱۳۳، ۱۱۳۴، ۱۱۳۵، ۱۱۳۶، ۱۱۳۷، ۱۱۳۸، ۱۱۳۹، ۱۱۴۰، ۱۱۴۱، ۱۱۴۲، ۱۱۴۳، ۱۱۴۴، ۱۱۴۵، ۱۱۴۶، ۱۱۴۷، ۱۱۴۸، ۱۱۴۹، ۱۱۵۰، ۱۱۵۱، ۱۱۵۲، ۱۱۵۳، ۱۱۵۴، ۱۱۵۵، ۱



نمودار ۳- مقایسه رتبه خطرپذیری فعالیت‌ها در روش FMEA و AHP

جدول ۶- ریسک‌های پرخاطر شناسایی شده به کمک روش‌های AHP و FMEA

رتبه در AHP	رتبه در FMEA	فعالیت
۱	۱	حفاری و لوله‌گذاری
۲	۳	تقلیل فشار در ایستگاه‌ها
۴	۲	گرم کردن گاز در ایستگاه‌های تقطیل فشار
۶	۴	کار کردن تجهیزات ایستگاه‌های حفاظت کاتدی
۳	۵	جابجایی اقلام در انبار با لیفتراک دیزلی

انجام اقدامات حفاظتی و کاهش ریسک فعالیت‌های پرخاطر زیست محیطی

پس از شناسایی فعالیت‌های پرخاطر و لزوم اقدامات اصلاحی براساس قوانین و آیین نامه‌ها، استانداردهای موجود و همچنین نظر کارشناسی و متخصصین امر، اقداماتی جهت کاهش احتمال وقوع، شدت اثر و از طرف دیگر افزایش احتمال کشف خطر تهدیدکننده شناسایی شده و در دستور کار قرار گرفته است. اثر این اقدامات به‌گونه‌ای بوده است که توانسته فعالیت‌های پرخاطر را از محدوده خطر خارج و به محدوده کم‌خطر وارد کند که نتیجه مطلوبی را برای پروژه داشته است. اندازه‌گیری میزان کاهش خطر از طریق مقایسه مقادیر RPN ریسک‌ها قبل و پس از این اقدامات انجام شده که به‌طور خلاصه این مقایسه در جدول ۷ و نمودار ۴ ارائه شده است.

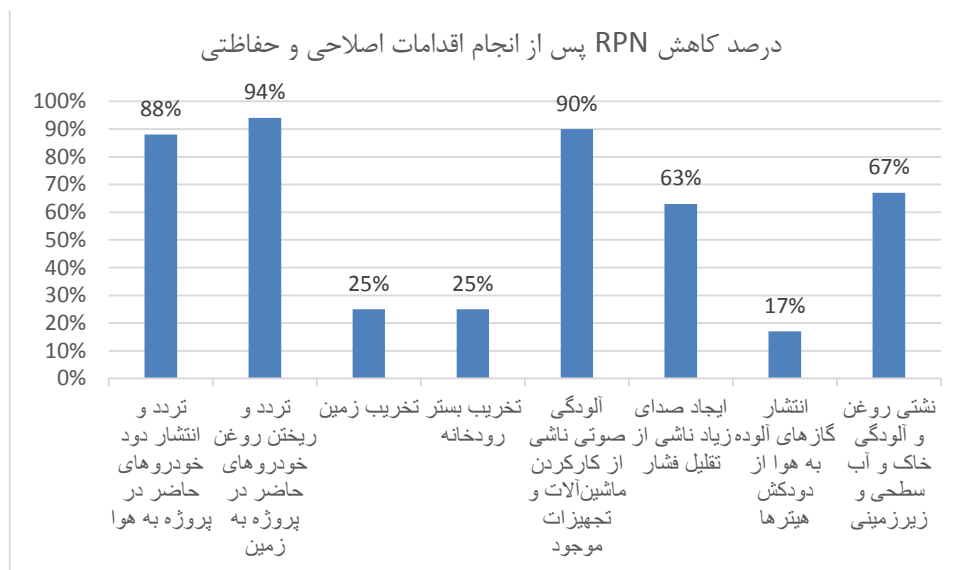
فعالیت‌های دارای ریسک بالا در پروژه انتقال گاز

نتایج تحلیل خطر انجام شده برای ریسک‌های پروژه به کمک روش‌های AHP و FMEA فعالیت‌های پرخاطر شناسایی شده در پروژه به شرح جدول ۶ است.

با توجه به نتایج هر دو روش، فعالیت دارای بیشترین ریسک از نظر زیست محیطی، فعالیت حفاری و لوله‌گذاری است که طی این فعالیت اغلب زمین‌های کشاورزی و جنگل تخریب شده و لوله‌گذاری انجام می‌شود. تخریب جنگل و زمین‌های کشاورزی در درازمدت می‌تواند سبب بروز مشکلات منطقه‌ای به‌ویژه برای ناحیه‌ای که خط انتقال از آن می‌گذرد و در نهایت در سطح ملی و وسعت زیاد در گستره بین‌المللی شود.

جدول ۷- میزان کاهش مقدار RPN ریسک‌های پرخطر پس از اقدام‌های حفاظتی

درصد کاهش RPN پس از انجام اقدامات	ریسک شناسایی شده
۸۸٪	تردد و انتشار دود خودروهای حاضر در پروژه به هوا
۹۴٪	تردد و ریختن روغن خودروهای حاضر در پروژه به زمین
۲۵٪	تخریب زمین
۲۵٪	تخریب بستر رودخانه
۹۰٪	آلودگی صوتی ناشی از کارکردن ماشین‌آلات و تجهیزات موجود
۶۳٪	ایجاد صدای زیاد ناشی از تقلیل فشار
۱۷٪	انتشار گازهای آلوده به هوا از دودکش هیترها
۶۷٪	نشئی روغن، آلودگی خاک و آب سطحی و زیرزمینی



نمودار ۴- درصد کاهش RPN فعالیت‌ها پس از انجام اقدامات اصلاحی و حفاظتی جهت فعالیت‌های پرخطر زیست‌محیطی

نتیجه‌گیری

پروژه‌های انتقال گاز از جمله پروژه‌هایی هستند که ریسک‌های زیست‌محیطی بسیاری دارند. با توجه به نتیجه این پژوهش روش‌های FMEA و AHP که دو روش معمول در ارزیابی ریسک هستند، می‌توانند در شناسایی ریسک‌های پرخطر کمک شایانی کنند. همچنین ارائه و به‌کارگیری راهکارهای کاهش سبب کاهش چشمگیر خطرپذیری ریسک‌ها شده و عملاً ریسک‌های پرخطر را از محدوده پرخطر خارج و به محدوده ریسک‌های کم‌خطر وارد کرده است. با انجام مراحل گفته‌شده در بخش تجزیه و تحلیل، شناسایی، ارزیابی و کنترل ریسک‌های پرخطر که در پروژه انتقال گاز استان گیلان انجام شده و طبق نتایج به‌دست‌آمده، مقدار خطرپذیری ریسک‌های پرخطر به کمک راهکارهای کاهش تا ۹۰ درصد کاهش یافته است. این امر نشان‌دهنده این موضوع است که استفاده از روش‌های تحلیل ریسک و راهکارهای کاهش کمک شایانی به کاهش خطرپذیری پروژه خواهد کرد. همچنین با مقایسه دو روش FMEA و AHP در این پروژه مشخص شد که

خروجی نهایی هر دو روش نزدیک به هم بوده و نتایج یکدیگر را تا حدودی تصدیق کردند.

پی‌نوشت

1. Environmental and Social Impact Assessment (ESIA)
2. Failure Modes and Effects Analysis
3. Analytical Hierarchy Process
4. Cronbach's Alpha
5. Risk Priority Number (RPN)
6. Saaty

منابع

۱. اصغریور، م. (۱۳۹۵)، تصمیم‌گیری چند معیاره. مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران. چاپ چهاردهم.
۲. بیگلری، ا. ن.، شمس کیا، (۱۳۹۶)، تحلیل مدیریت و ارزیابی ریسک در خط ۲ متروی کرج با استفاده از ساختار پروژه، دومین کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی در مهندسی سازه و مدیریت ساخت، دانشگاه صنعتی شریف.

۳. جعفری، ح.ر.، (۱۳۸۰)، کاربرد سیستماتیک مدل تخریب در ارزیابی اثرات توسعه بر روی حوضه آبخیز سد لتیان، محیط‌شناسی، ش ۲۷، ص ۱۹۰-۱۲۰.
۴. خزامی م. س.، س. ودشتی، (۱۳۹۷)، ارزیابی و مدیریت ریسک زیست‌محیطی فعالیت‌های کارخانه نمک‌زدایی شماره ۱ اهواز با استفاده از روش TOPSIS، مجله مدیریت بحران، دوره ۷-۲، ص ۹۳-۱۰۳.
۵. راشدی، ح.، (۱۳۸۸)، بررسی تأثیر بازه زمانی انجام تغییرات پیشگیرانه بر سطح سیگما در فرآیند نگهداری و تعمیرات (مورد کاوی)، شرکت بهره‌برداری نفت و گاز زاگرس جنوبی، پایان‌نامه ارشد. دانشگاه یزد.
۶. رضاییان، س.، ایرانخواهی، م.، جوزی، س.ع.، (۱۳۹۳)، ارائه الگوی ارزیابی ریسک زیست محیطی پروژه‌های انتقال گاز به روش‌های سامانه شاخص‌گذاری و AHP. مطالعه موردی پروژه انتقال گاز ۴۲ اینچ تسوج-سلماس، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره شانزدهم، شماره سه، پاییز ۹۳.
۷. صالحی مؤید، م.، کریمی، س.، (۱۳۸۶)، ارزیابی اثرات محیط زیستی خط انتقال گاز همدان به بیجار با تاکید بر استفاده از RS و GIS، محیط‌شناسی، سال سی و سوم، شماره ۴۱، صفحه ۴۴-۳۳.
۸. قدسی‌پور، ح.، (۱۳۹۵)، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی. AHP مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر (دانشگاه پلی‌تکنیک تهران). چاپ دوازدهم.

9. Al- Rashdan Al- Kloub, B., Angela, D., Al- Shemmeri, T., (1999, online 2011)., Environmental impact assessment and ranking the environmental projects in Jordan., European Journal of Operational Research., 118., pp 30- 45.
10. Balali, V., Zahraie , B., & Roozbehnia, A., (2014), A comparison of AHP and PROMETHEE family decision making methods for selecting of building structural system, American Journal of Civil Engineering and Architecture, 2(5), 149-159
11. Gusavac, B., A., popovic, M., A. Katici, (2016), Multi-attribute Methods as a Means for Solving Lake Pollution Problems, XV International Symposium Proceeding-3, University of Belgrade.
12. Nikolic., D., I. Jovanovic., I. Mihajlovic., Z. Zivkovic., (2009)., Multi- criteria ranking of copper concentrates according to their quality- An element of environmental management in the vicinity of copper- Smelting complex in Bor, Serbia., Journal of Environmental management., 91(2), 509- 515.
13. Ortiz G., J. A. D. Gómez, A. A. & A., M. Urgeghe, (2018), Participatory multi-criteria decision analysis for prioritizing impacts in environmental and social impact assessments, Journal of Sustainability: Science, Practice and Policy, 14:1, 6-21

روش طراحی مجموعه‌ی اسکان موقت پس از بحران ناشی از جنگ

مطالعه‌ی موردی: طراحی مجموعه‌ی اسکان موقت شهر موصل پس از حمله‌ی داعش

ژیلا حسینی نژاد*: دانش‌آموخته‌ی رشته‌ی معماری گرایش بازسازی پس از سانحه و پژوهشگر مرکز مدیریت بحران دانشگاه صنعتی مالک اشتر - zhila.hosseini@mut.ac.ir

مهدی نوری: پژوهشگر مرکز مدیریت بحران دانشگاه صنعتی مالک اشتر

اکرم برزگر: پژوهشگر مرکز مدیریت بحران دانشگاه صنعتی مالک اشتر

حانیه نورالهی: پژوهشگر مرکز مدیریت بحران دانشگاه صنعتی مالک اشتر

امیر بهنام بقائی فر: دانشجوی دکتری معماری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری

تاریخ دریافت: ۹۸/۸/۱۰

تاریخ پذیرش: ۹۸/۸/۲۸

چکیده

وضعیت وخیم شهروندان موصل که در پی اشغال و ویرانی این شهر از سوی داعش مجبور به ترک موطن شده‌اند و حال پس از آزادی این شهر خواستار بازگشت و بازسازی خانه‌ها و دیارشان هستند، دلیل انجام طراحی یک مجموعه‌ی اسکان موقت (اردوگاه) برای بی‌خانمان‌شدگان این شهر شد.

مکان جانمایی این طرح در کرانه‌های رود دجله قرار دارد. با وجود اینکه این طرح یک پروژه‌ی معماری با قرابت به مباحث شهرسازی و بازسازی پس از سانحه است و موضوعاتی مانند تبیین روش‌شناسی تحقیق آن‌گونه که در طرح‌های پژوهشی مرسوم است، در آن نمی‌گنجد، اما کوشش شده تا با مینا قرار دادن «روش کاربرمحور» دو موضوع «زمینه‌ی استفاده از این طرح» و همچنین «نیازهای کاربران» در این طرح استفاده شود. به این ترتیب که با مرور ادبیات مرتبط با اسکان اضطراری و موقت و تجارب اسکان پس از سوانح، عمده الزامات و نیازهای کاربران تشخیص داده شد. بر این اساس عوامل مرتبط با زمینه‌ی طراحی مانند رعایت فواصل و الزامات در محل استقرار طرح و ویژگی‌های شهرسازی و معماری ریشه‌دار در فرهنگ و اقلیم شهر موصل و همین‌طور تجهیزات موردنیاز برای برپایی این مجموعه‌ی اسکان موقت به علاوه سرانه‌های فضا برای افراد استخراج شد. به منظور ارائه‌ی بهتر خدمات، اردوگاه در دو عرصه‌ی مجزا طراحی شد. عرصه‌ی اول که «کمک‌های اولیه‌ی بشردوستانه» نامیده می‌شود، وظیفه‌ی پذیرش، مراقبت، واکسیناسیون، شناسایی، یافتن افراد خانواده، اقوام و خویشان را در محیطی جمعی دارد. عرصه‌ی دوم طرح که «منطقه بازگشت به شهر» نامیده می‌شود، بنا دارد تا پناهجویان را تا زمان آمادگی شرایط شهر و منازل در واحدهای مستقل اسکان دهد.

واژگان کلیدی: اسکان موقت، اردوگاه، بی‌خانمان‌شدگان، پناهجو، جنگ، شهر موصل، داعش

A Method to Design a Refugee Camp in Mosul after ISIL Siege

Zhila Hosseininezhad^{1*}, Mahdi Noori², Akram Barzegar³, Hanieh Nourollahi⁴, Amirbehnam Baghaeifar⁵

Abstract

The main reason for designing a temporary residence complex is the lack of a proper place for temporary settling of Mosul refugees. The poor condition of Mosulians, who were forced to leave their homeland after their city was occupied and destructed by ISIL, and their willingness to return and rebuild their houses, motivated this study to begin. The location of this complex is next to banks of the Tigris River. Since this study might be considered as an architectural design project close to urban planning and post disaster reconstruction subjects, explaining research methodology is not a main concern as it is common in researching projects, but an attempt has been made to use "User Centered Design" method (UCD) on two issues; the "context of using this plan" as well as "user needs". According to this, some factors related to locating the site such as buffer distances, necessary requirements and features of urban texture and indigenous architecture, equipments needed to set up this temporary settlement as well as standard minimum spaces for necessary uses were clarified as the context requirements of this plan, while reviewing the literature related to emergency and temporary settlements and previous disaster experiences of camp accommodation lead to the main requirements and needs of users. This infrastructure will have two different areas: the first, named "Urgent Humanitarian Aid", is thought for receiving and caring the newly arrived returnees, and the second one called "City Reintegration Zone", aims to reintegrate refugees into society after years of uprooting and will seek to secure a future for families, once they meet their most urgent basic needs in the first area.

Keywords: *Temporary settlement, temporary shelter, camps, refugees, asylum seekers, war, Mosul city, ISIL*

1. Graduated in Post Disaster Reconstruction, Researcher in Disaster Management Center, Infrastructure Protection Institute, Passive Defense Complex, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran - zhilahosseini@mut.ac.ir

2. Researcher in Disaster Management Center, Infrastructure Protection Institute, Passive Defense Complex, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran.

3. Researcher in Disaster Management Center, Infrastructure Protection Institute, Passive Defense Complex, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran.

4. Researcher in Disaster Management Center, Infrastructure Protection Institute, Passive Defense Complex, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran.

5. Phd candidate, faculty of Engineering, Islamic Azad university, Sari branch

مقدمه

نیاز قطعی به انتخاب و تجهیز مکانی برای استقرار و اسکان^۱ بازماندگان پس از انواع سوانح، لزوم انجام مطالعاتی جهت مکانیابی و همچنین قابلیت سنجی فضاهای شهری را برای این امر نشان می دهد. به علاوه فقدان برنامه های منسجم در چگونگی تأمین نیازهای اسکان و همچنین ابعاد گسترده آسیب پذیری های موجود در این خصوص مانند ناهماهنگی های بین سازمانی، ضعف زیرساخت های فیزیکی و اطلاعاتی بر ضرورت برنامه ریزی های کوتاه مدت و درازمدت با هدف کسب آمادگی در برابر پیامدهای تخریب ناشی از سوانح تأکید می کند. این در حالی است که نبود اطلاعات کارآمد از آسیب دیدگان و برخوردار نبودن از رویکردهای درست در رفع نیازهای آنها پس از سوانح مختلف گذشته، غالباً پاسخگویی به نیازهای سانحه دیدگان را با مشکل مواجه کرده و ضمن تحمیل هزینه های مالی فراوان به دولت ها پیامدهای زیست محیطی، جامعه شناختی و نارضایتی های اجتماعی هم به دنبال داشته است.

به همین دلایل لازم است فرآیند^۲ اسکان موقت پس از سانحه، به معنای واقعی فرآیند منتج به یک محصول^۳ بر اساس شرایط سانحه و محل وقوع سانحه باشد و نه فقط یک محصول به نام مسکن، بلکه مواردی چون نیازهای مردم سانحه دیده و امکانات در دسترس را لحاظ کند. در این فرآیند باید زیرساختی برای پناه دادن به همه ی پناهجویان طراحی شود. این پناهگاه ها می بایست در مدتی که خانه های مردم در حال بازسازی است و شهر دوباره قابل سکونت می شود، امکان پذیرایی از شهروندان و سانحه دیدگانی را که پس از گذر از دوران بحران به دیار خود بازگشته اند، داشته باشند.

از زمان ظهور و قدرت گیری داعش^۴ در خاورمیانه، جهان شاهد بدترین نمونه های کشتار و بربریت در تاریخ معاصر خود بوده است. نسل کشی و آواره شدن جمعیت زیادی از اهالی شهرهای درگیر با این پدیده ی شوم در کنار تخریب بسیاری از آثار باستانی و فرهنگی کشورها از جمله تبعات پدیده ی داعش هستند. در این میان مصیبت واقعی و موضوعی که بیش از هر چیز دیگری جامعه جهانی را متأثر کرده، رنج و دردی است که صدها هزار نفر از شهروندان سوریه و عراق در مسیر فرار از شهرها و خانه هایشان متحمل شده اند. پس از آزادسازی شهر موصل به دست ارتش عراق موضوع اصلی که تصمیم گیران با آن روبه رو بودند، نحوه ی

اسکان شهروندان و بی خانمان شدگان در شهر موصل بود. از این رو موضوع طراحی اردوگاه اسکان موقت پساجنگی موصل در دستور کار دغدغه مندان بازسازی این شهر در سطح بین المللی قرار گرفت؛ به طوری که از تمامی طراحان، شرکت ها و سازمان های متخصص در حوزه ی معماری و شهرسازی، مدیریت بحران و اسکان موقت دعوت شد طی یک مسابقه ی طراحی، طرح پیشنهادی خود را برای اردوگاهی با شرایط مشخص و در محدوده ای از پیش تعیین شده از شهر موصل در کنار رود دجله^۵ ارسال کنند. این موضوع دست مایه ی انجام پژوهش و طراحی طرح پیش رو را در مرکز مدیریت بحران دانشگاه صنعتی مالک اشتر فراهم آورد.

پیشینه تحقیق

از دیدگاه کمیساریای عالی امور پناهندگان سازمان ملل متحد^۶ واژه ی سکونتگاه انتقالی^۷ دربرگیرنده ی کلیه ی فعالیت های ایجاد سرپناه از دوران اضطرابی تا راه حل های اسکان دائم بوده و به کلیه ی نیازهای سکونت گزینی بی خانمان شدگان^۸ و پناهجویان^۹ اطلاق می شود. مقولاتی از قبیل وضع امنیت، جنسیت افراد، سن، وضعیت محیط آسیب دیده و بودجه می توانند بر فرآیند برنامه ریزی اسکان پس از سانحه اثرگذار باشند. فرآیند مزبور در سه سطح برنامه ریزی راهبردی، برنامه سازی و پروژه ی اجرایی انجام می شوند. همچنین ایمنی و محافظت بی خانمان شدگان در اسکان های موقت می بایست مورد توجه قرار گیرد. شکل اسکان و محل آن تأثیر بسزایی بر جامعه ی آسیب دیده دارد. نبود نگرش راهبردی به این موضوع سبب می شود بسیاری از اقشار آسیب پذیر از قبیل سالمندان، معلولان، اقلیت های مذهبی، زنان و کودکان بی سرپرست با مشکلات جدی روبه رو شوند [۱].

از دیدگاه «کورسلیس» و «ویتال»^{۱۰} گزینه های سکونت گزینی آسیب دیدگان (باتوجه به فرهنگ معیشتی) پس از سوانح در دو دسته بندی پراکنده و گروه قابل تقسیم بوده و هر کدام از این دو دسته به سه روش مطابق با جدول زیر تقسیم می شوند [۲].

تجارب اروپا

- تجربه ی پس از جنگ جهانی دوم: اردوگاه های بی خانمان شدگان پس از این فاجعه ی جهانی که شامل تمامی اقوام، ادیان و مذاهب از سراسر اروپا می شد، بیشتر در کشورهای آلمان، اتریش و ایتالیا برپا شد که در آنها بی خانمان شدگان داخلی و آوارگان^{۱۱} خارجی که شمارشان تا ۱۱ میلیون نفر هم

جدول ۱. گزینه های سکونت گزینی پس از سوانح

دسته بندی کلی انواع اسکان پس از سوانح	زیر دسته ها
اسکان پراکنده	۱. خانواده های میزبان
	۲. اسکان خودمختار روستایی
	۳. اسکان خودمختار شهری
اسکان گروهی	۴. مراکز تجمع پناهگاه جمعی
	۵. کمپ های خودمختار
	۶. کمپ های از پیش تعیین شده

تخمین زده می‌شد، برای مدتی ساکن بودند. برخی از آنها حتی تا اوایل دهه‌ی شصت میلادی هم پذیرای متأثران از این واقعه‌ی هولناک بودند. نیروهای متحدین مسئولیت مراقبت از این جمعیت را از نیروهای نظامی ساقط کرد و به اداره‌ی امداد و توان بخشی ملل متحد^۳ واگذار کرد [۳].

از آنجایی که دلایل بی‌خانمان‌شدگان به‌طور قابل ملاحظه‌ای متفاوت بود، هیئت عالی اعزامی به این مناطق افراد را به چند دسته شامل فراری‌ها، پناهندگان جنگی یا سیاسی، زندانیان سیاسی، کارگران داوطلب یا اجباری، نیروهای نظامی سابق تحت امر آلمان، تبعیدی‌ها و ... تقسیم‌بندی کرد که این موضوع بازگرداندن افراد به موطن اصلیشان را با مشکل مواجه می‌کرد. از سویی برخی تغییرات مرزی، الحاق به کشورهای کمونیستی، ترس از تحت تعقیب قرار گرفتن به دلایل سیاسی یا شبهه و سابقه‌ی واقعی همکاری با نیروهای نازی بسیاری از افراد را از بازگشت به وطنشان بازداشت [۴].

مواردی مانند سوء تغذیه، بیماری‌های مزمن، بیماری‌های روحی ناشی از تحمل مصائب و وحشت بسیار، کمبود امکانات دارویی، پوشاک و جیره‌ی غذا، ابتدایی بودن زیرساخت‌های بهداشتی و اعمال شدن قانون منع رفت‌وآمد از جمله مشکلاتی بود که بی‌خانمان‌شدگان پس از این جنگ در مکان‌هایی مانند سربازخانه‌ها، اردوگاه‌های تابستانی دانش‌آموزی، فرودگاه‌ها، هتل‌ها، قلعه‌ها، بیمارستان‌ها، خانه‌های شخصی و حتی ساختمان‌های مخروبه با آن روبه‌رو بودند. تلاش‌ها و اشتیاق وافر پناهجویان به پیدا کردن افراد خانواده و هم‌میهنان خود باعث شد تا اداره‌ی امداد و توان بخشی ملل متحد به همراهی صلیب سرخ جهانی^۴ اداره‌ی پیگردی بین‌المللی^۵ را راه‌اندازی کند [۵].

- در کشور ایتالیا وزارت دفاع غیرنظامی در جهت بنیادی کردن استفاده از خانه‌های موقت از طریق تهیه تعداد زیادی از

واحد‌های پیش‌ساخته قبل از بحران گام برداشته و در ارائه استانداردهای کیفی و زیستی در این اقامتگاه‌ها کوشیده است. همچنین انتظارات افراد جامعه، واکنش‌های افراد بی‌سرنه و در مقابل زندگی در این گونه سرنه‌ها را مدنظر قرار داده [۶]: به‌گونه‌ای که در سال ۱۹۶۳ بعد از زلزله اسکوپیه^۶ دولت ایتالیا واحد‌های مسکونی پیش‌ساخته باکیفیت خوب را برای بی‌خانمان‌های یوگسلاوی فراهم کرد. در زلزله‌ی ایرپینیا^۷ برای وسعت تقریبی ۳۰۰ هزار هکتار ۱۰۰ تولیدکننده ۴۰ هزار واحد مسکونی آماده کردند. طیف انواع خانه‌های پیش‌ساخته بیش از حد گسترده بود. ساختمان‌ها حداقل در چهار دسته‌بندی مختلف قرار می‌گرفتند که از نوع کانتینر تغییر یافته تا نوع ویلایی کامل را در بر می‌گرفت (که گاهی از اجزای پیش‌ساخته سنگین که ابداً موقت نبودند، ساخته شده بودند) و بدین ترتیب استانداردهای زیست بسیار متفاوتی ایجاد می‌کردند. به علاوه اکثر این خانه‌ها در اصل برای مقاصد مسکونی طراحی نشده بودند و برای سکونت مناسب‌سازی شده و یا برای مقاصد دیگری مورد استفاده قرار می‌گرفتند و به آنجا انتقال یافته بودند. مقاصدی مانند اردوگاه‌های کار، انبار، خانه‌های ییلاقی^۸ و غیره. از همین‌رو به نظر می‌رسد ابعاد و نیازهای اجرایی و نیازهای زیست (حدود ابعاد، سرانه متر مربع برای هر نفر و غیره) واحد‌های مورد استفاده برای سکونت موقت به دقت معین نشده بودند. به‌ویژه برای اجرا، دوام و امکان استفاده دوباره ملاحظات در نظر گرفته نشده بود. این مسئله در مورد انتخاب محل هم صادق است. انتخاب محل بدون هیچ محدودیت یا ضوابط اولیه‌ای انجام شده بود. بنابراین بسیاری از سکونتگاه‌ها بر مناطقی با شیب تند، بر زمین‌های خطرناک بنا شدند و غالباً زمین‌های مربوط به کشاورزی فشرده را از بین برده‌اند [۷].



شکل ۱. (راست) - نمونه‌ای از خانه‌های پیش‌ساخته ایتالیا، (چپ) نمونه‌ای از اردوگاه‌های کار در ایتالیا که برای کاربری سکونتگاهی مناسب‌سازی شده بودند [۷].



شکل ۲. (چپ) - خانه‌های موقت ساخته شده در شهر مسینا - جزیره‌ی سیسیل پس از وقوع زلزله‌ی ۷/۵ ریشتری سال ۱۹۰۸ (راست) - همان محل در سال ۲۰۱۸ [۸].

ایتالیا از زمان زلزله ی قدیمی مسینا^{۱۸} پیامدهای محل استقرار خانه های موقت پس از سوانح را به این صورت به دنیا نشان داد که این اردوگاه ها هر چقدر هم که حاوی خانه های اولیه با کیفیتی باشد، در صورت عدم آماده سازی خانه های دائمی در زمان مناسب و مکان هایی که پیش از سانحه وجود داشته اند، یا عدم در نظر داشتن مکانی مناسب برای آنها به مرور زمان با افزودن الحاقاتی با خطر مبدل شدن به محله ها و خانه هایی دائمی نامناسب روبه رو می شوند [۸].

تجارب ژاپن

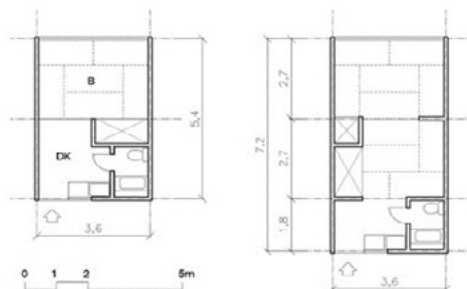
زلزله کوبه^{۱۹}: در این شهر گرچه خانه های چوبی عمده خسارات را متحمل شدند، اما بناهای نوساز بتن آرمه هم خسارت زیادی دیدند. در ۶ منطقه شهر این خسارات بسیار زیاد بود [۹]. پس از زلزله تأمین منازل مسکونی موقت برای آسیب دیدگان و زلزله زدگانی که منازل آنها خراب شده و یا خسارت شدید دیده بودند، موضوع مهمی برای مسئولان بود. در طرح مقابله با بحران ۷ پارک در داخل شهر برای این منظور در نظر گرفته شده بود؛ اما علاوه بر این که فضا بسیار کم و محدود بود، با توجه به نشست زمین و روان گرایی مناطقی که برای ساخت ساختمان مناسب نبودند، این تعداد افزایش یافت. در نهایت زمین های شخصی به این تعداد اضافه شده، اسکان موقت در آنها انجام گرفت و نهایتاً در ۸ محل و در ۵۰ قسمت ۲۲۱۸ خانه ساخته شد [۱۰].

زمین لرزه توهوکوکو^{۲۰} و سونامی در پی آن: این زمین لرزه خسارات بسیار زیادی شامل تخریب شدید جاده ها، راه آهن و ایجاد آتش سوزی در برخی مناطق را بر ژاپن وارد کرده است. در حدود ۴/۵ میلیون خانوار در شمال شرقی ژاپن بدون برق و ۱/۵ میلیون نفر بدون آب ماندند [۱۳]. تعدادی از ژنراتورهای الکتریکی از کار افتاده اند و حداقل سه راکتور هسته ای در پی انباشته شدن گاز هیدروژن منفجر شده اند [۱۴] که متعاقب با آن تمام مناطق در شعاع ۲۰ کیلومتری نیروگاه هسته ای شماره یک فوکوشیما و ۱۰ کیلومتری نیروگاه هسته ای شماره دو فوکوشیما که متعلق به شرکت برق توکیو هستند، تخلیه شده است. در پی این سانحه و به دلیل بالا بودن میزان تشعشعات افراد بی خانمان شده که جمعیتشان در حدود ۶۰ هزار نفر تخمین زده می شد، در اردوگاه هایی اسکان داده شدند که با محل زندگی اصلیشان کیلومترها فاصله داشت. مقولات مربوط به طولانی شدن مسیر رفت و آمد، بازدید بستگان و ابعاد کوچک خانه های پیش ساخته ی در اختیار قرار گرفته، از

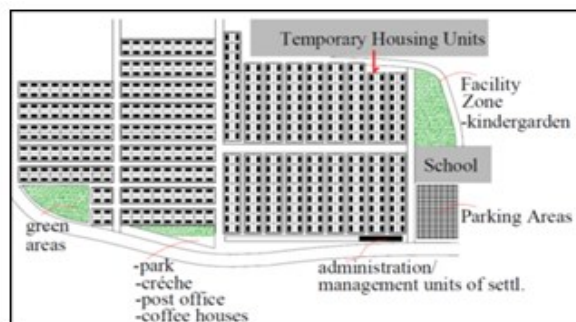
بین رفتن مشاغل، مشکلات تأمین مشاوران و کارگران سازنده و قیمت مصالح که تحت تأثیر المپیک ۲۰۲۰ است، از مشکلات اصلی ساکنان این اردوگاه ها بود که شبهه ی دائمی شدن آنها هنوز وجود دارد [۱۵].

