

- بررسی میزان فرونشست کلان شهر تهران با استفاده از تکنیک تداخل سنجی پراکنش گر دانه و تصاویر راداری سنتینل-۱
- پیش بینی بزرگای زمین لرزه احتمالی در بخش شاهرود شهرستان خلخال با استفاده از شبکه عصبی
- بررسی عوامل مؤثر بر تاب آوری شغلی آتش نشانان تهران براساس جوّ ایمنی کار، حوادث شغلی و بدبینی سازمانی
- طراحی الگوی ساختاری تفسیری پیشایندهای رفتارهای شجاعانه اخلاقی کارکنان در بحران های فراگیر (مطالعه موردی: دانشگاه علوم پزشکی کرمان)
- ارائه مدل معادلات ساختاری روابط بین بصیرت افزایی و مدیریت بحران با میانجیگری پدافند غیرعامل: مطالعه موردی فرماندهی انتظامی استان اصفهان
- آسیب شناسی فضایی مدیریت بحران؛ مطالعه موردی: شهرستان ثلاث باباجانی
- مدیریت بحران و ارائه الگوی اسکان موقت نوین پس از زلزله، در فضای باز چندمنظوره مراکز آموزشی-دانشگاهی (نمونه موردی: دانشگاه شهید بهشتی تهران)

- Assessments of Land Subsidence in the Tehran Metropolitan Using Satellite Radar Interferometry Technique
- Predicting the Magnitude of Possible Earthquakes in the Shahrood District of Khalkhal County, Ardabil, Iran, Using Artificial Neural Networks
- Relationship of Work Safety Climate With Organizational Cynicism and Career Resilience of Firefighters
- Designing an Interpretative Structural Model of the Antecedents of Employees' Morally Courageous Behaviors in Pervasive Crises (Case Study: Kerman University of Medical Sciences)
- The Structural Equation Modeling of the Relationship Between Insight and Crisis Management Mediated by Passive Defense: A Case Study of Isfahan Police Department, Iran
- Spatial Pathology of Earthquake Management in Salas Babajani County, Kermanshah, Iran
- Designing a Temporary Camp for Accommodation After an Earthquake in a Multi-purpose Open Space Located in Shahid Beheshti University in Tehran, Iran



فصلنامه علمی دانش پیشگیری و مدیریت بحران

تابستان ۱۴۰۳، دوره ۱۴، شماره ۲، شماره پیاپی: ۵۲

دکتر محسن غفوری آشتیانی

استاد پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ایران.

دکتر محمدحسین یارمحمدیان

استاد دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی اصفهان، اصفهان، ایران.

دکتر جعفر یزدی

دانشیار گروه مهندسی عمران آب و محیط زیست دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

هیأت تحریریه بین المللی

دکتر علی عسگری

استاد مدیریت ایالتی و فوریت های دانشگاه یورک کاتولیک.

دکتر فریبرز محمدی تهرانی

استاد گروه مهندسی عمران و ژئوماتیک دانشگاه ایالتی کالیفرنیا.

دکتر امیرهمایون صفارزاده

دانشیار مهندسی شهرسازی و محیط زیست دانشکده فنی دانشگاه کیوشوی ژاپن.

دکتر مهناز حسین زاده

دانشیار مدیریت عملیات و علوم تصمیم گیری دانشکده مدیریت دانشگاه شهید فکریستان.

یادگها و نمایه نامه ها

گوگل اسکالر، آکادمیا، موسسه استنادی و پایش علم و فناوری جهان اسلام (ISC)، پایگاه

مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID)، مگیران، ایندکس کنفرانسیکوس

دکتر تشریه

آدرس: تهران - انتهای غربی بزرگراه چال آل احمد، نرسیده به بزرگراه آیت الله

اشرفی اصفهانی، نیش خیابان نهم سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران

تلفن: ۰۲۱۴۴۲۴۴۰۴۰، ۰۲۱۹۶۰۲۴۲۱۷

نماینده: ۰۲۱۴۴۲۶۷۳۶۵

سایت: www.dpmk.ir

ایمیل: info@dpmk.ir, dpmktdmmo@gmail.com

کد پستی: ۱۴۶۳۶۱۳۱۱



سازمان پیشگیری و
مدیریت بحران شهر تهران

صاحب امتیاز: سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران

ترتیب انتشار: فصلنامه

شاپای چاپی: ۵۹۵۵-۲۳۲۲

شاپای الکترونیک: ۱۸۱۴-۲۵۳۸

سیاست انتشار: دسترسی آزاد

فرآیند داوری: دوسوگور

مدیر مسئول

دکتر علی نصیری

رئیس سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران و استادیار و مدیر گروه سلامت در ایالت

و فوریت ها و پدافند غیرعامل دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج) تهران، ایران.

سرپرست

دکتر مهدی زارع

استاد پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مدیریت زلزله، تهران، ایران

مدیر اجرایی

دکتر مرصیه صمدی فروشانی

پژوهشگر سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران و دکتری مدیریت تحقیق در

عملیات دانشگاه تهران، ایران.

هیأت تحریریه

دکتر مهدی زارع

استاد پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مدیریت زلزله، تهران، ایران.

دکتر علی اکبر قاجوچک

استاد مهندسی عمران سازه دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

دکتر محمودرضا دلاور

استاد گروه مهندسی نقشه برداری و اطلاعات مکانی دانشگاه تهران، تهران، ایران.

دکتر محمدرضا قائم مقامیان

استاد پژوهشگاه زلزله شناسی و مدیریت زلزله، تهران، ایران.

دکتر ماساله خامه چیان

استاد گروه زمین شناسی مهندسی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

دکتر ایرج محمدقاسم

استاد دانشگاه علوم تربیتی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران.

دکتر علی مرادی

دانشیار موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، تهران، ایران.

دکتر رضا پورحسین

دانشیار روانشناسی و علوم تربیتی دانشگاه تهران، تهران، ایران.

دکتر سید امیرحسین گرگانی

دانشیار معماری و شهرسازی دانشگاه آزاد اسلامی تهران مرکزی، تهران، ایران.



فصلنامه علمی دانش پیشگیری و مدیریت بحران

تابستان ۱۴۰۲، دوره ۱۴، شماره ۲، شماره پیاپی: ۵۲

اسامی داوران

فاحلمه فلاحتی	مهدی زارع
عضو هیات علمی گروه مخاطرات هیدرولوژیکی، پژوهشگاه سونچ طبیعی، تهران، ایران.	استاد پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله تهران، ایران.
کیوان کریم لو	علی نصیری
دکتری مهندسی محیط زیست دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.	استادیار دانشگاه پهلخت دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج) تهران، ایران.
اسماعیل سلیمی	محمدحسین یارمحمدیان
گروه مهندسی معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.	استاد دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی و درمانی اصفهان، ایران.
زیتب نصیری ماهیتی	محمد رضا قائم مقامیان
گروه مذاکرات اجتماعی دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.	استاد پژوهشگاه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله تهران، ایران.
عزیزاله سلیمی طاروی	علی مرادی
دکتری مدیریت محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران.	دانشیار موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، تهران، ایران.
زهره ملاحمدی	رئوف مصطفی زاده
پسادکتری مهندسی صنایع دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.	دانشیار گروه صنایع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
مرغیبه صمدی فروشانی	علی باقری
دکتری مدیریت تحقیق در عملیات دانشگاه تهران، ایران.	دانشیار گروه مهندسی و مدیریت آب دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
کامران خلیفه ای	محسن کلاتری
دکتری مهندسی عمران دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.	دانشیار گروه جغرافیا دانشگاه رتجان رتجان، رتجان، ایران.
محمدجواد گیهان پور	مهری اکبری
دکتری مهندسی عمران دانشگاه آزاد اسلامی تهران، تهران، ایران.	دانشیار گروه آموزش جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
نرگس رامک	اکبر تقی پور
دکتری حقوق بین الملل دانشگاه آزاد تهران مرکزی، تهران، ایران.	استادیار گروه جغرافیا دانشکده علوم زمین دانشگاه دلفان، دلفان، ایران.
سوننا رزاقی	فرشته اصلانی
دکتری مهندسی صنایع دانشگاه ایوفکی، ایوفکی، ایران.	استادیار گروه منظر و بازسازی دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
سید صادق عبدالهی	جلال سمیعا
دکتری مدیریت صنعتی دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، تهران، ایران.	استادیار سنجش از دور دانشگاه مازندران، مازندران، ایران.
اعظم کشاورزی	سید عظیم حسینی
دکتری روششناسی تربیتی دانشگاه آزاد اسلامی تهران شمال، تهران، شمال.	دانشیار گروه مهندسی عمران دانشگاه آزاد اسلامی تهران جنوب، تهران، ایران.
محسن مهرجو	امیر عباس فاطمی
دکتری شهرسازی دانشگاه آزاد اسلامی شهر قدس، تهران، ایران.	استادیار گروه مهندسی عمران دانشگاه آزاد اسلامی پردیس، تهران، ایران.
سمیه قضاوت	محبوبه پیری زاده
دکتری مدیریت صنعتی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.	استادیار گروه مهندسی عمران دانشگاه آزاد اسلامی تهران غرب، تهران، ایران.
شهاب تقی خانی	ایوب پژوهان
دکتری مدیریت رسد دانشگاه تهران، تهران، ایران.	استادیار گروه مدیریت دولتی، دانشگاه پیام نور، تهران، تهران، ایران.
آیدا راوریان	اسماعیل نجفی
دکتری کاردرمشی دانشگاه علوم تبلیغی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران.	استادیار ژئومورفولوژی دانشکده علوم زمین دانشگاه دلفان، دلفان، ایران.
محمدحسین مهدوق قهساره	علیرضا سعیدی
دکتری مرمت و احیاء بناها و بافت های تاریخی، گروه مرمت دانشگاه مهندسی معماری و شهرسازی دانشگاه علم و صنعت تهران، تهران، ایران.	گروه برتله ریزی منطقه ای و شهرسازی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران.
علی وجدانی نوذر	حمیدرضا ضرغامی
دکتری مهندسی سونچ دانشگاه محیط زیست دانشگاه تهران، تهران، ایران.	استادیار، دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری، تهران، ایران.
کیومرث ملکی	ناریوش مهری
پساکتری جغرافیا و برتله ریزی شهری، دانشکده برتله ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.	استادیار، دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری، تهران، ایران.
افراسیاب خیردست	صادق صیدپیگی
دکتری تخصصی مدیریت محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران.	عضو هیات علمی گروه جغرافیا و برتله ریزی شهری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران.
	سیده سمائه میراسماعیلی
	دکتری سلامت در بالیا و فوریت ها دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
	مهراب شریفی سده
	دکتری سلامت در بالیا و فوریت ها دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

اهداف

ترویج و گسترش مرزهای دانش مدیریت بحران در حوزه‌های تخصصی پیشگیری و کاهش خطر، آمادگی و پاسخ، بازیابی (بازسازی و بازتوانی)؛

ترویج و گسترش مرزهای دانش پدافند غیرعامل؛

ترویج و گسترش مرزهای دانش سلامت، ایمنی و محیط زیست (HSE)؛

انتشار آخرین دستاوردهای پژوهشی و ایجاد فضای نقد و تبادل اندیشه؛

ایجاد زمینه‌های همکاری و تعامل علمی پژوهشگران در سطح ملی و بین‌المللی؛

ایجاد بستر مناسب برای شناسایی و ارائه راه‌حل‌های مرتبط با مسائل مدیریت بحران در سطوح محلی، منطقه‌ای، ملی و بین‌المللی؛

انتقال تجارب، ابتکار عمل‌ها و درس آموخته‌های مدیریت بحران با تاکید بر نقش مدیریت شهری؛

کمک به ایجاد شبکه ارتباط علمی بین پژوهشگران، سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان مدیریت بحران کشور؛

بسترسازی مناسب به منظور بهره‌برداری از تجربیات سایر کشورها با هدف بومی‌سازی تجربیات بین‌المللی مدیریت بحران

محورها و زیرمحورهای تخصصی

۱. ایمنی، پیشگیری و کاهش خطر

۱.۱. پیشگیری خطر

۲.۱. ایمنی و مقاوم‌سازی

۳.۱. برنامه‌ریزی کاهش خطر

۲. ارزیابی خطر

۱.۲. شناسایی خطر

۲.۲. ارزیابی خطر

۳. آمادگی و برنامه‌ریزی پاسخ

۱.۳. سیستم فرماندهی حادثه

۲.۳. طرح‌ریزی واکنش در شرایط اضطراری

۳.۳. برنامه عملیاتی در شرایط اضطراری

۴.۳. تخلیه و اسکان اضطراری

۵.۳. امداد و نجات

۴. بازسازی و بازتوانی در بحران

۱.۴. مدیریت تخریب و آوار

۲.۴. بازیابی زیرساخت‌ها، حمل و نقل، مسکن، محیط‌زیست

۳.۴. بازتوانی جسمی، روانی، اجتماعی و اقتصادی

۴.۴. افراد با نیازهای خاص در بحران (سالمندان، کودکان، زنان، افراد دارای معلولیت، بیماران خاص و ...)