تجربه ی ترکیه

کشور ترکیه که یکی از کشورهای دارای ریسک بالای سوانح طبیعی است، در زلزله دوزچه^{۲۱} طی دو زلزله، به ویژه در شهر دوزچه به دلیل موقعیتش در زلزله ی دوم به عنوان مرکز زلزله به شدت تحت تأثیر قرار گرفته و بالاترین تخریب ها را به خود دید. با وقوع این دو زلزله و رقم عظیم کمبود سرپناه در شهر ویران شده، وزارت کار و امور اجتماعی و سکونتگاه های ترکیه ساخت سکونتگاه های موقت را به ۲۵ پیمانکار خصوصی واگذار کرد. در نهایت ۲۰ هزار خانه ی پیش ساخته در مناطق تخریب شده ساخته شد [۱۶]. ایجاد سکونتگاه های موقت در شهر دوزچه از نقاط مثبتی در کوتاه مدت و بلندمدت برخوردار است. در کوتاه مدت آنها توانستند شرایط آسایش حداقلی را با حفظ حداقل حریم و تسهیلات همگانی تأمین کنند و با ارائه ی خدمات، تسهیلات و زیرساخت به ساماندهی ساختارهای فیزیولوژیکی جامعه که در طی دو زلزله ی پیاپی از بین رفته بود، کمک کنند و همچنین منجر به بروز حس خودیاری در افراد جامعه شوند؛ چرا که آنها کوشش کرده اند با افزودن مصالح بومی به واحدهای اسکان موقتشان به حفظ آن کمک کنند. در طولانی مدت با ایجاد تغییرات در این واحدها و سکونتگاه ها می توان گفت که به علت رشد همیاری بین اعضای جامعه، سطح آگاهی های محلی به خاطر ضرورت های زندگی جمعی و انجام اقداماتی جهت بهبود شرایط زیستی و خانه هایشان افزایش یافت. به علت تغییر شکل خانه ها توسط جامعه ظرفیت های محلی رشد کردند و مردم با ساخت باغچه ها و پرورش محصولات مورد نیاز در آنها به اجرای روش هایی برای ادامه ی معیشت خود مبادرت کردند [۱۷]. از نقاط ضعف این واحدها کوچک بودن آنها برای یک خانواده ی ترک بود که بر ضرورت انجام بعضی اقدامات برای بازگشت به سبک و شیوه قبلی زندگی تأکید می کرد. به جهت کیفیت پایین مصالح، فرسودگی واحدهای مسکونی پیش از زمان مورد انتظار شروع شد. به علت طولانی شدن اقامت در سکونتگاه ها کشمکش هایی بین مالکان زمین و ساکنان به وجود آمد. با انجام ساخت و سازهای اضافی، تغییرات کالبدی و ظاهری سکونتگاه های موقت منظره بدی در سراسر شهر ایجاد کردند. مورد



شکل ۳. (راست) - دو نمونه از پلان های مسکن طراحی شده برای اسکان موقت سانحه دیدگان پس از زلزله کوبه [۱۱]، (وسط) بخشی از یکی از اردوگاه خانه های موقت پس از زلزله کوبه [۱۲]، (چپ) - محل استقرار سانحه دیدگان پس از زلزله و سونامی ۲۰۱۱ ژاپن در حوالی فوکوشیما^{۲۲} [۱۵]



شکل ۴. (راست) -سایت پلان اردوگاه دوزچه [۱۷]، (چپ) -بخشی از اردوگاه اسکان موقت پس از زلزله دوزچه [۱۸]

در رودبار به علت نبود فضاهای باز کافی و مناسب در مجاورت خانه‌ها و محلات که ناشی از وجود ناهمواری‌ها بود، اسکان موقت در بعضی موارد در فاصله دورتری در زمین مناسب انجام گرفت که از نظر اهالی مطلوب نبوده است. صعب‌العبور بودن مسیر دسترسی به بعضی از بخش‌های شهر که ناشی از وجود ناهمواری‌ها بود، اسکان موقت را با تأخیر مواجه ساخت. به علت تک‌محوری بودن مسیر دسترسی به شهر، عملیات اسکان موقت و استقرار اضطراری تأسیسات فراهم آوردن و انتقال سرپناه‌های موقت با تأخیر صورت گرفت. وجود پوشش گیاهی انبوه در مجاورت بعضی از بخش‌های شهر سبب ناممکن شدن استقرار موقت در آن فضاها شد. اسکان موقت در رودبار در ابتدا به صورت اردوگاه‌هایی در چند نقطه از شهر سازمان یافت و سپس با پاک‌سازی تدریجی بخش‌های مسکونی و انتقال سرپناه‌های موقت به محل اصلی سکونت، دوره جدیدی از اسکان ادامه یافت که دلایل این امر عمدتاً ریشه در مسائل اجتماعی و دشواری زندگی داشت. اگرچه مراکز اصلی شهر به علت نداشتن فضای باز کافی به عنوان مکان‌های استقرار اردوگاه‌ها لحاظ نشدند، اما نزدیکی مکان اردوگاه‌ها به مراکز شهری، در چند موردی که در حاشیه رودخانه اصلی شهر و در امتداد مسیرهای خطی شهر واقع بوده‌اند، می‌تواند به عنوان یک الگوی مثبت تلقی شود. ارائه خدمات و پشتیبانی‌های لازم به این اردوگاه‌ها به آسانی صورت گرفته؛ اما اردوگاه‌های موقتی که در هسته‌های فرعی شهر مستقر بوده‌اند، در دریافت امکانات دچار تنگنا بوده‌اند. در مرحله‌ای که الگوی اسکان تغییر یافته و به صورت پراکنده در سطح بخش‌ها و هسته‌های مختلف شهر درآمده، دشواری ارائه پشتیبانی‌های خاص به آنان افزایش یافته و نقش مراکز در این مرحله از حالت ویژه و اضطراری به حالت عادی درآمده است [۱۹].

زلزله‌ی بی‌م^{۲۶}؛ اگرچه عمق شعاع زلزله محدود و حدود ۱۰ کیلومتر بود، به دلیل قرار داشتن مرکز زلزله در شهر و وجود ساختمان‌های آسیب‌پذیر که عموماً با خشت‌وگل یا سازه‌های غیراصولی بنا شده بودند و همچنین به‌رغم شعاع محدود ۱۵ کیلومتری زلزله در سطح شهر تقریباً به تمامی بناها آسیب‌های شدیدی وارد شد [۲۱]. حدود ۳۰ هزار چادر (بخش محدودی به صورت متمرکز در اراضی باز شهر و بخش عمده چادرها در حاشیه خیابان‌ها) امکان استقرار اضطراری بازماندگان زلزله در شهر را فراهم کرده بود [۲۲]. با این حال عده‌ای از سانه‌دیدگان به دلیل قرار نداشتن در مسیر اصلی چادر دریافت نکرده بودند. سالخوردگان، مجروحان و ناتوانان

دیگر اینکه، به جز کانتینرها سیستم‌های دارای قاب‌های چوبی یا بتن پیش‌ساخته در برابر شرایط اقلیمی پایدار نبودند و به عبارتی سبب ایجاد سیستم‌های تقویت‌شده‌ی کانتینرها شدند تا سبک، سیاق و نحوه‌ی دخل و تصرف در شکل ساختمان‌ها تغییر کند. تحویل کند ساختمان‌های دائمی و ساخت‌وسازهای موقت با طولانی شدن زمان هر دوره باعث حفظ رویه جامعه و باقی ماندن واحدهای موقت به صورت دائمی شدند [۱۸]. اختصاص واحدهای متنوع به اهالی یک سکونتگاه به صورت تصادفی یک حس بی‌عدالتی را در بین بازماندگان ایجاد کرد. تسهیلات اضافه‌شده نامناسب مانند سیستم گرمایشی خطر آتش‌سوزی را افزایش داده و در بعضی از سکونتگاه‌ها منجر به آتش‌سوزی شد. از دیگر نقاط ضعف این سکونتگاه‌ها نبود امکان گزینش اهالی و بهره‌برداران بود که به سبب نبود مطالعات قبلی امکان‌پذیر نبود. این مسئله از نیازهای اساسی و برجسته سکونتگاه‌هاست. پس از زلزله ۱۹۹۹ دولت ترکیه راهبردی سه مرحله‌ای شامل سرپناه موقت^{۲۳}، مسکن موقت^{۲۴} و سپس مسکن دائمی^{۲۵} اتخاذ کرد [۱۸].

تجارب ایران

در زلزله رودبار-منجیل: این زلزله در ۳۱ خرداد ۱۳۶۹ با قدرت ۷/۷ ریشتر از نظر شدت و از لحاظ گستره تخریب جزو موارد استثنایی در جهان است. در اثر این زلزله منطقه‌ای به وسعت حدود ۶۰۰ هزار کیلومتر مربع به لرزه درآمد و ۳۰ هزار کیلومتر مربع آن در دره و محور سفیدرود سه شهر لوشان، منجیل و رودبار را به کلی تخریب کرد و به ۱۶۰۰ روستا آسیب عمده وارد کرد. بیش از ۲۱۴ هزار واحد مسکونی، شبکه‌های ارتباطی و شبکه‌های نفت، گاز، آب، برق و تلفن دچار آسیب‌های کلی شد [۱۹]. در مرحله میان مدت -بعد از مراحل اولیه امداد و نجات- کمک‌هایی منظم با خدمات لازم صورت گرفت. همچنین خانواده‌ها به اردوگاه انتقال داده شده و مناطق آسیب‌دیده به ۱۴ منطقه جهت استقرار نیروهای امداد، آماربرداری از بازماندگان، صدور دفترچه شناسایی و توزیع دفترچه بین آنها تقسیم شد (شکل ۵). در مرحله بعدی جمعیت هلال احمر با توجه به سیاست‌های دولت و اعلام وزارت کشور در امر بازسازی موقت منطقه با تهیه ۶۵۰۰ واحد از خانه‌های پیش‌ساخته ۱۲ مترمربعی و نصب آنها در مناطق منجیل، رودبار، رستم آباد و لوشان و تحویل به خانواده‌های آسیب‌دیده مشارکت کرد.



شکل ۵. نماهایی از اردوگاه سانحه‌دیدگان زلزله‌ی رودبار [۲۰]



شکل ۶. (راست)- نمونه‌ای از چادرهای جاگذاری شده در حیاط منازل پس از زلزله‌ی بم [۲۳]، (چپ)- نمونه‌ای از اردوگاه‌های ساخته شده در خارج شهر بم با الگوی کانکس [۲۲]

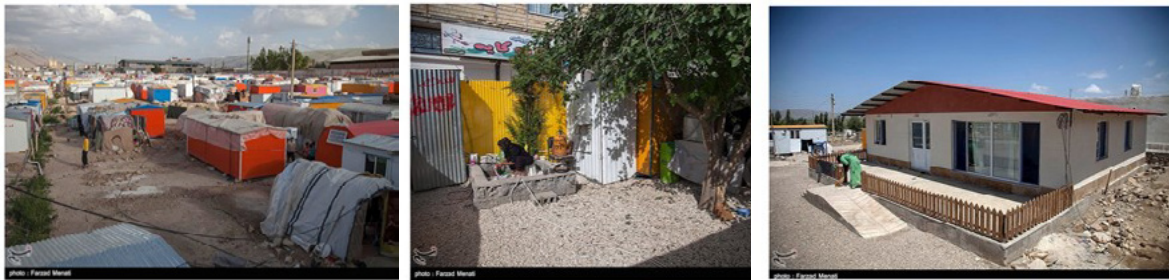
بر اساس ترتیب اولویت میزان خسارات از سوی نیروهای بسیج و هلال احمر انجام شد؛ به گونه‌ای که در روستاهایی که بیش از ۶۰ درصد خسارت دیده بودند، طی نخستین روزها، روستاهای با خسارت ۳۰ تا ۶۰ درصد در اولویت دوم و طی حداکثر ۴ روز و روستاهای با خسارت زیر ۳۰ درصد در اولویت سوم و طی ۱۲ روز چادرها تحویل گرفته شد. گرمای هوا در تابستان، نبودن فضای کافی داخل چادرها، ایفای نقش کردن چادرها هم به عنوان سرپناه اضطراری و هم به عنوان مسکن موقت بدون هیچ‌گونه تمهیدات زیبایی‌شناسانه، آغاز شدن ساخت مسکن دائمی پس از دو سال و استقرار داشتن سانحه‌دیدگان در همین چادرها از جمله مشکلات مردم در زمان این سانحه بود. در این میان برخی از روستاییان خود با چوب و مصالح در دسترس و با روش‌های بومی خانه‌های موقت خود را ساختند. برخی به همین ترتیب محل زندگی خود را توسعه دادند [۲۴].

پس از زمین لرزه‌ی ازگله-سرپل ذهاب^{۲۸} از همان روزهای نخست وقوع زمین‌لرزه در غرب کشور و پس از امدادسانی اولیه به زلزله‌زدگان (آواربرداری، برپایی بیمارستان صحرایی و توزیع کانکس) در شهرهای زلزله‌زده مثل سرپل ذهاب، مأموریت ارتش و سپاه پاسداران انقلاب اسلامی در امدادسانی به شهرها و روستاها پایان می‌یابد و دولت وظیفه رسیدگی‌های بعدی و ساخت‌وساز مسکن برای زلزله‌زدگان و تأمین بقیه ملزومات زندگی آنها را به عهده می‌گیرد. از بین رفتن بیشتر کسب‌وکارها، توزیع نشدن یکسان کانکس میان مالکان و مستأجران، برپایی چادرهای مستأجران در پارک‌ها و کنار خیابان‌ها تفاوت اهدای وام‌های معیشت و

از جمله افرادی بودند که تا روزهای سوم و چهارم پس از زلزله نیازمند سرپناه بودند. از سوی دیگر تعداد زیادی چادر به صورت اردوگاه‌های جمعی در خارج از شهر برپا شد؛ ولی مردم غالباً تمایلی به ساکن شدن در آنها نداشتند و ترجیح می‌دادند در کنار خانه‌های تخریب‌شده‌ی خود بمانند تا از اموالشان که زیر آوارها بود، مراقبت کنند. با این همه چادرها به دلایل گوناگونی از قبیل عایق نبودن در برابر عوامل جوی، باد و باران و کمبود فضا مشکل‌ساز شدند. البته با توزیع ورقه‌های پلاستیکی پوشش‌های نسبتاً مناسبی برای چادرها در برابر باران ایجاد شد. فقدان سرپناه برای حیوانات که در واقع مایملک دامپروران محسوب می‌شوند، مسئله دیگری بود که اهالی خود به ایجاد سرپناه برای دام‌هایشان اقدام کردند [۲۱]. خانوارها در همان روزهای اول برخی لوازم زندگی خود را از زیر آوارها بیرون کشیده، به چادر منتقل کرده بودند و در کنار لوازم اهدایی از آن استفاده می‌کردند و به دلیل دسترسی بخشی از چادرها به برق امکان استفاده از لوازم برقی حتی تلویزیون فراهم شده بود؛ اما دسترسی چادرها به توالت، حمام، محل شستشوی ظروف و لباس غالباً بسیار نامناسب بوده است. مسئولان به دلیل سهولت تأمین امنیت و خدمات ضروری و تجربه در بازسازی مناطق جنگ‌زده، سعی در اسکان آسیب‌دیدگان در اردوگاه‌های جمعی خارج از شهر را داشته که در چند نقطه خارج از شهر (زمین‌های باز) این اردوگاه‌ها برپا شده و بخشی از مردم هم در آنها سکونت داشتند [۲۲].

زلزله‌های لرستان^{۲۹} و ازگله (استان کرمانشاه)

در پی زمین‌لرزه‌ی لرستان بیش از ۵۰ هزار چادر برای اسکان موقت مردم تدارک دیده شد و اختصاص چادرها به سانحه‌دیدگان



شکل ۷. (راست) - یک نمونه از کانکس‌های اهدایی در مناطق زلزله‌زده استان کرمانشاه، (وسط) - نمونه‌ای از کانکس‌های داخل منازل مالکان و چگونگی دسترسی به آب در این استان، (چپ) - نمونه‌ای از چادرهای واقع شده در کنار خیابان [۲۵].



شکل ۸. چند نما از اردوگاه‌های اسکان اهالی موصل پس از جنگ با داعش [۲۶].

باران به دریاچه تبدیل می‌شود. اقدامات بهداشتی و درمانی در حد تنظیم فشار خون و کاهش مقطعی درد خوب هستند؛ اما شرایط بهداشتی برای وضع حمل مشاوره‌های روانشناسی و بیماری‌های حاد مناسب نیست و افراد مجبورند به موصل مراجعه کنند. افراد و به‌ویژه زنان سرپرست خانوار ترجیح می‌دهند در میان اعضای قبیله خود قرار بگیرند. همین ساختار قبیله‌ای در تأمین امنیت اردوگاه‌ها به مسئولان اردوگاه کمک می‌کند. از طرفی مقررات و محدودیت‌های زمان رفت‌وآمد هم برای اهالی وجود دارد. در برخی از اردوگاه‌ها اقدامات تلافی‌جویان بر علیه وابستگان یا افراد مشکوک به ارتباط با داعش منجر به آتش‌سوزی یا زدوخورده شده که با دخالت مأمورین امنیتی اردوگاه یا بزرگان قبایل این موضوع مرتفع شده است. اما در برخی موارد همچنان خانوارهای متهم به ارتباط با داعش از خدمات یکسان با سایرین برخوردار نیستند. در برخی موارد سوءاستفاده‌های جنسی، خشونت و تهدید علیه زنان بالاجبار در ازای به‌دست آوردن برخی امکانات گزارش شده است [۲۶].

تجارب یادشده در این بخش در جدول ۲ خلاصه شده‌اند تا در تشخیص نیازها و نکات لازم در تدوین برنامه و طراحی اسکان بی‌خانمان‌شدگان شهر موصل به کار روند.

ساخت‌وساز، استفاده نکردن از کارگران بومی در ساخت‌وسازها، فقدان تجهیزات گرمایشی و سرمایشی، نبود تهویه‌ی مناسب هوا در فصول تابستان و زمستان، نفوذ رطوبت از کف و سقف چادرها، فقدان تفکیک فضاهای خدماتی و بهداشتی از فضای سکونت، دشواری دستیابی به آب تصفیه‌شده از جمله مشخصات شرایط اسکان پس از سانحه در این منطقه است [۲۵].

تجربه‌ی اسکان بی‌خانمان‌شدگان عراقی در عراق

در حال حاضر چندین اردوگاه برای اهالی موصل در اطراف این شهر یا شهرهای دیگر عراق وجود دارد که هر کدام پذیرای چندین ۱۰ هزار نفر هستند که تا زمانی نامعلوم و تا آماده شدن شهر و منازل خود در این اردوگاه‌ها مستقر شوند. در این قسمت شرایط سه اردوگاه^{۲۹} منتخب از نقطه‌نظر خدمات، امنیت و خشونت‌های جنسیتی بیان می‌شود. آنچنان که دریافت‌های شخصی افراد حاضر در اردوگاه در مصاحبه‌ها انعکاس یافته، شرایط آموزشی، بهداشتی و اقامتی موجود در این اردوگاه‌ها از نقطه‌نظر کمیت و کیفیت مناسب نیست؛ به‌طوری که واحدهای آموزشی در کانتینرهای هستند که تکافوی تعداد دانشجویان را ندارند و در هنگام نزولات جوی آبگیر می‌شوند. تعداد معلمان کافی نیست و بیشتر آنها داوطلبانی هستند که تجربه و دانش کافی را ندارند. وضعیت آب‌گرفتگی اردوگاه به گونه‌ای است که در هنگام بارش

جدول ۲. گزینه‌های سکونت‌گزینی پس از سوانح

انواع تجربه سوانح	ویژگی‌های اسکان موقت پس از سانحه
تجارب اروپا (پس از جنگ جهانی دوم- ۱۹۴۵-۱۹۶۰)	• اردوگاه‌هایی برای تمامی بی‌خانمان‌شدگان اقوام، ادیان و مذاهب از سراسر اروپا • مدت استمرار برپایی برخی از اردوگاه‌ها حتی به ۱۵ سال هم به طول انجامید. • اداره اردوگاه توسط نیروهای نظامی متحدین در ابتدای امر و سپس محول شدن آن به UNRRA • تقسیم‌بندی افراد داخل اردوگاه‌ها بنا به دلایل ترک وطن نظیر پناهندگان جنگی، زندانیان سیاسی و ... • مواجه شدن پناهندگان با بیماری‌های جسمی و روانی و کمبودهای مختلف در اردوگاه • وجود مشکل در بازگرداندن افراد به موطن خود به دلایل تعقیب سیاسی و حزبی، تغییرات مرزی و ... • راه‌اندازی اداره‌ی پیگردی بین‌الملل برای یافتن افراد خانواده‌ها

ادامه جدول ۲. گزینه‌های سکونت‌گزینی پس از سوانح

انواع تجربه سوانح	ویژگی‌های اسکان موقت پس از سانحه
ایتالیا (زلزله‌ی مسینا-۱۹۶۳)	- تهیه تعداد زیادی از واحدهای پیش‌ساخته قبل از بحران - دسته‌بندی خانه‌ها حداقل در چهار دسته مختلف از نوع کانتینر تغییر یافته تا نوع ویلایی کامل - طراحی اولیه برای مقاصد دیگر و مناسب‌سازی آنها برای سکونت - نامناسب بودن سرانه متر مربع، دوام و امکان استفاده دوباره واحدها از منظر سکونت موقت - بی‌توجهی به ضوابط مکان‌یابی در انتخاب محل استقرار خانه‌های موقت - تبدیل خانه‌های موقت به محله‌ها و خانه‌هایی دائمی نامناسب
ژاپن (زلزله‌ی کوبه-۱۹۹۵)	- اولویت اول تأمین منازل مسکونی موقت برای مسئولان - انتخاب محل برپایی خانه‌های موقت در محل‌هایی با احتمال کم در نشست زمین و روان‌گرایی مناطق - در نظر گرفتن پارک شهری و زمین‌های شخصی برای برپایی اسکان موقت
ژاپن (زلزله‌ی توهوکو-۲۰۱۱)	- خطر مواجهه با تشعشعات هسته‌ای به انتخاب محل اسکان موقت در فاصله چند صد کیلومتری با شهر منجر شد. - مواجهه شدن پناهندگان با ابعاد کوچک خانه‌ها و از بین رفتن مشاغل - مشکل تأمین شرکت‌های پیمانکار، کارگر، مصالح متأثر از گسیل حداکثری امکانات برای المپیک ۲۰۲۰ - خطر مبدل شدن نقاط اسکان موقت به دائم
ترکیه (زلزله‌ی دوزچه-۱۹۹۹)	- ساخت سکونتگاه‌های موقت با همکاری تعداد زیادی از پیمانکاران بخش خصوصی - فرآهم آوردن شرایط آسایش حداقلی در کوتاه‌مدت - افزودن مصالح بومی به واحدهای اسکان موقت - بهبود شرایط زیستی و معیشتی مناسب در طولانی‌مدت از طریق رشد همیاری، افزایش سطح آگاهی‌های محلی، بروز حس خودیاری و ... - کوچک بودن واحدها نسبت به بُعد خانوار، بروز فرسودگی پیش از زمان مورد انتظار و ناپایداری در برابر شرایط اقلیمی - بروز کشمکش‌هایی بین مالکان زمین و ساکنان مسکن موقت به علت طولانی شدن اقامت - تبدیل واحدهای موقت به صورت دائمی و بدمنظره شدن آنها ناشی از ساخت‌وسازهای اضافی و تغییرات کالبدی و ظاهری - اتخاذ راهبردی سه مرحله‌ای شامل سرپناه موقت، مسکن موقت و سپس مسکن دائمی توسط دولت پس از این زلزله
ایران (زلزله‌ی رودبار، منجیل-۱۳۶۹)	- تقسیم محدوده آسیب‌دیده به چندین منطقه جهت سهولت در ارائه خدمات و توزیع امکانات - استفاده از خانه‌های پیش‌ساخته ۱۲ متر مربعی تهیه‌شده از سوی جمعیت هلال احمر ایران - برپایی خانه‌ها در فاصله‌های دور از منطقه مسکونی اولیه و رضایت نداشتن اهالی - تاخیر در انتخاب محل و برپایی اسکان موقت به دلیل صعب‌العبور بودن مسیر دسترسی و پوشش گیاهی انبوه منطقه - پاک‌سازی تدریجی بخش‌های مسکونی و انتقال سرپناه‌های موقت به محل اصلی سکونت - سهولت ارائه خدمات و پشتیبانی‌های لازم به مناطق حاشیه رودخانه اصلی شهر و در امتداد مسیرهای خطی شهر - دشواری در ارائه امکانات به اهالی هسته‌های فرعی و الگوی اسکان پراکنده شهر
ایران (زلزله‌ی بم-۱۳۸۲)	- برپایی بخش محدودی از چادرها به صورت متمرکز در اراضی باز شهر و بخش عمده‌ای از آنها در حاشیه خیابان‌ها - برخوردار نبودن عده‌ای از سانحه‌دیدگان به چادر به دلیل قرار نداشتن در مسیر اصلی - برپایی چادرها به صورت اردوگاه‌های جمعی در خارج از شهر - تمایل مردم به ماندن در کنار خانه‌های تخریب‌شده‌شان - ناپایداری چادرها در برابر شرایط اقلیمی - دسترسی نامناسب چادرها به امکانات بهداشتی - فقدان توجه ویژه به سالخورده‌گان، مجروحان و ناتوانان در دسترسی به امکانات - فقدان سرپناه برای حیوانات به عنوان مایملک دامپروران
ایران (زلزله‌ی لرستان-۱۳۸۵)	- اختصاص چادرها به سانحه‌دیدگان بر اساس ترتیب اولویت میزان خسارات - ایفای نقش کردن چادرها هم به عنوان سرپناه اضطراری و هم به عنوان مسکن موقت - نبودن فضای کافی داخل چادرها - مشکلات مواجهه‌ی چادرها با شرایط اقلیمی - آغاز شدن ساخت مسکن دائمی پس از دو سال - روستاییان خود با چوب و مصالح در دسترس و با روش‌های بومی خانه‌های موقت ساختند.
ایران (سرپل ذهاب استان کرمانشاه-۱۳۹۶)	- از بین رفتن بیشتر کسب و کارها - توزیع نشدن یکسان کانکس میان مالکان و مستأجران و برپایی چادرهای مستأجران در پارک‌ها و کنار خیابان‌ها - اهدا نشدن یکسان وام‌های معیشت و ساخت و ساز - استفاده نکردن از کارگران بومی در ساخت‌وسازها و تأمین معیشت سانحه‌دیدگان - فقدان تجهیزات گرمایشی و سرمایشی، عدم تهیه‌ی مناسب هوا در فصول تابستان و زمستان، نفوذ رطوبت از کف و سقف چادرها - فقدان تفکیک فضاهای خدماتی و بهداشتی از فضای سکونت و دشواری دستیابی به آب تصفیه‌شده
عراق (اردوگاه‌های بی‌خانمان‌شدگان موصل ۲۰۱۵- تاکنون)	- مشکلات اسکان در چادر، آب‌گرفتگی معابر و کلاس‌های درس، کمبود معلمان با تجربه - کمبود امکانات بهداشتی و درمانی - بروز برخی مشکلات امنیتی مربوط به متهمان ارتباط با داعش، تهدید و خشونت علیه زنان

۷۴

ویژه نامه هفته
پدافند غیرعامل
پاییز و زمستان
۱۳۹۹

دوفصلنامه
علمی و پژوهشی

بحرین

روش شناسی

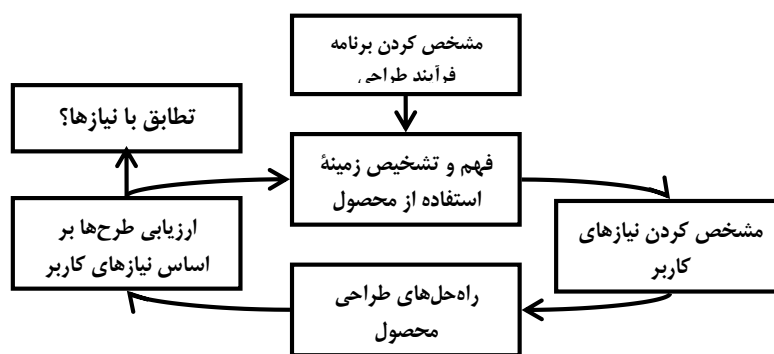
اقدام به طراحی معماری در هر نقطه‌ای از کره‌ی زمین مستلزم شناخت زمینه یا محیط قرارگیری آن طرح است و تجویز گونه‌ای هر نوع ساختمان همانند یک کالا یا محصول به تنهایی و بدون در نظر داشتن فرآیند منتهی‌شونده به این محصول با استانداردهای توسعه‌ی پایدار همخوانی ندارد. علاوه بر مطالعات زمینه، از آنجا که هدف طراحی محصول معماری استفاده شدن از سوی افراد است، شناخت نیازهای کاربر و نقطه‌نظرات او ضروری است تا طرح با کمترین میزان نارضایتی روبه‌رو شود. توضیحات یادشده که در انجام بسیاری از طرح‌های معماری از گذشته تاکنون به صورت تلویحی مد نظر بوده، مشابهت بسیاری با روشی نظام‌مند به نام «کاربرمحور»^{۲۰} دارد که بیشتر در طراحی صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این‌رو مقتضیات این روش مبنای ادامه‌ی این پژوهش با هدف دستیابی به طراحی خانه‌های موقت و مجموعه‌ی این اقامتگاه‌ها قرار گرفت. بنابراین تمامی داده‌های استخراجی باید در ارتباط با کاربران، نیازها و استفاده از محصول باشد.

اصطلاح طراحی کاربر محور برای اولین بار در سال ۱۹۸۰ در آزمایشگاه تحقیقاتی سن دیگو توسط «دونالد نورمن»^{۲۱} به کار گرفته شد. در اصل، طراحی کاربرمحور در مشارکت با کاربر به سوی توسعه‌ی فرآیند دستیابی به یک سیستم مفید گام برمی‌دارد. در این روش، کاربر تأثیر عمیقی بر محصول طراحی‌شده دارد. گام نخست در این روش درک کاربران، دلیل استفاده‌ی آنها از محصول و چگونگی انجام آن است. این روند طی یک فرآیند یا تکرار چرخه‌ی عوامل تعریف‌شده برای هر طرح برای رسیدن

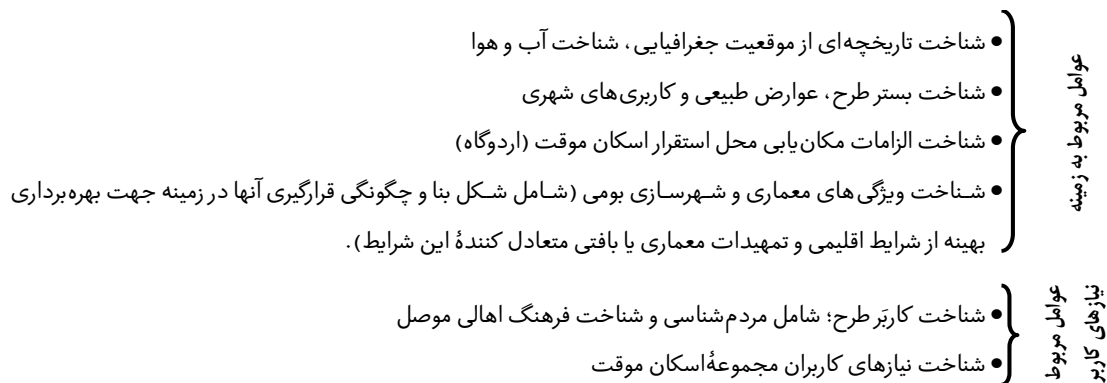
به معیارهای نهایی است (شکل ۹). دو عامل مهم در این روند زمینه‌ی استفاده و نیازهای کاربران هستند که هر کدام از این بخش‌ها شامل روندهایی برای رسیدن به راه‌حل‌هایی است [۲۷]. در مورد این طرح مُراد از زمینه‌ی استفاده همان شناخت شهر موصل و منظور از محصول واحدهای اسکان موقت و در نهایت کل اردوگاه است؛ کاربر هم بی‌خانمان‌شدگان داخلی (IDP) در شهر موصل هستند.

از همین‌رو مطابق با این روش موارد زیر بررسی شد. داده‌های مورد نیاز مربوط به زمینه‌ی طرح از راه مشاهده‌ی عکس‌های هوایی، بررسی میزان خسارات در نقشه‌های شهر، انواع کاربری‌های شهر، تصاویر شهری از محلات، منازل و کاربری‌های عمومی پیش و پس از جنگ، تصاویر مربوط به شکل عمده و مایه‌ی اصلی^{۲۲} معماری و شهرسازی موصل، بررسی الزامات و استانداردهای طراحی اردوگاه‌ها در قالب مقالات، گزارش‌های متخصصان و اسناد سازمان‌های درگیر بین‌المللی است. مطالعه‌ی تجارب پیشین از سوانح که در بخش قبل مقاله به آنها اشاره شد و هم بررسی ویژگی‌های مردمی شهر موصل در تشخیص نیازهای کاربران کمک کرده است (شکل ۱۰).