۵. مخاطرات طبیعی و انسان ساخت

- ۵.۱. مخاطرات زمین (زلزله و زمین لغزش، فرونشست و فرو ریزش زمین، آتشفشان، بیابان زدایی و ...)
- ۵.۲. مخاطرات آب و هواشناختی (تغییرات اقلیمی، سیل، سیلاب، فرسایش خاک، بیابان‌زایی، آتش‌سوزی جنگل‌ها و مراتع، خشک‌سالی، طوفان و ...)
- ۵.۳. مخاطرات شیمیایی (آلودگی محیطی، آتش‌سوزی صنعتی-ساختمانی، پسماندهای شیمیایی و ...)
- ۵.۴. مخاطرات حمل و نقل (حوادث و سوانح جاده‌ای، ریلی، هوایی، مترو، ازدحام جمعیت و ...)
- ۵.۵. مخاطرات زیستی (اپیدمی‌ها، تهدیدهای زیستی و ...)

۶. آینده پژوهی بحران

- ۶.۱. تحلیل‌های کمی و کیفی روندها
- ۶.۲. شناسایی ریسک‌ها و مخاطرات آتی
- ۶.۳. طراحی آینده مطلوب، ممکن و محتمل
- ۶.۴. سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی تغییرات برای آینده مطلوب

۷. مدیریت دانش بحران

- ۷.۱. مستندسازی
- ۷.۲. ثبت درس آموخته‌ها
- ۷.۳. تحلیل ریشه‌ای علل حوادث
۸. هوشمندسازی و فناوری‌های نوین
- ۸.۱. دستاوردهای دانش بنیان
- ۸.۲. فناوری‌های مبتنی بر تحلیل داده‌ها
- ۸.۳. مدیریت سیستم‌های اطلاعاتی

۹. اجتماعی و فرهنگی

- ۹.۱. جوامع محلی و مشارکت جامعه محور در بحران
- ۹.۲. مسئولیت اجتماعی (فردی، شرکتی و سازمانی) در بحران
- ۹.۳. سرمایه اجتماعی در بحران
- ۹.۴. فرهنگ بحران
- ۹.۵. توانمندسازی، آموزش ایمنی و مدیریت بحران
۱۰. اقتصاد بحران و بیمه
۱۱. قوانین، مقررات، استانداردها و الزامات حقوقی مدیریت بحران
۱۲. اطلاع‌رسانی و رسانه در مدیریت بحران
۱۳. پدافند غیرعامل
۱۴. سلامت، ایمنی و محیط زیست (HSE)

شیوه نامه نگارش مقاله

فصلنامه «دانش پیشگیری و مدیریت بحران» نشریه علمی با نمره ارزیابی "ب" از سوی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری است که متعلق به سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران است، و مقالاتی را که در زمینه مدیریت بحران و بر اساس چهار محور کلی پیشگیری و کاهش خطرپذیری، آمادگی، مقابله، و بازسازی و بازتوانی به رشته تحریر درآمده باشد، منتشر می‌کند. هدف از انتشار فصلنامه؛ تولید، ترویج و ارتقای سطح دانش نظری و تجربی در حوزه مدیریت بحران، بسط همکاری و تعامل علمی بین کنشگران حوزه مدیریت بحران به منظور تبادل آموخته‌ها و تجربیات، تقویت فضای گفتگو و نقد اندیشه در سطح ملی و بین‌المللی، کمک به ارتقای فرهنگ عمومی جامعه از طریق طرح موضوعات کاربردی و نظری مدیریت بحران با تأکید بر شهر تهران، و از همه مهم‌تر ایجاد بستر مناسب برای توصیف، تبیین و ارائه راه‌حل برای رفع مشکلات و مسائل مبتلابه شهر تهران در حوزه مدیریت بحران و ارائه راهکارهای مناسب و کاربردی است.

فصلنامه دانش پیشگیری و مدیریت بحران، نشریه علمی است که به زبان فارسی با چکیده انگلیسی چاپ می‌شود. هیأت تحریریه پس از دریافت مقالات اقدام به بررسی مقاله از لحاظ ساختاری و موضوعی می‌نماید و چنانچه مقاله در بررسی اولیه مورد تأیید باشد، برای داوری ارسال می‌شود. داوری در این مجله به صورت دوسوکور (Double Blind Review) انجام می‌شود. در این روش هم نویسندگان و هم داوران گمنام هستند.

مقالات ارائه شده برای انتشار در فصلنامه «دانش مدیریت بحران» باید دارای ویژگی‌های زیر باشند:

- مقاله ارسالی به فصلنامه، نباید قبلاً در نشریه دیگری به چاپ رسیده و یا در نوبت چاپ باشد. همچنین مقاله ارسالی نباید در همایش‌های داخلی و خارجی ارائه شده باشد یا در کتاب مجموعه مقالات مربوط به همایش‌ها منتشر شده باشد.

- مسئولیت حقوقی مقاله از جنبه صحت مطالب ارائه شده به عهده نویسنده مسئول است و نشریه، مسئولیتی در این خصوص ندارد.

- سیاست فصلنامه، درج مقالات با رویکرد علمی حاصل از پژوهش است. لذا مقالاتی در چرخه داوری قرار می‌گیرند که ساختار مقالات علمی را داشته باشند.

- پذیرش اولیه مقاله، براساس رعایت راهنمای تدوین مقاله است و پذیرش نهایی و درج آن در فصلنامه، منوط به تأیید هیأت تحریریه و داوران است. نتیجه داوری به صورت کتبی و از طریق پست الکترونیک به اطلاع نویسنده مقاله خواهد رسید. لذا لازم است نویسنده مقاله آدرس پست الکترونیک خود را همراه با مقاله در اختیار دفتر فصلنامه قرار دهد.

- مقالات می‌توانند مبتنی بر پروژه‌ها، پژوهش‌های انجام شده یا مطالعات علمی در زمینه مدیریت بحران باشند.

- فصلنامه «دانش پیشگیری و مدیریت بحران» در ویرایش مقالات آزاد است.

- مقالات ارسالی باید کلیه بخش‌های یک مقاله علمی را دارا باشد. بخش‌های اساسی یک مقاله علمی به ترتیب عبارتند از: عنوان، اسامی نویسنده (نویسندگان)، چکیده، مقدمه، پیشینه تحقیق، روش تحقیق، یافته‌ها، بحث و نتیجه‌گیری و منابع. در ذیل به توضیح مختصر هریک از آنها پرداخته شده است.

عنوان

عنوان مقاله باید متناسب با موضوع، اهداف و نتایج پژوهش باشد و بتواند موضوع پژوهش را به طور خلاصه برای خواننده ارائه کند، دارای کلمات یا عبارات اضافه نباشد و حتی المقدور از یک سطر بیشتر نباشد و تا حد امکان جامع و مانع باشد. در عنوان مقاله از کلمات انگلیسی استفاده نشود.

اسامی نویسنده (نویسندگان) زیر عنوان مقاله درج شود. عنوان دانشگاهی با رتبه علمی نویسنده به صورت زیرنویس نوشته شود.

چکیده

عصاره مقاله است که با خواندن آن اطلاعات اساسی در خصوص پژوهش، پروژه یا مطالعات انجام شده به خواننده منتقل می‌شود. معمولاً بین ۱۵۰ تا ۴۰۰ کلمه است (از نیم تا یک صفحه). در چکیده ابتدا موضوع یا هدف پژوهش یا پروژه در دو سطر توضیح داده می‌شود. آنگاه روش که شامل جامعه آماری، نمونه، روش اجرا، زمان و مکان اجرا و ابزار جمع‌آوری داده‌هاست مجموعاً در حداکثر سه تا چهار سطر توضیح داده می‌شود و سپس شرح تحلیل یا نتایج کلی پژوهش در دو تا سه سطر انجام می‌گیرد. در پایان چکیده کلیدواژه‌ها (حداکثر در ۶ کلمه) ذکر می‌شود.

مقدمه

نکات اصلی و کلیدی که باید در مقدمه یک مقاله علمی مورد توجه قرار بگیرد عبارتند از موضوع یا مساله پژوهش، پیشینه پژوهش و هدف از انجام پژوهش که باید به صورت ساده و روشن ارائه شوند. نویسندگان باید در مقدمه به موارد ذیل به صورت شفاف بپردازند:

۱. هدف از انجام پژوهش یا پروژه؛
۲. تعریف دقیق اصطلاحات و مفاهیم بکار رفته در پژوهش یا پروژه؛
۳. پیشینه پژوهش یا پروژه (شامل مبانی نظری و تحقیقات انجام شده قبلی در زمینه پژوهش یا پروژه) که لازم است نقاط قوت یا احياناً ضعف آنها تحلیل شود و چگونگی ارتباط آنها با تحقیق یا مقاله حاضر مشخص گردد؛
۴. سوالات یا فرضیاتی که تحقیق در پی پاسخ گویی به آنها است.

روش

این قسمت از یک مقاله علمی شامل توضیح در مورد نوع تحقیق (هم از جهت هدف در نظر گرفته شده برای پژوهش و هم از نظر روش انجام پژوهش یا پروژه)، جامعه و نمونه و روش نمونه گیری، ابزار تحقیق و روشن نمودن میزان روایی و پایایی ابزار و توضیح در خصوص چگونگی مراحل انجام پژوهش یا پروژه است.

نتایج یا یافته های تحقیق

در این بخش نویسندگان باید موارد ذیل را به صورت دقیق و خلاصه تبیین کنند:

۱. یافته های حاصل از پژوهش یا پروژه؛
۲. بیان یافته ها به شیوه ای دقیق و روشن؛
۳. تحلیل این نکته که آیا نتایج بدست آمده پاسخگوی سوالات یا فرضیات تحقیق (در صورت وجود فرضیات) هست یا خیر؛
۴. مشخص نمودن یافته های مهم حاصل از این پژوهش یا پروژه.

بحث

در تدوین این بخش از مقاله باید به طور کلی به مباحث زیر به صورت خلاصه پرداخته شود.

- ۱- ذکر اهداف انجام پژوهش یا پروژه؛
- ۲- تبیین میزان ارتباط یافته های حاصل از پژوهش یا پروژه با اهداف در نظر گرفته شده از انجام آن؛
- ۳- تعمیم پذیری یافته ها؛
- ۴- مقایسه یافته های پژوهش یا پروژه با پژوهش های قبلی و ذکر دلایل احتمالی برای توافق یا عدم توافق بین نتایج؛

نتیجه گیری

نتیجه نهایی به دست آمده از انجام پژوهش یا پروژه.

محدودیت های پژوهش یا پروژه؛

پیشنهاد برای پژوهش ها یا پروژه های آینده در این خصوص؛

در هر پژوهش یا مطالعه علمی به منظور تبیین موضوع پژوهش در هریک از قسمت‌ها از جمله در مقدمه، پیشینه نظری، نوع پژوهش و ابزار پژوهش، روایی و پایایی ابزار، نظرات و یافته‌های پژوهشی سایر پژوهشگران نیز به عنوان شاهد بر مدعا آورده می‌شود. لذا لازم است نام خانوادگی نویسنده یا نویسندگان و تاریخ انتشار اثر اعم از کتاب، مقاله و یا پایان‌نامه در پرانتز و بلافاصله بعد از مطلب استفاده شده آورده شود. در واقع یکی از ملاک‌های ارزشیابی یک مقاله علمی چگونگی استفاده از منابع به‌روز است. هر چه غنای علمی منابع استفاده شده در مقاله بیشتر باشد مقاله از استحکام علمی بیشتری برخوردار است. هنگامی که نام نویسنده و تاریخ انتشار اثری در پرانتز ذکر می‌شود باید در بخش پایانی مقاله، فهرست منابع به ترتیب حروف الفبا ارائه شود. در صورتی که از یک نویسنده چندین اثر در یک مقاله مورد استفاده قرار بگیرد برای شناسایی منبع باید از شماره‌های ۱ و ۲ و... یا حروف الفبا (الف، ب، ...) استفاده شود. نحوه نگارش منبع در مقالات معمولاً مشابه است. در ذیل نحوه نگارش منابع برای مقالات، کتاب‌ها، کتاب‌های ترجمه شده، پایان‌نامه‌ها و مقالات ارائه شده در کنفرانس‌ها آورده شده است.