مکان‌یابی اردوگاه: به منظور یافتن بهترین مکان برای استقرار اردوگاه لازم است از وجود زیرساخت‌ها، تأسیسات مفید و خطرزا در محل محدوده‌ی مورد نظر آگاهی حاصل کرد. به این دلیل که طبق استانداردهای جهانی محل استقرار سایت باید حائز ویژگی‌هایی باشد. با استفاده از روش‌های سنجش از راه دور و



شکل ۹. فرآیند طراحی کاربرمحور [۲۸]



شکل ۱۰. مصادیق عوامل روش کاربرمحور برای موضوع این مقاله

تصاویر ماهواره‌ای، هوایی و زمینی موضوع‌های شکل ۱۰ باید در مکان‌یابی در نظر گرفته شوند [۲۹].

- منابع آب: آب باید به مقدار لازم و کافی در طی سال تأمین شود. در دسترس بودن منابعی مانند چشمه، رودخانه و یا آبگیر بررسی شود.
- سرانه‌ی زمین: بنا بر دستورالعمل کمیساریای عالی ملل متحد در امور پناهندگان حداقل سرانه سطح زمین اردوگاه برای هر فرد ۴۵ متر مربع است. بنابراین می‌توان با در نظر داشتن تعداد بی‌خانمان‌شدگان و افرادی که احتمالاً بعدها ملحق می‌شوند و همچنین رشد جمعیت تا حدود ۳-۴ درصد در سال پیش‌بینی جمعیتی را انجام داد. سرانه مزبور معابر، خدمات، مساحت سرپناه و فضاهای باغچه‌های خانوار را هم شامل می‌شود.
- دسترسی: وجود معابر طی سال برای کسب اطمینان از تأمین مواد و خدمات امدادی حیاتی است.
- جانمایی: دسترسی به مجتمع‌های زیستی مجاور اردوگاه، ایجاد فرصت و امکان گسترش فعالیت‌های دادوستد باید هنگام ارزیابی مکان سایت مورد توجه خاص قرار گیرند. باید از انتخاب مناطق پرخطر مانند مرداب‌ها، اراضی سیل‌گیر و حاشیه‌های بلافصل رودخانه‌ها و تأسیسات خطرزا اجتناب شود.
- امنیت: در این خصوص تمامی واحدهای همسایه و جامعه میزبان باید به نوعی سازمان‌دهی محلی-امنیتی دست یابند تا از حریم‌های بیرونی و داخلی سایت محافظت کنند. مرزهای اردوگاه باید در مقابل ورود افراد غریبه و مشکوک به آن قابل رؤیت و در عین حال غیرقابل نفوذ باشند.
- توپوگرافی: شیب عمومی زمین می‌بایست ملایم و بین ۲-۶ درصد باشد. این مقدار سراسریی زهکشی را تسهیل می‌کند و موقعیت‌های مناسبی را برای توزیع آب کشاورزی فراهم می‌آورد.
- فضای سبز و منابع سوخت: زمین‌های دارای درختان سایه‌دار برای سایت توصیه می‌شوند. وجود درخت در عین حال از فرسایش زمین هم جلوگیری می‌کند. وجود چوب‌های هیزمی در سایت به‌عنوان منابع با ارزش سوختی مورد نیازند.
- فرهنگ و سنت: سکونتگاه‌های موقت نباید در مجاورت مناطق حساس از قبیل پارک‌ها و یا سایر سایت‌های ملی، بین‌المللی، فرهنگی، مذهبی، تاریخی، یادمان‌ها و میراث فرهنگی قرار گیرند.
- تأمین امنیت: از برآورده شدن نیازهای خاص ساکنان اطمینان حاصل شود، به‌ویژه امکان سوءاستفاده از زنان و گروه‌هایی که نیازهای ویژه دارند، با طراحی مناسب از بین برود. اطمینان حاصل شود که تأمین ایمنی فیزیکی یکی از شاخص‌های مورد توجه بنیادی در برنامه‌ریزی و ساخت اردوگاه باشد [۲۹].

فضاهای مورد نیاز طراحی مجموعه‌ی اسکان موقت

طراحی معماری و محوطه این دست از مجموعه‌های اسکان مستلزم شناخت استانداردهای طراحی و بهره‌مندی از ویژگی‌های معماری و طراحی بافت شهری است که در آن باید طراحی صورت پذیرد؛ چرا که در این صورت کاربران الفت بیشتری با محل اسکان موقت خویش برقرار کرده و از سوی دیگر بافت مجموعه به شرایط اقلیمی و فرهنگی بهتر پاسخگوست. به همین دلیل، در این بخش استانداردهای طراحی واحدهای سکونت پناهجویان در اردوگاه‌های این‌چنینی که توسط سازمان‌های بین‌المللی متولی امور اسکان بشر در سوانح مطرح شده، بیان می‌شود [۳۰] و [۳۱]. این استانداردها در جدول شماره ۳ به همراه مساحت کاربری‌ها در این طرح ارائه شده است.

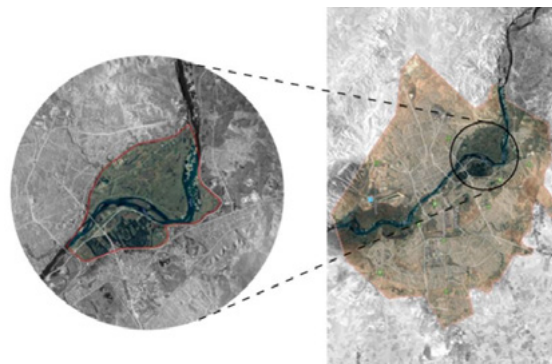
مورد مطالعاتی

موصل شهری است در استان نینوا واقع در شمال غربی کشور عراق. این شهر دومین شهر پرجمعیت عراق پس از بغداد است. این شهر مهد تمدن‌های باستانی است که در طی هزاران سال گسترش یافته است. می‌توان گفت از تمامی ادیان و مذاهب خاورمیانه در این شهر و روستاهای اطراف آن افرادی در این شهر سکونت دارند. شهر موصل زیباترین شهر عراق است که در ساحل رود دجله به وجود آمده و در طول تاریخ توسعه یافته است. این شهر هم از نقطه نظر گردشگری و وجود فضاهای رفاهی-تفریحی و هم از نقطه نظر فضاهای شاخص تاریخی و مذهبی مشهور است [۳۲]. این شهر تا قبل از ورود داعش به آن با ترکیه و سوریه رابطه‌ی تجاری خوبی داشت. پس از سقوط رژیم بعث این شهر دچار انواع فتنه‌ها و خشونت‌گرایی قومی و مذهبی زیادی شد تا اینکه در ماه ژوئن ۲۰۱۴ سقوط کرد. این موضوع خروج اقلیت‌های مذهبی را از این شهر و از سوی دیگر ورود قومیت‌ها و مذاهب مورد تأیید داعش را باعث شد. شهر موصل در قسمت شرقی رودخانه از امنیت و خدمات شهری بهتری برخوردار بود که عمدتاً در زمان پس از سقوط رژیم بعث توسعه یافته بود. به منظور پیش‌گیری از هرگونه برداشت نادرست و نیز برای ایجاد شفافیت بیشتر از موقعیت و زمینه‌ی طرح مورد نظر باید اطلاعاتی از شهر موصل به اجمال به دست می‌آمد. داده‌های مورد نیاز در لایه‌های متعدد شامل بررسی موارد زیر از نقشه‌های متنوع از شهر موصل بود. مبنای این نقشه‌ها و داده‌ها گزارش برنامه اسکان بشر سازمان ملل متحد^{۳۳} در سال ۲۰۱۶ بود. این نقشه‌های پایه‌ای تحلیل را برای تعیین مکان نهایی استقرار اردوگاه تعیین می‌کنند.

- نقشه‌ی هسته‌ی اولیه‌ی شهر موصل و چگونگی توسعه این شهر طی سال‌ها
- نقشه‌ی تقسیم‌بندی مناطق شهر موصل
- نقشه‌ی تراکم جمعیتی شهر موصل به تفکیک محلات
- نقشه‌ی پراکندگی اقوام و مذاهب در شهر پیش از ورود داعش
- نقشه‌ی کاربری اراضی و پراکندگی مراکز دولتی، نظامی، انتظامی و خدمات شهری

جدول ۳. استانداردهای طراحی اردوگاه

اجزای اردوگاه	مساحت در این طرح	استانداردهای طراحی اردوگاه
فضای اسکان اولیه برای ۱۰۰۰ نفر	دفتر ثبت نام	به وسعت لازم
	فضای درمانی اضطراری و کمک واکسیناسیون و حمایت روانی	به وسعت لازم
	مرکز مدیریت و امنیت	به وسعت لازم
	انبار	۱۵ تا ۲۰ متر مربع به ازای هر ۱۰۰ نفر
	حمام و سرویس بهداشتی عمومی	۱ توالت برای هر ۲۰ نفر و برای اسکان طولانی مدت باید برای هر خانواده یک سرویس بهداشتی در نظر گرفته شود.
	محل آماده سازی غذا و سالن غذاخوری	یک دوش به ازای هر ۵۰ نفر
	مکانی برای عبادت و فعالیت های مذهبی	۱۲۰۰ متر مربع
	فضایی برای ورزش و تفریح	۴ فضای ۸۰ متر مربعی
	سکونت توده ای پناهجویان برای ۱۰۰۰ نفر و در ۲۱۹ خانواده به علاوه فضای حرکت	۱۵۰۰ متر مربع
	متوسط تعداد نفرات در هر خانواده ۵ نفر	مساحت فضای سرپوشیده برای هر نفر حداقل ۳/۵ متر مربع در نظر گرفته شود.
	جوامع (هر جامعه متشکل از ۱۶ خانوار است.)	متوسط حداقل میزان مساحت فضای باز برای هر نفر ۴۵ متر مربع، حداقل مساحت فضای سرپوشیده برای هر نفر حداقل ۳/۵ متر مربع در نظر گرفته شده است. کمترین ارتفاع سقف هم باید ۲ متر در نظر گرفته شود.
	ایمنی در برابر آتش	با در نظر داشتن این نکته که جوامع (واحدهای همسایگی) اغلب برپایه ی شباهت های فرهنگی، قومی و مذهبی شکل می گیرند.
	تعداد شیرهای آب: ۳۶ عدد	به ازای هر ۳۰۰ متر طول باید واحدهای مسکونی ۳۰ متر از یکدیگر فاصله داشته باشند و بین هر واحد تا واحد بعدی باید به اندازه نصف ارتفاع واحد فاصله وجود داشته باشد.
	فاصله با شیر آب	حداقل یک شیر آب به ازای هر ۸۰ نفر
فضای جمعی برای اسکان ۲۰۰۰ نفر	فاصله با توالت	حداکثر ۲۰۰ متر از هر واحد مسکونی
	تعداد رختشوی خانه ها: ۱۱ عدد	توالت دورتر از ۵۰ متر و نزدیک تر از ۶ متر از هر واحد مسکونی قرار نگیرد.
	مساحت فضای آموزشی	از آنجا که این اردوگاه برای ۲۰۰۰ نفر طراحی شده است، یک مدرسه دو شیفته در هر سه مقطع برای ۳۰۰ دختر و ۳۰۰ پسر طراحی شده است. هر کلاس درس برای ۲۰ دانش آموز لحاظ شده است.
	مرکز آموزش بزرگسالان	۲۱۵ متر مربع
	بهداری	۳۲۰ متر مربع
	فضاهای عمومی تفریحی	تعداد ۲۹ آلاچیق، هر کدام ۱۵ متر مربع یک آمفی تئاتر روباز به مساحت ۱۹۰ متر مربع
	فضای مذهبی (یک کلیسا و یک مسجد)	حداقل فضای لازم برای هر نفر در مسجد ۰/۷ متر مربع است. ۸۰ درصد جمعیت موصل عراق مسلمان عرب سنی هستند؛ در حالی که بقیه جمعیت موصل کرد سنی، مسیحی، شیعه، ترکمن ها، شابکی و ایزدی ها هستند.
	فروشگاه ها (مطابق با آنچه در سایر اردوگاه های بی خانمان شدگان داخلی در کشورهای عراق و سوریه وجود دارد).	۳۰ واحد ۴۰ متر مربعی شامل: آرایشگاه مردانه و زنانه، نانوايي، میوه و سبزی فروشی، قهوه خانه، رستوران، مرکز ارتباطات، خواربار فروشی، کافی شاپ و ...
	دفاتر خدمات اجتماعی	۳۰ واحد ۸۰ متر مربعی شامل واحد رسیدگی به امور بانوان و کودکان و مرکز اشتغال و کارآموزی بانوان سرپرست خانوار



شکل ۱۲. (چپ) -موقعیت موصل در کشور عراق، (راست) [۳۳]-موقعیت منطقه‌ی مورد نظر برای طراحی اردوگاه در اطراف رود دجله [۳۴]



شکل ۱۳. (چپ) -بخشی از شهر موصل قبل از داعش ۲۰۱۵، (راست) -شهر موصل پس از داعش ۲۰۱۷ [۳۵]

به دلیل وابستگی عمده شهروندان به این بخش از شهر و وجود منزل شخصی خود یا اقوامشان) در انتخاب محل سایت مورد نظر از نقطه نظر نزدیکی به این مکان‌ها اهمیت داشتند. از سوی دیگر، برخی کاربری‌های شهری ساختمان‌ها یا عوارضی هستند (مانند کاربری نظامی، رودخانه، ایستگاه‌های تقویت فشار گاز شهری، ایستگاه‌های پمپ بنزین یا پست‌های برق، تصفیه‌خانه‌ها، کارخانه‌ها و ...) که باید محل استقرار اردوگاه از آنها دور باشد یا با رعایت حرایم در کنار آنها قرار گیرد. البته در کنار همه‌ی این عوامل نزدیکی به پل شاخصه‌ی مهمی است. به این معنی که هر چه مکان اردوگاه به پل نزدیک‌تر باشد، به علت ارتباط بهتر با هر دو سوی رودخانه، مطلوب‌تر است. میزان فاصله‌ی مناسب به متر (حرایم‌ها) در کنار این نوع کاربری‌های خاص طبق جدول شماره ۴ ارائه شده است. شاخص‌های موجود در این جدول در محیط Arc GIS وارد شده و از برآیند آنها بهترین محدوده برای جانمایی اردوگاه مشخص شد (شکل‌های شماره ۱۴ تا ۱۶).

پس از مرور نقشه‌ها و تصاویر یادشده، مطابق با آنچه در بخش خواسته‌های این طرح گفته شده بود و مشابه با برخی تجارب بین‌المللی موفق در مدیریت اردوگاه‌ها این طرح در دو بخش عمده باید طراحی می‌شد. ظرفیت پروژه در مجموع قسمت اول و دوم برای اسکان ۲۰۰۰ نفر در نظر گرفته شده است.

نتایج و بحث

با در اختیار داشتن نقشه‌های مُعرّف لایه‌های مختلف شهری و شناخت محدوده‌ی پیشنهادی طرح، لازم است تا با رجوع به استانداردهای مکان‌یابی، محل استقرار این اردوگاه در محدوده‌ی پیشنهادی مشخص شود. بنابراین برای تعیین مناسب‌ترین مکان برای جانمایی اردوگاه، محدوده‌ی مورد نظر به دو بخش شرقی و غربی رودخانه تقسیم شد؛ سپس عوامل تأثیرگذار بر مکان‌یابی امتیاز داده شد. برای نمونه، دسترسی به راه‌ها، دسترسی به بیمارستان و مدرسه، دسترسی به خرابی‌های شهر

۷۸

ویژه نامه هفته
پدافند غیرعامل
پاییز و زمستان
۱۳۹۹

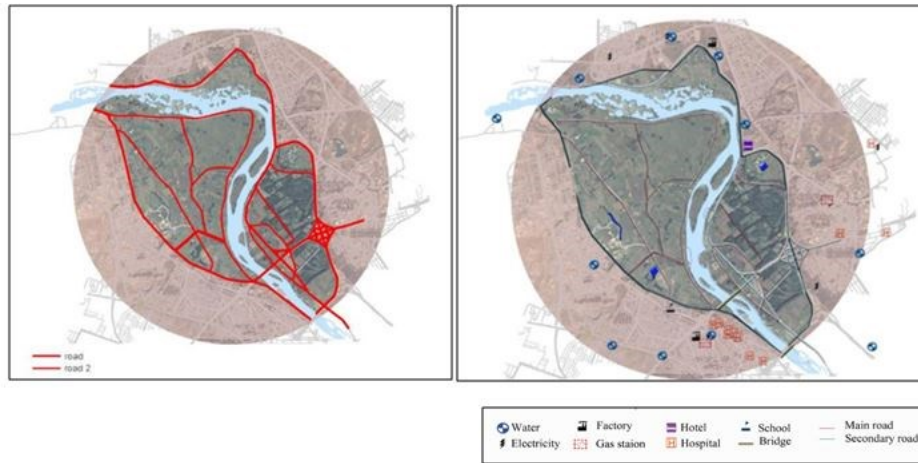
دوفصلنامه
علمی و پژوهشی

بحرین

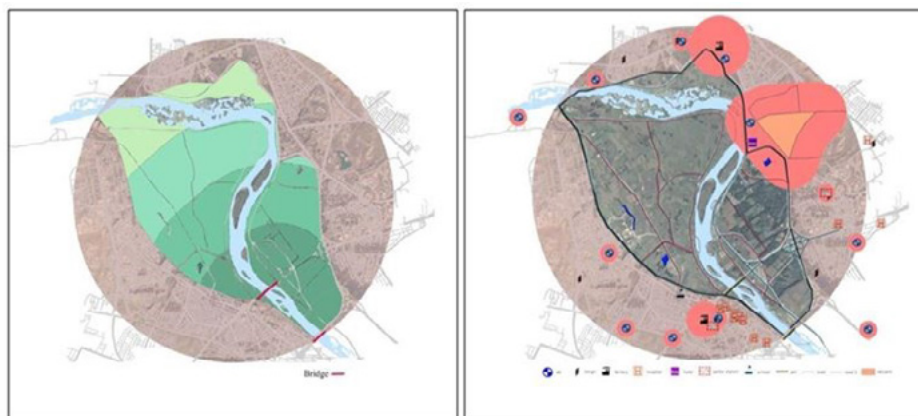
روش طراحی مجموعه اسکان موقت پس از بحران ناشی از جنگ

جدول ۴. شاخص‌های انتخاب مناسب‌ترین مکان برای استقرار اردوگاه [۳۶] و [۳۷]

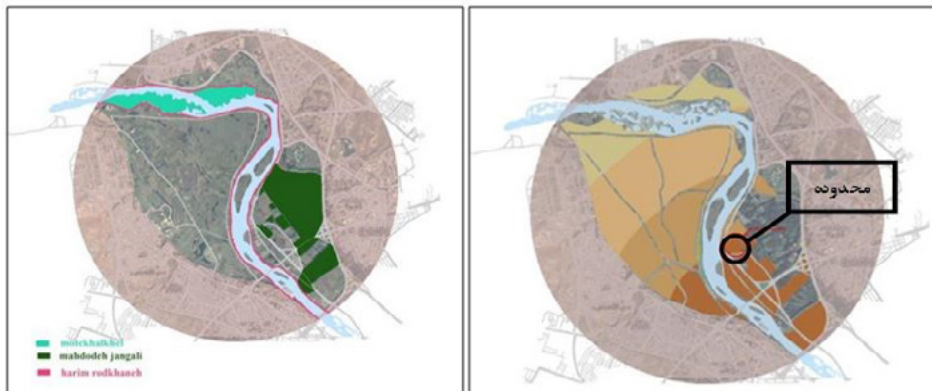
فاصله (متر)	شاخص‌های انتخاب بهترین مکان برای سایت	فاصله (متر)	شاخص‌های انتخاب بهترین مکان برای سایت
۱۷/۵	راه‌های درجه دو	۵۰۰	سایت‌های نظامی
۳۰۰	کارخانه‌ی نوشابه‌سازی نزدیک به محدوده	۴۰	ایستگاه‌های تقلیل یا تقویت فشار گاز
۵۰۰	کارخانه‌ی محصولات لبنی نزدیک به محدوده	۱۵۰	تصفیه‌خانه آب
۱۵۰	ایستگاه پمپ بنزین	۱۸	رودخانه
		۲۲/۵	راه‌های اصلی (درجه یک)



شکل ۱۴. (چپ)-حریم راه‌های درجه یک و درجه دو، (راست)-زیرساخت‌های موجود در محدوده‌ی پیشنهادی



شکل ۱۵. (چپ)-محل پل‌های نزدیک به محدوده‌ی پیشنهادی، (راست)-حریم‌های تأسیسات خطرآزای موجود



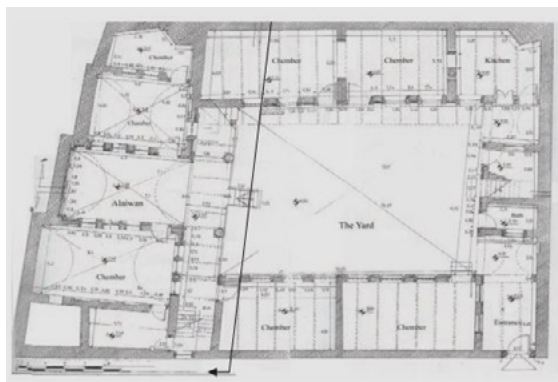
شکل ۱۶. (چپ)-محدوده‌ی جنگل و زمین‌های باتلاقی، (راست)-محدوده‌ی برآیندی مورد نظر برای استقرار اردوگاه

استفاده از مصالح بومی: خاک عمده ماده‌ی موجود در شهر موصل است. خاک با قابلیت عایق گرمایی به عنوان مصالح ساختمانی از دیرباز به صورت خشت و آجر استفاده می‌شده و در سیمای شهر موصل ساختمان‌هایی که با آجر، خشت و سنگ برش خورده ساخته شده‌اند، زیاد به چشم می‌خورد. از همین رو استفاده از نوعی از مصالح که شکل آن یادآور استفاده از آجر یا سنگ‌هایی با ابعاد منظم باشد و در عین حال امکان برچیده شدن واحدهای ساختمانی اردوگاه را پس از مدت زمان مشخصی به قوت خود

ویژگی‌های معماری بومی شهر موصل: معماری موصل همانند بسیاری از شهرهای دنیا در تناسب با آب و هوا، مواد و مصالح در دسترس و فرهنگ مردم این شهر شکل گرفته که بارقه‌هایی از اعمال سلیقه مردم در چگونگی استفاده از اجزای معماری و تزئینات، جلوه‌هایی منحصر به شهرهای عربی را به این شهر بخشیده است. پاره‌ای از این ویژگی‌ها که کوشش شده در طراحی معماری اجزای مورد نیاز اردوگاه استفاده شود، به شرح زیر هستند:



شکل ۱۷. سیستم سازه‌ای طرح [۳۸]



شکل ۱۸. (چپ) - یک نمونه از خانه‌های شهر موصل با حیاط مرکزی [۴۰] - شهرهای عراقی با حیاط مرکزی [۴۰]

در معماری شهر موصل پذیرای تزئینات هستند. اصلی‌ترین عنصر تزئینی بومی که در طراحی این اردوگاه (به‌ویژه طراحی مسجد و واحدهای مسکونی) مورد استفاده قرار گرفت، شناسیل^{۳۶} است. این عناصر در تراس‌ها و پنجره‌های رو به خارج بناها وجود دارند که علاوه بر تنوع در طرح و زیبایی بخشیدن به بناها کارکردهای زیر را هم دارا هستند (شکل ۱۹) [۴۱]:

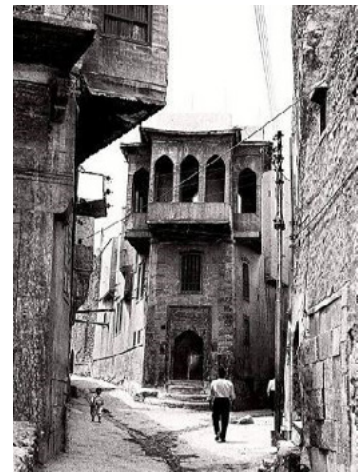
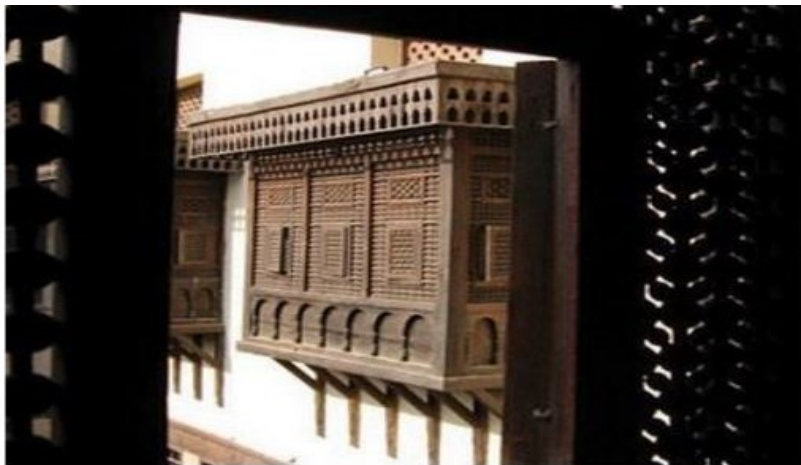
- تنظیم میزان ورود نور به داخل بنا
- محافظت از نور مستقیم خورشید
- تنظیم جریان هوا با ایجاد اندازه‌های متفاوت در سوراخ‌های شبکه تشکیل دهنده شناسیل
- ایجاد محافظت و حریمیت فضایی به دلیل امکان‌پذیری دید از داخل به خارج و ناممکن بودن دید از خارج به داخل بنا

شکل شهرسازی بومی تأثیرگذار بر طراحی اردوگاه: شهر موصل دارای ویژگی‌های شهرسازی ویژه‌ای است که برخی از آنها به شرح ذیل در طراحی بافت اردوگاه استفاده شده است.

- خیابان‌های پیچ در پیچ و ساختمان‌های کوتاه و بلند که منجر به سایه‌اندازی می‌شود.
- برقراری ارتباط میان میادین عمومی با اماکن مذهبی در جهت برپایی مراسم مذهبی، اجتماعی و فرهنگی.
- تقسیم‌بندی شهر به بخش‌هایی که در آنها تمام خدمات پایه در دسترس باشند.

نگه دارد، در طراحی ساختمان‌ها و استفاده از مصالح خاص مد نظر قرار گرفت. جست‌وجو در مورد سیستم‌های سازه‌ای برپاسازی مسکن موقت که صورتی شبیه به آجر داشته باشد، منجر به آشنایی با نوعی از مصالح شد که مانند نوعی اسباب‌بازی کودکان عمل می‌کند؛ به‌طوری‌که بدون ملات در هم درگیر شده و به راحتی هم قابلیت جداسازی و برچیدن کل سازه را دارند. این نوع مصالح هم با استفاده از پلیمرهای خاص و به شکلی خیلی سبک تولید می‌شود. و هم به صورت بلوک‌های بتنی در ابعاد مختلف هم تولید می‌شود. نکته‌ی قابل توجه اینجاست که یکی از کاربردهای این نوع از مصالح در ساخت اسکان موقت پیشنهاد شده است. امروز چند کارخانه در اروپا و آسیا این نوع از بلوک‌ها^{۳۷} را تولید می‌کنند [۳۸].

شکل معماری بومی تأثیرگذار بر طراحی معماری اجزای اردوگاه: درون‌گرایی در معماری شهر موصل صورتی بیرونی است که در پاسخ به فرهنگ و آب و هوای این شهر ایجاد شده است. درون‌گرایی به این معنی است که اجزای یک ساختمان طوری در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند که کمترین بازشو به فضای خارج از مجموعه و بیشترین خروجی و ورودی به فضای ایجاد شده در داخل وجود داشته باشد. عنصری که مجموعه‌ی ساختمان به سمت آن گرد هم می‌آیند، حیاط مرکزی^{۳۵} نامیده می‌شود. این موضوع در خانه‌های اعیانی و مجموعه‌های بزرگ شهر موصل به وفور یافت می‌شود [۳۹] و [۴۰]. استفاده از عناصر تزئینی: قوس‌ها، ستون‌ها، اندود نما، درها، پنجره‌ها، قاب‌های آنها و ساباط‌ها از جمله عناصری هستند که



شکل ۱۹. (چپ) - یک نمونه از شناسیل و فضاهای پشت آن به نام مشربیه، (راست) - یکی از کوچه‌های شهر موصل [۴۱]

عرصه دوم شامل واحدهای مسکونی یک طبقه پراکنده در سایت با خیابان‌کشی شمال-جنوبی، واحدهای مسکونی بزرگ‌تر در ساختمان‌های دو طبقه با کاربری تجاری در طبقه همکف، یک مسجد، یک مدرسه، یک کلیسا، یک درمانگاه، فضاهای سبز و باز و تجهیزات لازم در تأمین شرایط بهداشتی است. در تصاویر بعدی، سایت پلان این مجموعه‌ی اسکان موقت و برخی دیدهای مشخص شده درون آن نمایش داده می‌شود.

نتیجه‌گیری

نبود پناهگاهی موقت و مناسب با وضعیت آن دسته از شهروندان موصل که خواهان بازگشت به دیارشان بودند تا موعد به پایان رسیدن بازسازی شهر در آن اقامت کنند، باعث شد تا این طرح مورد توجه بسیاری از شرکت‌ها و سازمان‌های بین‌المللی قرار گیرد. این اقامتگاه در قالب پناهگاه‌های قابل استفاده در کاربری‌های دوگانه به واسطه خاصیت برپایی و برچینی آسان و سریع در مدتی که خانه‌های مردم و شهر در حال بازسازی است،

- همگرایی و تقارب ساختمان‌ها؛ به گونه‌ای که یک قطعه معماری در برابر عوامل اقلیمی مقاوم می‌کند.
- خیابان‌های بن‌بست در شبکه‌ی راه‌های پیچ در پیچ به گونه‌ای که باد در انتهای کوچه اسباب تهویه خانه‌ها را فراهم کند.
- جهت‌گیری شمالی-جنوبی خیابان‌ها که منجر شده تا ساختمان‌ها و راه‌ها برای مدتی طولانی در طی روز با گرمای خورشید مواجه نباشند.
- دو اشکوبه بودن ساختمان‌ها دریافت قدیم؛ به طوری که در کنار خیابان‌های اصلی طبقه‌ی همکف تجاری و طبقه بالا مسکونی است [۴۱].

موارد یادشده در مورد ویژگی‌های لازم در مکان‌یابی اردوگاه، فضاهای مورد نیاز برای طراحی و ویژگی‌های معماری و شهرسازی بومی شهر موصل به طراحی زیر منجر شد. همان‌گونه که توضیح داده شد، این طرح در دو عرصه؛ عرصه‌ی اول برای اسکان جمعی بازگشتگان و انجام کمک‌های اولیه بشردوستانه و در



شکل ۲۰- دید کلی به مجموعه‌ی طراحی شده و کاربری‌های عمده پراکنده در آن



شکل ۲۱. (راست)-سایت پلان و نحوه‌ی جانمایی کاربری‌های سایت اسکان موقت و دید به مسجد (چپ/پایین)، واحدهای دو طبقه (چپ/وسط و واحدهای یک طبقه (چپ/بالا))

شد. در برخی بناهای دو طبقه، طبقه‌ی همکف به کاربری‌های عمومی و تجاری اختصاص یافته تا همچنان فضاهای گردهمایی و هم‌معیشت اهالی رونق داشته باشند.

پی‌نوشت

- 1.Settle
- 2.Process
- 3.Product
- 4.ISIL (Islamic State of Iraq and Levant)
- 5.Tigris River
- 6.UNHCR (United Nations High Commissioner for Refugees)
- 7.Transitional Settlement
- 8.Internal Displaced Persons (IDP)
- 9.Asylum Seekers
- 10.Corsellis- Vitale
- 11.Refugees
12. United Nations Relief and Rehabilitation Administration (UNRRA)
- 13.International Red Cross
14. International Tracing Service
- 15.Scopje

امکان‌پذیری از شهروندانی را که به موصل بازگشته‌اند، خواهد داشت و پس از طی این دوران می‌تواند با کاربری رفاهی، اقامتی و گردشگری به خود گرفته یا به راحتی برجیده شده و در جای دیگر با مقتضیات دیگر برپا شود. مکان‌جانمایی این طرح در کرانه‌های رود دجله قرار دارد که این امر به دلیل آسیب دیدگی کمتر، منظر مناسب‌تر و همچنین به خاطر فاصله‌ی مناسب از بخش‌های ویران‌شده‌ی شهر و مجاورت با اماکن رفاهی، اقامتی و گردشگری شهر در گذشته است. از طرفی به این ترتیب امکان اسکان برای اهالی هر دو طرف رودخانه برقرار است.

بر مبنای روش کاربرمحور کوشش شد تا مواردی که در جانمایی و شکل‌گیری طرح مؤثر هستند، در قالب نیازهای کاربران و هم‌اقتضائات زمینه‌ی طرح مورد شناسایی قرار گیرند. از همین رو، علاوه بر رعایت حداکثر استانداردهای طراحی موضوعی خاص مانند مجموعه‌ی اقامتگاه موقت از قبیل رعایت حداقل سرانه‌ها به متر مربع برای اهالی در فضای باز و بسته و استانداردهای خدماتی و بهداشتی، تلاش شده تا از شناخت و لحاظ کردن تأثیر موارد زمینه‌ای مانند دین، فرهنگ و مذهب تا ویژگی‌های معماری و شهرسازی شهر موصل و ملاحظه‌ی نکات مرتبط با اقلیم خاص این شهر غفلت نشود.