توجه: منابع فارسی در مقالات با ذکر کلمه Reference به لاتین هم درج شود.

نحوه نگارش مقاله‌ها در فهرست منابع

نام خانوادگی، نام و یا حرف اول نام (سال انتشار مقاله)، عنوان مقاله، نام مجله، شماره مجله، صفحه شروع و پایان مقاله

نمونه: طباطبایی، فرزانه (۱۳۸۵)، آسیب شناسی تربیت دینی دانش آموزان مدارس شهر تهران، دانشور رفتار ۲۱، صص ۴۳-۵۴

اگر مقاله بیش از یک نویسنده داشته باشد:

نمونه: رهنما، اکبر و طباطبایی، فرزانه و علیین، حمید (۱۳۸۵)، آسیب شناسی تربیت دینی دانش آموزان مدارس شهر تهران، دانشور رفتار ۲۱، صص ۴۳-۵۴

نحوه نگارش منبع کتاب

نام خانوادگی، نام یا حرف اول نام (سال انتشار کتاب)، عنوان کتاب، نام شهر محل انتشار، نام موسسه انتشاراتی.

نمونه: دلاور، علی (۱۳۸۲)، روش تحقیق در روان شناسی و علوم تربیتی (ویرایش سوم)، تهران، نشر ویرایش

اگر کتاب بیش از یک نویسنده داشته باشد به ترتیبی که در مورد مقاله نیز گفته شد عمل می‌شود

نحوه نگارش منبع کتاب ترجمه شده در فهرست منابع

نام خانوادگی (مؤلف)، نام یا حرف اول نام، (سال چاپ کتاب به زبان فارسی)، نام کتاب، نام مترجم، نام انتشاراتی، نام شهر.

نمونه: شیولسون، ریچارد (۱۳۷۱)، استدلال آماری در علوم رفتاری، ترجمه علیرضا کیامنش، جلد دوم، چاپ دوم، انتشارات جهاد دانشگاهی، تهران

نحوه نگارش منبع پایان نامه در فهرست منابع

نام خانوادگی، نام، (سال دفاع از پایان نامه)، عنوان پایان نامه، مقطع دفاع، نام دانشگاه، نام شهر

نمونه: علیین، حمید (۱۳۸۵)، تربیت سیاسی از دیدگاه امام علی علیه‌السلام، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شاهد، تهران.

نحوه نگارش منبع مقالات ارائه شده در کنفرانس‌ها یا کنگره‌ها

نام خانوادگی، نام (سال برگزاری کنفرانس) موضوع مقاله در اولین یا چندمین کنفرانس، شهر و کشور محل برگزاری کنفرانس

نمونه: طباطبایی، فرزانه (۱۳۸۵)، تربیت از دیدگاه امام سجاد علیه‌السلام با تأکید بر ادعیه صحیفه سجاده، دومین جشنواره صحیفه سجاده دانشگاهیان کشور، تهران، ایران.

نحوه نگارش منبع گرفته شده از شبکه اینترنت

نام خانوادگی نویسنده، نام، موضوع مقاله، تاریخ گرفتن از شبکه، آدرس سایت.

منابع قابل استناد

منابعی که در تنظیم یک مقاله پژوهشی می‌توان به آنها استناد و از آنها استفاده نمود به ترتیب اولویت به شرح ذیل هستند.

۱. کتاب‌های منتشر شده در زمینه پژوهش مورد نظر؛ هرچه کتاب‌ها به‌روزتر و منابع دانشگاهی و تحقیقاتی شناخته شده‌تر بوده و از وزن علمی بالاتری برخوردار باشند در پژوهش با اطمینان بیشتری می‌توان از آنها استفاده نمود؛

۲. مقالات علمی منتشر شده در مجلات علمی - پژوهشی و علمی - بین‌المللی؛

۳. پایان‌نامه‌های دکتری و کارشناسی ارشد دانشجویان دانشگاه‌ها؛

۴. مقالات منتشر شده در همایش‌ها و کنفرانس‌های علمی معتبر؛

۵. سایت‌های علمی شبکه اینترنت.

لازم به ذکر است که معمولاً مطالب منتشر شده در روزنامه‌ها و نشریات غیرعلمی و غیرتخصصی قابل استناد یا استفاده در یک پژوهش علمی و یا تنظیم یک مقاله پژوهشی نیستند.



فصلنامه علمی

دانش پیشگیری و مدیریت بحران

تابستان ۱۴۰۳، دوره ۱۴، شماره ۲، شماره پیاپی: ۵۲

فهرست

۱۴۹	بررسی میزان فرونشست کلان‌شهر تهران با استفاده از تکنیک تداخل‌سنجی پراکنش گر دائم و تصاویر راداری سنتینل-۱	محمدحسین ناهی، مهدی نادری
۱۶۹	پیش‌بینی بزرگ‌ای زمین‌لرزه احتمالی در بخش شاهرود شهرستان خلخال با استفاده از شبکه عصبی	فریبا اسفندیاری درآباد، مهرداد وهاب‌زاده زرگری، بهروز نضاقت تکه، سایه عبیدی حمل‌آباد
۱۸۱	بررسی عوامل مؤثر بر تاب‌آوری شغلی آتش‌نشانان تهران براساس جو ایمنی کار، حوادث شغلی و بدبینی سازمانی	افراسیاب خیردست، اسماعیل صدری دمیرجی، امین یاداشی، اسلام‌علی خداپنده‌لو، زهرا محمدی جاهدی
۱۹۵	طراحی الگوی ساختاری تفسیری پیشایندهای رفتارهای شجاعانه اخلاقی کارکنان در بحران‌های فراگیر (مطالعه موردی: دانشگاه علوم پزشکی کرمان)	حمید تابلی، محبوبه عسکری باقرآبادی، الهه شیبانی
۲۱۱	ارائه مدل معادلات ساختاری روابط بین بصیرت‌افزایی و مدیریت بحران با میانجیگری پدافند غیرعامل: مطالعه موردی فرماندهی انتظامی استان اصفهان	سید حسن خلیلی حسین آبادی
۲۲۵	آسیب‌شناسی فضایی مدیریت بحران: مطالعه موردی: شهرستان ثلاث بهبختی	سامان حیدری، طاهر پریزادی، موسی کمانروئی کجوری، احمد زنگانه
۲۴۱	مدیریت بحران و ارائه الگوی اسکان موقت نوین پس از زلزله، در فضای باز چندمنظوره مراکز آموزشی-دانشگاهی (نمونه موردی: دانشگاه شهید بهشتی تهران)	مبین قادری، صدف عزت‌پور

Research Paper

Assessments of Land Subsidence in the Tehran Metropolitan Using Satellite Radar Interferometry Technique



*Mohammad Hassan Nami¹ , Mehdi Naderi² 

1. Department of Political Geography, Farabi University of Science and Technology, Tehran, Iran.

2. Department of Remote Sensing (GIS), Faculty of Humanities, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.



Citation Nami, M. H., Naderi, M. (2024). [Assessments of Land Subsidence in the Tehran Metropolitan Using Satellite Radar Interferometry Technique (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 14(2):138-157. <https://doi.org/10.32598/DMKP.14.2.866.1>

doi <https://doi.org/10.32598/DMKP.14.2.866.1>

ABSTRACT

Background and objective Many cities in the world have land subsidence problems because of environmental issues related to urban development. The arid and semi-arid climatic conditions prevailing in most of the interior regions of Iran and the need for the increasing industrial, agricultural, and drinking water exploitation from underground water resources, as well as urban development, have increased the occurrence of land subsidence in Iran, especially in the metropolis of Tehran. This study aims to assess land subsidence in Tehran, Iran, using the satellite radar interferometry (InSAR) technique.

Method In this research, 31 images of Sentinel-1 were processed using the time series of persistent scatter interferometry (PSI) in 2022, and a map of the average annual rate of land subsidence in Tehran metropolis was prepared. Finally, after validating the results of interferometry with GPS station observations, the relationship between land subsidence and exploitation of underground water resources was examined as the most important factor in ground surface changes in the study area.

Results The findings showed a decreasing trend in land subsidence from plain to urban areas. The highest land subsidence, with a rate of -43 mm per year occurred in the southern and southwestern parts of Tehran. Districts 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, and 20, which comprise about 26% of Tehran's population, were experiencing land subsidence. The drop in the water level of observation wells was considerable in the areas where the highest rate of land subsidence occurred. Another finding of the research was the decrease of the underground water level from the north to the south of Tehran, indicating that the water depth in the southern areas of Tehran decreased due to human activities such as water pumping.

Conclusion There is an increasing pressure in the aquifer through pumping water from wells in the study area for various industrial, agricultural and drinking water uses which has led to the increase in the occurrence of land subsidence.

Keywords Differential Interferometry, Time Series Analysis, Underground Water Resource, Radar interferometry, Tehran Metropolitan

Article Info:

Received: 27 May 2024

Accepted: 04 Jun 2024

Available Online: 01 Jul 2024

* Corresponding Author:

Mohammad Hassan Nami, Associate Professor.

Address: Department of Political Geography, Farabi University of Science and Technology, Tehran.

Tel: +98 (21) 58975621

E-mail: dr.mh.nami@gmail.com



Copyright © 2024 The Author(s).

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

Extended Abstract

Introduction

Many cities in the world have land subsidence problems because of environmental issues related to urban development. The arid and semi-arid climatic conditions prevailing in most of the regions of Iran and the need for the increasing industrial, agricultural, and drinking water exploitation of underground water resources, as well as the development of urbanization, have provided a suitable infrastructure for the occurrence of land subsidence in Iran, especially in Tehran. Despite the capability of conventional techniques to measure land subsidence, these methods are time-consuming and somehow difficult. In many cases, accurate measurements are not possible, especially in dense urban areas. Satellite radar interferometry (InSAR) is one of the most accurate remote sensing techniques to obtain information and display ground surface displacements. Due to the use of satellite data and its repeatability, it is possible to monitor land subsidence in the desired location in the shortest time and at an optimal cost. This study aims to assess land subsidence in Tehran, Iran, using the InSAR technique.

Methods

In this analytical survey study, 31 images of Sentinel-1 were processed using the time series of persistent scatter interferometry (PSI) technique in 2022. In the pre-processing stage, after converting the images into a readable format by the SARscape module based on the ENVI platform, images were determined based on the border of the study area. An image with lower spatial and temporal correlation during the time series was selected as a reference image. In the second step, the geometrical registration of the images and the production of the interferometer were performed. In the third step, using the set of interferometers obtained from the previous step as well as the amplitude dispersion index (ADI), persistent scatterer (PS) pixels whose fuzzy behavior was constant over time were selected. In the fourth step, considering that the phase difference of two InSAR images for each PS includes components such as the phase caused by the atmosphere, the phase caused by orbital errors, the phase caused by topography, and the phase caused by noise, the mentioned phases were identified to estimate the phase caused by the displacement of the earth's surface by subtracting these phases from the interferometer phase. In the final step, a map of the average annual rate of subsidence in Tehran metropolis was obtained. After validating the results of InSAR using the observations of the Global Navigation

Satellite System, the relationship between land subsidence and changes in the underground water levels was examined, as the most important factor of surface changes in the study area, using the regression analysis.

Results

The findings showed that the land subsidence pattern had a decreasing trend by moving from the plain to urban areas. The highest land subsidence, with a rate of 43 mm per year, occurred in the southern and southwestern parts of Tehran. Districts 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, and 20, which comprise about 26% of Tehran's population, were affected by land subsidence. The drop in the water level of observation wells was considerable in the areas where the highest land subsidence occurred. The subsidence level had a decreasing trend from the south to the north of Tehran, where districts 1, 3, and 4 had the lowest subsidence rate in 2022. Another finding was the decrease of the underground water level from the north to the south of Tehran, indicating that the water depth in the southern areas of Tehran has decreased due to human activities such as water pumping. The results of regression analysis showed the high relationship between land subsidence and changes in the underground water levels.

Conclusion

The results of this study showed that the increasing in pumping water from wells in the study area for various uses such as drinking, industrial, and agricultural has led to the escalation of land subsidence. Correct and efficient management of water resources in urban and non-urban areas of Tehran metropolis is mandatory with the knowledge that most observation wells have experienced a drop in water level and some of them have dried up. The use of InSAR technique and Sentinel-1 data is helpful in determining the rate and range of land subsidence.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

The current research has been done with the full knowledge of the authors about the process of conducting the research and the points of research ethics have been fully observed in it.

Funding

This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.



Authors' contributions

All authors equally contributed to preparing this article.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgements

The authors would like to thank the National Cartographic Center of Iran and the regional water department of Tehran for providing the data needed to conduct this research.



مقاله پژوهشی

بررسی میزان فرونشست کلان شهر تهران با استفاده از تکنیک تداخل سنجی پراکنش گر دائم و تصاویر راداری سنتینل-۱

* محمدحسن نامی^۱، مهدی نادری^۲

۱. گروه جغرافیای سیاسی، دانشگاه علوم و فنون فارابی، تهران، ایران.

۲. گروه سنجش از دور و GIS، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

Use your device to scan and read this article online



Citation: Nami, M. H., Naderi, M. (2024). [Assessments of Land Subsidence in the Tehran Metropolitan Using Satellite Radar Interferometry Technique (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 14(2):138-157. <https://doi.org/10.32598/DMKP.14.2.866.1>

doi: <https://doi.org/10.32598/DMKP.14.2.866.1>

چکیده

زمینه و هدف: بسیاری از شهرهای جهان به دلیل تنش‌های زیست‌محیطی ناشی از توسعه شهری با مشکل فرونشست زمین مواجه هستند. شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک حاکم بر اغلب نواحی داخلی ایران و لزوم بهره‌برداری روزافزون صنعتی، کشاورزی و آب شرب بر منابع آب زیرزمینی و همچنین توسعه شهرنشینی، زیرساخت مناسبی را برای رخداد این پدیده به‌خصوص در کلان‌شهر تهران فراهم کرده است. **روش:** در این پژوهش، ۳۱ تصویر سنتینل-۱ با استفاده از تکنیک سری‌زمانی تداخل سنجی پراکنش گر دائم (PSI) در طول بازه زمانی سال ۱۴۰۱ پردازش و نقشه میانگین نرخ تغییرات سالانه فرونشست کلان‌شهر تهران تولید شد. در نهایت، پس از صحت‌سنجی نتایج با مشاهدات ایستگاه GPS، نسبت به تبیین رابطه بین فرونشست زمین و بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی به عنوان مهم‌ترین عامل ایجاد تغییرات سطح در محدود مطالعاتی اقدام شد.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان دادند الگوی فرونشست حادث‌شده با حرکت از سمت دشت به سمت مناطق شهری، دارای روند کاهشی است. بیشترین میزان فرونشست زمین با نرخ -۴۳ میلی‌متر در سال در بخش‌های جنوب و جنوب‌غربی تهران رخ داده است. مناطق ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹ و بخش‌هایی از منطقه ۲۰ که حدود ۲۶ درصد از جمعیت تهران را تشکیل می‌دهند، درگیر فرونشست زمین هستند. افت سطح آب چاه‌های مشاهداتی در مناطقی که حداکثر نرخ فرونشست سطح در آن‌ها رخ داده است، قابل توجه بوده است. از دیگر یافته‌های پژوهش، کاهش تراز آب زیرزمینی از شمال به جنوب تهران است و این بدین معنی است که عمق آب در مناطق جنوبی تهران در اثر فعالیت‌های انسانی مانند پمپاژ آب کاهش یافته است.

نتیجه‌گیری: بررسی‌ها نشان می‌دهند که افزایش فشار بر آبخوان از طریق پمپاژ آب از چاه‌های محدوده مطالعاتی به‌جهت مصارف مختلف صنعتی، کشاورزی و آب شرب به تشدید این مخاطره طبیعی در مقیاس وسیعی منجر شده است.

کلیدواژه‌ها: تداخل سنجی تفاضلی، تحلیل سری‌زمانی، منابع آب زیرزمینی، تصاویر رادار، کلان‌شهر تهران

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۷ خرداد ۱۴۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۵ خرداد ۱۴۰۳

تاریخ انتشار: ۱۱ تیر ۱۴۰۳

* نویسنده مسئول:

دکتر محمدحسن نامی

نشانی: تهران، دانشگاه علوم و فنون فارابی، گروه جغرافیای سیاسی،

تلفن: ۵۸۹۷۵۶۲۱ (۳۱) +۹۸

پست الکترونیکی: dr.mh.nami@gmail.com

Copyright © 2024 The Author(s).

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.



مقدمه

در دهه‌های اخیر، رشد و توسعه سریع شهرنشینی به نیاز فوری به نظارت و پایش مستمر مناطق شهری منجر شده است. عوامل مختلف طبیعی و انسانی مانند بهره‌برداری بیش از حد از سفره‌های زیرزمینی، زلزله، گسترش شهری و پروژه‌های بزرگ ساخت‌وساز شهری مانند تونل‌سازی زیرزمینی به تغییر شکل زمین و فرونشست مناطق شهری منجر می‌شوند (ژائو و همکاران، ۲۰۱۱؛ آراتزیو و همکاران، ۲۰۱۴؛ کراستو و همکاران، ۲۰۱۹؛ نوولینو و همکاران، ۲۰۱۷). فرونشست زمین به‌عنوان جابه‌جایی رو به پایین سطح زمین نسبت به سطح مرجع تعریف می‌شود که از چند میلی‌متر تا چند متر متغیر بوده و میزان جابه‌جایی افقی در این حرکت ناچیز است (ویدودو و همکاران، ۲۰۱۹).

رخدادهای تغییرات اقلیم و تداوم خشکسالی و نیز مدیریت غیراصولی منابع آبی به دنبال رشد فزاینده جمعیت، به فرونشست زمین در مناطق شهری و غیرشهری کلان‌شهر تهران منجر شده است. گاهی این مخاطره طبیعی به سبب تحریک عوامل ایجابی آن مانند بهره‌برداری بیش از ظرفیت منابع آب زیرزمینی دشت‌ها، دامنه گسترده‌ای به خود گرفته و علاوه بر ایجاد پدیده‌های مورفولوژیک فراوان در سطح زمین، به مخاطره^۱ و تهدید برای انسان و دستاوردهای انسانی تبدیل می‌شود (شریفی‌کیا، ۱۳۹۱). روش‌های مرسوم اندازه‌گیری فرونشست زمین مانند: ۱) اندازه‌گیری مستقیم تراکم آبخوان توسط اکستنسومتر، ۲) مشاهده تراز آب زیرزمینی، ۳) محاسبه با استفاده از داده‌های زمین‌شناسی و هیدرولوژی و ۴) اندازه‌گیری تغییرات ارتفاع توپوگرافی با روش‌های زمین‌سنجی^۲، ترازبایی و سیستم موقعیت‌یاب جهانی^۳، اگرچه دقت بالایی دارند اما تا حدود پذیرفته‌شده‌ای زمان‌بر و دشوار هستند و در بسیاری از موارد اندازه‌گیری دقیق میدانی به‌ویژه در مناطق شهری متراکم امکان‌پذیر نیست. از این‌رو، روشی برای نظارت بر جابه‌جایی زمین در مقیاس وسیع در مدت‌زمان کوتاه مورد نیاز است تا نتایج قابل‌اعتمادی برای پایش زود هنگام و مستمر مناطق تحت تأثیر مخاطره زمین‌شناسی ارائه دهد (ژو و همکاران، ۲۰۲۲؛ هو و همکاران، ۲۰۱۹؛ هرا و همکاران، ۲۰۱۳).

امروزه با بهره‌گیری از فناوری جدید سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای ارائه‌شده توسط ماهواره‌های مختلف، پایش و نظارت بر فرونشست زمین با دقت بالایی قابل انجام است. تداخل سنجی پراکنش گر دائمی^۴ یک تکنیک سری‌زمانی است که از اطلاعات نامزدهای پراکنش گر پایدار برای پایش مداوم فرونشست زمین و

تخمین سرعت جابه‌جایی هدف در امتداد خط دید^۵ سنسور با دقت میلی‌متر استفاده می‌کند (کراساکیس و همکاران، ۲۰۱۹). به کارگیری تکنیک PSI به‌عنوان یک روش جدید و پیشرو می‌تواند بر محدودیت‌های روش سنتی «رادار روزنه مصنوعی تداخل سنج تفاضلی»^۶ از قبیل عدم همبستگی مکانی و زمانی که مانع تولید تداخل‌نماهای تفاضلی^۷ می‌شود و همچنین اثر اتمسفر غلبه کند (کراستو و همکاران، ۲۰۱۹).

لو و همکاران (۲۰۱۴)، تکنیک تداخل سنجی پراکنش گر دائم PSI و تصاویر ترانسار-ایکس^۸ را در تعیین نرخ فرونشست زمین در شهر تیانجین بین سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۱ به کار بردند. قاضی‌فرد و همکاران (۲۰۱۷)، با استفاده از تکنیک D-InSAR و لایه‌های اطلاعاتی متعدد از قبیل داده‌های پی‌زومتری، دیواره چاه‌ها و بررسی‌های ژئوفیزیکی به ارزیابی فرونشست زمین در شهر دامنه، ایران پرداختند. در مطالعه فروغ‌نیا و همکاران (۲۰۱۸)، دو مجموعه تصاویر شامل سنتینل-۱ و انویست-آسار^۹ جهت محاسبه فرونشست زمین شهر تهران با تکنیک PSI مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج بیانگر فرونشست چشم‌گیر در بخش جنوبی منطقه مورد مطالعه برای همه آنالیزهای سری‌زمانی بود. دنگ و همکاران (۲۰۱۹)، به بررسی فرونشست زمین در شهر جیانگجین با استفاده از الگوریتم «طول خط مبنای مکانی کوتاه»^{۱۰} و تصاویر سنتینل-۱ پرداختند.

ویدودو و همکاران (۲۰۱۹)، نقشه جابه‌جایی سطح مبتنی بر تکنیک D-InSAR و داده‌های باند C سنتینل-۱ برای منطقه شهری جاکارتا را ارائه دادند. در پژوهش مقصودی و همکاران (۲۰۱۹) که در منطقه غرب تهران و با استفاده از تکنیک تداخل سنجی راداری مبتنی بر پراکنش گرهای دائمی انجام شد، یک سری‌زمانی ۲ ساله متشکل از ۳۰ تصویر سنتینل-۱ مورد استفاده قرار گرفت. در پژوهش استوپر و همکاران (۲۰۲۰) با عنوان «بررسی فتوگرامتری مبتنی بر پهپاد برای پایش فرونشست معادن بزرگ»، روش‌های نظارتی مانند کل ایستگاه‌ها، سیستم ماهواره‌ای ناوبری جهانی^{۱۱} و پهپاد^{۱۲} در معدن زغال سنگ ولنج طی سال ۲۰۱۷ بررسی شدند. نتایج کلی نشان دادند هر دو روش GNSS و UAV برای نظارت بر فرونشست معدن مناسب هستند. پاپی و همکاران (۲۰۲۰)، از تکنیک تداخل سنجی راداری به منظور برآورد فرونشست زمین در غرب استان تهران (دشت شهریار) و ارتباط آن با برداشت آب‌های زیرزمینی استفاده کردند.

5. Line of sight

6. Differential interferometric synthetic aperture radar (D-InSAR)

7. Differential interferogram

8. TerraSAR-X

9. ENVISAT-ASAR

10. Small baseline subset (SBAS)

11. Global navigation satellite system (GNSS)

12. Unmanned aerial vehicle (UAV)

1. Hazard

2. Geodesy

3. Global positioning system (GPS)

4. Persistent scatters interferometry (PSI)



مشخصه اصلی زمین‌شناسی تهران، قرار گرفتن آن بین دو توده عظیم رشته‌کوه البرز و فلات ایران است که مهم‌ترین نمود این مسئله، وجود گسل‌های فعالی مانند گسل مشاء، گسل شمال تهران و گسل ری است که موجب وقوع زمین‌لرزه‌های خفیف در محل این گسل‌ها شده است. در چند دهه اخیر، عملکرد نامناسب بشر به‌ویژه در برداشتهای غیراصولی از منابع سیالی و غیرسیالی زیرسطحی مانند سفره‌های آب زیرزمینی و منابع نفت و گاز و همچنین توسعه شهرنشینی، به رخداد فرونشست زمین در بسیاری از دشت‌های بحرانی کشور از جمله دشت تهران منجر شده است. رشد و توسعه شهرهای بزرگ مانند تهران از نظر ابنیه و همچنین توسعه شریان‌های مهم از قبیل خطوط انتقال برق، گاز، بزرگراه‌ها و ساختمان‌های مهم، پیش از هر چیزی نیازمند انجام مطالعات دقیق و شناخت مخاطره‌های طبیعی از جمله فرونشست زمین است تا مناطق متأثر از این مخاطره زمین‌شناختی شناسایی شده و مورد ارزیابی قرار گیرند (مرادی و همکاران، ۱۳۹۹). بررسی آمار نشان می‌دهد طی بازه زمانی ۱۹۷۰-۲۰۱۲، تعداد چاه‌های بهره‌برداری از آب زیرزمینی به ۳ برابر افزایش یافته و متوسط تراز آب زیرزمینی حدود ۱۲ متر کاهش یافته است (محمودپور و همکاران، ۲۰۱۶). بنابراین باتوجه به مجموع موارد ذکر شده، اهمیت انتخاب کلان‌شهر تهران به‌عنوان محدوده مطالعاتی تحقیق حاضر نمود پیدا می‌کند. در تصویر شماره ۱، موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است.