بر این اساس این مجموعه در قالب خیابان‌کشی‌های شمالی و جنوبی و با مرکزیت بناهای مذهبی در میان اردوگاه طراحی شد. واحدهای اسکان هم در دو نوع یک طبقه و دو طبقه با الحاقاتی شبیه عناصر کاربردی و زیبایی‌شناسانه شهرهای عراقی طراحی



3. Wyman, Mark. (1998) "Europe's Displaced Persons 1945-1951", reprinted Cornell University Press, ISBN O-8014-8542-8.
4. Biega, B.C.(1996). "Thirteen is My Lucky Number, The Dramatic True Story of a Polish Resistance Fighter" Chapters 7 and 8, Syrena Press, ISBN 157087204X.
5. https://en.wikipedia.org/wiki/Displaced_persons_Camps_in_Post_World_War_the_second_Europe#Cite_note_13.
6. Geipel, R. (1991). "Long-term consequences of disasters: The reconstruction of Friuli, Italy in its international context", 1976-1988. New York: Springer: 45-46.
7. UNDRO. (1982). "Shelter after disaster: Guidelines for assistance". New York.
8. Nocera, F. and et al. (2020). "Passive house as temporary housing after disasters". Renewable Energies and Power Quality Journal, ISSN 2172-038 X, Volume No.18, June 2020
۹. هایاکاوا، کازوتاکا، "آسیب‌ها و اقدامات اضطراری در شهر آماگاسی در هنگام زلزله کوبه"، کارگاه تخصصی زندگی ایمن در برابر زلزله، ۱۳۸۳، ص ۲۱.
۱۰. ساناکومو، تاکاما، "خسارات ناشی از زلزله-پیش‌بینی خسارات و اقدامات مقابله‌ای در توکیو، ژاپن"، مجموعه مقالات سوانح، پیشگیری و امداد، مرکز تحقیقات مسکن، ۱۳۷۲.
۱۱. انصاری، حمیدرضا (۱۳۸۲)، "اسکان موقت، رویکردها و سیستم"، فصلنامه آبادی، سال سیزدهم، شماره ۴۱.
12. Bris, P. and Bendito, F. (2019). "Impact of Japanese Post-Disaster Temporary Housing Areas' (THAs) Design on Mental and Social Health". International journal of Environmental Research and Public Health, 2019, 16, 4757.
13. <https://www.theguardian.com/world/2017/aug/24/the-school-beneath-the-wave-the-unimaginable-tragedy-of-japans-tsunami>
14. En.m.wikipedia.org
15. <https://www.npr.org/sections/parallels/2016/03/11/469857023/5-years-after-japan-disasters-temporary-housing-is-feeling-permanent>
16. Johnson, C. (2006). "Impacts of prefabricated temporary housing after disasters: 1999 earthquakes in Turkey". Habitat International, 8-10.
17. Jalali, R. (2002). "Civil society and the state: Turkey after the earthquake". Disasters, 26(2).
18. 2004, "Study of temporary housing planning, organization, production phases and research of their re-use potentials after usage: example of Duzce province", 28.
۱۹. بحرینی، سیدحسین و آخوندی، عباس، "مدیریت بازسازی مناطق آسیب‌دیده از سوانح طبیعی"، دانشگاه تهران، چاپ اول، ۱۳۷۹، ص ۱۰۰.
۲۰. بنیاد مسکن انقلاب اسلامی، "مرکز مطالعات مقابله با سوانح طبیعی ایران، نقش الگو فرم و اندازه سکونتگاه‌ها در کاهش خطرات زلزله"، جلد دوم، ۱۳۷۳-۲، ص ۱۴۳.
۲۱. فلاحی، علیرضا، زلزله بم. «مروری بر فرآیند عملیات امداد و اسکان موقت»، نشریه علمی-پژوهشی صفه، شماره ۳۷، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده معماری و شهرسازی، ۱۳۸۲، ص ۱۵.
۲۲. خاتم، اعظم، «شهر ویران و گروه‌های بازمانده اجتماعی»، ویژه نامه زلزله
۱۶. Irpinia (منطقه‌ای در ایتالیا است که در سال ۱۹۸۰ زمین‌لرزه‌ای به بزرگی ۶/۵ ریشتر منجر به کشته شدن ۲۴۸۳ نفر و زخمی شدن ۸۹۳۴ نفر و بی‌خانمان شدن ۲۵۰ هزار نفر شد).
17. Bungalow
18. Messina (Sicily)
۱۹. Kobe - این زلزله با بزرگی ۷/۳ ریشتر در صبح روز هفدهم ژانویه سال ۱۹۹۵ در بخش شمالی جزیره آواجی رخ داد.
20. Fukushima
۲۱. Tohoko - این زلزله که در ۱۱ مارس ۲۰۱۱ به قدرت ۹ ریشتر در نزدیکی سندی در استان میاگی و در شمال شرقی ژاپن رخ داد. بیش از ۱۸ هزار نفر در سونامی ایجادشده به وسیله‌ی این زمین‌لرزه جان خود را از دست دادند.
۲۲. Duzce - در سال ۱۹۹۹ دو زلزله با بزرگی ۷/۲ و ۷/۴ در مقیاس ریشتر در این شهر به وقوع پیوست که در آن ۱۹ هزار نفر کشته و ۵۰ هزار نفر مجروح شدند. همچنین ۳۰۰ هزار مسکن و اقامتگاه و ۵۰ هزار واحد صنعتی نیز به طور کامل تخریب شدند.
23. Temporary Shelter
24. Temporary Housing
25. Permanent Housing
۲۶. در سحرگاه جمعه پنجم دی‌ماه ۱۳۸۲ زلزله مهیبی با شدت ۶/۵ درجه در مقیاس ریشتر، شهر بم و روستاهای اطراف آن را به لرزه درآورد. در این زلزله بیش از ۴۰ هزار تن کشته، ۳۰ هزار تن مجروح و در حدود ۷۵ هزار تن بی‌خانمان شدند.
۲۷. زلزله ۱۱ فروردین ۱۳۸۵ به بزرگی ۶/۱ در مقیاس ریشتر که به فوت ۶۳ نفر و زخمی شدن ۱۴۵۰ منجر شد، به ۳۲۰ روستا خسارت وارد کرد و ۶۰ روستا در این زلزله کاملاً از بین رفت.
۲۸. زلزله‌ی ۲۱ آبان ۱۳۹۶ به بزرگی ۷/۳ در مقیاس ریشتر در نزدیکی ازگله استان کرمانشاه که به فوت ۶۲۰ نفر، زخمی شدن ۹۳۸۸ و بی‌خانمان شدن ۷۰ هزار منجر شد.
29. Haj Ali, Hassan Shams, and Qayarrarh Camps
30. User Centered Design (UCD)
31. Donald Norman
32. Motif
33. United Nations Human Settlements Programme in Iraq (UN-Habitat) 2016
۳۴. مشهور به Lego Concrete و Ever Block
۳۵. حیاط مرکزی فضای روبازی است که به‌وسیله‌ی دیوارهای ساختمان یا نزدیک به ساختمان احاطه شده است. این فضا اغلب با گیاهان و درختان پوشیده شده و با استفاده از حوض و فواره هوای گرم را تلطیف می‌کند. از این نوع معماری در طراحی مدرسه در این اردوگاه استفاده شده است.
36. Shanashheel

منابع

1. United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR), 2007.
2. Corsellis. T. & Vitale. A. (2005), "transitional settlement, displaced population", University of Cambridge.

traditional house".

41. AyyashAhmed basil(2015). "Sustainability in vernacular architecture of Iraq and its applicability in modern residential buildings in Iraq region", a thesis submitted to the graduate school of natural and applied sciences of çankaya university.

بم، انجمن جامعه‌شناسی ایران، شماره ۱۲، ۱۳۸۳، ص ۲.

23. EERI Special Earthquake Report April 2004, "Learning from Earthquakes, Preliminary Observations on the Bam, Iran, Earthquake of December 26, 2003"
24. Hadaifi, F. Fallahi, A.(2010). "Temporary housing respond to disasters in developing countries -Case study: Iran-Ardabil and Lorestan Province Earthquakes", International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business and Industrial Engineering Vol:4, No:6.
25. <https://www.tasnimnews.com/fa/news/1397/03/30/1751271>
26. IOM Iraq. (2019). "West Mosul Perception and Return and Reintegration among Stayees, IDPs and Returnees". Report drafted by Mara Revkin and Delair Jebari.
۲۷. خرم، مهدی، طیرانی نجران، مهسا و صادقی نائینی، حسن (۱۳۹۳). «معیارهای طراحی سربینه موقت با رویکرد زلزله (مطالعه موردی خراسان رضوی)»، نشریه علمی پژوهشی انجمن معماری و شهرسازی ایران، صص ۹۵ تا ۱۰۶.
28. Maguire, M. (2001). "Methods to support human-centered design", International Journal of Human-Computer Studies, No. 4, Vol. 55, pp. 587-634.
۲۹. فلاحی، علیرضا (۱۳۸۶). «معماری سکونتگاه‌های موقت پس از سوانح»، مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
30. United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR). (2007). "Handbook for Emergencies (3rd ed.)". Geneva: United Nations High Commissioner for Refugees.
31. University of Cambridge (2003). "Guidelines for the construction of emergency relief infrastructure".
32. UN HABITAT. (2016). "City Profile of Mosul, Iraq Multi-sector assessment of a city under siege"
33. <https://www.Archstorming.com>
34. <https://edition.cnn.com/2016/08/03/middleeast/iraq-british-saddam-palace-isis/index.html>
35. <https://www.geospatialworld.net/blogs/satellite-imagery-reveals-devastation-of-mosul>
36. Environmental Protection Authority, (2005). "Guidance for the Assessment of Environmental Factors, Separation Distances between Industrial and Sensitive Land Uses", Western Australia.
37. Department of Environment Ministry of Natural Resources and Environment Malaysia(2012), Guidelines For Siting and Zoning of Industry and Residential Areas
38. <https://www.Mobile Factory.com>
39. Thanoon,Ahmed Abdel Wahid, (2001) "Building materials and its impact on the achievement of the architectural style of the Mosulian house", research presented to the Conference of Architecture in Mosul, reality and the future prospects, the Center for Studies of Mosul, the University of Mosul, Iraq.
40. Thanoon, Ahmad Abdul-Wahid, (2007) "Popular architecture of the old city of Mosul the architecture of the

ارزیابی آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده شهری از منظر پدافند غیرعامل با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی نمونه موردی: شهر اردبیل

علی قنبری نسب: استادیار، دانشگاه صنعتی مالک اشتر

حامد قلعه اصل*: دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شهری دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) قزوین.

حامد نوری: دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شهری دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) قزوین.

جهان آقا غنی زاده: پژوهشگر دانشگاه صنعتی مالک اشتر.

فیروز رنجبر: پژوهشگر دانشگاه صنعتی مالک اشتر.

تاریخ دریافت: ۹۸/۵/۲۵

تاریخ پذیرش: ۹۸/۸/۲۸

چکیده

همزمان با رشد و گسترش شهر و شهرنشینی، شهرها با ابعاد تازه‌ای از تهدیدات و با حجم بالایی از صدمات و آسیب‌های ناشی از آن به علت تمرکز جمعیت و ثروت در خود مواجه می‌شوند. بر این اساس ارزیابی آسیب‌پذیری شهرها در مقابل مخاطرات محیطی و تدوین راهکارهای مناسب برای کاهش خسارات امری اجتناب‌ناپذیر است. شهر اردبیل به واسطه موقعیت راهبردی و مرزی خود در شمال غرب کشور ایران، همواره یکی از نقاط در معرض تهدید توسط دشمن محسوب می‌شود. در این میان بافت‌های فرسوده به سبب مشکلات و نارسایی‌های کالبدی، اجتماعی و اقتصادی آسیب‌پذیری به مراتب بیشتری نسبت به سایر نقاط شهری دارند. بدین ترتیب هدف اصلی پژوهش حاضر، ارزیابی میزان آسیب‌پذیری بافت فرسوده شهر اردبیل از منظر پدافند غیرعامل است. این پژوهش براساس روش تحقیق توصیفی-تحلیلی و بر حسب هدف کاربردی است و همچنین روش جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی است. در این پژوهش ابتدا با توجه به شرایط ویژه بافت فرسوده شهر اردبیل و همچنین بررسی مطالعات تحقیقات پیشین ۱۰ شاخص به منظور ارزیابی میزان آسیب‌پذیری تعریف شد؛ سپس متناظر با هر یک از شاخص‌ها زیر شاخص‌هایی در نظر گرفته شده است. در مرحله بعد با استفاده از نظرات کارشناسان هر کدام از معیارها و شاخص‌ها با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و در محیط نرم‌افزار Expert Choice وزن‌دهی و اولویت‌بندی می‌شوند و در انتها با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) نقشه‌های آسیب‌پذیری بافت فرسوده شهر اردبیل تهیه می‌شود. نتایج کلی تحقیق حاکی از آن است که ۴۷٫۸۳ درصد از قطعات واقع در محدوده بافت فرسوده دارای آسیب‌پذیری زیاد، ۳۳٫۷۱ درصد آسیب‌پذیری متوسط و ۱۸٫۴۶ درصد هم از آسیب‌پذیری کمی برخوردارند.

کلید واژه: آسیب‌پذیری، پدافند غیرعامل، بافت فرسوده، شهر اردبیل، روش تحلیل سلسله مراتبی

Vulnerability Assessments of Decayed Urban Fabric with Passive Defense Principles Using AHP Method Case Study: City of Ardabil

Ali Ghanbary Nasab¹, Hamed Ghale As^{2*}, Hamed Nouri³, Jahan Agha Ghanizade⁴, Firoz Ranjbar⁵

Abstract

As the city grows and expands and urbanization, cities are facing new dimensions of threats and a high volume of damage due to the concentration of population and wealth. Therefore, the vulnerability assessment of cities to environmental hazards and developing appropriate strategies to reduce losses is inevitable. The city of Ardebil, due to its strategic and border position in the northwest of Iran, has always been considered as one of the areas threatened by the enemy. But it is more vulnerable to other urban points due to problems and failures of physical, social and economic problems. Thus, the main purpose of the present study is to assess the vulnerability of the decayed urban fabric of the city of Ardabil from the point of passive defense. This study is applied and the general approach is descriptive-analytical and data and information is mainly collected through field methods (interview and observation). In the present study, based on the specific conditions of the decayed urban fabric of Ardebil city, as well as previous research studies, ۱۰ indexes have been defined to assess the vulnerability, and sub-indexes have been considered for each index. In the next step, using the expert's opinions, each criterion and indicators are weighted and prioritized using AHP method in Expert Choice software and finally using GIS maps the vulnerability maps of the decayed urban fabric of the city of Ardabil is provided. The results shows that ۴۷٫۸۳% of the fragments located in the decayed urban fabric area had a high vulnerability, ۳۳٫۷۱% moderate vulnerability and ۱۸٫۴۶% had low vulnerability.

Keywords: Vulnerability, Passive Defense, Decayed Urban Fabric, City of Ardabil, AHP

1. Assistant Professor, Malek ashtar University of Technology, Tehran, Iran.
2. Master Student of Urban Planning Imam Khomeini International University.
3. Master Student of Urban Planning Imam Khomeini International University.
4. Researcher MUT.
5. Researcher MUT.

۸۵

ویژه نامه هفته
پدافند غیرعامل

پاییزه زمستان
۱۳۹۹

دوفصلنامه
علمی و پژوهشی



ارزیابی آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده شهری از منظر پدافند غیرعامل با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی

صادق هستند و به سبب آنکه عمده بافت فرسوده و آسیب‌پذیر شهر اردبیل در نواحی مرکزی و دارای میراث تاریخی آن واقع شده، اهمیت توجه به ملاحظات دفاعی در ساماندهی و تعدیل شرایط این نوع بافت‌ها را دوچندان کرده است. در زمینه موضوع پژوهش حاضر در داخل کشور مطالعات گسترده‌ای انجام شده که عمده آنها آسیب‌پذیری کالبدی شهرها و بافت‌های شهری را در مواقع بروز بحران‌های طبیعی همچون زلزله ارزیابی کرده‌اند. از جمله این پژوهش‌ها به صورت خلاصه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

در سال ۱۳۸۷ عزیزی و اکبری مدل آسیب‌پذیری خاصی را برای زلزله پیشنهاد می‌کنند که شامل دو دسته معیار زمین‌ساخت و انسان‌ساخت است و هر یک شامل چند زیرمعیار می‌شود. در این مدل با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی^۱ نقشه‌های آسیب‌پذیری ناشی از هر یک از معیارها تعیین شده و سپس با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی^۲ معیارها نسبت به یکدیگر وزن‌دهی و سنجیده شده و مدل نهایی آسیب‌پذیری بافت ارائه شده است. عزیزی و برنافر (۱۳۹۱) در تحقیقی با عنوان «ارزیابی آسیب‌پذیری شهری ناشی از حملات هوایی با نمونه موردی ناحیه ۱ از منطقه ۱۱ شهر تهران»، آسیب‌پذیری بلوک‌های ساختمانی این محدوده را با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی ارزیابی و در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی پیاده‌سازی کرده‌اند. یافته‌های این ارزیابی نشان می‌دهد که در مجموع ۹۲٫۴ درصد بلوک‌های ساختمانی واقع در محدوده دارای آسیب‌پذیری متوسط به بالا هستند. فرض اساسی در این تحقیق بر شباهت بسیار بالای مدل‌سازی آسیب‌پذیری ناشی از زلزله و حملات هوایی استوار بوده است. سیاوش حاجی‌اکبری (۱۳۹۰) تحقیقی را با عنوان «مدل‌سازی آسیب‌پذیری محیط‌های شهری از نظر کالبدی؛ مطالعه موردی: شهر اصفهان» انجام داده است. در این تحقیق هم روش AHP برای وزن‌دهی شاخص‌ها مورد استفاده قرار گرفته؛ اما آسیب‌پذیری در محیط GIS پیاده‌سازی نشده است. مجتبی زارع و همکاران (۱۳۹۵) تحقیقی با عنوان ارزیابی آسیب‌پذیری بافت فرسوده شهر مرودشت در برابر زلزله با استفاده از تکنیک AHP و ارائه پهنه‌بندی نهایی آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده شهر مرودشت در محیط GIS انجام داده‌اند و در این مسیر از ۹ شاخص کالبدی به منظور ارزیابی و تحلیل آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده استفاده کرده‌اند.

در این پژوهش سعی شده تا با رجوع به مطالعات پیشین و مبانی نظری، معیارها و شاخص‌های مرتبط با سنجش میزان آسیب‌پذیری بافت‌های شهری در مواقع بروز مخاطرات انسانی و طبیعی به دست آمده و سپس با مقایسه دو به دویی معیارها و زیرمعیارها و وزن‌دهی آنها در محیط تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و تفلیق آن با اطلاعات مکانی مرتبط با هر یک از بافت‌های فرسوده شهر اردبیل در محیط GIS در نهایت با روی هم‌گذاری لایه‌ها، پهنه‌بندی نهایی آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده ارائه شود. بدین ترتیب هدف اصلی در این پژوهش سنجش میزان آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده شهر اردبیل در مواقع بروز تهدیدات نظامی و طبیعی بوده که در نهایت به ارائه راهبردها و

عصر حاضر، عصر آسیب‌پذیری شهری است؛ زیرا همزمان با پیچیده شدن حیات شهری، شهرها در ابعاد مختلف با مخاطرات طبیعی و بحران فناورانه از یک سو و بحران‌های اجتماعی-امنیتی از سوی دیگر مواجه می‌شوند [۱]. توسعه سلاح‌های دوربرد و افزایش قدرت تخریب آنها از دوران جنگ دوم جهانی، آسیب‌پذیری شهرها در برابر تهاجم نظامی را از محدودیت‌های زمان و مکان به طور کامل آزاد و بی‌دفاعی شهرها را تکمیل کرد و این موضوع باعث شد تا کشورها به روش‌های کاهش آسیب‌پذیری در مقابل حملات نظامی اهمیت مضاعفی دهند که خود در حوزه پدافند غیرعامل و روش‌های مرتبط با آن جای می‌گیرد [۲]. انهدام سازه‌ها و ساختمان‌ها، شبکه راه‌ها و دسترسی‌ها، تأسیسات اساسی و زیربنایی که اختلال در هر یک از آنها موجب بروز مشکلات عدیده‌ای در داخل شهرها می‌شود، موجب شده که توجه دشمن به این نوع مراکز بیش از پیش معطوف شود. به عنوان مثال در جنگ ۳۳ روزه لبنان، اولین اهداف رژیم صهیونیستی را تأسیسات و تجهیزات شهری و مراکز حساس و مهم تشکیل می‌داد تا از این طریق فشار را بر مردم بیشتر کرده و قوای نظامی را مجبور به تسلیم کند [۳]. در این میان بافت‌های فرسوده شهری از یک سو به سبب مصالح نامناسب بناها و مساکن، واحدهای مسکونی فرسوده، عمر بالای بناها، دسترسی‌های نامناسب و معابر پر پیچ و خم، کمبود فضاهای باز، کمبود خدمات شهری، فشردگی بافت و عواملی از این قبیل، آسیب‌پذیری این نوع بافت‌ها در مواقع بروز بحران‌های انسان‌ساخت از قبیل جنگ، بحران‌ها و مخاطرات طبیعی همچون سیل، زلزله، رانش زمین و ... افزایش یابد و از سوی دیگر به سبب وجود مراکز مهم جمعیتی همانند مساجد جامع، مراکز اقتصادی حیاتی شهر همچون بازار تاریخی و مرکزی شهر، وجود مراکز و عناصر تاریخی، هویتی و فرهنگی و همچنین قرارگیری برخی از مراکز اداری و سیاسی مهم شهری در دل این نوع بافت‌ها که عمدتاً شامل نواحی مرکزی شهر و هسته اولیه آن می‌شود، بافت‌های فرسوده شهری را به یک نقطه هدف مناسب برای دشمن بدل می‌کند که در صورت تهاجم، میزان تلفات جانی و مالی در آن به شدت افزایش خواهد یافت. با توجه به نقش و جایگاه شهر اردبیل در مرزهای شمال غربی که به عنوان یکی از مناطق مرزی و سرحدی (همسایگی با کشور آذربایجان) محسوب می‌شود و همچنین یکی از کلانشهرهای کشور ایران است که طبق سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ کشور ۵۲۹ هزار و ۳۷۴ نفر جمعیت داشته و عمده منابع و دارای‌هایی استان اردبیل در این شهر تمرکز یافته است؛ شهر اردبیل در صورت وقوع تهدیدات نظامی توسط سایر کشورها و همسایگان همواره مورد تهدید و فشار قرار خواهد گرفت. بافت فرسوده مصوب کمیسیون ماده ۵ در شهر اردبیل ۹۶۳ هکتار مساحت دارد و معادل ۱۶ درصد از مساحت کل شهر را به خود اختصاص می‌دهد. مشکلاتی که پیشتر به صورت کلی در مورد بافت‌های فرسوده و حول محور مشکلات و تهدیدات کالبدی گفته شد، در مورد بافت‌های فرسوده شهر اردبیل هم کاملاً

پیشنهادهایی در زمینه تعدیل و کاهش میزان آسیب پذیری در آن منجر می شود.

روش تحقیق و ابزارها

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از منظر روش انجام توصیفی-تحلیلی است. فضای پژوهش، محدوده بافت فرسوده مصوب شهرداری و جامعه آماری پژوهش، تعدادی از مسئولان و کارشناسان دستگاه های اجرایی و اساتید دانشگاهی در زمینه پدافند غیرعامل و شهرسازی هستند. در این پژوهش جهت دستیابی به اطلاعات مورد نیاز از منابع کتابخانه ای و بررسی های میدانی استفاده شده است. بدین صورت که ابتدا با مطالعات کتابخانه ای و بررسی مبانی نظری و همچنین پس از شناسایی نتایج مطالعات پیشین، معیارها و شاخص های آسیب پذیری بافت های فرسوده شهری در مقابل مخاطرات استخراج شده و سپس با استفاده از روش های میدانی همچون مصاحبه و طراحی پرسشنامه، معیارها و شاخص های به دست آمده در قالب تحلیل سلسله مراتبی و مقایسه دو به دویی آنها توسط کارشناسان وزن دهی و امتیازبندی شدند. برای وزن دهی شاخص ها با روش تحلیل سلسله مراتبی از نرم افزار Expert Choice استفاده شده و در محیط این نرم افزار اولویت شاخص ها نسبت به همدیگر تعیین خواهد شد. در مرحله بعد پس از محاسبه وزن شاخص ها و ضریب سازگاری^۲ و تأیید آن در مقایسه با مقدار استاندارد (کمتر از ۰.۱) در جدول ساعتی، مقدمات لازم برای مرحله تحلیل و ترکیب شاخص ها به منظور تعیین مناطق آسیب پذیر فراهم می شود. بدین منظور برای هر کدام از شاخص های ۱۰ گانه تحقیق، نقشه آسیب پذیری به صورت لایه های مجزا تهیه شد. برای ترکیب لایه ها با همدیگر مطابق با وزن هر کدام از شاخص های به دست آمده از روش weighted

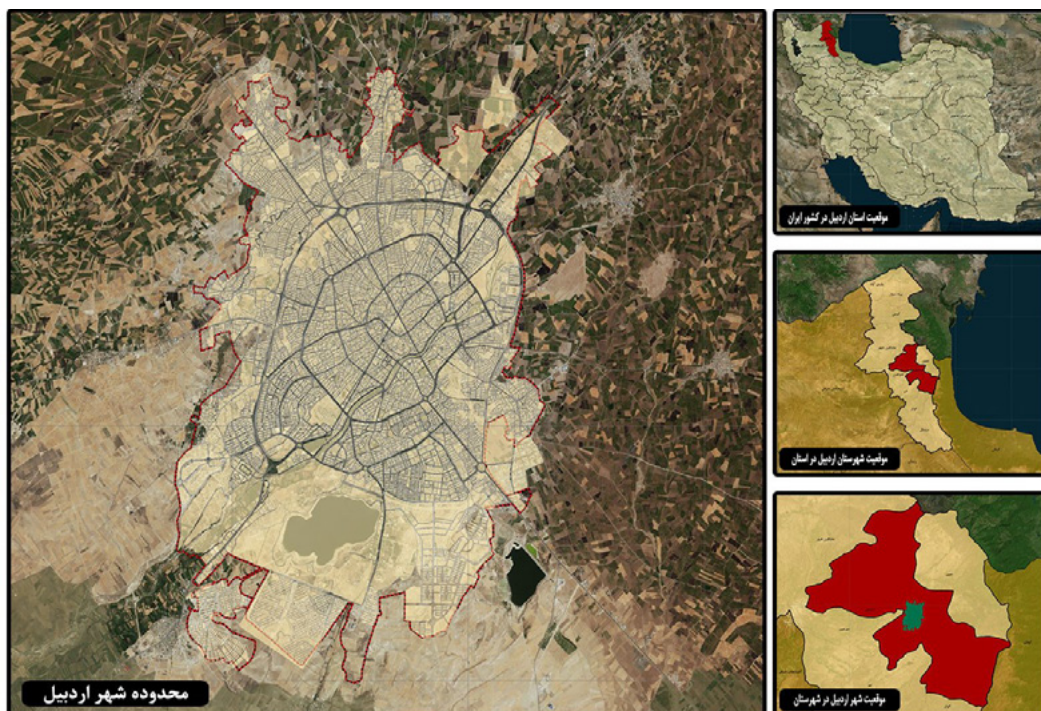
overlay (همپوشانی وزن دار) از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده شده و با استفاده از این روش وزن هر کدام از شاخص ها در آن شاخص تأثیر داده شده است؛ سپس لایه های مربوط به هر کدام از شاخص ها در GIS با هم ترکیب و در نهایت نقشه نهایی و پهنه بندی آسیب پذیری بافت فرسوده شهرداری استخراج شده و نقاط آسیب پذیر آن مشخص می شود.

بستر فضایی-مکانی محدوده مورد مطالعه (نمونه موردی)

شهرداری به عنوان مرکز استان اردبیل در بخش جنوبی حوزه آبریز قره سو و در میانه دشت اردبیل و در مدار ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی و نصف النهار ۴۸ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی در ارتفاع ۱۳۴۸ متری از سطح دریا واقع شده است. فاصله آن تا شهر تبریز ۲۱۹ کیلومتر و تا شهر تهران ۵۹۱ کیلومتر است. اردبیل در سال ۱۳۰۴ شمسی به شهر تبدیل شده است و با تأسیس استان اردبیل در سال ۱۳۷۲ شمسی، شهر اردبیل به عنوان مرکز استان شناخته شده است [۷]. طبق سرشماری سال ۱۳۹۵ جمعیت شهر اردبیل ۵۲۹ هزار و ۳۷۴ نفر است [۸]. تصویر شماره ۱ نشان دهنده موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه است.

محدوده بافت فرسوده مصوب شهرداری

محدوده بافت های فرسوده شهرها بر مبنای شاخص های فرسودگی کالبدی تعریف شده در مصوبه ۱۶ خرداد ۱۳۸۴ شورایی شهرسازی و معماری ایران و اطلاعات ارائه شده از سوی سازمان مسکن و شهرسازی و مشاوران تهیه کننده طرح های جامع تفصیلی مشخص و پس از کنترل میدانی توسط شرکت مادر تخصصی عمران و بهسازی تعیین می شوند. بدیهی است هر گونه مداخله در جهت



تصویر ۱: موقعیت جغرافیایی شهر اردبیل

تجمیع و نوسازی می بایست در چارچوب طرح های ویژه بهسازی و نوسازی باشد تا به تصویب شرکت عمران شهری و کمیسیون ماده ۵ برسد. طبق مصوبه یادشده شاخص های تعیین فرسودگی کالبدی بافت شهری به قرار زیر هستند:

شاخص یک: بلوک هایی با بیش از ۵۰ درصد قطعات کمتر از ۲۰۰ متر مربع؛ شاخص دو: بلوک هایی که بیش از ۵۰ درصد بناهای آن فرسوده (فاقد سیستم سازه ای) و به عبارتی ناپایدار و غیراستاندارد باشند؛ شاخص سه: بلوک هایی که بیش از ۵۰ درصد معابر آنها کمتر از ۶ متر باشد [۹].

محدوده مصوب بافت فرسوده شهر اردبیل در تصویر شماره ۲ مشخص شده است. طبق این نقشه بافت فرسوده ۹۶۳ هکتار مساحت داشته و معادل ۱۶ درصد از مساحت قانونی شهر را به خود اختصاص داده است. همان گونه که مشاهده می شود، عمده بافت های فرسوده در مناطق مرکزی شهر قرار گرفته اند؛ مناطقی که هسته اولیه شهر را شکل داده اند و طی رشد و توسعه گسترده شهر ارزش های خود را از دست داده و به تدریج رو به فرسایش و فرسودگی کالبدی، اقتصادی و اجتماعی نهاده اند.

نظریه و مبانی نظری

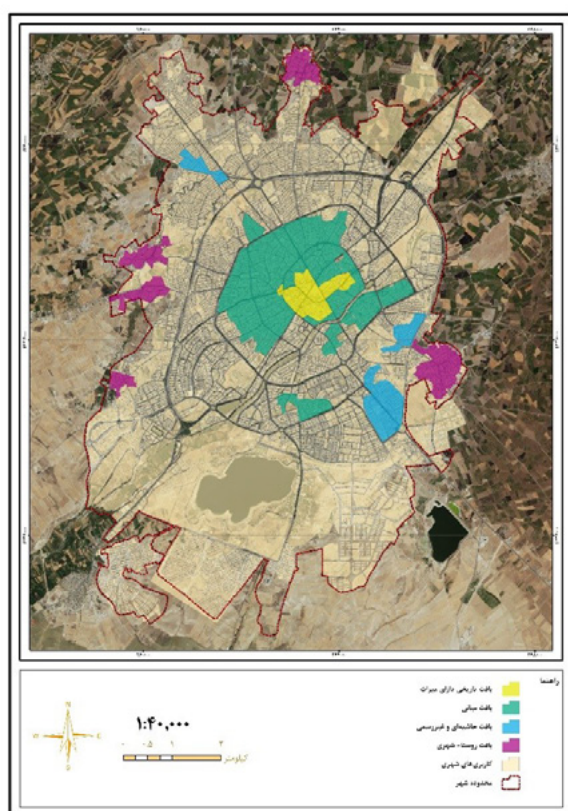
بافت فرسوده شهری

بافت فرسوده شهری به عرصه هایی از محدوده قانونی شهرها اطلاق می شود که به دلیل فرسودگی کالبدی، عدم برخورداری مناسب از دسترسی سواره، تأسیسات، خدمات و زیرساخت های شهری آسیب پذیر بوده و عمدتاً از ارزش مکانی، محیطی و

اقتصادی نازلی برخوردارند. پیامد فرسودگی بافت که در نهایت به از بین رفتن منزلت آن در اذهان شهروندان منجر می شود، در اشکال گوناگون از جمله کاهش و یا فقدان شرایط زیست پذیری، ایمنی و نیز نابسامانی های کالبدی، اجتماعی، اقتصادی و تأسیساتی قابل دریافت و شناسایی است. به بیان دیگر این بافت ها علی رغم دارا بودن توانمندی هایی فراتر از آنچه در حال حاضر پذیرای آن هستند، به سبب آنکه از چرخه حیات مؤثر شهری خارج شده اند، از ارزش کمتری برخوردار هستند [۱۰].