داده‌های مورد استفاده

سنتینل-۱، از سری ماهواره‌های راداری سازمان فضایی اروپا^{۱۴} است که به‌منظور نقشه‌برداری سراسری از مناطق خشکی، مناطق ساحلی، مناطق یخی دریا، مناطق قطبی و اقیانوس‌ها با وضوح بالا طراحی شده است. سنتینل-۱ دارای یک مجموعه دو ماهواره‌ای به نام‌های سنتینل-1A و سنتینل-1B است که به ترتیب در سال‌های ۲۰۱۴ و ۲۰۱۶ به فضا فرستاده شدند و هر یک با فاصله ۱۸۰ درجه از یکدیگر قرار گرفته‌اند. اضافه شدن سری B به سری A این سنجنده تنها باعث تقلیل زمان بازدید مجدد^{۱۵} از ۱۲ روز به ۶ روز شده است (نادری، ۱۴۰۰).

از دیگر مشخصه‌های مهم این ماهواره می‌توان به تصویربرداری در محدوده مایکروویو و طول موج باند C (طول موج برابر با ۵۴/۵ سانتی‌متر)، مدار قطبی خورشید آهنگ و قدرت تفکیک مکانی متغیر از ۵ متر با عرض برداشت ۲۰ کیلومتر تا ۴۰ متر با عرض برداشت ۴۰۰ کیلومتر اشاره داشت. در این پژوهش، از محصول مختلط تک‌منظر^{۱۶} این ماهواره با حالت تصویربرداری نوار عرض

ژو و همکاران (۲۰۲۲)، به کمک روش‌های سری‌زمانی اینسار^{۱۳} و GNSS نسبت به بررسی پایش فرونشست زمین در شهر کون‌مینگ اقدام کردند و حداکثر نرخ فرونشست زمین، ۴۸ میلی‌متر در سال برآورد شد. یونسی سینکی و آخوندزاده هنزائی (۲۰۲۳)، فرونشست تونل خط ۷ متروی تهران را با استفاده از تصاویر پایش‌گذر سنتینل-۱ در یک بازه زمانی ۶ ماهه و روش تداخل‌سنجی موردبررسی قرار دادند.

بررسی ادبیات و پیشینه تحقیق نشان می‌دهد به‌کارگیری تکنیک سری‌زمانی PSI در تحقیقات متعددی به‌خصوص در محدوده مطالعاتی شهر تهران مورد توجه بوده است. با این حال، اکثر مطالعات بر بخش‌های جنوبی شهر تهران که به دشت‌های تهران و شهریار منتهی می‌شود، متمرکز شده‌اند و مطالعه‌ای که فرونشست مناطق ۲۲ گانه شهر تهران را به‌صورت جامع مورد تحلیل و بررسی قرار دهد، مورد نیاز است. به‌منظور تبیین رابطه بین جابه‌جایی‌های حادث‌شده و بهره‌برداری بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی که به‌عنوان مهم‌ترین عامل ایجابی فرونشست زمین در محدوده مطالعاتی شناخته می‌شود، تغییرات ایستابی آب چاه‌های مشاهده‌ای در مناطق شهری و غیرشهری مورد ارزیابی قرار گرفت. از دیگر اهداف پژوهش حاضر می‌توان به قابلیت پتانسیل تصاویر SAR سنتینل-۱ برای تحلیل سری‌زمانی در پایش تغییرات سطح زمین اشاره داشت.

روش

منطقه مورد مطالعه

کلان‌شهر تهران به مرکزیت شهر تهران با وسعتی حدود ۱۳۶۸۸ کیلومتر مربع در سمت شمال و شمال‌غربی کشور قرار دارد. از نظر موقعیت جغرافیایی، این شهر بین ۳۴ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۱ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی واقع شده است. استان تهران با بیش از ۱۳ میلیون نفر جمعیت، ۵/۱۷ درصد جمعیت کل کشور را در خود جای داده است. گرم‌ترین ماه‌های سال شامل مرداد و شهریور با دمای متوسط ۳۵ تا ۴۵ درجه سانتی‌گراد و سردترین ماه‌های سال شامل دی و بهمن با دمای ۵- درجه سانتی‌گراد گزارش شده است. از دید ناهمواری‌های طبیعی، تهران به دو ناحیه دشتی و کوهپایه‌ای البرز تقسیم می‌شود و گستره کنونی آن از ارتفاع ۹۰۰ تا ۱۸۰۰ متری از سطح دریا امتداد یافته است. تهران دارای اقلیم نیمه‌خشک است؛ به‌گونه‌ای که عواملی از قبیل بارش بیش از ۳۰۰ میلی‌متر در سال، دمای کافی و خاک مساعد، پوشش گیاهی مناسبی را به‌صورت مراتع بهاری و تابستانی در مناطق شمالی استان به وجود می‌آورد (نادری و رحیمی هزاروند، ۱۴۰۱).

14. European Space Agency (ESA)

15. Revisit time

16. Single look complex (SLC)

13. Interferometric synthetic aperture radar (InSAR)



جدول ۱. مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در پژوهش حاضر

سنجنده	پاتد	تعداد	مدار	مد تصویربرداری	قطبش	دوره بازدید مجدد
ستیتل 1A	C	۳۱	بالاگذر	نوار عرض تداخل‌سنجی (IW)	عمودی - عمودی (VV)	۱۲

در فرمول‌های شماره ۱ و ۲، Φ_{int} فاز تداخل نما، Φ_{def} فاز ناشی از تغییر شکل زمین، Φ_{resi} فاز باقیمانده، Φ_{topo} فاز ناشی از توپوگرافی، Φ_{atm} فاز ناشی از اثرات اتمسفر، Φ_{orbit} فاز ناشی از خطای موجود در پارامترهای مداری و Φ_{noise} فاز ناشی از نویز نامرتبط تولیدشده توسط پراکنش گرهای پس‌زمینه‌ای به نام کلاتر و نویز حرارتی که فاز موج الکترومغناطیس را تحت تأثیر قرار می‌دهد، هستند. فازهای ناشی از توپوگرافی (Φ_{topo})، اتمسفر (Φ_{atm})، خطاهای مداری (Φ_{orbit}) و نویز (Φ_{noise})، فاز باقیمانده (Φ_{resi}) را تشکیل می‌دهند. تغییرات فاز ناشی از خطاهای مختلف با استفاده از معادلات ابهام ارتفاعی به دست آمده است. تغییر ارتفاع که تغییر فاز تداخل‌سنجی 2π را پس از حذف فاز توپوگرافی ایجاد می‌کند، ابهام ارتفاعی (H_a) نامیده می‌شود که معادله آن در فرمول شماره ۳ آورده شده است (بلمر و هارتل، ۱۹۹۸):

$$3. H_a = \frac{\lambda r \sin \theta}{2B_n}$$

همچنین ابهام ارتفاعی را می‌توان با استفاده از فرمول شماره ۴ بیان کرد:

$$4. H_a = \frac{\Delta d}{\phi_d 2\pi}$$

با استفاده از فرمول‌های شماره ۳، ۴ و ۵ به صورت زیر تعریف می‌شود:

5.

$$\frac{\Delta d}{\phi_d 2\pi} = \frac{\lambda r \sin \theta}{2B_n}$$

$$\Phi_d = \frac{4\pi B_n}{\lambda r \sin \theta} \Delta d$$

$$\Phi_{def} = \frac{4\pi}{\lambda} \cdot V \cdot T$$

در فرمول‌های شماره ۳، ۴ و ۵، λ طول موج، θ زاویه برخورد، R فاصله رنج، B_n خط مبنای عمود، Δd تغییرات Φ_d و Φ_{def} تغییر فاز ناشی از عدم دقت مدل رقومی ارتفاعی است (هوپر و همکاران، ۲۰۰۶). فاز ناشی از تغییر شکل زمین را می‌توان با استفاده از تغییر در سرعت مدل‌سازی کرد (لو و لیائو، ۲۰۰۸). بنابراین Φ_{def} را می‌توان همان‌طور که در فرمول شماره ۵ نشان داده شده است، بیان کرد؛ جایی که V سرعت جابه‌جایی در امتداد جهت خط دید و T خط مبنای زمانی بین گذرهای SAR است فرمول‌های شماره ۱ و ۲. فاز تداخل‌سنجی (Φ_{def}) و فاصله نمونه‌برداری (T) مقادیر مشاهده‌شده هستند. سرعت خطی (V) و فاز باقیمانده (K) را می‌توان با استفاده از روش برازش

تداخل‌سنجی^{۱۷} که در مباحث مرتبط با تداخل‌سنجی راداری کاربرد دارد، استفاده شده است. مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در تحقیق حاضر در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

تکنیک تداخل‌سنجی پراکنش گر دائمی

تکنیک PSI یک تکنیک سری‌زمانی InSAR است که از مجموعه تصاویر SAR در یک منطقه یکسان برای بازیابی سرعت تغییر شکل زمین در خط دید سنسور^{۱۸} استفاده می‌کند. PSI، اهداف پراکنش گر دائم^{۱۹} را که دارای کمترین تأثیر از عدم همبستگی مکانی و زمانی هستند، انتخاب می‌کند. علاوه بر این، سهم اثرات جوی در فاز تداخل‌سنجی با استفاده از تخمین صفحه فاز اتمسفر^{۲۰} برآورد می‌شود که حذف آن به افزایش دقت اندازه‌گیری جابه‌جایی تا یک میلی‌متر در سال منجر می‌شود. پیکسل‌هایی که ثبات آماری در دامنه و فاز تداخلی مشاهده‌شده در سیگنال SAR دریافتی در مجموعه سری‌زمانی تصاویر دارند، کاندیدهای پراکنش گر دائم هستند (تامبورینی و همکاران، ۲۰۱۰). فاز تداخل‌سنجی SAR در طول فرایند تداخل‌سنجی پراکنش گر دائم تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند عدم دقت هندسه اکتساب، خطای ناشی از داده‌های توپوگرافی، اثرات اتمسفر، خطاهای مداری و نویزهای حرارتی قرار می‌گیرد. خطای فاز توپوگرافی در طول حذف فاز توپوگرافی به دلیل عدم دقت مدل رقومی ارتفاعی^{۲۱} استفاده‌شده القا می‌شود (تامبورینی و همکاران، ۲۰۱۰). همچنین خطای دیگری به نام خطای توپوگرافی باقیمانده^{۲۲} وجود دارد که دلیل آن، اختلاف بین ارتفاع واقعی مرکز فاز پراکنش یک PS معین و DEM در یک نقطه معین است. خطاهای مداری به دلیل انحراف پلتفرم SAR ایجاد می‌شوند. معادلات ریاضی که فازهای تداخل‌سنجی مشاهده‌شده دریافتی از پراکنش‌ها را کمی می‌کند، در فرمول‌های شماره ۱ و ۲ ارائه شده است (بلمر و هارتل، ۱۹۹۸):

$$1. \Phi_{int} = \Phi_{def} + \Phi_{resi}$$

$$2. \Phi_{int} = \Phi_{def} + \Phi_{topo} + \Phi_{atm} + \Phi_{orbit} + \Phi_{noise}$$

17. Interferometric wide swath (IW)

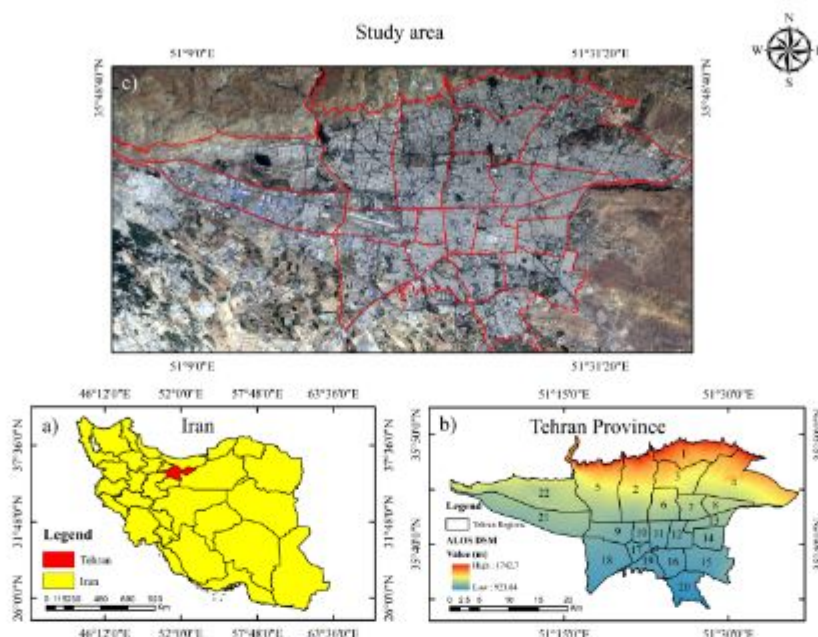
18. Line of sight (LOS)