پدافند غیرعامل و دفاع شهری

هر اقدام غیرمسلحانه ای که موجب کاهش آسیب پذیری نیروی انسانی، ساختمان ها، تأسیسات، تجهیزات، اسناد و شریان های کشور در مقابل تهدیدات انسان ساز شود «پدافند غیرعامل» خوانده می شود. دفاع شهری در دوران جنگ جهانی دوم و در تلاش هایی که برای مقابله با حمله هوایی، تدارک پناهگاه و هشدار برای غیرنظامیان صورت می گرفت، به وجود آمد [۱۹]. در منابع لاتین عبارت دفاع شهری برابر با عبارت Civil Defense است که مفهومی دویبعدی دارد - در گروه اول دفاع شهری محافظت از غیرنظامیان در شرایط جنگی معرفی می شود و از این رو مشتمل بر بخشی از دفاع ملی است که در پی تمهیدات لازم به منظور کسب آمادگی کافی در برابر هرگونه حمله احتمالی یا باج خواهی از یک کشور است. طبق این تعریف، دفاع شهری باید ایمنی اکثریت جمعیت غیرنظامی کشور و ادامه حیات آنان در زمان جنگ را تضمین کند. در این گروه از تعاریف، نحوه مقابله و مواجهه با آثار ناشی از حملات نظامی مورد تأکید قرار دارد



تصویر ۲: محدوده مصوب بافت فرسوده شهر اردبیل و دسته بندی آن

و از این رو، عبارت دفاع شهری از نظر مفهومی معادل با عبارت پدافند غیرعامل محسوب می‌شود. در گروه دوم دفاع شهری بر حفاظت از شهروندان در برابر آثار بلایا تأکید می‌کند [۱۸].

آسیب‌پذیری^۴

مفهوم آسیب‌پذیری از مطالعه بر روی بلایای طبیعی و فقر سرچشمه گرفته و ریشه در تعامل بین یک سیستم با محیط پیرامون آن دارد. این مفهوم در سال‌های اخیر به موضوعی مهم در مباحث تحقیقاتی بسیاری از نهادها و طرح‌های علمی بین‌المللی تبدیل شده است [۲۰]. در واقع آسیب‌پذیری یک ابزار تحلیلی در مطالعات ایمنی شهری است. تحلیل و ارزیابی آسیب‌پذیری یک پایه و اساس نو برای برنامه‌ریزی شهری فراهم می‌آورد [۲۱]. آسیب‌پذیری به مجموعه شرایط ناشی از عوامل فیزیکی، اجتماعی، اقتصادی و محیط زیستی گویند که در معرض ضرر و زیان بودن یک جامعه را افزایش می‌دهد [۲۲].

اما به طور کلی آسیب‌پذیری به هر گونه ضعف در یک دارایی که این امکان را به یک تهدید می‌دهد تا توانایی آسیب و ایجاد خسارت به یک دارایی، شریان‌های حیاتی و یا زیرساخت‌ها را ایجاد کند، گویند و به عبارتی آسیب‌پذیری عبارت است از هر نقطه وضعی که می‌تواند به وسیله دشمن مورد بهره‌برداری قرار گیرد تا دارایی‌ها را مورد هدف قرار دهد و به آنها خسارت وارد کرده یا آنها را سرقت کند. آسیب‌پذیری‌ها می‌تواند نتیجه ضعف در مدیریت رایج، ضعف در امنیت فیزیکی یا شیوه‌های امنیت عملیاتی باشند؛ اما تنها به این موارد محدود نمی‌شوند [۲۳].

بحث و نتایج

معرفی معیارها و شاخص‌های سنجش آسیب‌پذیری

معیارها در برنامه‌ریزی ضابطه عمل و قضاوت است که مسلماً بدون داشتن معیارهای اصولی و معین ارزیابی ممکن نخواهد بود. بنابراین می‌توان گفت شناسایی معیارها و شاخص‌هایی که در ارزیابی آسیب‌پذیری ناشی از مخاطرات و تهدیدات تأثیر گذارند، از مهمترین مراحل مطالعه است. در این پژوهش با توجه به مباحث نظری مشترک آن با آسیب‌پذیری ناشی از زلزله و بررسی آرای صاحب‌نظران پدافند غیرعامل معیارهای منتخب پژوهش به ترتیب زیر انتخاب شدند:

- ترکیب بافت شهری،
- شبکه ارتباطی شهری،
- قابلیت دسترسی به مراکز امدادرسانی،
- حریم مراکز خطر آفرین،
- جمعیت و فضاهای امن.

به منظور تحلیل میزان آسیب‌پذیری بافت‌های شهری در مواقع بروز بحران، در دست داشتن شاخص‌هایی برای این منظور ضروری به نظر می‌رسد تا بتوان به صورت کمی در مورد میزان آسیب‌پذیری قضاوت کرد. بنابراین لازم است در چارچوب معیارهای مطرح شده، شاخص‌های مرتبط با آسیب‌پذیری را استخراج کرد. این شاخص‌ها عبارتند از:

بافت شهر: بافت هر شهر یا همان شکل، اندازه و چگونگی ترکیب کوچک‌ترین اجزای تشکیل‌دهنده شهر در برابر تهاجم نظامی و دیگر بلایای شهری مؤثر خواهد بود [۱۲]. بافت شهر را می‌توان بر اساس شاخص‌های مختلفی بررسی کرد که از آن جمله می‌توان موارد ذیل را برشمرد: منظم و غیرمنظم، متراکم و پراکنده، ریزدانه و درشت‌دانه و فضاهای پرو خالی.

اندازه قطعات: در رابطه با اندازه قطعات می‌توان گفت: در قطعه‌بندی کوچک‌تر به علت خردشدگی فضای باز و کاسته شدن فضای مفید، میزان آسیب‌پذیری افزایش یافته و با افزایش اندازه قطعات از میزان آن کاسته می‌شود [۱۳]. اگر ترکیب ساختمان‌ها و فضای باز قطعه به نحوی باشد که فضای باز آن توسط ساختمان‌ها از تمام جهات محاط شده باشد، آسیب‌پذیری و انسداد فضای باز تشدید می‌شود [۱۴]. به طور کلی هرچه اندازه قطعه بزرگ‌تر باشد، در حملات هوایی و نظامی به هدفی ساده و مشخص تبدیل می‌شود.

کیفیت ابنیه: ساختمان به عنوان محصول نهایی یک فرایند متأثر از مجموعه پیچیده‌ای از مقررات، خدمات، محصولات و تجهیزات است که در این میان کیفیت ساخت و اجرای آن به عوامل متعددی از قبیل اهمیت سازه، تعداد طبقات سازه، نظام ساخت و ساز، کنترل و تضمین کیفیت، وضعیت صنعت بیمه در این بخش، سطح سواد و میزان آگاهی عمومی جامعه، سطح درآمد، میزان ثروت کشور و به طور کلی به میزان توسعه‌یافتگی آن کشور بستگی دارد [۱۵]. هرچه ساختمان مقاوم‌تر باشد، می‌توان انتظار داشت در زمان حملات و بمباران‌ها آسیب کمتری را متحمل شود.

شبکه ارتباطی شهری: از ویژگی‌های کلی شبکه حمل و نقل گستردگی آن است که سبب آسیب‌پذیری آن می‌شود. قطع خطوط مواصلاتی در ابتدا منجر به فلج کردن دشمن در ادامه عملیات نظامی می‌شود و سپس به شکلی گسترده در زندگی روزمره مردم غیرنظامی اثر می‌گذارد و حالتی از رکود به وجود می‌آورد. از سوی دیگر، امکان و سرعت حرکت وسایل پاک‌سازی و امدادرسانی با اندازه‌های فیزیکی مسیرهای دسترسی مرتبط است و قابلیت تردد در درون بافت‌های شهری و بین مجموعه‌های ساختمانی به همان اندازه رفت و آمد در شهر اهمیت دارد. بنابراین شبکه ارتباطی به عنوان یکی از بخش‌های اصلی آسیب‌پذیر مطرح می‌شود. هرچه معابر دارای عرض بیشتر بوده و در سلسله مراتب بالاتر قرار داشته باشند، آسیب‌پذیری کمتری خواهند داشت [۱۶].

قابلیت دسترسی به مراکز امدادرسانی: دسترسی مناسب به کاربری‌های امدادی می‌تواند از آسیب‌های ناشی از حملات هوایی بکاهد. ایستگاه‌های آتش‌نشانی با پوشش مناسب می‌توانند از شدت حوادث و خسارات مالی و جانی به شدت بکاهند. دسترسی مناسب به مراکز درمانی امکان رسیدگی به وضعیت مصدوم‌ها و مجروحان ناشی از بمباران‌ها را سهل‌تر می‌کند.

حریم مراکز خطر آفرین: آسیب دیدن برخی تأسیسات شهری می‌تواند سبب افزایش خسارات شود؛ بنابراین حفظ حریم‌های مربوط به آنها ضرورت دارد. به صورت عمده در سطح شهرها این موارد شامل سه شاخص اصلی حریم جایگاه‌های سوخت‌رسانی

(پمپ بنزین، جایگاه CNG و مخازن ذخیره سوخت)، حریم ایستگاه های T.B.S گازرسانی و حریم خطوط انتقال نیرو هستند. در سطح شهرها مخازن ذخیره سوخت، پمپ بنزین ها و مراکزی که پتانسیل آزاد کردن انرژی زیادی دارند را می توان به عنوان کاربری های آسیب رسان لحاظ کرد.

مکان های اسکان موقت: دسترسی به مکان های اسکان موقت یکی دیگر از شاخص هایی است که می تواند در کاهش صدمات انسانی در حین و پس از وقوع بحران مؤثر باشد. از جمله مکان هایی که پتانسیل تبدیل به فضاهای اسکان موقت دارند، می توان به فضاهای باز شهری نظیر میادین، محیط باز ساختمان های عمومی، باغات، پارک ها و فضاهای سبز شهری و اراضی بایر بزرگ مقیاس اشاره کرد.

تراکم جمعیتی: جمعیت و تراکم جمعیتی از عوامل مؤثر در تعداد تلفات هستند. چنین پنداشته می شود که با افزایش تراکم آمار تلفات در اثر سانحه افزایش می یابد. در خصوص آسیب پذیری ناشی از حضور جمعیت در بافت های شهری می توان تراکم جمعیتی را به عنوان اصلی ترین شاخص منظور داشت. تراکم جمعیتی عموماً به عنوان یک عامل تقویت کننده آسیب پذیری بافت های شهری مطرح می شود. هر چه تراکم جمعیتی در ناحیه ای کمتر

باشد و از توزیع متعادل تری برخوردار باشد، میزان آسیب پذیری کمتر خواهد شد [۱۷].

ارزیابی آسیب پذیری بافت فرسوده شهر اردبیل بر مبنای شاخص های آسیب پذیری

طبق جدول شماره ۱، ۱۰ شاخص برای ارزیابی آسیب پذیری محدوده انتخاب شدند. از طریق بررسی آماری قطعات واقع در محدوده های بافت فرسوده در نرم افزار ArcGIS میزان آسیب پذیری قطعات بر حسب میزان کم، متوسط و زیاد به دست آمد که بررسی های تفصیلی تر مربوط به هر کدام از آنها در ادامه و به شرح جدول ۲ است.

ارزیابی براساس شاخص اندازه قطعات

بررسی ها حاکی از آن است که براساس شاخص اندازه قطعات ۲۶،۹۲ درصد از محدوده بافت فرسوده را قطعاتی با آسیب پذیری زیاد تشکیل می دهند. موقعیت قرارگیری آن عمدتاً شامل بخش مرکزی و تاریخی شهر اردبیل که دارای عناصری همچون بازار تاریخی، جمعه مسجد و ... است و همچنین محلات فرسوده کلخوران و نیار با بافت روستایی که دارای قطعاتی عمدتاً درشت دانه بوده است. همچنین ۳۴،۳۲ درصد از قطعات آسیب پذیری

جدول ۱: معیارها و شاخص های سنجش آسیب پذیری در بافت های فرسوده شهر اردبیل

ردیف	معیار	شاخص	میزان آسیب پذیری			مأخذ
			کم	متوسط	زیاد	
۱	ترکیب بافت شهری	اندازه قطعات	کمتر از ۲ طبقه	بین ۲-۴ طبقه	بیشتر از ۴ طبقه	پردازش های پژوهش [۲]
		تعداد طبقات	نوساز	قابل نگهداری	مرمتی-تخریبی	پردازش های پژوهش
۲	شبکه های دسترسی شهری	عرض معابر	بالاتر از ۱۲ متر	۶-۱۲ متر	کمتر از ۶ متر	[۲]
۳	قابلیت دسترسی به مراکز امداد رسانی	دسترسی به ایستگاه های آتش نشانی	کمتر از ۷۵۰ متر	۷۵۰-۱۵۰۰ متر	بالاتر از ۱۵۰۰ متر	[۲]
		دسترسی به بیمارستان ها	کمتر از ۵۰۰ متر	۵۰۰-۱۰۰۰ متر	بالاتر از ۱۰۰۰ متر	پردازش های پژوهش
۴	حریم مراکز خطر آفرین	حریم پست های T.B.S گاز شهری	بیشتر از ۱۰۰ متر	۵۰-۱۰۰ متر	کمتر از ۵۰ متر	[۱۸]
		حریم جایگاه های سوخت رسانی	بیشتر از ۳۰۰ متر	۱۵۰-۳۰۰ متر	کمتر از ۱۵۰ متر	پردازش های پژوهش
۵	جمعیت در معرض خطر	تراکم جمعیتی	کمتر از ۲۵۰ متر	۲۵۰-۵۰۰ متر	بیشتر از ۵۰۰ متر	[۲]
		فاصله اسکان موقت	کمتر از ۲۵۰ متر	۲۵۰-۵۰۰ متر	بیشتر از ۵۰۰ متر	[۱۸]

جدول ۲: دانه بندی قطعات در محدوده بافت فرسوده شهر اردبیل

اندازه قطعات	تعداد	مساحت m ^۲	درصد	آسیب پذیری
کمتر از ۲۰۰ متر مربع	۲۵۴۱۶	۲۰۷۱۰۶۱	۳۸،۷۴	کم
۲۰۰-۴۰۰ متر مربع	۱۰۱۱۶	۲۹۷۹۸۸۶	۳۴،۳۲	متوسط
بیشتر از ۴۰۰ متر مربع	۲۰۸۰	۲۶۴۰۰۸۹	۲۶،۹۲	زیاد
مجموع	۳۷۶۱۲	۷۶۹۱۰۳۶	۱۰۰	-

متوسط و ۳۸,۷۴ درصد از قطعات داخل محدوده بافت فرسوده شهر نیز دارای آسیب پذیری کم هستند (تصویر شماره ۳).

ارزیابی براساس شاخص تعداد طبقات

بر اساس شاخص تعداد طبقات ۸۰,۳۹ درصد از قطعات واقع در محدوده بافت فرسوده شهر اردبیل بین یک تا ۲ طبقه بوده و بنابراین از آسیب پذیری کمی برخوردارند و همچنین ۱۳,۸۸ درصد از قطعات بین ۲ تا ۴ طبقه و دارای آسیب پذیری متوسط و در نهایت ۵,۷۳ درصد از قطعات بیشتر از ۴ طبقه بوده و دارای آسیب پذیری زیادی از این لحاظ هستند. مطابق با تصویر شماره ۴ نواحی با آسیب پذیری زیاد عمدتاً در نواحی مرکزی شهر و در محلاتی همچون ملاهادی و کوی معمار توزیع یافته اند. بنابراین به صورت کلی می توان نتیجه گرفت که بر اساس این شاخص محدوده بافت فرسوده شهر اردبیل آسیب پذیر نیست.

ارزیابی براساس شاخص کیفیت ابنیه

بررسی های صورت گرفته به منظور تحلیل آسیب پذیری بافت فرسوده شهر اردبیل بر مبنای این شاخص نشان می دهند که ۱۷,۵۴ درصد از قطعات دارای آسیب پذیری کم، ۵۸,۰۴ درصد دارای آسیب پذیری متوسط و در نهایت ۲۴,۴۲ درصد از قطعات نیز از آسیب پذیری زیاد برخوردارند. مطابق با تصویر شماره ۵ نواحی با آسیب پذیری زیاد بیشتر در مناطق مرکزی شهر و محلاتی همچون عباسیه و زینبیه و همچنین جنوب شرقی شهر یعنی محله نیار توزیع یافته اند.

ارزیابی براساس شاخص عرض معابر

بررسی آسیب پذیری بافت های فرسوده شهری بر مبنای شاخص عرض معابر نشان می دهد که ۷۶,۱۵ درصد از محدوده بافت فرسوده از آسیب پذیری بالایی برخوردارند. همچنین ۱۳,۰۴ درصد آسیب پذیری کم و در نهایت ۱۰,۸۱ درصد از آسیب پذیری متوسطی برخوردار هستند که در جدول شماره ۵ مشخص شده است. این امر نمایانگر آسیب پذیری بسیار بالای محدوده های بافت فرسوده اردبیل از جهت عرض معابر کم در آنهاست که در مواقع بروز بحران این معابر مسدود شده و امکان خدمات رسانی و امداد رسانی را به حداقل ممکن می رسانند که این خود موجب افزایش تلفات می شود. مطابق با تصویر شماره ۶ به صورت کلی می توان چنین بیان کرد که به جز معابر با درجه بالاتر همچون کمربندی اول شهر و خیابان های شعاعی همانند امام خمینی و خیابان کاشانی که از مرکز شهر منشعب می شوند و همچنین خیابان هایی که خاصیت جمع و پخش کنندگی در درون محلات دارند، بقیه معابر موجود در محدوده بافت های فرسوده شهر اردبیل در زمینه شاخص عرض معابر مشکل دارند. از دلایل اصلی این امر بافت ارگانیک و طبیعی این نواحی و ساخت و ساز بدون برنامه در آن است که از مشخصات این دسترسی ها می توان به عرض پایین معابر، پیروی نکردن از سلسله مراتب دسترسی و پر پیچ و خم بودن آنها اشاره کرد.

جدول ۳: تعداد طبقات در محدوده بافت فرسوده شهر اردبیل

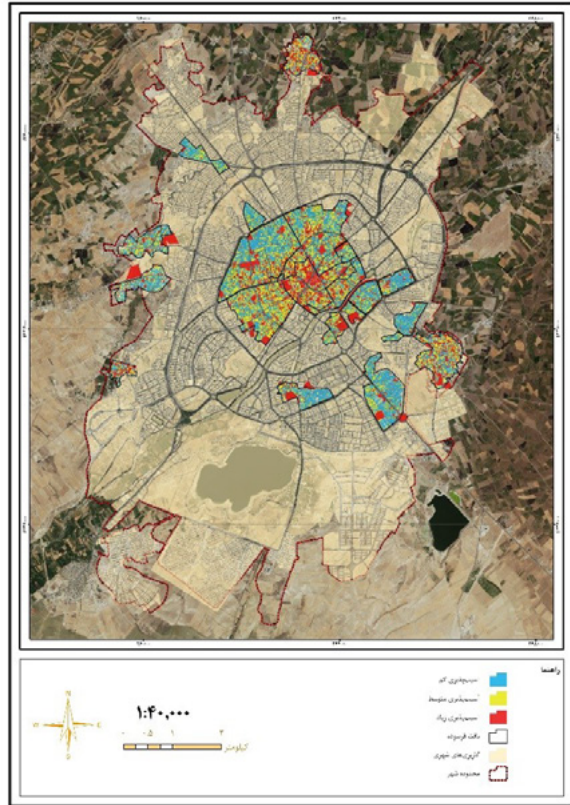
اندازه قطعات	تعداد	مساحت m^2	درصد	آسیب پذیری
کمتر از ۲ طبقه	۲۹۶۰۲	۵۳۴۱۲۱۶	۸۰,۳۹	کم
۲-۴ طبقه	۴۷۱۹	۹۲۲۳۰۰	۱۳,۸۸	متوسط
بیشتر از ۴ طبقه	۱۳۴۱	۳۸۰۶۰۱	۵,۷۳	زیاد
مجموع	۳۵۶۶۲	۶۶۴۴۱۱۷	۱۰۰	-

جدول ۴: کیفیت ابنیه در محدوده بافت فرسوده شهر اردبیل

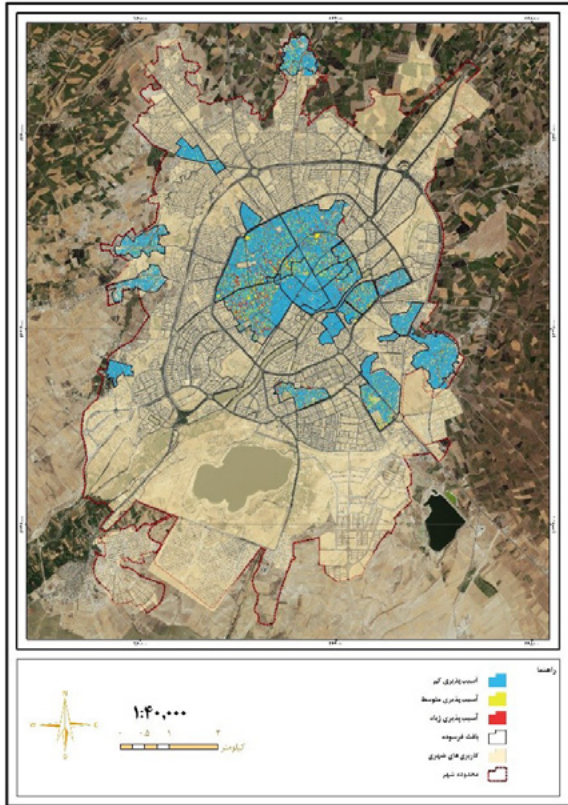
کیفیت ابنیه	تعداد	مساحت m^2	درصد	آسیب پذیری
نوساز	۵۹۵۷	۱۱۵۰۸۸۶	۱۷,۵۴	کم
قابل نگهداری	۲۰۶۰۷	۳۸۰۷۵۸۹	۵۸,۰۴	متوسط
مرمتی-تخریبی	۸۷۶۹	۱۶۰۲۳۵۸	۲۴,۴۲	زیاد
مجموع	۳۵۳۳۳	۶۵۶۰۸۳۴	۱۰۰	-

جدول ۵: میزان عرض معابر و آسیب پذیری آن در محدوده بافت فرسوده شهر اردبیل

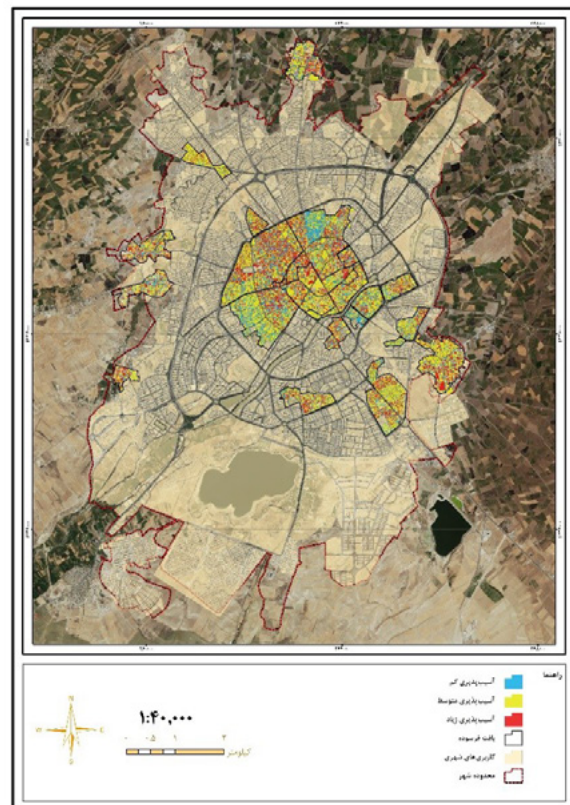
عرض معبر	تعداد	طول معبر (متر)	درصد	آسیب پذیری
بالاتر از ۱۲ متر	۳۸	۱۴۶۳۲۹,۱۲	۱۳,۰۴	کم
۶-۱۲ متر	۲۹	۲۵۰۶۱,۶۹	۱۰,۸۱	متوسط
کمتر از ۶ متر	۹۴۶	۲۰۷۷۸,۸۵	۷۶,۱۵	زیاد
مجموع	۱۰۱۳	۱۹۲۱۶۹,۶۸	۱۰۰	-



تصویر ۳: آسیب پذیری بر مبنای شاخص اندازه قطعات



تصویر ۴: آسیب پذیری بر مبنای شاخص تعداد طبقات



تصویر ۵: آسیب پذیری بر مبنای شاخص کیفیت ابنیه



تصویر ۶: آسیب پذیری بر مبنای شاخص شبکه دسترسی

ارزیابی براساس شاخص دسترسی به مراکز آتش نشانی

شهر اردبیل دارای ۵ مرکز آتش نشانی بوده و مطابق با گزارش طرح جامع شعاع عملکردی یک کیلومتر برای هر ایستگاه آتش نشانی در نظر گرفته شده است. بدین ترتیب به صورت کلی شهر با کمبود مراکز آتش نشانی روبه روست و مراکز موجود هم از توزیع مناسبی برخوردار نیستند. وضعیت دسترسی به این مراکز به ویژه در قسمت های شمال، شمال شرقی و جنوب شرقی شهر حادث تر است. طبق ارزیابی های صورت گرفته برای تحلیل آسیب پذیری بافت فرسوده شهر بر مبنای این شاخص، نتایج نشان می دهد که ۱۶,۰۲ درصد از محدوده بافت های فرسوده دسترسی مناسبی به مراکز آتش نشانی داشته و در نتیجه از آسیب پذیری کمی برخوردارند. عمده این نواحی را محدوده مرکزی و بافت تاریخی شهر تشکیل می دهد و همچنین ۵۲,۲۵ درصد از قطعات هم دسترسی نسبتاً مناسبی به این مراکز داشته و آسیب پذیری متوسطی دارند و در نهایت ۳۱,۷۳ درصد از قطعات دسترسی نامناسبی به مراکز آتش نشانی داشته و از آسیب پذیری بالایی برخوردارند. مطابق با تصویر شماره ۷ این نواحی بیشتر شامل بافت های فرسوده روستا-شهری هستند که به تدریج به محدوده قانونی شهر اضافه شده اند. در مجموع محلات نیار، کلخوران، ملایوسف، گل مغان، زینبیه، جوادیه، ابوطالب و بخش هایی از محله بهارآباد دسترسی مناسبی به مراکز آتش نشانی موجود در سطح شهر نداشته و بدین ترتیب از آسیب پذیری بالایی برخوردارند.

ارزیابی براساس شاخص دسترسی به مراکز درمانی

آسیب پذیری بافت های فرسوده شهر اردبیل بر اساس شاخص دسترسی به بیمارستان ها بدین صورت است که ۱۶,۸۸ درصد از قطعات آسیب پذیری کم، ۳۱,۲۲ درصد از قطعات آسیب پذیری متوسط و ۵۱,۹۰ درصد از قطعات نیز دارای آسیب پذیری زیاد هستند. بدین ترتیب طبق نتایج و تصویر شماره ۸ تنها بخش مرکزی شهر اردبیل، بافت فرسوده تاریخی شهر و همچنین محلاتی همچون کوی معمار، ملاهادی، جوادیه، تازه شهر، یعقوبیه و سلمان آباد دسترسی مناسبی به این مراکز داشته و اکثر محلات و

بافت های فرسوده شهر اردبیل به ویژه بافت های فرسوده غیررسمی و روستا-شهری از دسترسی مناسبی به این مراکز برخوردار نبوده و بنابراین از آسیب پذیری بسیار بالایی برخوردارند که این امر ناشی از کمبود مراکز بیمارستانی در سطح شهر و همچنین عدم توزیع مناسب آن است که عمدتاً در نواحی جنوب غربی شهر استقرار یافته اند.

ارزیابی براساس شاخص حریم جایگاه های سوخت رسانی

جایگاه های سوخت رسانی در سطح شهر بنا به ماهیت و کارکرد خود در صورت بروز هرگونه حملات هوایی و یا حوادث طبیعی مانند زلزله امکان منفجر شدن را دارند. بنابراین می تواند صدمات جبران ناپذیری به بافت و محدوده پیرامونی خود وارد کنند که در این صورت رعایت حریم و فاصله مناسب از محلات و بافت های مسکونی کاملاً ضرورت می یابد. ارزیابی آسیب پذیری بافت های فرسوده شهر اردبیل بر مبنای این شاخص حاکی از آن است که ۸۷,۴۶ درصد از قطعات دارای آسیب پذیری کم، ۹,۴۹ درصد از قطعات دارای آسیب پذیری متوسط و تنها ۳,۰۴ درصد از قطعات از آسیب پذیری بالایی برخوردارند. بدین ترتیب کل محدوده آسیب پذیری اندکی نسبت به این شاخص دارد (تصویر شماره ۹).

ارزیابی بر اساس شاخص حریم ایستگاه های تقلیل فشار گاز (T.B.S)

به منظور تقلیل فشار گاز برای مصارف خانگی ایستگاه هایی در سطح شهر پراکنده شده اند که لازم است حریم و فاصله مناسبی از نواحی مسکونی داشته باشند. این ایستگاه های تقلیل فشار گاز (T.B.S) که فشار گاز ۲۵۰ پوند بر اینچ مربع را به ۶۰ پوند بر اینچ مربع تبدیل می کنند، در محدوده قرارگیری بافت های فرسوده شهر اردبیل در ۷ نقطه پراکنده شده اند که در تصویر شماره ۱۰ موقعیت هر یک از آنها مشخص است. نتایج حاکی از آن است که به صورت کلی ۹۹,۱۷ درصد از قطعات واقع در محدوده بافت فرسوده از آسیب پذیری کمی نسبت به این شاخص برخوردار بوده و کمتر از یک درصد از قطعات دارای آسیب پذیری متوسط و زیاد هستند

جدول ۶: نحوه دسترسی به مراکز آتش نشانی در محدوده بافت فرسوده شهر اردبیل

میزان دسترسی	تعداد	مساحت m^2	درصد	آسیب پذیری
کمتر از ۷۵۰ متر	۴۶۹۳	۱۲۳۲۲۵۶,۹۸	۱۶,۰۲	کم
۷۵۰-۱۵۰۰ متر	۲۰۶۷۳	۴۰۱۸۲۶۴,۷۱	۵۲,۲۵	متوسط
بالاتر از ۱۵۰۰ متر	۱۲۲۴۶	۲۴۴۰۵۱۴,۱۹	۳۱,۷۳	زیاد
مجموع	۳۷۶۱۲	۷۶۹۱۰۳۵,۸۹	۱۰۰	-

جدول ۷: نحوه دسترسی به مراکز بیمارستانی در محدوده بافت فرسوده شهر اردبیل

میزان دسترسی	تعداد	مساحت m^2	درصد	آسیب پذیری
کمتر از ۵۰۰ متر	۴۹۱۵	۱۲۹۸۳۰۲,۰۴	۱۶,۸۸	کم
۵۰۰-۱۰۰۰ متر	۱۰۷۰۱	۲۴۰۱۱۹۳,۹۶	۳۱,۲۲	متوسط
بالاتر از ۱۰۰۰ متر	۲۱۹۹۶	۳۹۹۱۵۳۹,۰۸۸	۵۱,۹۰	زیاد
مجموع	۳۷۶۱۲	۷۶۹۱۰۳۵,۸۹	۱۰۰	-

که این مهم نمایانگر این مطلب است که بافت‌های فرسوده شهر، در این بافت‌ها را قطعاتی با آسیب‌پذیری زیاد تشکیل می‌دهند

جدول ۸: حریم جایگاه‌های سوخت در محدوده بافت فرسوده شهر اردبیل

حریم جایگاه‌های سوخت	تعداد	مساحت m^2	درصد	آسیب‌پذیری
بیشتر از ۳۰۰ متر	۳۲۸۶۶	۲۳۴۰۸۶,۳۲	۸۷,۴۶	کم
۱۵۰-۳۰۰ متر	۳۶۸۹	۶۷۲۶۷۶۶,۳۴	۹,۴۹	متوسط
کمتر از ۱۵۰ متر	۱۰۵۷	۷۳۰۱۸۳,۲۲	۳,۰۴	زیاد
مجموع	۳۷۶۱۲	۷۶۹۱۰۳۵,۸۹	۱۰۰	-

جدول ۹: حریم پست‌های T.B.S گاز شهری در محدوده بافت فرسوده شهر اردبیل

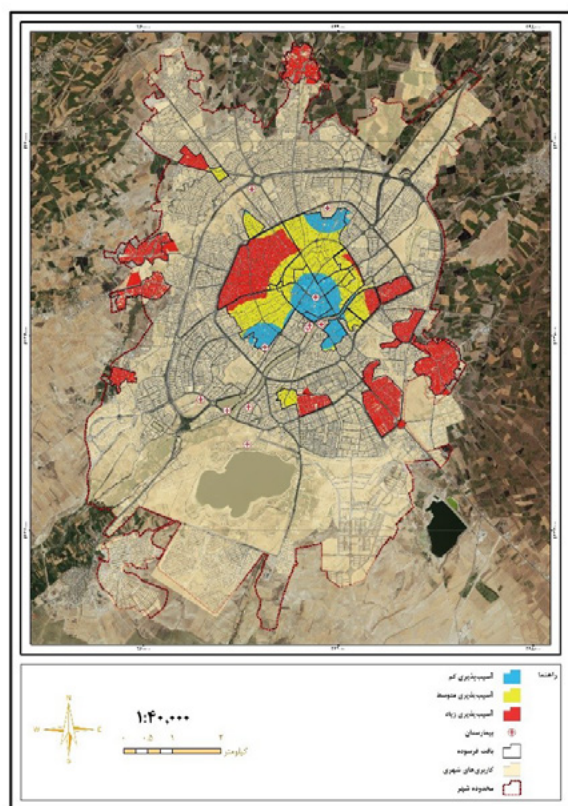
حریم پست‌های T.B.S	تعداد	مساحت m^2	درصد	آسیب‌پذیری
بیشتر از ۱۰۰ متر	۳۷۴۳۵	۷۶۲۷۵۲۹,۵۸	۹۹,۱۷	کم
۵۰-۱۰۰ متر	۱۴۹	۳۷۵۳۷,۱۳	۰,۴۹	متوسط
کمتر از ۵۰ متر	۲۸	۲۵۹۶۹,۱۸	۰,۳۴	زیاد
مجموع	۳۷۶۱۲	۷۶۹۱۰۳۵,۸۹	۱۰۰	-

که نمایانگر این است که در این بافت‌ها تراکم جمعیتی بالاست. مطابق با تصویر شماره ۱۱ این نواحی در شهر محلاتی همچون بافت‌های فرسوده اسلام‌آباد، سلمان‌آباد، گل‌مغان، هاشم‌آباد، ججین، عباسیه، جوادیه و ابوطالب را در بر می‌گیرد. همچنین ۲۲,۶ درصد از قطعات هم دارای آسیب‌پذیری متوسط و در نهایت ۳۷,۶۷ درصد از قطعات دارای آسیب‌پذیری کمی هستند که شامل مناطق مرکزی شهر و بافت فرسوده تاریخی آن مانند نیار،

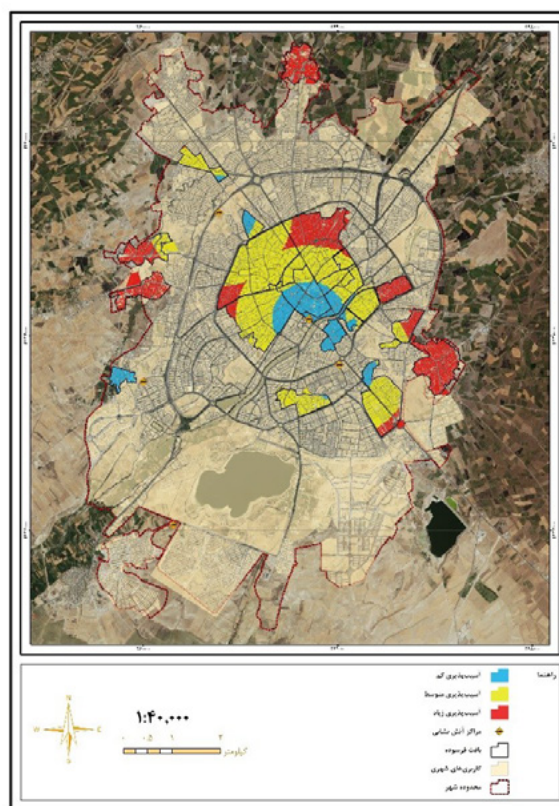
حریم و فاصله مناسبی نسبت به پست‌های T.B.S شهری دارند.

ارزیابی براساس شاخص تراکم جمعیتی

تراکم جمعیتی به عنوان یک عامل منفی و تشدیدکننده آمار تلفات در مواقع بروز بحران محسوب می‌شود و هر چقدر این شاخص افزایش یابد، تهدیدپذیری و آسیب‌پذیری بافت افزایش می‌یابد. بررسی آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده شهر اردبیل از منظر این شاخص نشان می‌دهد که ۳۹,۷۳ درصد از قطعات واقع



تصویر ۸: آسیب‌پذیری بر مبنای دسترسی به مراکز درمانی



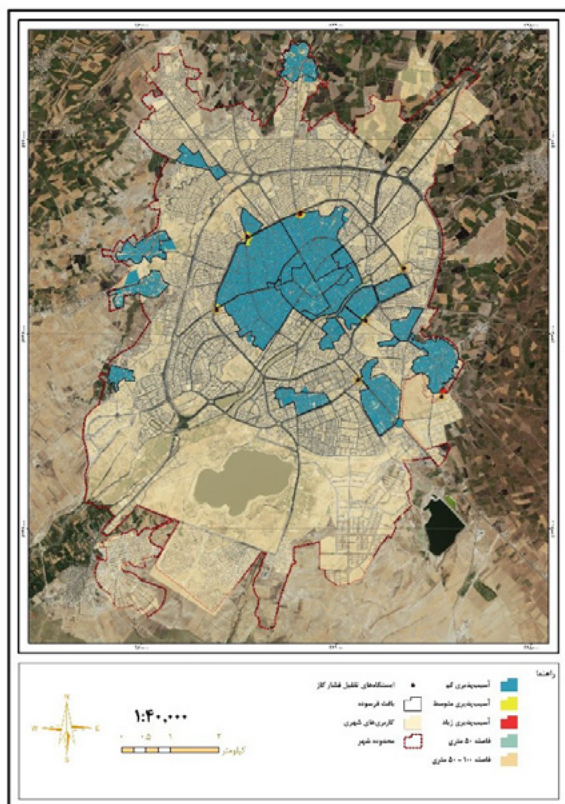
تصویر ۷: آسیب‌پذیری بر مبنای دسترسی به مراکز آتش‌نشانی

کلخوران و ملاباشی است. مطابق با جدول شماره ۱۰ به صورت کلی بافت‌های فرسوده شهر اردبیل نسبت به شاخص تراکم جمعیتی از آسیب‌پذیری به نسبت بالایی برخوردار هستند.

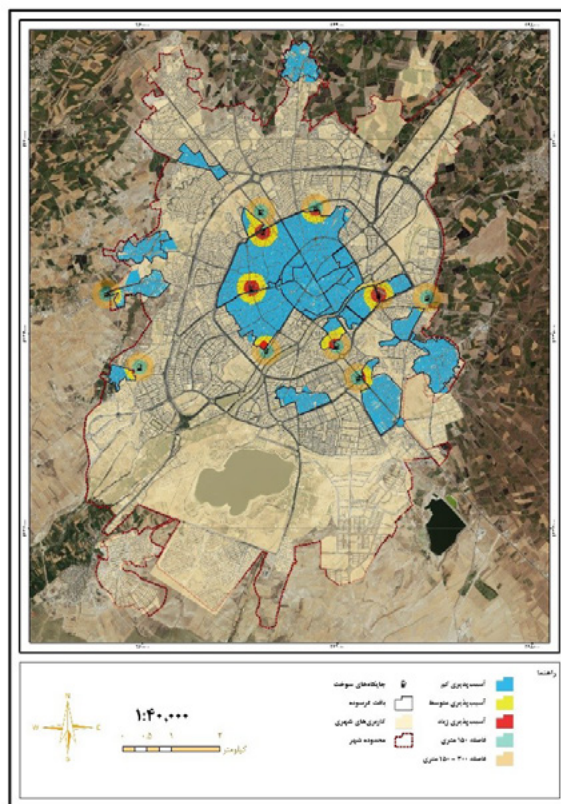
ارزیابی براساس شاخص فاصله اسکان موقت

در تصویر شماره ۱۲ آسیب‌پذیری هر یک از قطعات واقع در محدوده‌های بافت فرسوده بر مبنای دسترسی به فضاهای اسکان موقت نمایش داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود محله نیار از دسترسی مناسب به این شاخص برخوردار نبوده و بدین ترتیب آسیب‌پذیری بسیار بالایی دارد. همچنین بخش‌هایی از

محله گل‌مغان، ملایوسف و محدوده اطراف میدان مادر همچون محله عباسیه دارای آسیب‌پذیری بالایی نسبت به شاخص فاصله از اسکان موقت هستند. به صورت کلی طبق جدول شماره ۱۱ ۲۰,۷۶ درصد از قطعات واقع در محدوده بافت فرسوده دارای آسیب‌پذیری زیاد، ۴۷,۳۴ درصد از قطعات آسیب‌پذیری کم و در نهایت ۳۱,۹۰ درصد از آسیب‌پذیری متوسطی برخوردارند. بنابراین به صورت کلی بافت‌های فرسوده واقع در شهر اردبیل از دسترسی نسبتاً مناسبی نسبت به فضاهای اسکان موقت برخوردار هستند.



تصویر ۱۰: آسیب‌پذیری بر مبنای شاخص حریم T.B.S



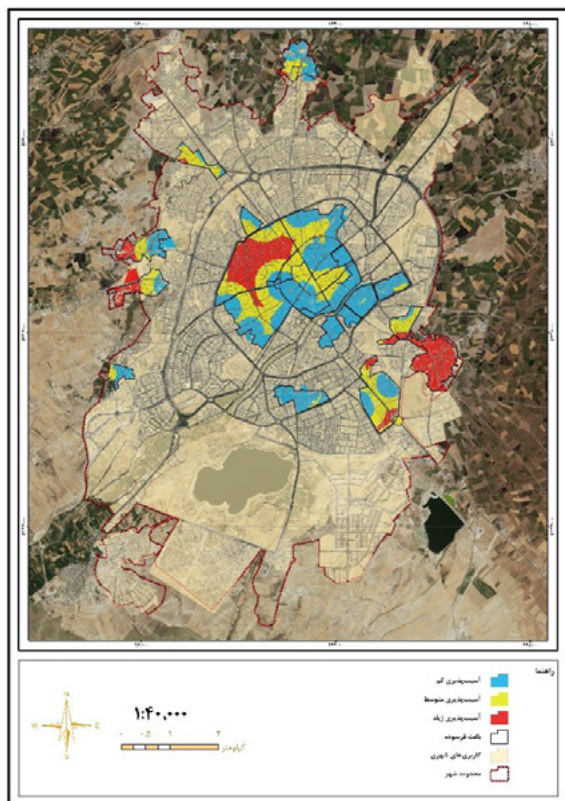
تصویر ۹: آسیب‌پذیری بر مبنای حریم جایگاه‌های سوخت

جدول ۱۰: میزان تراکم جمعیتی در محدوده بافت فرسوده شهر اردبیل

تراکم جمعیتی	تعداد (بلوک)	مساحت m^2	درصد	آسیب‌پذیری
کمتر از ۱۰۰ نفر در هکتار	۴۳۹	۲۹۴۴۴۲۴,۹۳	۳۷,۶۷	کم
۱۰۰-۲۰۰ نفر در هکتار	۲۴۸	۱۷۶۶۱۵۳,۳۴	۲۲,۰۶	متوسط
بالاتر از ۲۰۰ نفر در هکتار	۶۷۷	۳۱۰۵۱۴۴,۶۱	۳۹,۷۳	زیاد
مجموع	۳۷۶۱۲	۷۸۱۵۷۲۲,۸۹	۱۰۰	-

جدول ۱۱: میزان دسترسی به فضاهای اسکان موقت در محدوده بافت فرسوده شهر اردبیل

میزان دسترسی	تعداد	مساحت m^2	درصد	آسیب‌پذیری
کمتر از ۲۵۰ متر	۱۶۷۹۲	۳۶۴۱۱۴۱,۰۶	۴۷,۳۴	کم
۲۵۰-۵۰۰ متر	۱۲۶۶۱	۲۴۵۳۱۲۱,۰۷	۳۱,۹۰	متوسط
بیشتر از ۵۰۰ متر	۸۱۵۹	۱۵۹۶۷۷۳,۷۶	۲۰,۷۶	زیاد
مجموع	۳۷۶۱۲	۷۶۹۱۰۳۵,۸۹	۱۰۰	-

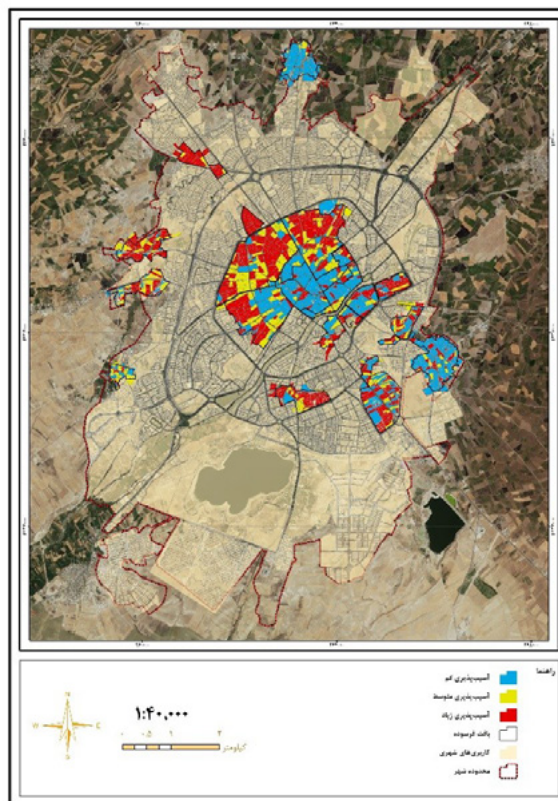


تصویر ۱۲: آسیب‌پذیری بر مبنای شاخص فاصله از اسکان موقت

است. پس از تشکیل مدل ارزیابی آسیب‌پذیری در ارتباط با مسئله مشخص شد که معیارهای و شاخص‌های مورد استفاده برای ارزیابی از اهمیت یکسانی برخوردار نیستند و ترتیب اهمیت معیارها بدین صورت است که ابتدا بافت شهری با امتیاز ۰,۴۴۲ در رده نخست و سپس شبکه دسترسی و جمعیت در معرض خطر با ۰,۲۱۱ مشترکاً در رده دوم، دسترسی به مراکز امداد رسانی با ۰,۱۰۵ امتیاز در رده بعدی و در نهایت حریم مراکز خطر آفرین با ۰,۰۳۱ امتیاز دارای اهمیتی کمتر نسبت به بقیه معیارهاست. ضریب سازگاری به دست آمده ۰,۰۵ بوده که اعتبارسنجی وزن‌دهی به معیارها را نشان می‌دهد.

جدول ۱۲: نسبت اهمیت معیارهای مورد بررسی بر حسب روش تحلیل سلسله مراتبی

ترکیب بافت شهری	شبکه‌های دسترسی	قابلیت دسترسی به مراکز امداد رسانی	حریم مراکز خطر آفرین	جمعیت در معرض خطر
۱	۳	۳	۹	۳
*	۱	۳	۷	۱
*	*	۱	۵	۱/۳
*	*	*	۱	۱/۷
*	*	*	*	۱



تصویر ۱۱: آسیب‌پذیری بر مبنای شاخص تراکم جمعیتی

وزن‌دهی معیارها و تهیه نقشه نهایی آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده شهر اردبیل

در بخش‌های قبلی میزان آسیب‌پذیری محدوده بر اساس شاخص‌های ۱۰ گانه مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در این بخش به منظور تولید نقشه نهایی آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده شهر اردبیل ابتدا در یک ساختار تحلیل سلسله مراتبی، معیارها و شاخص‌ها دو به دو مقایسه و وزن‌دهی می‌شوند و سپس زیرمعیارهای مرتبط با شاخص‌ها یعنی آسیب‌پذیری کم، متوسط و زیاد در ارتباط با شاخص‌های مرتبط با خود ارزیابی و وزن‌دهی شدند که بدین منظور از نرم‌افزار Expert Choice استفاده شده

از طریق همپوشانی پهنه‌های به دست آمده با قطعات و اعمال وزن نهایی به دست آمده شاخص‌ها در نهایت آسیب‌پذیری در سه سطح کم، متوسط و زیاد تعیین شد. پس از انجام محاسبات مشخص شد که ۴۷,۸۳ درصد از قطعات دارای آسیب‌پذیری زیاد، ۳۳,۷۱ درصد از قطعات دارای آسیب‌پذیری متوسط و در آخر ۱۸,۴۶ درصد از قطعات هم از آسیب‌پذیری کمی برخوردارند. نتایج نشان می‌دهد که محدوده مورد بحث از نظر شاخص‌های مختلف شهری دچار آسیب‌پذیری زیادی است که می‌تواند سبب ناکارآمدی عملکردی و بروز مشکلات عدیده در زمان وقوع بحران شود.

نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف کلی سنجش میزان آسیب‌پذیری بافت فرسوده شهر اردبیل از منظر پدافند غیرعامل صورت پذیرفته است. در این راستا از تلفیق مدل AHP و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به منظور تهیه نقشه نهایی آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده بهره گرفته شده است. نتایج کلی حاکی از آن است که توزیع مناطق با آسیب‌پذیری بالا در تمامی سطوح و محلات فرسوده شهر اردبیل دیده می‌شود که این میزان ۴۷,۸۳ درصد از مناطق را در برمی‌گیرد. همچنین ۳۳,۷۱ درصد از سطوح بافت فرسوده دارای آسیب‌پذیری متوسط و در نهایت ۱۸,۴۶ درصد از آسیب‌پذیری کمی برخوردارند. بدین ترتیب ۸۱,۵۴ درصد از سطوح بافت فرسوده آسیب‌پذیری

متوسط به بالا دارند که این امر نشان‌دهنده وضعیت نامناسب این بافت‌ها و عدم آمادگی آنها در صورت وقوع هر نوع حادثه طبیعی و انسان‌ساخت است. می‌توان اذعان داشت که نواحی فرسوده مرکزی و تاریخی شهر اردبیل نسبت به سایر بافت‌ها و محلات فرسوده شهر از شرایط مناسب‌تر و آسیب‌پذیری کمتری برخوردار است. با توجه به ارزیابی‌های صورت گرفته می‌توان گفت مسائل اصلی موجود در بافت فرسوده مصوب شهر اردبیل شامل موارد ذیل می‌شود:

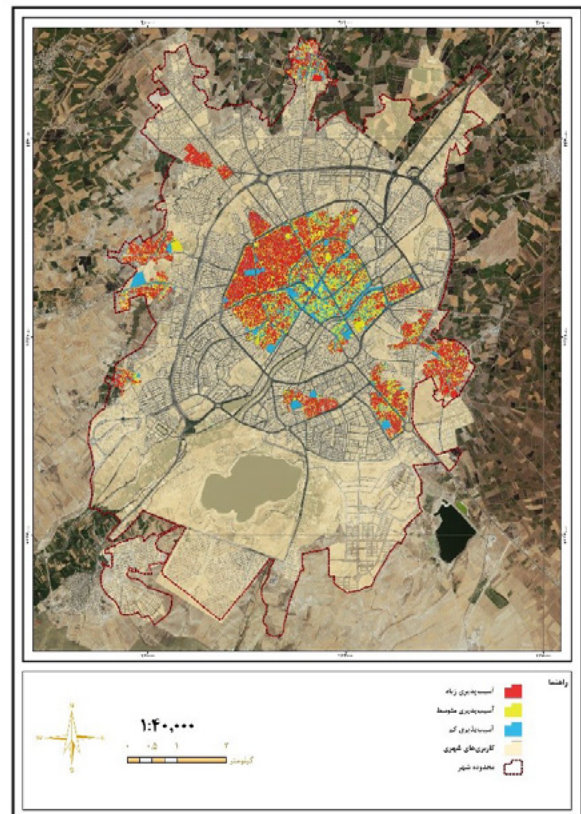
- عرض پایین معابر، عدم تبعیت از سلسله مراتب دسترسی و پر پیچ و خم بودن آنها و در نتیجه افزایش آسیب‌پذیری و کاهش امکان خدمات‌رسانی در زمان وقوع بحران؛
- دسترسی نامناسب بافت‌ها به مراکز آتش‌نشانی به سبب کمبود و توزیع نامناسب آنها در سطح شهر که به جز نواحی مرکزی و بافت فرسوده تاریخی شهر بقیه محلات فرسوده فاقد دسترسی مناسب به این مراکز هستند؛
- دسترسی بسیار نامناسب به مراکز درمانی و بیمارستانی که ناشی از کمبود این مراکز در سطح شهر و توزیع عمده آنها در قسمت جنوب غربی شهر است. بدین ترتیب میزان تلفات جانی به هنگام وقوع حادثه افزایش می‌یابد؛
- تراکم جمعیتی بالا در بافت‌های فرسوده میانی شهر؛
- دسترسی اندک به فضاهای امن و اسکان موقت به ویژه در بافت‌های غیررسمی و روستا-شهری همچون محلات نیار، گل‌مغان و کلخوران.

بدین ترتیب می‌توان به منظور تعدیل و کاهش آسیب‌پذیری بافت‌های فرسوده شهر اردبیل در مقابل مخاطرات طبیعی و انسان‌ساخت راهکارهایی به ترتیب زیر ارائه کرد:

- بهسازی و نوسازی بافت‌های فرسوده؛
- توسعه فضاهای امن موجود در سطح محلات؛
- افزایش فضاهای باز در سطح محلات فرسوده؛
- توسعه و توزیع مناسب کاربری‌های امدادرسان همچون مراکز بیمارستانی و ایستگاه‌های آتش‌نشانی؛
- بهسازی و تعریض معابر؛
- نظارت بر ساخت‌وساز در سطح محلات فرسوده؛
- نظارت بر افزایش تراکم جمعیتی به شکل مطلوب؛
- رعایت حریم و فاصله مناسب نواحی مسکونی از مراکز خطرآفرین با قابلیت انفجار همچون ایستگاه‌های T.B.S گاز شهری و ایستگاه‌های سوخت‌رسانی.

پی‌نوشت

1. Geographic Information Systems (GIS)
2. Analytic Hierarchy Process (AHP)
3. CI
4. Vulnerability



تصویر ۱۳: نقشه نهایی آسیب‌پذیری محدوده بافت فرسوده شهر اردبیل بر حسب قطعات

مراتبی AHP و GIS. مطالعه موردی شهر گرگان. مجله آمایش جغرافیایی
فضا، سال سوم (دوره ۱۰)، صفحات ۴۱-۲۲.

19. Alexander, D (2002). From Civil Defense to Civil Protection and Back Again. (online). Available from: <http://www.paydarymelli.ir>.
20. McCarthy, J, J. Canziani, O, F, Leary, N, A, Okken, D, J, White, K, S (2001). Climate Change 2001: Impacts, Adaption and Vulnerability. Cambridge, Cambridge University Press.
21. Xiu, C, Chen, L, Song, W, Wu, W (2011). Vulnerability of large city and Its Implication in Urban Planning: A prespective of Intra-Urban Structure. Chinise Geographical Science, 21 (2), 204-210.
22. United Nations Office for Disaster Risk Reduction (2002). Living With Risk: A Global Review of Disaster Reduction Initiatives. Geneva, UNISDR.
23. Davis, I (2004). Rehabilitation and Reconstruction. UNDP & DHA.

۱. محمدی ده چشمه، مصطفی، حیدری نیا، سعید (۱۳۹۴). مدل سازی مکان همجواری کاربری های ویژه از منظر پدافند غیرعامل در کلانشهر اهواز. فصلنامه برنامه ریزی و آمایش فضا، (شماره ۲)، صفحات ۲۳۶-۲۱۱.
۲. عزیزی، محمد مهدی، برنافر، مهدی (۱۳۹۱). ارزیابی آسیب پذیری شهری ناشی از حملات هوایی (نمونه موردی: ناحیه یک از منطقه ۱۱ شهر تهران). مجله علمی پژوهشی علوم و فناوری های پدافند غیرعامل، سال سوم (شماره ۲)، صفحات ۱۲۷-۱۳۷.
۳. شاهرخت، تقوایی، مسلم، علی اکبر (۱۳۹۰). ارزیابی آسیب پذیری شهر با رویکرد پدافند غیرعامل با استفاده از روش دلفی (مطالعه موردی: شهر بیرجند). فصلنامه مدیریت شهری، (شماره ۲۸)، صفحات ۱۱۰-۹۳.
۴. عزیزی، محمد مهدی، اکبری، رضا (۱۳۸۶). ملاحظات شهرسازی در سنجش آسیب پذیری شهرها از زلزله (مطالعه موردی: منطقه فرحزاد تهران). نشریه هنرهای زیبا، (شماره ۳۴)، صفحات ۳۶-۲۵.
۵. حاجی اکبری، سیاوش (۱۳۹۰). مدل سازی آسیب پذیری محیط های شهری از نظر کالبدی (مطالعه موردی: شهر اصفهان). تهران، پژوهشکده شهرسازی و معماری دفاعی دانشگاه صنعتی مالک اشتر.
۶. زارع، مجتبی، رضایی، محمدرضا، رحیمی، عنایت اله (۱۳۹۵). ارزیابی آسیب پذیری بافت فرسوده شهر مرودشت در برابر زلزله با استفاده از AHP و GIS. نشریه پژوهش و برنامه ریزی شهری، سال هفتم (شماره ۲۶)، صفحات ۹۲-۷۵.
۷. استانداری اردبیل (۱۳۹۳). بررسی تطبیقی استان های کشور با توجه به جایگاه استان اردبیل در سال ۱۳۹۰، دفتر کل آمار و اطلاعات استانداری اردبیل.
۸. مرکز آمار ایران (۱۳۹۵). سالنامه آماری سال، سرشماری عمومی و نفوس و مسکن شهر اردبیل.
۹. استانداری اردبیل (۱۳۹۱). طرح جامع ایمنی در مناطق شهری استان اردبیل.
۱۰. وزارت مسکن و شهرسازی، شرکت عمران و بهسازی شهری ایران (۱۳۹۱). طرح بهسازی و نوسازی بافت فرسوده شهر اردبیل.
۱۱. زرگر، ابراهیم، مسگری، سارا (۱۳۸۷). پدافند غیرعامل در معماری (راهکاری جهت کاهش خطرپذیری در برابر سوانح). مجموعه مقالات وب سایت سازمان پدافند غیرعامل.
۱۲. ابوالحسنی، ع (۱۳۸۴). پدافند غیرعامل، معماری و طراحی شهری در ایران. تهران، معاونت دفاع غیرعامل قرارگاه دفاع هوایی خاتم الانبیا (ص).
۱۳. حمیدی، ملیحه (۱۳۷۱). ارزیابی الگوهای قطعه بندی اراضی و بافت شهری در آسیب پذیری مسکن از سوانح طبیعی. مجموعه مقالات سمینار سیاست های توسعه مسکن در ایران، تهران، سازمان ملی زمین و مسکن.
۱۴. ویسه، بداله (۱۳۷۸). نگرشی بر مطالعات شهرسازی و برنامه ریزی شهری در مناطق زلزله خیز، چاپ اول. تهران، پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله.
۱۵. حاتمی نژاد، حسین و همکاران (۱۳۸۸). ارزیابی میزان آسیب پذیری لرزه ای در شهر (نمونه مورد مطالعه: منطقه ۱۰ شهرداری تهران). پژوهش های جغرافیایی/ انسانی، دوره ۶۸، صفحات ۲۰-۱.
۱۶. عزیزی، محمد مهدی (۱۳۸۳). نقش شهرسازی در کاهش آسیب های زلزله، تجربه بیم، گزارش نهایی طرح پژوهشی معاونت پژوهشی. تهران، دانشگاه تهران.
۱۷. احمدی، حسن، شیخ کاظم، محمدرضا (۱۳۸۵). نقش برنامه ریزی تراکم های ساختمانی در کاهش آسیب های ناشی از زلزله، دومین کنفرانس بین المللی مدیریت جامع بحران در حوادث غیرمترقبه طبیعی، تهران، شرکت کیفیت ترویج.
۱۸. صیامی، قدیر، لطیفی، غلامرضا، تقی نژاد، کاظم، زاهدی کلاکی، ابراهیم (۱۳۹۲). آسیب شناسی پدافندی ساختار شهری با استفاده از تحلیل سلسله

ارائه الگوی تاب‌آوری صنعت ساخت‌وساز با بهره‌گیری از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان BIM

بهنام صالحی: کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، salehibehnam9@gmail.com

محمدعلی نکویی: استادیار دانشگاه صنعتی مالک اشتر

علیرضا آزموده اردلان: استاد دانشگاه تهران و مدیر قطب علمی مهندسی نقشه برداری در مقابل با سوانح طبیعی

علیرضا انصاری فرد: رییس پدافند غیر عامل و مدیریت بحران شرکت ملی نفت ایران، دکتری پزشکی

تاریخ دریافت: ۹۸/۷/۲۰

تاریخ پذیرش: ۹۸/۸/۲۸

چکیده

هدف این پژوهش ارائه الگوی جامع تاب‌آوری در صنعت ساختمان است. داده‌های اولیه در قالب پرسشنامه پس از جمع‌آوری گروه‌بندی، تجزیه و تحلیل و حذف شاخص‌های مازاد از ۶۴ شاخص اولیه از طریق مدل آماری تحلیل عاملی بر اساس آنالیز مؤلفه اصلی (PCA) استخراج شد. مؤلفه‌های استخراج شده در قالب ۶ فاز و ۴۶ زیرمعیار قرار گرفته‌اند. با توجه به بررسی مطالعات انجام شده در سازه‌های نوساز در تمامی فازهای صنعت ساخت‌وساز به جز در حوزه فاز عملیاتی (بخش اجرا) مدل‌سازی اطلاعات ساختمان فرآیندی مناسب جهت بهبود و تسهیل در عملکرد است. در مورد سازه‌های موجود فاز مدیریت ساخت، بخش سازه، فاز مدیریت ساخت، بخش معماری، فاز تعمیر و نگهداری و فاز مدیریت پایان عمر پروژه مدل‌سازی اطلاعات ساختمان عملکردی خوب داشته و در سایر فازهای سازه‌های موجود نقش BIM کم‌رنگ‌تر بوده است.

کلمات کلیدی: تاب‌آوری، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، صنعت ساختمان، فاکتور کلیدی موفقیت

Providing resiliency pattern in construction industry implementing building information model

Behnam Salehi¹, Mohammad Ali Nekouei², Alireza Azmoudeh Ardalan³, Alireza Ansari fard⁴

Abstract

In this research, field studies have been used in the field of statistical modeling and building information modeling. Grouping, the study of surplus indicators from 64 primary indicators was performed through a factor analysis model based on the principal component analysis (PCA). The extracted components were grouped in the form of 6 phases and 46 sub-criteria. Then using the Delphi model, the resilience capacity of each resilience index of the construction industry was investigated. The results showed that in all six phases defined in the comprehensive resilience model, the absorption capacity has a high participation rate. On the other hand, the matching capacity in the end-of-life management phase, the maintenance phase, the operational phase in the time and phase of the initial studies, and the In particular, the restoration capacity according to the results in all phases, except for the phase of the initial studies, shows an acceptable percentage of participation. In the sequel, one of the most important goals of the research, namely the operation of the resilience indicators or the key factors of success, is to be prioritized. One The most powerful key factors of success in resilience, information modeling Building (BIM) was investigated. According to the study of studies in new structures, the construction of the phase of the phase, except for the operational phase (operation section), due to the type of indicators in this phase, BIM is a suitable process for improving performance. Regarding existing structures, the management phase of the construction, the structural part, the construction phase, the architectural part, the maintenance phase, and the management phase of the end of the project life are good, and in the remaining phase of the existing structures, the role of the BIM is dimmer.

key word: Resilience, BIM, Building industry, PCA

1. salehi, behnam – Malek Ashtar University of Technology, salehibehnam9@gmail.com

2. Faculty Member of Malek Ashtar University of Technology

3. Uni. Prof

4. defense and crisis management of NIOC

۹۹

ویژه نامه هفته
پدافند غیر عامل
پاییز و زمستان
۱۳۹۹

دوفصلنامه
علمی و پژوهشی



ارائه الگوی تاب‌آوری صنعت ساخت‌وساز با بهره‌گیری از
مدل‌سازی اطلاعات ساختمان BIM

مختلف مقوله تاب‌آوری را مورد مطالعه قرار داده‌اند. مفهوم تاب‌آوری به صورت عام می‌تواند در یک مقیاس گسترده کلیه جوانب اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و سایر جوانب درگیر با سازه را شامل شود (مقاله‌های یان دیویس و یاسمین ایزدخواه) و در جای دیگر در مقیاس خیلی کوچک‌تر تاب‌آوری یک عنصر سازه‌ای در برابر تنش‌ها و نیروهای ناشی از زلزله ممکن است مورد نظر باشد (مقاله‌ی بروئو). در مورد اول مناسبات اجتماعی، سیاسی و اقتصادی تحلیل می‌شود و در دومی نیروهای فیزیکی، مقاومت مصالح و هزینه‌ی اتصال طراحی شده است. بنابراین با توجه به وسعت دامنه کاربرد مفهوم تاب‌آوری لازم است مقیاس و حوزه‌ی کاربرد این واژه و همین‌طور برخی از اصطلاحات مورد استفاده از دیدگاه پژوهش به روشنی تبیین شود [۱].