19. Persistent scatters (PS)

20. Atmospheric phase screen estimation (APS)

21. Digital elevation model (DEM)

22. Residual topographic error (RTE)



تصویر ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

(الف: کشور، پ: استان، ج: تصویر ماهواره‌ای لندست-۸ با ترکیب رنگی واقعی (قرمز: پاند ۴، سبز: پاند ۳ و آبی: پاند ۲) (نادر و رحیمی هزاروند، ۱۴۰۱)

روش انجام تحقیق

روش انجام تحقیق حاضر پیمایشی - آزمایشگاهی و تحلیلی - استدلالی است. در مرحله پیش‌پردازش، پس از فراخوانی تصاویر و تبدیل آن‌ها به فرمت قابل خوانش توسط ماژول SARscape مستقر بر پلتفرم ENVI، باتوجه به اینکه محدوده مطالعاتی تنها بخشی از سین تصویر را تشکیل می‌دهد، نسبت به برش تصاویر براساس مرز منطقه مورد مطالعه اقدام شد. پس از آماده‌سازی مجموعه داده اولیه، براساس معیارهای اتخاذشده، تصاویر پایه و پیرو سنتینل-۱ طی مرحله اتصال گراف مشخص شدند. تصویری که عدم همبستگی مکانی و زمانی آن در طول سری زمانی حداقل بود، به‌عنوان تصویر مرجع انتخاب شد. در مرحله دوم، ثبت هندسی تصاویر و تولید تداخل‌نما انجام شد. طی فرایند ثبت هندسی، هر پیکسل هدف زمینی دارای آزیموت و دامنه منفرد و یکسان در تصاویر پایه و پیرو است. در مرحله سوم، با استفاده از مجموعه تداخل‌نماهای حاصل‌شده از مرحله قبل و همچنین شاخص پراکندگی دامنه^{۲۳}، پیکسل‌های پراکنش‌گر دائم که رفتار فازی آن‌ها در طول زمان ثابت است، برگزیده شدند. پس از انتخاب پیکسل‌های پراکنش‌گر دائمی، تداخل‌نماهای تمامی تصاویر SAR نسبت به تصویر پایه در نقاط PS محاسبه شدند. در مرحله چهارم، باتوجه به اینکه اختلاف فاز دو تصویر SAR برای هر PS شامل مؤلفه‌هایی از قبیل فاز ناشی از اتمسفر، فاز ناشی از خطاهای مداری، فاز ناشی از توپوگرافی و فاز ناشی از نویز است،

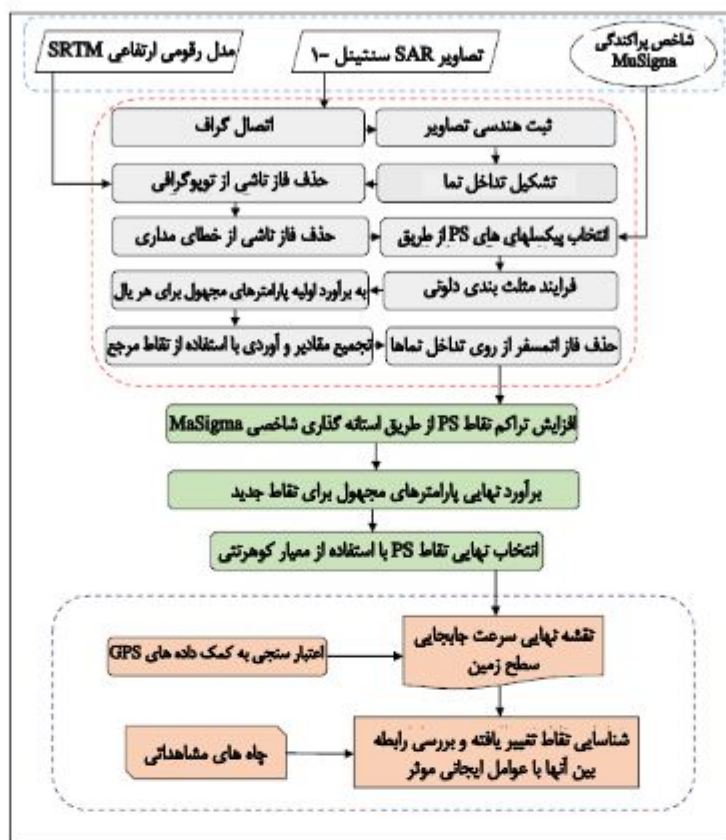
خطی حداقل مربعات محاسبه کرد. بازیابی فاز جابه‌جایی خطی از طریق حذف فاز باقیمانده (Φ_{resi}) از فاز تداخل‌نما (Φ_{int}) انجام می‌شود. تخمین فاز ناشی از اتمسفر (Φ_{atm}) پس از حذف سایر مؤلفه‌های فاز باقیمانده انجام می‌شود. این تأخیر فاز اتمسفر دارای همدوسی مکانی بالا (در یک زمان خاص) و همدوسی زمانی کمتری است؛ به این معنی که صحنه‌های SAR همان تأخیر فاز اتمسفر را در همه صحنه‌هایی که به‌طور هم‌زمان به دست می‌آیند، تجربه می‌کنند، اما این تأخیر فاز اتمسفر به‌صورت زمانی از یک صحنه به صحنه دیگر متفاوت است. تخمین APS را می‌توان با استفاده از فرایند کریجینگ انجام داد (گوچیونه و همکاران، ۲۰۱۳؛ آواستی و همکاران، ۲۰۲۰). فرمول این روش درون‌یابی را می‌توان به‌صورت فرمول شماره ۶ بیان کرد (هوپر و همکاران، ۲۰۰۶):

$$6. \text{Aps}(\text{So}) = \sum_{i=1}^M \lambda_i \text{APS}(\text{Si})$$

$$\sum_{i=1}^M \lambda_i = 1, \lambda_i = \frac{d_i}{\sum_{i=1}^M d_i}$$

که $\text{APS}(\text{Si})$ فاز اتمسفر نقطه i IPS، So پیکسل برای درون‌یابی و M تعداد نقاط Ps موردنیاز برای انجام محاسبات است. در تابع وزنی، λ_i وزن فاصله معکوس و d_i فاصله بین نقطه Ps و پیکسل برای درون‌یابی است (آواستی و همکاران، ۲۰۲۰). هنگامی که APS ها در شبکه تصویر معمولی تعیین و نمونه‌برداری مجدد شدند، داده‌ها برای سهم این فاز جبران می‌شوند (آواستی و همکاران، ۲۰۲۰). درنهایت، پس از برآورد دقیق فاز اتمسفر و حذف آن، محاسبه فاز جابه‌جایی شامل اجزای خطی و غیرخطی به‌صورت پیکسل به پیکسل انجام می‌شود (آواستی و همکاران، ۲۰۲۰).

23. Amplitude dispersion index (ADI)



تصویر ۲. نمودار جریان تحقیق (تهیه شده توسط نگارنده)

تفاضلی^{۲۴} چندگانه استفاده می‌شود. براساس معیارها و آستانه‌های تعریف شده در شبکه تصاویر، یک تصویر که کمترین تأثیر از عدم همبستگی‌های مکانی و زمانی را دارد به‌عنوان تصویر پیرو^{۲۵} در نظر گرفته می‌شود. خروجی حاصل از این مرحله، نمودارهای زمان - موقعیت^{۲۶} و زمان - خط مبنا^{۲۷} هستند که در تصویر شماره ۳ (الف و ب) ارائه شده‌اند. نمودار زمان - موقعیت معرف فاصله نرمال تصویر پیرو نسبت به تصاویر پایه^{۲۸} است. نمودار زمان - خط مبنا نیز خط مبنای نرمال تصویر پیرو نسبت به تصاویر پایه را ارائه می‌دهد. براساس نتایج، تصویر تاریخ ۱۴ آگوست ۲۰۲۲ به‌عنوان تصویر پیرو در این مرحله انتخاب شد.

مطابق تصویر شماره ۳، با استفاده از تصویر مرجع مرتبط با ۱۴ آگوست ۲۰۲۲ و پس از انجام عملیات ثبت هندسی، براساس قاعده کلی که برای یک سری زمانی متشکل از N تصویر، N-1 تداخل نما تولید می‌شود، ۳۰ تداخل نما تشکیل شد و مدل رقومی

نسبت به شناسایی فازهای مذکور اقدام شد تا در نهایت با تفاضل موارد فوق از فاز تداخل نما، فاز ناشی از جابه‌جایی سطح زمین برآورد شود. پس از حصول اطمینان از برآورد صحیح فازهای مذکور و حذف آن‌ها از فاز تداخل نما، فاز باقیمانده صرفاً شامل فاز ناشی از جابه‌جایی زمین بود. در گام آخر و پس از ژئوکد یا زمین مرجع کردن مجموعه خروجی‌های اخذ شده، نقشه نهایی متوسط جابه‌جایی سطح زمین در سیستم مختصات سنجنده تولید شد. علاوه بر این، با تجزیه و تحلیل نقشه فرونشست زمین و شناسایی نقاط تغییر یافته، اقدام به تبیین دلایل ایجایی این امر به‌ویژه تغییرات ایستایی آب چاه‌های مشاهده‌ای شد تا رابطه بین مقدار فرونشست زمین با تراز آب زیرزمینی مورد بررسی قرار گیرد. نمودار جریانی تحقیق در تصویر شماره ۲ ارائه شده است.

یافته‌ها

نتایج حاصل از مراحل عملی تداخل سنجی PSI جهت تولید نقشه متوسط نرخ تغییرات زمین

اولین مرحله از پردازش تکنیک PSI، اتصال گراف است؛ به‌گونه‌ای که شبکه‌ای از تصاویر پردازش نشده که تحت عنوان تصویر می‌شناسیم، ایجاد می‌شود که برای تولید تداخل نماهای

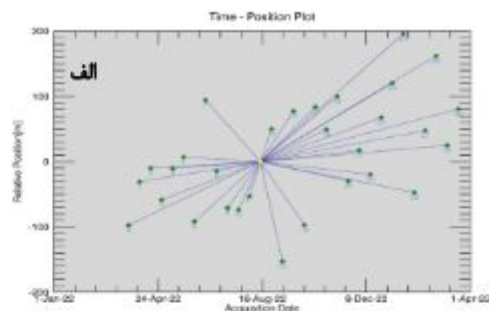
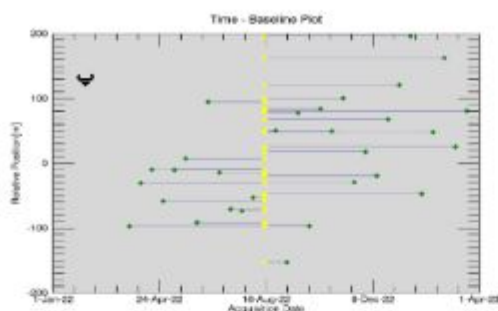
24. Differential Interferogram

25. Master

26. Time-position

27. Time-baseline

28. Slave



تصویر ۳. نمودارهای حاصل از فرایند اتصال گراف (تهیه شده توسط نگارنده)

الف) نمودار زمان - موقعیت، ب) نمودار زمان - خط مبدا. نقاط یا رنگ زرد معرف تصویر پیرو و نقاط یا رنگ سبز معرف اکتساب‌های صحیح هستند.

$$9. \xi_{A,A0} = 1/M \sum_{int} e_j(\Delta \text{pint}_{A,A0} - \text{dpint}_{H,A,A0} - \text{dpint}_{V,A,A0})$$

که M معرف تعداد تداخل نما و $\xi_{A,A0}$ مقدار مطلق کوهرنسی زمانی برای یال بین دو پیکسل مجاور A و $A0$ هستند. با استفاده از نقاط مرجع^{۳۱}، مقادیر تخمین زده شده برای هر یال با یکدیگر تجمیع^{۳۲} می شوند تا مقدار فاز باقیمانده و سرعت جابه جایی در هر نقطه از شبکه به دست آید. در تصویر شماره ۴، نقاط مرجع انتخاب شده جهت برآورد مقادیر مجهول هر نقطه از شبکه در زیر ناحیه های مختلف نشان داده شده است.