تعاریف تاب‌آوری سیستم

با توجه به بررسی انجام‌شده در تحقیقات حوزه تاب‌آوری، مطابق جدول (۱) محققان و صاحب‌نظران زیادی تعاریفی از تاب‌آوری در حیطه‌های گوناگون بیان کرده‌اند که در ادامه به بیان و بررسی برخی از این تعاریف که در بازه زمانی ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۵ ارائه شده، پرداخته می‌شود.

پس از مطالعه و بررسی تعاریف محققان و صاحب‌نظران، تنها تعریف تاب‌آوری سیستم ساختمان توسط یان دیویس و همکاران^۸ (۲۰۰۶) به صورت «توانایی یک سیستم ساخت‌وساز در پایداری در برابر نیروها و مطالبات ناشی از سوانح و بازگشت سریع به شرایط قبل از سازه و آماده شدن برای مقابله با خطرات احتمالی آتی» بیان شده است [۱].

مروری بر تحقیقات

از مطالعات مطرح در این زمینه می‌توان به مقاله‌ی سید عین‌الدین و ژانت کومار روتری با عنوان «خطر زلزله و جوامع تاب‌آور در منطقه‌ی بلوچستان پاکستان» اشاره کرد. در این مقاله با استفاده از معیارها و شاخص‌های مختلف از روش میانگین فاصله از حد بهینه (میزان عددی شاخص‌ها در ژاپن به منزله‌ی میزان بهینه‌ی تاب‌آوری انتخاب شده است) به این نتیجه دست یافته‌اند که در این منطقه برخی پهنه‌ها از ابعاد اجتماعی و اقتصادی تاب‌آورتر تلقی می‌شوند [۹]. تند جونز و همکاران هم پژوهش دیگری با عنوان «برنامه ریزی منطقه‌ای و آینده‌ی تاب‌آوری: مدل مقصد و توسعه‌ی گردشگری» در منطقه‌ی ساحلی مرجانی نینگالو در استرالیا انجام داده‌اند. روش تحقیق مقاله بررسی میزان همبستگی میان شاخص‌های تاب‌آوری و میزان جذب گردشگر بوده و از شاخص‌های میزان اشتغال، عوامل زیست‌محیطی، وجود زیرساخت‌ها و تنوع انتخاب میان شیوه‌های مختلف حمل‌ونقل بهره گرفته شده است. نتایج این پژوهشی حاکی از وجود همبستگی میان میزان تاب‌آوری و جذب گردشگر در منطقه‌ی مورد مطالعه بوده است [۱۰]. در مقاله‌ی «مدیریت بحران اجتماع محور: بررسی اجمالی فرآیند آن در کشور چین» با استفاده از روش توصیفی-تحلیلی به ارائه‌ی چارچوبی جهت مدیریت سوانح اجتماع محور در کشور چین پرداخته شده است. در این مقاله که زنگ و همکاران انجام داده‌اند، بر شاخص‌های ایجاد نهادهای

در دهه‌های اخیر تلاش‌های بسیاری در جهت پررنگ‌تر ساختن نقش صنعت ساختمان در مدیریت مخاطرات صورت پذیرفته و پیشرفت‌های قابل توجهی هم در این زمینه از جنبه‌های مختلف حاصل شده است. با وجود این در عمل مشاهده می‌کنیم که مدیریت مخاطرات قادر نیست چارچوب مناسبی جهت تبیین نقش همه‌جانبه صنعت ساختمان در مواجهه با سوانح در دست گیرد. در اغلب کشورهای در حال توسعه، صنعت ساختمان یکی از صنایع زیر بنایی به شمار می‌رود. از سوی دیگر بسیاری از این کشورها در معرض سوانح متعددی قرار دارند که تهدیدی جدی برای کالبد فیزیکی و دستاوردهای توسعه‌ای آنها محسوب می‌شود. در چنین شرایطی دولتمردان ناگزیر هستند سوانح را به عنوان واقعیتهای غیرقابل اجتناب در روند توسعه خود بپذیرند و برای مواجهه با آن تدابیر لازم را در برنامه‌های توسعه‌ای خود اتخاذ کنند. بدیهی است با توجه به گستردگی صنعت ساختمان در این کشورها و همچنین تأثیرپذیری مستقیم آن از سوانح متعدد، لازم است زیر ساخت‌های این صنعت هم از منظر تعامل با مدیریت مخاطرات مورد بازنگری جدی قرار گیرد. در چند سال اخیر تلاش‌هایی در زمینه‌ی تقویت نقش صنعت ساختمان در جهت کاهش آسیب‌پذیری در مدیریت بحران انجام شده است. به عنوان مثال می‌توان به سبک‌سازی و ارتقای استانداردها و آیین‌نامه‌های ساختمانی و... در ساختمان‌ها اشاره کرد. با این وجود هنوز بسیاری از پتانسیل‌های صنعت ساختمان در کاهش و ترمیم صدمات ناشی از سوانح همچنان مورد غفلت واقع شده و این امر منجر به کم‌رنگ شدن حضور مؤثر صنعت ساختمان در بسیاری از مقاطع مدیریت مخاطرات شده است. در این پژوهش ضمن تأکید بر لزوم تقویت نقش صنعت ساختمان در کلیه مراحل مدیریت مخاطرات ناشی از سوانح، تلاش می‌شود این امر در رویکردی فناوری محور و به موازات اقدامات مدیریت مخاطرات و همسو با آن مطرح شود. راهکار پیشنهادی شامل شناسایی و تقویت کیفیت توسعه پایدار در ساختار سیستم‌های ساخت‌وساز، تحت عنوان تاب‌آوری سیستم‌های ساخت‌وساز با بهره‌گیری از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان است. این کیفیت ناظر بر قابلیت یک سیستم به‌ویژه ساختمانی در مواجهه با سازه و کاهش آسیب‌پذیری آن در درجه اول و در مرحله بعد توانایی ترمیم عوارض کوتاه‌مدت و بلندمدت ناشی از آن است. علاوه بر این با توجه به محدودیت زمان و هزینه در بیشتر پژوهش‌های ساخت‌وساز در شرایط مختلف، با بهره‌گیری از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان می‌توان با کمترین زمان و هزینه مدل‌نهایی و اجرایی را مشاهده کرده و از کارکرد و نواقص احتمالی پروژه آگاه شد. این رویکرد با الهام از ایده تاب‌آوری مقوله‌ی مدیریتی که به تازگی در مدیریت مخاطرات مطرح شده، مورد توجه قرار گرفته و تعمیم آن به یک سیستم ساختمانی خاص شکل گرفته است.

تاب‌آوری در حوزه صنعت ساختمان

تاب‌آوری می‌تواند ابعاد مختلف سازوکارهای درگیر با سوانح را در سطوح مختلف دربرگیرد. پژوهش‌های متعدد از جنبه‌های

جدول (۱) بررسی تعاریف تاب‌آوری از نظر صاحب‌نظران این حوزه. [۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸].

محققین	توضیحات
هالینگ و گاندرسون ^۱ ، ۲۰۰۲	شدت اختلالی که سیستم می‌تواند آن را جذب کند، قبل از اینکه ساختار سیستم از طریق تغییر متغیرها و فرآیندهایی که رفتار آن را کنترل می‌کنند، به ساختار متفاوتی تبدیل شود.
ادگر و همکاران ^۲ ، ۲۰۰۵	تاب‌آوری به ظرفیت سیستم‌های اکولوژیکی برای جذب اختلالات و نیز برای حفظ بازخوردها، فرآیندها و ساختارهای لازم و ذاتی سیستم اطلاق می‌شود.
کاتر و همکاران ^۳ ، ۲۰۱۰	تاب‌آوری به ظرفیت جذب و عملکردهای اساسی به‌ویژه در طی سوانح و هم ظرفیت بازیابی «برگشت به تعادل» پس از سانحه اطلاق می‌شود.
موبرگ و سیمونس ^۴ ، ۲۰۱۱	موبرگ و سیمونس؛ بر اهمیت آموزش در تاب‌آوری تأکید دارند. به عبارت دیگر توانایی کسب تجربه از شرایط بحرانی و استفاده بهینه از این تجارب در آینده است.
بون و همکاران ^۵ ، ۲۰۱۲	تاب‌آوری فرآیند پویایی است و در افرادی به‌وجود می‌آید که می‌توانند با گذشت زمان خود را با شرایط منطبق و به شرایط پاسخ دهند. این فرآیند به آنها این امکان را می‌دهد که بتوانند سرپا بایستند و عملکرد سالم خود را حفظ کنند.
ترنر ^۶ ، ۲۰۱۳	فرآیند دگرگونی تقویت ظرفیت جمعیت، جوامع، سازمان‌ها و پیش‌بینی، بازدارندگی، بازیابی و دگرگونی کشورها پس از وقوع شوک‌ها، استرس و تغییرات را تاب‌آوری می‌نامند.
کیوت و الجابری ^۷ ، ۲۰۱۵	تاب‌آوری به ظرفیت سیستم‌های اکولوژیکی برای جذب اختلالات و نیز برای حفظ بازخوردها، فرآیندها و ساختارهای لازم و ذاتی سیستم اطلاق می‌شود.

غیردولتی و آموزشی در برابر بحران‌ها، تولید و انتقال دانش، ایجاد سازمان‌ها^۹ و تعریف عملکرد سازمانی آنها در برابر بلایا و بحران‌ها تأکید شده است [۱۱]. در گزارشی که مرکز تحقیقات اقتصاد فضایی با عنوان «به‌سوی مناطق تاب‌آور: سیاست توسعه‌ی مناطق» در سال ۲۰۱۰ انتشار داد، استوارت دولی و همکارانش با استفاده از روش توصیفی-تحلیلی و با تأکید بر بعد اقتصادی تاب‌آوری و تحلیل شاخص‌های نرخ اشتغال، مراکز اقتصادی بزرگ مقیاس، درآمد، تولید ناخالص و میزان تحرک دانش به معرفی فرآیند تاب‌آور کردن مناطق پرداختند [۱۲]. در پژوهشی که با عنوان «بررسی یک مورد مطالعاتی جهت فهم تاب‌آوری منطقه‌ای» کترین فاستر انجام داده، تاب‌آوری منطقه‌ی کلانشهری بوفالو نیگارا فالز در بازه‌ی زمانی ۱۹۷۰-۲۰۰۰ با استفاده از شاخص‌های تراکم جمعیت، درصد جمعیت شاغل، درصد سرانه‌ی درآمد و درصد جمعیت زیر خط فقر ارزیابی شده است. نتایج این مطالعه نشان داد که تاب‌آوری اجتماعی منطقه در طول این بازه زمانی افزایش و تاب‌آوری اقتصادی این منطقه کاهش یافته است [۱۳].

همان‌گونه که از بررسی و تجزیه و تحلیل مطالعات انجام‌شده در حوزه تاب‌آوری برداشت می‌شود، در بیشتر موارد مبحث تاب‌آوری در علوم اجتماعی، اقتصادی و مدیریتی معرفی شده و کمتر مطالعه مشاهده می‌شود که تاب‌آوری در حوزه عمرانی و شهر سازی مطرح شده باشد. بنابراین از این‌رو در این پژوهش تلاش شده تا با ارائه الگوی جامع تاب‌آوری صنعت ساختمان گامی مهم در این حوزه برداشته شود.

مدل‌سازی اطلاعات ساختمان BIM*

با توجه به تعدد متصديان پروژه‌های ساخت‌وساز از طراح و محاسب تا تکنسین راه‌اندازی تأسیسات، بهره‌برداران، مدیران

متخصص و صاحبان سرمایه که هر یک دیدگاه مختص به خود و انگیزه‌های خود داشته و از نقطه‌نظری در منافع کار شریک هستند، لازم است برآیندی به دست آورده و اجرای ساختمان را بهینه کرد. با مطالعات گسترده‌ای که در سطح جهان در این زمینه انجام‌شده مشخص شده که مهمترین رکن، ایجاد ارتباط مؤثر و همکاری در بین بخش‌های مختلف است. اولین نمود این همکاری و ارتباط کاهش زمان رفت و برگشت اسناد و نقشه‌ها و بالا رفتن دقت در این اسناد است؛ زیرا فاصله برقراری ارتباطات را کوتاه کرده و خطا را کاهش می‌دهد. در این صنعت هر خطای کوچکی کلیه اهداف پروژه را ممکن است تحت تأثیر قرار دهد. هماهنگی و همکاری چه در فاز طراحی و چه در فاز ساخت و بهره‌برداری باعث کاهش هزینه‌ها و صرف وقت و در نظر گرفتن ملاحظات مربوطه می‌شود تا کلیه بخش‌ها با اتفاق نظر به برآیندی سودآور برای خود و یکدیگر برسند و در جریان انتقال اطلاعات در یک فاز یا در بین فازها دچار خطا نشوند. در این راستا با توجه به پیشرفت علم فناوری اطلاعات در همه زمینه‌های صنعتی و غیرصنعتی در سطح جهان و استفاده فراگیر متخصصان صنعت ساختمان از نرم‌افزارها و کمک‌های کامپیوتری، روشی به نام BIM مدل‌سازی اطلاعات ساختمان یا پی‌کربندی جامع ساختمان ابداع شده که با هماهنگ کردن کلیه نرم‌افزارها و بخش‌های کار ساخت‌وساز، زمینه بروز خطا و ناهماهنگی‌ها را تا حد بسیار زیادی کاهش داده و باعث می‌شود متخصصان بتوانند کلیه پتانسیل حرف‌های خود را در پروژه بروز دهند. به تعبیری BIM فضای کار را به صورت دهکده‌ای خودکفا در می‌آورد که کلیه بخش‌های آن به هم مرتبط بوده و بنابراین هر مشکلی قبل از گسترش و نیاز به برگشت یا تخریب رفع می‌شود. در صنعت مهندسی، معماری و ساخت‌وساز سوء تعبیری به وجود

آمده که مدل‌سازی اطلاعات ساختمان تنها یک نرم‌افزار است. گرچه قسمت نرم‌افزاری قسمت مهمی از آن است؛ اما مدل‌سازی اطلاعات ساختمان یک ابزار کاربردی به حساب می‌آید. مدل‌سازی اطلاعات ساختمان یک تغییر جدید در شیوه طراحی و مستندسازی در صنعت ساخت است که اطلاعاتی در باره کلیت ساختمان به ما می‌دهد و اسنادی کامل و تجمیع‌شده را در یک پایگاه داده در اختیار ما می‌گذارد. همه این اطلاعات پارامتری هستند و بنابراین با یکدیگر در ارتباط هستند [۱۴].

مروری بر مطالعات انجام‌شده در حوزه BIM

کلیبرال (۲۰۰۹) با بررسی موردی ۴۰۸ پروژه طی ۶ سال دریافت دستورات تغییر بر اساس قرارداد در پروژه‌های با مدل‌سازی دوبعدی ۱۸,۴۲ درصد، فقط سه بعدی ۱۱,۱۷ درصد و همراه ۲,۶۸ درصد بوده است [۱۵].

خانزاده و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای موردی بر روی شرکت‌های تأسیساتی ساختمان (MEP) عنوان کردند که BIM ۲۰ تا ۳۰ درصد در نیروی کار پیمانکاران جز تأسیساتی صرفه جویی می‌کند و تا ۱۰۰ درصد امکان پیش‌سازی برای پیمانکار لوله‌کشی وجود دارد. همچنین دوباره‌کاری را در پیمانکاران جزء تأسیساتی کمتر از ۰,۲ درصد و تعداد درخواست‌های اطلاعات انگشت‌شمار اعلام کردند. ۶ ماه صرفه جویی در زمان و ۹ میلیون دلار در هزینه هم از نتایج مثبت BIM بود. [۱۶].

کوپرناسی و ماک (۲۰۰۹) در یک بررسی موردی مزایای BIM را مشخص کردند که شاخص‌ترین آنها را کاهش دوباره‌کاری، کاهش مدت زمان ساخت، قابلیت مشاهده همه قسمت‌ها، پیش‌سازی و کاهش تعارضات است. [۱۷].

بارلیشی و سالیوان (۲۰۱۲) با بررسی ۲۱ مطالعه موردی پیرامون مزایای BIM کاهش زمان، افزایش هماهنگی و کاهش دوباره‌کاری را پرتکرارترین مزایای BIM عنوان کردند [۱۵]. در نهایت کارفرمایان و طراحان بر این باورند که مزایا و صرفه جویی هزینه یک طراحی انعطاف‌پذیر در درازمدت از خطر بروز دوباره‌کاری مهمتر است [۱۸].

بوروال و هواج (۲۰۱۳) استفاده از BIM را در پروژه‌های ساخت عمومی بررسی و بیان کردند که یک ترکیب قراردادی بر اساس BIM می‌تواند به بهبود بهره‌وری، هماهنگی بهتر و کاهش خطا و دوباره‌کاری را منجر شود [۱۹].

سورمن (۲۰۰۹) اثر BIM را بر روی ۶ شاخص کلیدی عملکرد شامل کنترل کیفیت، تکمیل به موقع، هزینه، ایمنی، هزینه اجرا بر واحد سطح و بهره‌وری که برای صنعت ساخت مفیدترین تعریف شده بودند، بررسی کرد. او دریافت که BIM پتانسیل بیشترین اثرگذاری روی کنترل کیفیت، تکمیل به موقع و بهره‌وری (واحد بر ساعت کار) را دارد [۲۰].

چلسون (۲۰۱۰) شاخص‌های کلیدی BIM شامل تعداد درخواست اطلاعات، مقدار دوباره‌کاری، انطباق با زمان‌بندی و دستور تغییر در اثر تضاد در نقشه‌ها که بر روی بهره‌وری مؤثرند

را شناسایی کرد. وی اثر مثبت BIM را روی بهره‌وری در عوامل انسانی مهم‌تر از عوامل فنی دانست [۲۱].

مشاهده می‌شود که کاربردهای مدل‌سازی اطلاعات ساختمان گستره‌ای از فاز ارزیابی ایده‌سازی تا فاز تخریب را شامل می‌شود که با توجه به مزیت‌های استفاده از آن می‌تواند بهره‌وری آن بخش را افزایش دهد. پس از بیان مبانی نظری و پیشینه تحقیق در مورد مفاهیم تاب‌آوری و مدل‌سازی اطلاعات ساختمان و تجزیه و تحلیل ابزارها و الگوهای موجود جهت دستیابی به هدف تحقیق و همچنین بررسی مطالعات انجام‌شده در زمینه تاب‌آوری صنعت ساخت‌وساز در ادامه به ارائه روش پژوهش و مدل آماری و نهایتاً الگوی تاب‌آوری صنعت ساختمان پرداخته شده است. پس از آن به فاکتور موفقیت پروژه جهت اجرایی شدن الگو پرداخته شده است.

روش شناسی پژوهش

شرکت‌ها و کارگاه‌های ساختمانی محدوده غرب و شرق تهران و همچنین شرکت‌های خصوصی در زمینه‌ی مورد مطالعه به عنوان جامعه آماری مدنظر برای جمع‌آوری داده‌های اولیه شناسایی شدند. سپس با حضور در شرکت‌ها و کارگاه‌ها با مدیر پروژه، سرپرست کارگاه و مهندسان شرکت مصاحبه صورت گرفت. همچنین بخشی از پرسشنامه‌ها هم پس از توضیحات کامل در مورد تعاریف مورد نیاز پرسشنامه و اهداف آن در اختیار مهندسان شرکت یا کارگاه قرار گرفت و تکمیل شد. نظر به وجود تعداد زیادی از شاخص‌های تاب‌آوری صنعت ساخت‌وساز، به منظور مدیریت مناسب‌تر آنها ضروریست با توجه به همبستگی موجود بین مؤلفه‌ها، دسته‌بندی منطقی بین آنها صورت پذیرد. به منظور دسته‌بندی مؤلفه‌های استخراج‌شده، لازم است روش‌های آماری مناسب مورد استفاده قرار گیرد. در این تحقیق روش تحلیل عاملی به منظور محدود کردن تعداد متغیرها و سپس دسته‌بندی آنها به کار می‌رود. در این قسمت کوشش شده که ۶۴ شاخص شناخته‌شده مؤثر بر تاب‌آوری صنعت ساخت‌وساز دسته‌بندی شوند و الگویی که نشان‌دهنده مؤلفه‌های تأثیرگذار بر موضوع باشد، توسعه داده شود. به همین منظور از روش تحلیل عاملی استفاده شده است.

جدول مورگان یکی از پرکاربردترین روش‌ها برای محاسبه حجم نمونه آماری است و به ازای مقادیر مختلف از جمعیت جامعه با استفاده از فرمول کوکران به دست آمده است. برای یافتن تعداد نمونه‌ها ابتدا فرض بر این شد که در مناطق مورد نظر تعداد شرکت‌هایی با مفاهیم تاب‌آوری آشنا بوده و از مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) استفاده کرده‌اند. در مقابل مابقی شرکت‌ها به نسبت ۱۰ به ۹۰ است. در این فرمول سطح اطمینان ۹۵ درصد و سطح خطا ۵ درصد در نظر گرفته شد.

$$N = \frac{z^2 pq}{e^2} \quad \text{رابطه (۱)}$$

در فرمول بالا:

N تعداد نمونه؛

Z درصد اطمینان قابل قبولی؛

P نسبتی از جمعیت دارای صفت معین؛

q نسبتی از جمعیت فاقد صفت معین و e درجه اطمینان یا دقت احتمالی مطلوب است. از این فرمول تعداد نمونه ۱۳۸ به دست آمد.

جمع‌آوری داده‌های پرسشنامه

مطابق جدول ۲ تعداد ۱۰۱ پرسشنامه در شرکت‌ها، کارگاه‌ها و پژوهشکده‌های پدافند غیرعامل توزیع شد که از این تعداد ۵ مورد آن را مصاحبه تشکیل می‌دهد. با هماهنگی متخصصان حوزه مورد مطالعه تعداد ۲۱ پست الکترونیکی ارسال شد و در گروه‌های اجتماعی تخصصی هم ۲۵ پرسشنامه برخط درج شد که نرخ بازگشت هر یک مطابق جدول زیر است:

در روش پژوهش حاضر، بر جمع‌آوری نظرات متعدد با استفاده از پرسشنامه تأکید شده است، بنابراین پس از تهیه و اصلاح پرسشنامه ۷۹ نفر از نخبگان، کارشناسان و مدیران دولتی و خصوصی در حوزه عمران شهر تهران و برخی از شهرستان‌های کشور به صورت پرسشنامه فیزیکی، فضای مجازی، پست الکترونیکی و مصاحبه مورد پرسش قرار گرفتند و سپس در راستای پاسخ به سؤالات پژوهش داده‌های حاصل از توزیع پرسشنامه و مصاحبه‌ها مورد تجزیه و تحلیل و تفسیر واقع شدند. در این بخش ابتدا جهت بررسی پایایی داده‌های برداشت‌شده از پرسشنامه‌ها از روش آلفای کرونباخ استفاده شد و سپس به کمک آزمون کولموگروف-اسمیرنوف یک نمونه‌ای، نوع توزیع داده‌های جمع‌آوری شده تعیین شد. سپس بر اساس روش آنالیز اجزای اصلی، شاخص‌های با درجه اهمیت بالا تعیین شدند. در این بین چند عامل مشخص دسته‌بندی شد و در ادامه گام‌های پژوهش ارائه می‌شود.

بررسی پایایی و اعتبار سنجی

بعد از طراحی اولیه پرسشنامه لازم است که آزمون‌هایی روی آن صورت گیرد و در صورت لزوم اصلاحات مورد نیاز اعمال شود تا روایی (صوری و محتوایی) و پایایی مورد نیاز و قابل قبول حاصل شود. سپس گردآوری نهایی اطلاعات آغاز خواهد شد. ضریب آلفا کرونباخ برای سنجش میزان هماهنگی درونی نگرش‌ها، قضاوت‌ها و معیارها در یک پرسشنامه به کار می‌رود. این روش یکی از روش‌های محاسبه پایایی پرسشنامه است. نتیجه این آزمون شرط اساسی برای تایید پرسشنامه است. این آزمون که حاصل آن یک ضریب به نام آلفای کرونباخ است، برای استفاده در آزمون قابلیت اعتماد یا پایایی^{۱۳} پرسشنامه‌ای که به صورت طیف لیکرت طراحی شده و جواب‌های آن چند گزینه‌ای هستند، به کار

می‌رود. اگر ضریب آلفای کرونباخ ۰,۷ یا بیشتر است، پرسشنامه از پایایی مطلوبی برخوردار است و می‌توان از بابت همبستگی درونی سؤالات مطمئن شد، ولی اگر مقدار آلفا در بازه بین ۰,۵ تا ۰,۷ به دست آید، اعتبار پرسشنامه در حد متوسط ارزیابی می‌شود.

ضریب آلفای کرونباخ ۰,۸۲

همان‌گونه که مشاهده شد، مقدار ضریب آلفای کرونباخ با استفاده از نرم‌افزار Spss مقداری بالاتر از ۰,۷ به دست آمد و می‌توان گفت که پرسشنامه از پایایی مطلوبی برخوردار است.

دسته‌بندی و کاهش داده‌های تعیین عوامل مؤثر بر تاب‌آوری در صنعت ساخت‌وساز

دسته‌بندی و کاهش داده‌ها فرآیندی است که بر اساس تجزیه و تحلیل‌های عاملی امکان‌پذیر است. فلسفه زیربنایی کاهش ابعاد، حذف متغیرهای زائد (با همبستگی بالا) از داده‌ها و احتمالاً جایگزینی کل داده‌ها با تعداد محدودتری از متغیرهای غیر همبسته است. در تحلیل عاملی ابتدا این امر بررسی می‌شود که آیا متغیرهای موجود را می‌توان به صورتی گروه‌بندی کرد که به تعداد کمتری متغیر مرکب رسید.

تحلیل عاملی بر دو نوع است که شامل تحلیل عاملی اکتشافی^{۱۴} و تحلیل عاملی تاییدی^{۱۵} است. در این تحقیق از روش تحلیل عاملی اکتشافی استفاده شده است. در تحلیل عاملی اکتشافی محقق درصدد کشف ساختار زیربنایی مجموعه نسبتاً بزرگی از متغیرها است و پیش فرض محقق آن است که هر متغیری ممکن است با هر عاملی ارتباط داشته باشد. به عبارت دیگر محقق در این روش هیچ تئوری اولیه‌ای ندارد. نظر به وجود تعداد زیادی از شاخص‌های تاب‌آوری در صنعت ساخت‌وساز، به منظور مدیریت مناسب تر آنها ضروریست با توجه به همبستگی موجود بین مؤلفه‌ها دسته‌بندی منطقی بین آنها صورت پذیرد. به منظور دسته‌بندی مؤلفه‌های استخراج‌شده لازم است روش‌های آماری مناسب استفاده شود. در این تحقیق روش تحلیل عاملی به منظور محدود کردن تعداد متغیرها و سپس دسته‌بندی آنها به کار می‌رود. در این قسمت کوشش شده که ۶۴ شاخص شناخته‌شده مؤثر بر تاب‌آوری صنعت ساخت‌وساز دسته‌بندی شوند و الگویی که نشان‌دهنده مؤلفه‌های تأثیرگذار بر موضوع باشد، توسعه داده شود. به همین منظور از روش تحلیل عاملی^{۱۵} (PCA) استفاده شده است. این روش به صورت کلی در ۵ مرحله شامل گام‌های زیر ارائه می‌شود.

- شاخص KMO و آزمون بارتلت؛

جدول (۲) اطلاعات پرسشنامه‌های توزیع و پاسخ داده‌شده

روش پیمایش	پرسشنامه‌های توزیع شده	پرسشنامه‌های بازگشتی	پرسشنامه‌های درست	نرخ پاسخ (%)
پرسشنامه فیزیکی	۵۰	۴۵	۴۲	۸۴٪
مصاحبه	۵	۵	۵	۱۰۰٪
پرسشنامه برخط	۵۰	۱۸	۱۵	۳۰٪
پست الکترونیکی	۳۳	۱۸	۱۷	۵۱٪
مجموع	۱۳۸	۸۶	۷۹	۷۸٪

۱۰۳

ویژه نامه هفته
پدافند غیرعامل
پاییز و زمستان
۱۳۹۹

دوفصلنامه
علمی و پژوهشی



ارائه الگوی تاب‌آوری صنعت ساخت‌وساز با بهره‌گیری از
مدل سازی اطلاعات ساختمان BIM

- تهیه جدول اشتراکات^{۱۶}؛
- جدول مقادیر ویژه و درصد واریانس های شناسایی شده مؤلفه های اصلی در متغیرهای ورودی^{۱۷}؛
- رسم نمودار Scree Plot جهت تعیین نقاط شکست و زانویی؛
- جدول ماتریس مؤلفه ها^{۱۸}.

پس از نهایی شدن شاخص ها و دسته بندی آنها در این بخش یک عنوان به هر گروه اختصاص یافته و زیر مجموعه های هر بخش آن را مشخص می کنیم و مدل نهایی تاب آوری صنعت ساخت و ساز ارائه می شود.

مراحل اجرای تکنیک تحلیل عاملی براساس PCA

اجرای تکنیک تحلیل عاملی در این تحقیق شامل دو مرحله استخراج و چرخش عامل است. هدف اصلی از مرحله اول اتخاذ تصمیم درباره تعداد مؤلفه اصلی در یک مجموعه از متغیرهای اندازه گیری شده است. هدف مرحله دوم دستکاری نتایج آماری (چرخش عامل ها) به منظور قابل تفسیر کردن عوامل و همچنین تصمیم گیری درباره عوامل اصلی از مجموعه متغیرهای اندازه گیری شده است. در مورد پرسشنامه این تحقیق تعداد ۶۴ متغیر اولیه (سؤالات پرسشنامه (معیارها)) و مقادیر آنها به عنوان ورودی فرایند در نظر گرفته شده است. در بخش های ذیل نتایج اعمال تکنیک PCA بر روی داده های ورودی پرسشنامه تحقیق، تجزیه و تحلیل می شود.

گام ۱: شاخص KMO و آزمون بارتلت

در انجام تحلیل آماری ابتدا باید از این مسئله اطمینان حاصل شود که می توان داده های موجود را برای تحلیل مورد استفاده قرار داد. به عبارت دیگر آیا تعداد داده های مورد نظر برای تحلیل عاملی مناسب هستند یا خیر؟ بدین منظور از شاخص KMO و آزمون بارتلت استفاده می شود. شاخص KMO شاخصی از کفایت نمونه گیری است که کوچک بودن همبستگی بین متغیرها را بررسی می کند و آزمون بارتلت برای شناسایی ساختار به کار می رود. ماتریس همبستگی دارای دو حالت است: زمانی که ماتریس همبستگی بین متغیرها یک ماتریس واحد و همانی است. در

این صورت متغیرها ارتباط معنی داری با هم نداشته و در نتیجه امکان شناسایی عامل های جدید بر اساس همبستگی متغیرها وجود ندارد. حالت دوم هم زمانی است که ماتریس همبستگی بین متغیرها یک ماتریس واحد و همانی نباشد که در این صورت ارتباط معنی داری بین متغیرها وجود داشته و بنابراین امکان شناسایی و تعریف عامل های تازه ای بر اساس همبستگی متغیرها وجود دارد. اگر P-Value آزمون بارتلت کوچک تر از ۵ درصد باشد، تحلیل عاملی برای شناسایی ساختار مناسب است؛ زیرا فرض شناخته شده بودن ماتریس همبستگی رد می شود. از این رو مطابق جدول (۳) با توجه به اینکه مقدار شاخص KMO بیش از ۰.۵ و P-Value کمتر از ۰.۰۵ است، ماتریس و داده های موجود شرایط لازم برای تحلیل PCA را دارد.