پس از محاسبه پارامترهای مجهول در شبکه نقاط و همچنین حصول اطمینان از برآورد صحیح فاز اتمسفر و حذف آن از باقیمانده فاز تداخل نماها، یک مدل جابه جایی خطی برای تخمین نرخ تغییرات به صورت فرمول شماره ۱۰ در نظر گرفته شد:

$$10. \text{disp} = K + V \times (T - T_0)$$

که disp مقدار جابه جایی در زمان T و K عبارت ثابت با درجه صفر است که صرفاً برای فرایند برازش نهایی استفاده می شود و V سرعت جابه جایی است. در تصویر شماره ۵، نقشه متوسط فرونشست سطح محدوده مطالعاتی مستخرج از فرایند تداخل سنجی طی بازه زمانی سال ۱۴۰۱ ارائه شده است. باتوجه به اینکه محدوده مطالعاتی تحقیق حاضر، علاوه بر مناطق ۲۲ گانه شهری تهران، بخش هایی از اراضی کشاورزی دشت شهریار را نیز تشکیل می دهد، بنابراین یافته های حاصل از نقشه تغییرات فرونشست زمین را می توان در محدوده های شهری و غیر شهری مورد بررسی قرار گیرد. مطابق تصاویر شماره ۵ و ۶ که معرف نقشه نرخ فرونشست زمین در بخش های جنوب غربی استان تهران هستند، ملاحظه می شود که اراضی کشاورزی متحمل فرونشست زمین با مقادیر متغیر از ۲- تا حداکثر ۳۸- میلی متر در سال شده اند. نکته قابل توجه، گسترش و نفوذ این پدیده به شهرها و واحدهای مسکونی - صنعتی مانند شهر قدس و شهرک مسکونی گلگون واقع در محدوده مطالعاتی است. بیشینه نرخ

ارتفاعی مأموریت توپوگرافی شاتل رادار^{۳۳} با وضوح مکانی ۹۰ متر و فایل مداری ماهواره به ترتیب برای حذف فازهای ناشی از توپوگرافی و خطای مداری (زمین مسطح) به کار گرفته شد. به منظور انتخاب کاندیدهای پراکنش گر دائمی از شاخص پراکنندگی دامنه MuSigma استفاده شد که به صورت فرمول شماره ۷ تعریف می شود (کوتولاک و همکاران، ۲۰۲۰):

$$7. \text{MuSigma} = \frac{Ma}{\sigma a}$$

مبتنی بر شاخص پراکنندگی دامنه، پیکسل های پراکنش گر دائم انتخاب و طی فرایند مثلث بندی دلونی^{۳۰} به یکدیگر مرتبط می شوند تا شبکه ای از نقاط شکل گیرد. از ملزومات انتخاب پیکسل های PS می توان به پایدار بودن آن ها در طول زمان (نوسانات کمتر از یک میلی متر) و جهت گیری مناسب آن ها به گونه ای که از آنتن SAR قابل تشخیص باشند، اشاره کرد. باتوجه به حذف فاز ناشی از خطای مداری و همچنین فاز ناشی از توپوگرافی از فاز تداخل نما، اختلاف فاز تداخل سنجی برای دو پیکسل مجاور A و $A0$ در شبکه نقاط به صورت فرمول شماره ۸ تعریف می شود:

$$8. \Delta \text{pint}_{A,A0} = \text{dpint}_A - \text{dpint}_{A0} = \text{dpint}_{H,A,A0} + \text{dpint}_{V,A,A0} + \text{dpint}_{\text{Noise},A,A0}$$

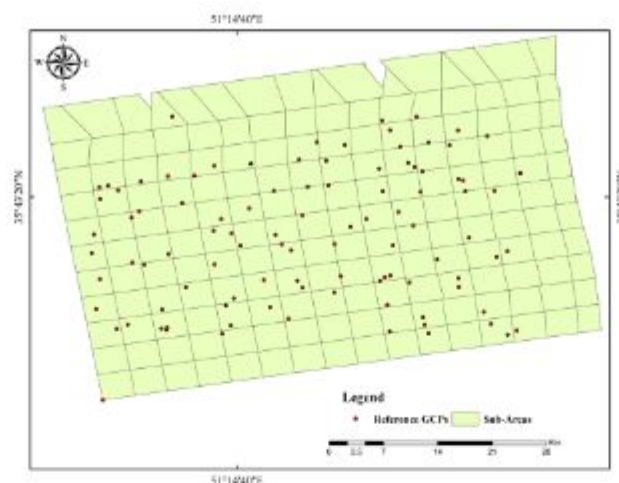
که $\text{dpint}_{H,A,A0}$ خطای باقیمانده توپوگرافی، $\text{dpint}_{V,A,A0}$ فاز ناشی از جابه جایی در راستای خط دید ماهواره و $\text{dpint}_{\text{Noise},A,A0}$ فاز ناشی از نویز بر روی یال بین دو پیکسل مجاور هستند. در صورت بالا بودن تراکم نقاط پراکنش گر دائم و همچنین کمتر بودن اختلاف فاز دو پیکسل مجاور از نصف طول موج (شرط نایکوئیست)، محاسبه پارامترهای مجهول با استفاده از فاز بازایی نشده امکان پذیر خواهد بود. پارامترهای مجهول قابل برآورد در این مرحله، ارتفاع باقیمانده و سرعت جابه جایی برای هر یال ارتباطی در شبکه نقاط هستند که از طریق ماکزیمم سازی کوهرنسی زمانی به صورت فرمول شماره ۹ محاسبه می شوند (پرسین و همکاران، ۲۰۱۲):

31. Reference points

32. Integration

29. Shuttle radar topography mission (SRTM)

30. Delaunay triangulation



تصویر ۴. نقاط مرجع انتخاب شده جهت برآورد مقادیر مجهول هر نقطه از شبکه در زیر ناحیه‌های مختلف (تهیه شده توسط نگارنده)

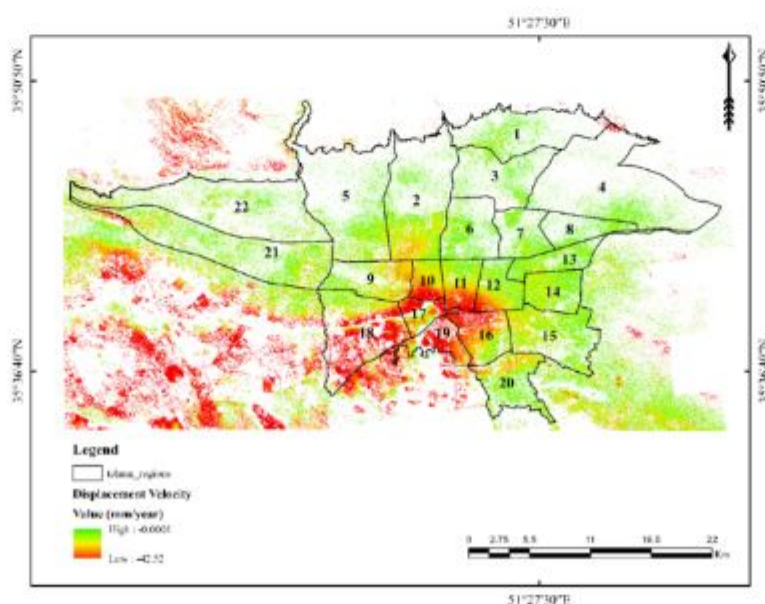
و ۴ دارای کمترین نرخ تغییرات سطح در بازه زمانی سال ۱۴۰۱ بوده‌اند. از دیگر نقاط تغییر یافته شهری می‌توان به محدوده کوچکی در انتهای منطقه ۲۱ شهری اشاره داشت؛ جایی که مرکز این جابه‌جایی با حداکثر نرخ معادل ۲۱- میلی‌متر در سال در حوالی بزرگراه فتح و بسیار نزدیک به پل تقاطع غیرهمسطح این بزرگراه و خیابان لشکری رخ داده است (تصویر شماره ۸).

اعتبارسنجی مقادیر جابه‌جایی سطح برآورده شده به کمک تکنیک PSI با مشاهدات ایستگاه دائم GNSS

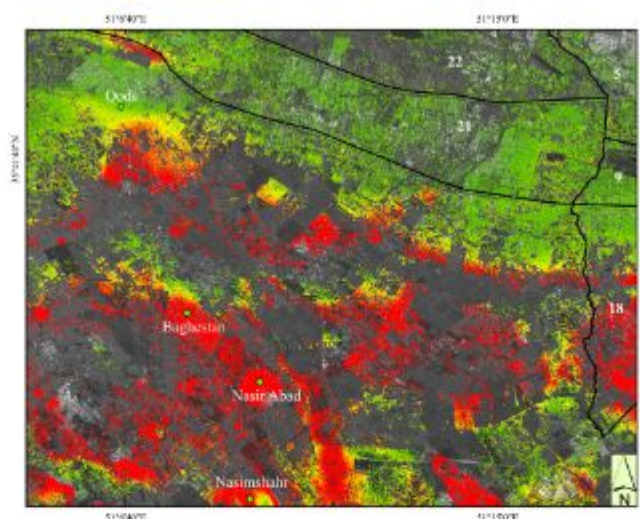
برای ارزیابی صحت نتایج حاصل از تداخل‌سنجی PSI، از مشاهدات ایستگاه دائم GNSS واقع در سازمان نقشه‌برداری کشور استفاده شد. این ایستگاه در محدوده شهری و بدون

فرونشست در بخش جنوبی شهر قدس که دارای مرز مشترک با اراضی کشاورزی دشت شهریار است، به ۴۱- میلی‌متر در سال می‌رسد. الگوی مشابه در شهرهای باغستان، نسیم‌شهر و نسیم‌آباد نیز به چشم می‌خورد.

مطابق تصویر شماره ۷ که نقشه فرونشست زمین در محدوده شهری را نشان می‌دهد، مشخص است علی‌رغم اینکه این پدیده در اکثر مناطق ۲۲ گانه تهران با درجات مختلف به وقوع پیوسته است، با این حال، حداکثر نرخ تغییرات در بخش‌های جنوبی و به‌ویژه مناطق ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹ و بخش‌هایی از منطقه ۲۰ رخ داده است و بیشینه نرخ آن معادل ۴۳- میلی‌متر در سال است. بررسی و تحلیل نتایج نشان می‌دهد روند فرونشست سطح از جنوب به شمال شهر تهران کاهشی است و مناطق ۳، ۱



تصویر ۵. نقشه متوسط فرونشست سطح محدوده مطالعاتی مستخرج از فرایند تداخل‌سنجی طی بازه زمانی سال ۱۴۰۱ (تهیه شده توسط نگارنده)

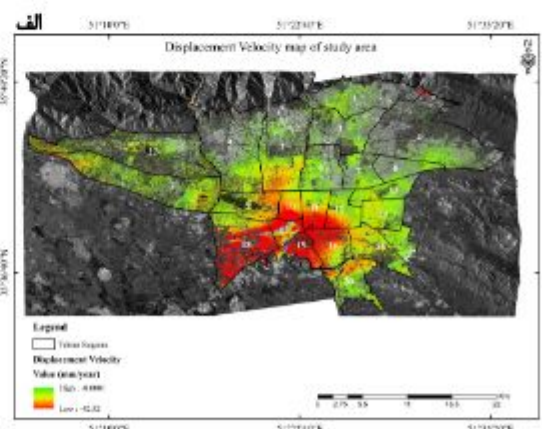
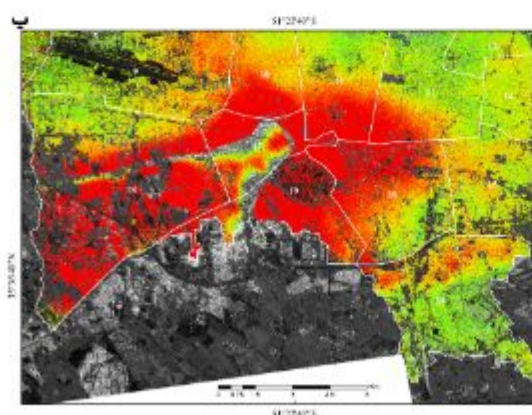


تصویر ۶. نقشه نرخ فرونشست زمین در بخش‌های جنوب‌غربی استان تهران طی بازه زمانی سال ۱۴۰۱ (تهیه شده توسط نگارنده).
تصویر میانگین شدت به عنوان تصویر زمینه در نظر گرفته شده است.