جدول (۳) آزمون بارتلت و شاخص KMO

مقدار شاخص KMO		۰.۶۴۶
آزمون بارتلت	مقدار آماره آزمون بارتلت (تقریبی از آماره کای دو)	۹۷۰۱.۰۲۳
	درجه آزادی P-Value	۲۰۸۰ ۰

گام ۲: تهیه جدول اشتراکات^{۱۹}

ستون اول و چهارم جدول (۳) ناظر به متغیرهای ورودی یا همان سؤالات پرسشنامه است. ستون دوم و پنجم جدول تخمینی از واریانس هر یک از متغیرهای ورودی است که توسط کلیه مؤلفه ها تبیین می شوند. در رویکرد تحلیل مؤلفه های اصلی به تعداد متغیرهای ورودی مؤلفه خواهیم داشت و از این رو ۱۰۰ درصد کل واریانس هر متغیر توسط مؤلفه ها قابل توضیح است. در این راستا ستون سوم و ششم از جدول (۴) دربرگیرنده برآوردی از واریانس هر متغیر است که توسط مؤلفه های استخراج شده یا همان مؤلفه های اصلی تبیین می شود. از آنجا که همه مقادیر ستون سوم و ششم جدول اشتراکات قابل توجه و معنی دار است (بالتر از ۰.۶

جدول (۴) جدول اشتراکات

اشتراکات					
سؤالات	اولیه	استخراج شده	سؤالات	اولیه	استخراج شده
M 1	1	0.806	M 34	1	0.795
M 2	1	0.8	M 35	1	0.758
M 3	1	0.777	M 36	1	0.841
M 4	1	0.894	M 37	1	0.772
M 5	1	0.848	M 38	1	0.793
M 6	1	0.802	M 39	1	0.854
M 7	1	0.768	M 40	1	0.778
M 8	1	0.788	M 41	1	0.803
M 9	1	0.759	M 42	1	0.834
M 10	1	0.802	M 43	1	0.812

ادامه جدول (۴) جدول اشتراکات

M 11	1	0.827	M 44	1	0.756
M 12	1	0.803	M 45	1	0.79
M 13	1	0.773	M 46	1	0.759
M 14	1	0.795	M 47	1	0.763
M 15	1	0.749	M 48	1	0.797
M 16	1	0.788	M 49	1	0.748
M 17	1	0.742	M 50	1	0.727
M 18	1	0.776	M 51	1	0.749
M 19	1	0.824	M 52	1	0.783
M 20	1	0.825	M 53	1	0.782
M 21	1	0.76	M 54	1	0.795
M 22	1	0.803	M 55	1	0.846
M 23	1	0.767	M 56	1	0.821
M 24	1	0.777	M 57	1	0.798
M 25	1	0.832	M 58	1	0.841
M 26	1	0.781	M 59	1	0.787
M 27	1	0.801	M 60	1	0.793
M 28	1	0.81	M 61	1	0.884
M 29	1	0.828	M 62	1	0.843
M 30	1	0.782	M 63	1	0.786
M 31	1	0.801	M 64	1	0.841
M 32	1	0.811			
M 33	1	0.757			
Extraction Method: Principal Component Analysis.					

جدول (۵) مقدار ویژه نهایی استخراج شده

واریانس کلی استخراج شده						
Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	of Variance %	% Cumulative	Total	of Variance %	% Cumulative
1	25.97	39.954	39.954	25.97	39.954	39.954
2	11.158	17.166	57.12	11.158	17.166	57.12
3	9.542	14.68	71.8	9.542	14.68	71.8
4	6.9	10.615	82.415	6.9	10.615	82.415
5	6.507	10.01	92.425	6.507	10.01	92.425
6	4.004	6.16	98.585	4.004	6.16	98.585
Extraction Method: Principal Component Analysis.						

دیده می شود، تنها ۶ مؤلفه اصلی اول دارای مقادیر ویژه بزرگتر از یک هستند. بنابراین همانطور که در بخش های قبلی بدان اشاره شد، تنها مقادیر بزرگتر از یک به عنوان مؤلفه های اصلی نگه داشته می شوند. از سوی دیگر دیده می شود که با نگه داشتن این ۶ مؤلفه اصلی در حدود ۹۸،۵۸۵ درصد از واریانس کل شناسایی می شود. به عبارت دیگر می توانیم پیچیدگی مجموعه داده ها را با در نظر گرفتن همین ۶ مؤلفه و از دست دادن تنها ۱،۵ درصد از اطلاعات به طور قابل ملاحظه ای کاهش دهیم.

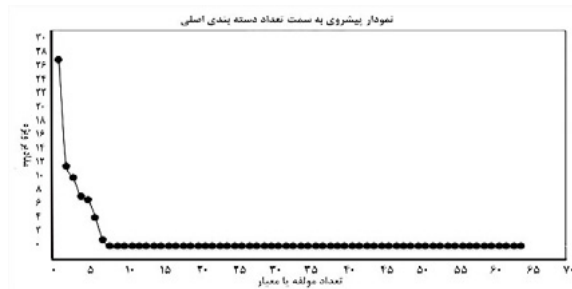
است) می توان این گونه استدلال کرد که مؤلفه های استخراج شده جایگزین کننده مناسبی از متغیرهای ورودی هستند.

گام ۳: جدول مقادیر ویژه و درصد واریانس های شناسایی شده مؤلفه های اصلی متغیرهای ورودی^{۲۰}

در این مرحله صرفاً مؤلفه هایی استخراج می شوند که مقادیر ویژه تعلق گرفته به آنها بالاتر از یک باشد. در جدول (۵) مقادیر ویژه یا درصد واریانس متغیرهای ورودی که توسط هر یک از مؤلفه ها قابل شناسایی و تبیین است، ارائه شده است. همچنان که

گام ۴- رسم نمودار Scree Plot: برای تعیین نقاط شکست و زانویی

در تصویر (۱)، نمودار Scree Plot نمایش داده شده است. همچنان‌که در این نمودار نیز دیده می‌شود، تنها ۶ مؤلفه اصلی اول دارای مقادیر ویژه بزرگ‌تر از یک هستند. از سوی دیگر در مؤلفه اصلی ششم نقطه زانویی وجود دارد که باز هم بیانگر آن است که باید ۶ مؤلفه اصلی اول نگه داشته شوند. مؤلفه‌های قرارگرفته بر روی شیب کند نمودار مشارکت ناچیزی در خروجی نهایی داشته و از این‌رو حذف شده است.



تصویر (۱) نمودار Scree Plot

گام ۵: جدول ماتریس مؤلفه‌ها^۳

این ماتریس مطابق جدول (۶) نشان می‌دهد که هر یک از مؤلفه‌ها کدام یک از متغیرهای ورودی یا همان سؤالات پرسشنامه هستند. جدول (۶) ماتریس چرخیده شده اجزا را نشان می‌دهد که شامل بارهای عاملی هر یک از متغیرها در عامل‌های باقی‌مانده پس از چرخش است. هر چقدر قدر مطلق این ضرایب بیش‌تر باشد، عامل مربوطه نقش بیشتری در کل تغییرات متغیر موردنظر دارد. سایر متغیرها هم با توجه به اینکه از مقدار و امتیاز کمی برخوردار بودند، حذف و یا اینکه در سایر معیارها ادغام شدند. با توجه به مرور ادبیات تلاش شده برای مؤلفه‌های استخراج‌شده نام مناسبی انتخاب شود، نامی که تا حدود زیادی نشان‌دهنده

ماهیت و محتوای مؤلفه‌های استخراج‌شده و متغیرهای داخل هر یک از این مؤلفه‌ها باشد.

«فاز تعمیر و نگهداری»، «فاز مدیریت پایان عمر پروژه (فاز تخریب)»، «فاز مطالعات اولیه»، «فاز عملیاتی (اجرا)»، «فاز محیط و ذی‌نفعان» و «فاز مدیریت ساخت (فازهای صفر، یک و دو)» نام‌هایی هستند که به ترتیب برای عامل‌های اساسی یک، دو، سه، چهار، پنج و شش در نظر گرفته شده‌اند. پس از تکمیل شدن الگوی اولیه هر یک از شاخص‌های به‌دست‌آمده با بهره‌گیری از پرسشنامه و مصاحبه مدل دلفی مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. به‌صورت کلی با دوبار توزیع پرسشنامه در میان جامعه آماری مهندسان و کارشناسان پاسخ مد نظر به‌دست آمد. در بخش بعد به ارائه، ارزیابی و تحلیل نتایج پرداخته شده است.

بحث و نتایج

همان‌گونه که در بخش پیشین پژوهش مشاهده شد، پس از ارائه مدل تحلیل آماری در بحث پایایی، اعتبارسنجی، استفاده از تکنیک تحلیل عاملی بر اساس PCA در فرآیند حذف فاکتورهای اضافه، پوشش آنها با فاکتورهای جامع‌تر و دسته‌بندی فاکتورها در گروه‌های مشخص در این بخش به ارائه نتایج مدل جامع و تحلیل آن پرداخته شده است.

پس از پرکردن آن نسخه پرسشنامه اولیه، تحلیل‌های عاملی بر اساس «آنالیز مؤلفه اصلی» که در بخش قبل به تفسیر توضیح داده شد، از ۶۴ متغیر و شاخص ابتدایی ۴۶ شاخص اصلی در قالب ۶ عامل اصلی در فرآیند مطالعه مورد نظر استخراج شد. نحوه توزیع این شاخص‌ها و مؤلفه‌ها در این ۶ عامل اصلی مطابق جدول (۷) به شرح زیر است:

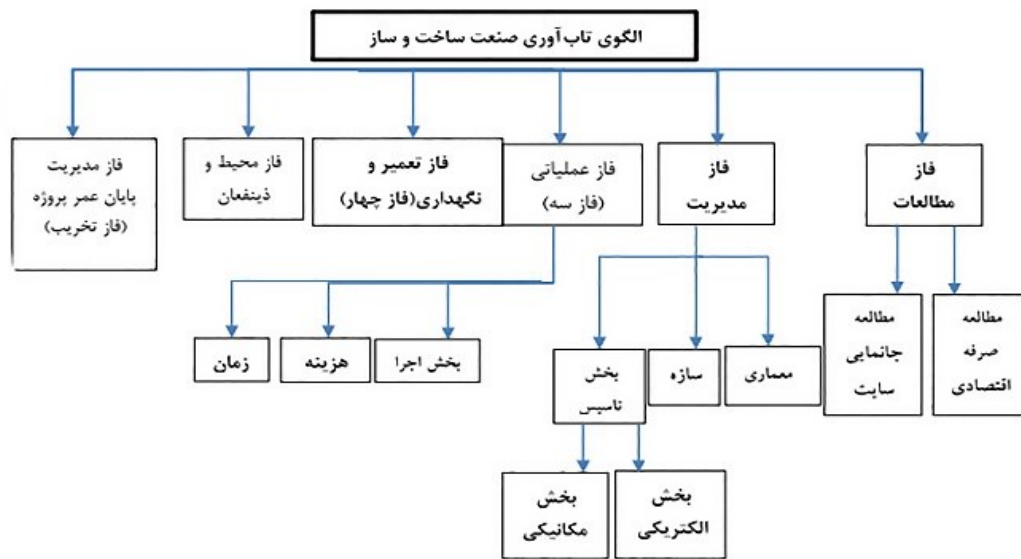
- عامل مربوط به فاز مطالعات اولیه (SF) با ۶ مؤلفه و شاخص؛
- عامل مربوط به فاز مدیریت ساخت (MF) با ۱۳ مؤلفه و شاخص؛

جدول (۶) امتیازهای ماتریس مؤلفه‌ها برای هر یک از شاخص (متغیرها)

	ماتریس مؤلفه‌های چرخیده شده					
	Component					
	1	2	3	4	5	6
M1	0.27	0.46	-0.006	-0.029	-0.067	0.921
M2	0.27	0.98	-0.006	-0.029	-0.067	-0.021
M3	0.27	0.76	-0.006	-0.029	-0.067	-0.021
M4	0.056	0.277	-0.917	0.851	-0.065	-0.269
....						
M64	0.27	0.43	-0.006	-0.029	-0.067	-0.021

Extraction Method: Principal Component Analysis.
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.
a. Rotation converged in 9 iterations.

*- سؤالاتی که قرمز شدند؛ با توجه به نداشتن مقادیر و امتیازهای بالا در هیچ یک از مؤلفه‌ها حذف شدند. همچنین مواردی که زرد شدند، نشان از سؤالات و متغیرهای با درجه اهمیت بالاتر هستند که هر کدام در دسته مؤلفه‌های خود قرار می‌گیرند.



تصویر (۱) ساختار الگوی تاب آوری صنعت ساختمان

مدیریت شوند، می‌توانند اثر قابل ملاحظه‌ای بر موفقیت پروژه‌ها داشته باشند. پس از بررسی انجام شده در مورد الگوی تاب آوری در صنعت ساخت و ساز، همچنین استخراج و گروه‌بندی شاخص‌های تاب آوری در حوزه مورد مطالعه به روش تحلیل عاملی، یکی از مهمترین اهداف پژوهش یعنی اجرایی شدن شاخص‌های تاب آوری صنعت ساخت و ساز مد نظر قرار می‌گیرد و یا به عبارت دیگر جستجوی عامل و یا عوامل کلیدی موفقیت برای اجرایی شدن در اولویت قرار می‌گیرد.

فناوری مدل سازی اطلاعات ساختمان یکی از ابزارهای امیدوارکننده به منظور حل مشکلات پروژه‌های عمرانی در صنعت ساخت و ساز است که توسط انستیتو ملی علوم ساختمانی به صورت روبه‌رو تعریف می‌شود: «مدل سازی اطلاعات ساختمان نمایشی دیجیتالی از خصوصیات کاربردی و فیزیکی یک ساختمان است. همین‌طور به عنوان یک منبع دانشی به اشتراک گذاشته شده برای کسب اطلاعات در مورد یک ساختمان عمل می‌کند که اساس قابل اتکایی برای اتخاذ تصمیم‌ها در طول چرخه عمر ساختمان از اول تا آخر ایجاد می‌کند.» نرم افزارهای مدل سازی اطلاعات ساختمان می‌توانند به سه فناوری ضروری زیر مجموعه آن یعنی: ۱- فناوری کد سه بعدی ۲- فناوری شیء محور و ۳- فناوری طراحی پارامتریک شکسته شوند. ترکیب این سه فناوری یک بستر ارزشمند برای مدیریت بهتر اطلاعات، مدیریت بهتر تغییرات و همکاری بهتر بین استفاده‌کنندگان نرم افزارهای مدل سازی اطلاعات ساختمان خلق می‌کند. فناوری مدل سازی اطلاعات ساختمان به دلیل ویژگی‌هایی که از آن یاد شد، مزایای زیادی برای استفاده‌کنندگان آن ایجاد می‌کند که از آن جمله می‌توان صرفه جویی در زمان و هزینه، بهبود بهره‌وری، کاهش دوباره کاری و همچنین کاهش دورریز را نام برد. مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) مفهوم و یا ابزاری قدرتمند است که می‌تواند یکی از عوامل کلیدی موفقیت در این پژوهش معرفی شود. با توجه به بررسی مطالعات محققان

- عامل مرتبط با فاز عملیاتی (OF) با ۹ مؤلفه و شاخص؛
- عامل مربوط به فاز تعمیر و نگهداری (MOF) با ۵ مؤلفه و شاخص؛
- عامل مربوط به فاز محیط و ذی‌نفعان (EOF) با ۶ مؤلفه و شاخص؛
- عامل مربوط به فاز مدیریت پایان عمر پروژه (LF) با ۷ مؤلفه و شاخص.

با توجه به نتایج به دست آمده از تحلیل آماری تحلیل مؤلفه اصلی (PCA) در تصویر (۱) به ساختار جامع الگوی تاب آوری صنعت ساخت و ساز و زیرمجموعه‌های آن پرداخته شده است. همان‌طور که در این تصویر ملاحظه می‌شود، این تقسیم‌بندی عبارت است از فاز مطالعات اولیه شامل مطالعه صرفه اقتصادی و مطالعه جانمایی سایت، فاز مدیریت ساخت شامل بخش‌های معماری، سازه و تأسیسات و فاز عملیاتی شامل بخش‌های اجرا، هزینه و زمان می‌شود.

همان‌گونه که در جدول (۷) مشاهده می‌شود، مؤلفه‌های استخراج شده به صورت کلی در ۶ گروه و ۴۶ زیرمعیار قرار گرفته‌اند. با توجه به اینکه در دسته‌بندی انجام شده، ملاک کار تفهیم و پیاده‌سازی راحت معیارها از اولویت‌هاست، در ادامه به بیان هر یک از معیارهای منتخب در جدول زیر پرداخته شده است. بخش‌های فرآیند این صنعت در قالب ۶ فاز شامل فاز مطالعات اولیه با ۶ معیار، فاز مدیریت ساخت با ۱۳ معیار، فاز عملیاتی با ۹ معیار، فاز تعمیر و نگهداری با ۵ معیار، فاز محیط و ذی‌نفعان با ۶ معیار و فاز مدیریت پایان عمر با ۷ معیار طبقه‌بندی شد.

مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM)؛ یکی از فاکتورهای حیاتی موفقیت در مسیر دستیابی به تاب آوری

شناسایی عوامل کلیدی موفقیت^{۲۲} در هر سازمان یا پروژه‌ای برای به موفقیت رساندن اهداف آن لازم است. عوامل کلیدی موفقیت عبارتند از مشخصه‌ها، شرایط یا متغیرهایی که اگر درست

جدول (۷) توزیع شاخص‌ها و زیرمؤلفه‌ها در هر یک از عوامل اصلی تاب‌آوری صنعت ساخت‌وساز

فاز مطالعات اولیه	۵	استفاده از مصالح ساختمانی استاندارد
۱	تناسب کاربری سازه مورد نظر با سازه‌های اطراف	آشنایی عوامل اجرایی با مراحل اجرا
۲	شرایط مناسب اجتماعی و فرهنگی مناسب در محدوده	سهولت در آواربرداری و تخریب
۳	میزان دسترسی بالا	بخش هزینه
۴	سهولت استفاده از انرژی‌های طبیعی	بخش زمان
۵	شرایط مناسب اقلیمی منطقه	فاز تعمیر و نگهداری (فاز چهارم)
۶	ارزیابی قابل قبول اقتصادی	کنترل مناسب دوره‌ای تأسیسات
فاز مدیریت ساخت (فازهای صفر، یک و دو)	۲	کنترل مناسب دوره‌ای پایداری ساختمان و سازه‌ها با بررسی پس از وقوع رویداد مؤثر
۱	چندمنظوره‌سازی فضاها با حداقل تغییرات مشخصات فنی	افزایش تمایل به رفع عیوب و نواقص احتمالی برای جلوگیری از وقوع آسیب‌های بزرگ
۲	امکان تنوع در طرح معماری	استفاده از عوامل مجرب در کنترل و بازرسی
۳	قابلیت انطباق با شیوه طراحی مدولار	استفاده از مصالح و تجهیزات براساس عمر مفید آن
۴	همسانی طرح معماری نمای خارج ساختمان با محیط اطراف	فاز محیط و ذی‌نفعان
۵	در نظر گرفتن فرهنگ کشور در طرح معماری ساختمان (ماندگاری بیشتر ساختمان‌های قدیمی با معماری خاص)	انطباق ساختمان با بهداشت و ایمنی محیط (محل استقرار امنیت منطقه، بهداشت منطقه و ...)
۶	معماری پایدار (زیرشاخه مبحث توسعه پایدار)	پیش‌بینی محل استقرار برای توسعه آتی (هم از لحاظ موقعیتی و هم از نظر بخش‌های داخل ساختمان مانند تأسیسات و ...)
۷	هماهنگی یک بنا از نظر معماری با کاربری آن	قابلیت استفاده دوباره از محصولات و تجهیزات مورد استفاده
۸	چابک‌سازی (ساخت‌وساز ناب)	سازگاری بنا با اقلیم و شرایط آب و هوایی و تأثیر آن بر ماندگاری در گذر زمان
۹	وجود دانش فنی، ضوابط و آیین‌نامه‌ها در طراحی سیستم سازه	سازگاری بنا و معماری با فطرت انسان و تأثیرش بر به‌جای ماندن یک بنا
۱۰	قابلیت ایجاد تغییرات در سازه مورد نظر پس از اجرا	استفاده از انرژی‌های طبیعی جهت تامین انرژی مورد نیاز در ساختمان
۱۱	قابلیت استفاده از قطعات و تجهیزات اجزای سازه‌ای و غیر سازه‌ای در نقش‌های متفاوت	فاز مدیریت پایان عمر پروژه (فاز تخریب)
۱۲	استفاده از مصالح بومی مقاوم سازه در مقابل مخرب اقلیم منطقه	سهولت در آواربرداری و تخریب
۱۳	استفاده از مصالح استاندارد مطابق با طراحی سازه	استفاده از عوامل مجرب و مجری ذی‌صلاح در مرحله تخریب
فاز عملیاتی (فاز سه)	۳	امکان استخراج مصالح قابل بازیافت در بخش‌های تخریب شده
۱	سهولت در اجرا	اطمینان از ایستایی ذاتی هم‌جواری‌ها و حصول اطمینان از استحکام هم‌جواری‌ها
۲	کم بودن مراحل اجرا و نصب	تناسب و هماهنگی روش تخریب با وضعیت پروژه
۳	استفاده از قطعات و تجهیزات پیش‌ساخته	افزایش ایمنی از منظر بهداشت، خسارات جانی، روانی و مالی
۴	استفاده از عوامل اجرایی مجرب	تسریع فرآیند تخریب در پایان عمر مفید ساختمان

و مطالعات میدانی انجام شده در این خصوص، در ادامه به تشریح خلاصه‌ای از مطالعات انجام شده در مورد توانایی مدل‌سازی

اطلاعات ساختمان در راستای شاخص‌های الگوی جامع تاب‌آوری صنعت ساخت پرداخته شده است.

نتیجه‌گیری

صنعت ساختمان حوزه‌ای بسیار گسترده است. پروژه‌های ساختمانی طیف گسترده‌ای از بناها با ساختارهای گوناگون از نظر کاربری، ابعاد فضا، تعداد طبقات و نوع خدمات را در بر می‌گیرند که هر یک از آنها از ویژگی‌ها، اولویت‌ها، مطالبه‌های فنی، فناوری اجرایی و برنامه‌ریزی متفاوتی برخوردارند. این حوزه از صنعت ساختمان شامل فناوری‌هایی است که از نظر پیچیدگی سازه‌ای، ابعاد و اندازه‌ی دهانه‌ها و ارتفاع طبقات در سطح بالایی قرار ندارند و از این‌رو در ساخت ساختمان‌های منفرد عمومی و بزرگ کاربرد ندارند. این سیستم‌ها با تأکید بر مسائل اقتصادی، سرعت اجرا در پروژه‌های با پیچیدگی کمتر و تعداد زیاد در احداث ساختمان‌های مسکونی مورد استفاده قرار می‌گیرند. با توجه به پژوهش انجام‌شده، بخش‌های فرآیند صنعت ساختمان در قالب ۶ فاز شامل فاز مطالعات اولیه با ۶ معیار، فاز مدیریت ساخت با ۱۳ معیار، فاز عملیاتی با ۹ معیار، فاز تعمیر و نگهداری با ۵ معیار، فاز محیط و ذی‌نفعان با ۶ معیار و فاز مدیریت پایان عمر با ۷ معیار طبقه‌بندی شد. نتایج نشان داد که در تمامی ۶ فاز تعریف‌شده، مدل جامع تاب‌آوری ظرفیت جذب مشارکت چشمگیری دارد. با توجه به اینکه در طبقه‌بندی انجام‌شده ملاک عمل سهولت در تفهیم و پیاده‌سازی معیارها از اولویت‌هاست، بنابراین برخی از این ۶ دسته به زیردسته‌های مشخص تقسیم‌بندی شده‌اند. این تقسیم‌بندی در فاز مطالعات اولیه شامل مطالعه صرفه اقتصادی و مطالعه جانمایی سایت، در فاز مدیریت ساخت شامل بخش‌های معماری، سازه و تأسیسات و در فاز عملیاتی شامل بخش‌های اجرا، هزینه و زمان می‌شود. پس از دستیابی به الگوی تاب‌آوری در صنعت ساخت‌وساز در ادامه به یکی از مهمترین اهداف پژوهش یعنی اجرایی شدن شاخص‌های تاب‌آوری صنعت ساخت‌وساز و یا به عبارت دیگر جستجوی عامل و یا عوامل کلیدی موفقیت برای اجرایی شدن در اولویت قرار می‌گیرد. در این میان یکی از توانمندترین فاکتورهای کلیدی موفقیت در تاب‌آوری صنعت ساخت‌وساز یعنی مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) مورد

- تأثیر مدل‌سازی اطلاعات ساختمان بر توسعه پایدار از دیدگاه کاهش مصرف انرژی و دورریز؛
- بررسی تأثیر مدل‌سازی اطلاعات ساختمان بر کیفیت ساخت با تمرکز بر کاهش دوباره‌کاری؛
- بررسی تأثیر مدل‌سازی اطلاعات ساختمان بر تصمیم‌گیری‌های کارگاهی؛
- بررسی تأثیر مدل‌سازی اطلاعات ساختمان بر زمان و هزینه؛
- بررسی تأثیر مدل‌سازی اطلاعات ساختمان بر تحلیل چرخه عمر انرژی در اقلیم‌های کشور.

ارزیابی عملکرد BIM در دستیابی به شاخص‌های تاب‌آوری صنعت ساختمان

با توجه به بررسی‌های انجام‌شده در مورد قابلیت مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) و پژوهش‌های انجام‌شده در این حوزه، در ادامه به بررسی عملکرد مدل‌سازی اطلاعات ساختمان در دستیابی به فازهای تاب‌آوری صنعت ساخت‌وساز پرداخته شده است. برای این منظور با توجه به مطالعات میدانی و کتابخانه‌ای و با توجه به مصاحبه‌های انجام‌شده با متخصصان این حوزه، در ادامه به ارائه عملکرد و یا عدم عملکرد مدل‌سازی اطلاعات ساختمان به تاب‌آوری صنعت ساخت‌وساز در دو حالت سازه‌های موجود و ساختمان‌های نوساز پرداخته شده است.

با توجه به جدول (۸) در سازه‌های نوساز و در تمامی فازهای صنعت ساخت‌وساز به جز در حوزه اجرا، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان فرآیندی مناسب برای بهبود و تسهیل در عملکرد است. در مورد سازه‌های موجود فاز مدیریت ساخت، بخش سازه و معماری، فاز تعمیر و نگهداری و فاز مدیریت پایان عمر پروژه، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان عملکردی خوب داشته و در سایر فازهای سازه‌های موجود نقش BIM کم‌رنگ‌تر بوده است. همان‌گونه که در بخش مطالعات انجام‌شده در حوزه BIM ملاحظه می‌شود، با توجه به توانایی‌های دانش نوین مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، می‌توان این مفهوم را به عنوان ابزاری قدرتمند در راستای دستیابی به الگوی جامع تاب‌آوری در صنعت ساخت‌وساز معرفی کرد.

جدول (۸) مقایسه عملکرد مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در سازه‌های موجود و سازه‌های نوساز

ردیف	فازهای صنعت ساختمان	BIM	
		قابلیت پیاده‌سازی در سازه‌های موجود	قابلیت پیاده‌سازی در سازه‌های نوساز
۱	فاز مطالعات اولیه بخش مطالعه جانمایی سایت	☒	☑
۲	فاز مدیریت ساخت، بخش سازه	☑	☑
۳	فاز مدیریت ساخت، بخش معماری	☑	☑
۴	فاز عملیاتی، بخش اجرا	☒	☒
۵	فاز عملیاتی، بخش هزینه	☒	☑
۶	فاز عملیاتی، بخش زمان	☒	☑
۷	فاز تعمیر و نگهداری	☑	☑
۸	فاز محیط و ذی‌نفعان	☒	☑
۹	فاز مدیریت پایان عمر پروژه	☑	☑

6. BOON, H. J., COTTRELL, A., KING, D., STEVENSON, R. B. & MILLAR, J. (2012). Bronfenbrenner's bioecological theory for modelling community resilience to natural disasters. *Natural Hazards*, 60, 381-408.
7. TURNER, M. D. (2013). Political ecology I an alliance with resilience? *Progress in Human Geography*, 0309132513502770. Retrieved from: <http://phg.sagepub.com/content/early/2013/09/13/0309132513502770>.
8. KUTUM, I. & AL-JABERI, K. (2015). Jordan Banks Financial Soundness Indicators. *International Journal of Finance & Banking Studies* (ISSN: 2147-4486), 4, 44-56.
9. Kimhi, S.; Shamai, M. (2004). Community Resilience and the Impact of Stress, Adult Response to Israel's Withdrawal from Lebanon. *Journal of Community Psychology*, 32 (4), 439-451.
10. Jones, T. et al. (2011). Regional Planning and Resilient Futures: Destination Modeling and Tourism Development—Case of the Ningaloo Coastal Region in Western Australia. *Planning Practice and Research*, 26 (4), 393-415.
11. Zhang, X.; Yi, L.; Zhao, D. (2013). Community-Based Disaster Management: A Review of Progress in China. *Natural Hazards*, 65 (3), 2215-2239
12. Foster, K. A. (2007). A Case Study Approach to Understanding Regional Resilience. *Institute of Urban & Regional Development*.
13. Dawley, S.; Pike, A.; Tomaney, J. (2010). Towards the Resilient Region? : Policy Activism and Peripheral Region Development. *Spatial Economic Research Center*.
14. Krygiel, Eddy, and Bradley Nies. "Green BIM." *Successful Sustainable Design with Building Information Modeling* (2008).
15. Barlish, K., & Sullivan, K. (2012). How to measure the benefits of BIM— A case study approach. *Automation in construction*, 24, 149-159.
16. Khanzode, A., Fischer, M., & Reed, D. (2008). Benefits and lessons learned of implementing building virtual design and construction (VDC) technologies for coordination of mechanical, electrical, and plumbing (MEP) systems on a large healthcare project. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 13(22), 324-342.
17. Kuprenas, J. A., & Mock, C. S. (2009). Collaborative BIM modeling case study—Process and results. *In Computing in Civil Engineering* (2009) (pp. 431-441).
18. Gil, N., Tommelein, I. D., Stout, A., & Garrett, T. (2005). Embodying product and process flexibility to cope with challenging project deliveries. *Journal of construction engineering and management*, 131(4), 439-448.
19. Porwal, A., & Hewage, K. N. (2013). Building Information Modeling (BIM) partnering framework for

بررسی و تحلیل قرار گرفت. با توجه به بررسی مطالعات انجام شده در سازه‌های نوساز، در همه فازهای صنعت ساخت و ساز به جز در حوزه فاز عملیاتی (بخش اجرا) مدل‌سازی اطلاعات ساختمان فرآیندی مناسب برای بهبود و تسهیل در عملکرد است. در مورد سازه‌های موجود فاز مدیریت ساخت، بخش سازه، بخش معماری و فازهای تعمیر و نگهداری و مدیریت پایان عمر پروژه مدل‌سازی اطلاعات ساختمان عملکردی خوب داشته و در سایر فازهای سازه‌های موجود نقش BIM کم‌رنگ‌تر بوده است.

پی‌نوشت

1. Holling and Gunderson, 2002.
2. Adger, 2005.
3. Cutter, 2010.
4. Moberg and Simonsen, 2011.
5. Boon, 2012.
6. Turner, 2013.
7. Kutum and Al-Jaberi, 2015.
8. Ian Davis & Yasamin O. Izadkhah, 2006.
10. Building Information Modeling.
11. Factor Analysis
12. Reliability
13. Exploratory
14. Confirmatory
15. Factor Analysis
16. Communalities
17. Total Variance Explained
18. Component Matrix
19. Communalities
20. Total Variance Explained
21. Component Matrix
22. Critical Success Factors (CSF)

منابع

1. Ian Davis & Yasamin O. Izadkhah, Building resilient urban communities, open house international Vol 31, No.1, March 2006
2. HOLLING, C. S. & GUNDERSON, L. H. (2002). Resilience and adaptive cycles. *Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems*, 25-62.
3. ADGER, W. N., HUGHES, T. P., FOLKE, C., CARPENTER, S. R. & ROCKSTRÖM, J. (2005). Social-ecological resilience to coastal disasters. *Science*, 309, 1036-1039.
4. CUTTER, S. L., BURTON, C. G. & EMRICH, C. T. (2010). Disaster resilience indicators for benchmarking baseline conditions. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 7(1), 1-24.
5. MOBERG, F. & HAUGE SIMONSEN, S. (2011). What is Resilience? An introduction to social-ecological research. Stockholm: Stockholm Resilience Centre, 1-20.

public construction projects. Automation in Construction, 31, 204-214.

20. Suermann, P. C. (2009). Evaluating the impact of building information modeling (BIM) on construction. University of Florida.
21. Chelson, D. E. (2010). The effects of building information modeling on construction site productivity. University of Maryland, College Park.
22. Sertyesilisik, B. (2017). Building Information Modeling as a Tool for Enhancing Disaster Resilience of the Construction Industry. TRANSACTIONS of the VŠB-Technical University of Ostrava, Safety Engineering Series, 12(1), 9-18.
23. Drogemuller, R. (2015). BIM support for disaster response. In Proceedings of the 9th Annual International Conference of the International Institute for Infrastructure Renewal and Reconstruction (8-10 July 2013) (Vol. 1, No. 1, pp. 391-405). Queensland University of Technology.
24. Sertyesilisik, B., & Kivircik, I. (2017). Integrated BIM Usage in Construction Project Management: As a Way of Enhancing Sustainability and Lean Performance of Construction Industry. Integrated Building Information Modelling, 204.
25. Sertyesilisik, B., & Kivircik, I. (2017). Integrated BIM Usage in Construction Project Management: As a Way of Enhancing Sustainability and Lean Performance of Construction Industry. Integrated Building Information Modelling, 204.
26. Wehbe, F., Al Hattab, M., & Hamzeh, F. (2016). Exploring associations between resilience and construction safety performance in safety networks. Safety science, 82, 338-351.