نتایج حاصل از بررسی رابطه بین فرونشست زمین با اطلاعات حاصل از چاه‌های پی‌زومتری

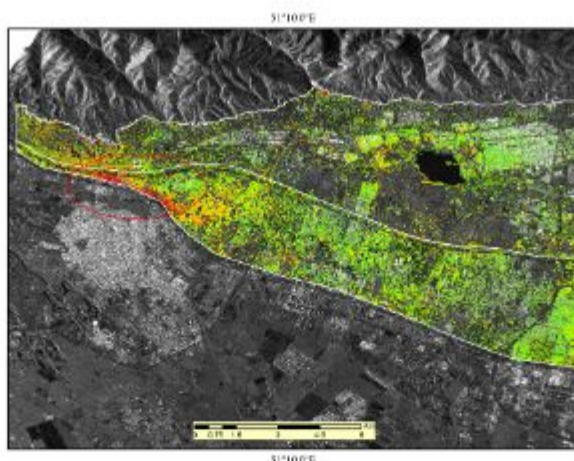
نظر به اینکه نتایج حاصل از فرایند تداخل‌سنجی PSI معرف روند کاهشی فرونشست سطح زمین از سمت دشت به سمت مناطق ۳۲ گانه شهری تهران است (تصویر شماره ۷) و همچنین براساس مطالعات متعدد انجام شده در خصوص عوامل ایجابی فرونشست سطح دشت تهران، بهره‌برداری بیش از حد از منابع آب زیرزمینی در جهت مصارف مختلف صنعتی، کشاورزی و آب شرب به عنوان مهم‌ترین عامل ایجابی فرونشست سطح زمین در محدوده مطالعاتی مطرح است (دهقانی و همکاران، ۲۰۱۰؛ دهقانی و همکاران، ۲۰۱۳؛ پاپی و همکاران، ۲۰۲۰؛ اطهری و همکاران، ۲۰۲۲). به منظور بررسی بهتر رابطه بین نقاط تغییر یافته

فرونشست قرار گرفته است. با انتخاب نزدیک‌ترین نقطه پراکنش گر دائمی به ایستگاه مذکور، نمودار رفتار مجموعه زمانی تداخل‌سنجی و مشاهدات زمینی مطابق تصویر شماره ۹ ارائه شده است. تجزیه و تحلیل نتایج نشان می‌دهد الگوی رفتاری فرونشست سطح مستخرج از تداخل‌سنجی PSI با مشاهدات ایستگاه GPS هم‌خوانی دارد و یکدیگر را تأیید می‌کنند. شایان ذکر است با توجه به اینکه مقادیر مشاهدات ایستگاه GPS به صورت قائم است، بنابراین مقادیر جابه‌جایی سطح مستخرج از فرایند تداخل‌سنجی PSI که در راستای خط دید سنجنده است، به مقادیر جابه‌جایی سطح قائم تبدیل شده است.



تصویر ۷. نتایج حاصل از فرایند تداخل‌سنجی PSI (تهیه شده توسط نگارنده)

الف) نقشه فرونشست سطح محدوده شهری شهر تهران طی بازه زمانی سال ۱۴۰۱، (ب) مناطق جنوبی شهر تهران که تحت تأثیر حداکثر نرخ فرونشست سطح بوده‌اند. تصویر میانگین شدت به عنوان تصویر پایه در نظر گرفته شد.



تصویر ۸. محدوده متحمل فرونشست زمین واقع در یخس غربی منطقه ۲۱ شهری تهران (تهیه شده توسط نگارنده)

مشاهده‌ای در مرز مناطق شهری و غیرشهری (محدوده B) نشان داده شده است. این محدوده عمدتاً درگیر حداکثر جابه‌جایی سطح زمین بوده است که مرکز این جابه‌جایی، مناطق شهری ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۶، ۱۷، ۱۸ و ۱۹ را دربر می‌گیرد. بررسی نتایج حاصل از سری‌زمانی تغییرات سطح آب در این محدوده نشان می‌دهد علی‌رغم اینکه تغییرات سطح آب در ایستگاه‌هایی نظیر میدان فتح، یافت‌آباد، خلایز جدید و کشتارگاه افزایشی بوده است، با این حال کاهش روند تغییرات سطح آب در ایستگاه‌هایی مانند رودکی شمالی، حسین‌آباد مفرح، گلدسته D و شمس‌آباد قابل مشاهده است. علاوه بر این، تعدادی از چاه‌های مشاهده‌ای در این محدوده نیز خشک شده‌اند که از جمله آن‌ها می‌توان به ایستگاه‌های برق الستوم و حسن‌آباد کن در محدوده شهری و فرمان‌آباد و گلدسته در مرز منطقه شهری و غیرشهری اشاره کرد.

در تصویر شماره ۱۳، سری‌زمانی تغییرات سطح آب چاه‌های مشاهده‌ای در مناطق کشاورزی بخش جنوب و جنوب‌غربی شهر تهران (محدوده C) نشان داده شده است. مستند به این موضوع که برداشت بی‌رویه آب از منابع آب زیرزمینی مهم‌ترین عامل ایجاد پدیده فرونشست است، بنابراین انتظار می‌رود روند تغییرات سطح

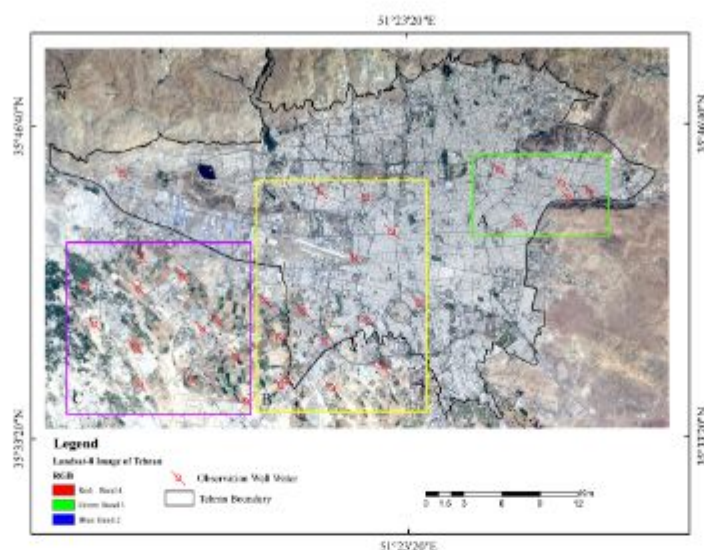
با تغییرات سطح آب چاه‌های مشاهده‌ای، سه محدوده: (۱) شهری (منطقه A)، (۲) مرز منطقه شهری و غیرشهری (منطقه B) و (۳) مناطق کشاورزی (منطقه C) در نظر گرفته شد. پراکندگی چاه‌های مشاهده‌ای محدوده‌های شهری (A)، مرز بین شهری و غیرشهری (B) و اراضی کشاورزی (C) در تصویر شماره ۱۰ نشان داده شده است.

براساس تصویر شماره ۱۱ که معرف سری‌زمانی تغییرات سطح آب چاه‌های مشاهده‌ای در مناطق شهری با حداقل نرخ فرونشست زمین است (محدوده A)، روند تغییرات سطح آب در چاه‌های مذکور افزایشی بوده است؛ به گونه‌ای که سطح آب در ایستگاه مجیدیه از مقدار ۹/۱۲۶ متر در سال ۱۳۸۶ به مقدار ۵/۱۴۳ متر در سال ۱۴۰۱ رسیده است. این روند در سایر ایستگاه‌های محدوده موردبررسی نیز به چشم می‌خورد. افزایش عمق ایستابی چاه در این مناطق به‌وضوح قابل مشاهده است؛ این بدین معنی است که در آبخوایی که چاه‌های منطقه از آن تغذیه می‌کنند، آب کافی وجود دارد که می‌تواند در نتیجه شارژ مجدد آبخوان یا افزایش جریان آب زیرزمینی به سمت چاه‌ها باشد.

در تصویر شماره ۱۲، سری‌زمانی تغییرات سطح آب چاه‌های



تصویر ۹. مقایسه نتایج مستخرج از تحلیل تداخل‌سنجی PSI و مشاهدات ایستگاه GPS در راستای قائم (تهیه شده توسط نگارنده)



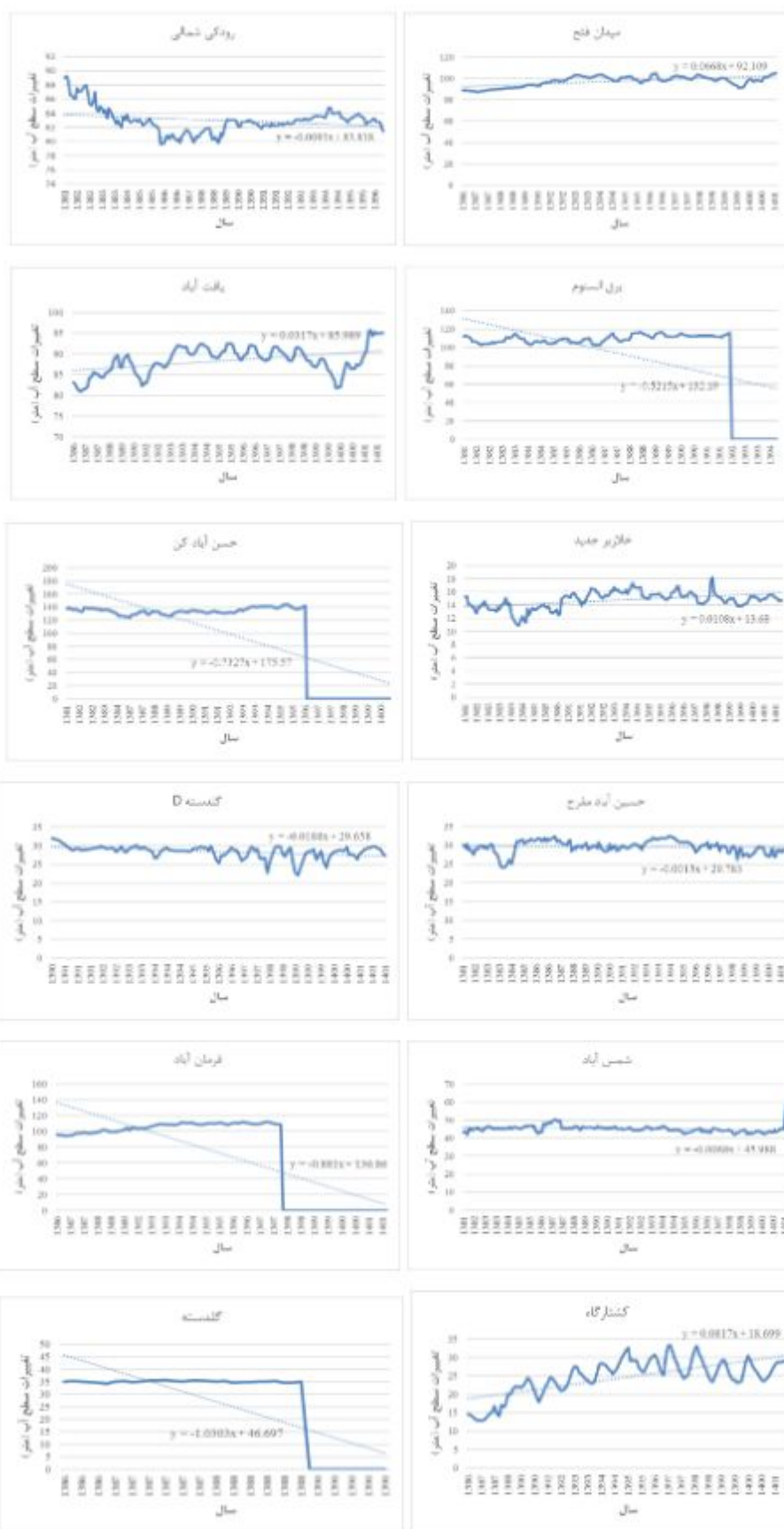
تصویر ۱۰. پراکندگی چاه‌های مشاهداتی محدوده‌های شهری (A)، مرز بین شهری و غیرشهری (B) و اراضی کشاورزی (C) (تهیه شده توسط نگارنده)

مختارخانی، بهمن آباد، موسی آباد، نصیر آباد و احمدآباد مستوفی اشاره کرد. در این محدوده، ایستگاه‌های پاپاسلمان و سعیدآباد ورامینه به ترتیب بعد از سال ۱۳۸۷ و ۱۳۹۷ به طور کامل خشک شده‌اند. به طور کلی، در خصوص رابطه بین فرونشست سطح و برداشت آب از منابع آب زیرزمینی در محدوده‌های A، B و C عنوان می‌شود که بیشترین فرونشست سطح حادث شده در این

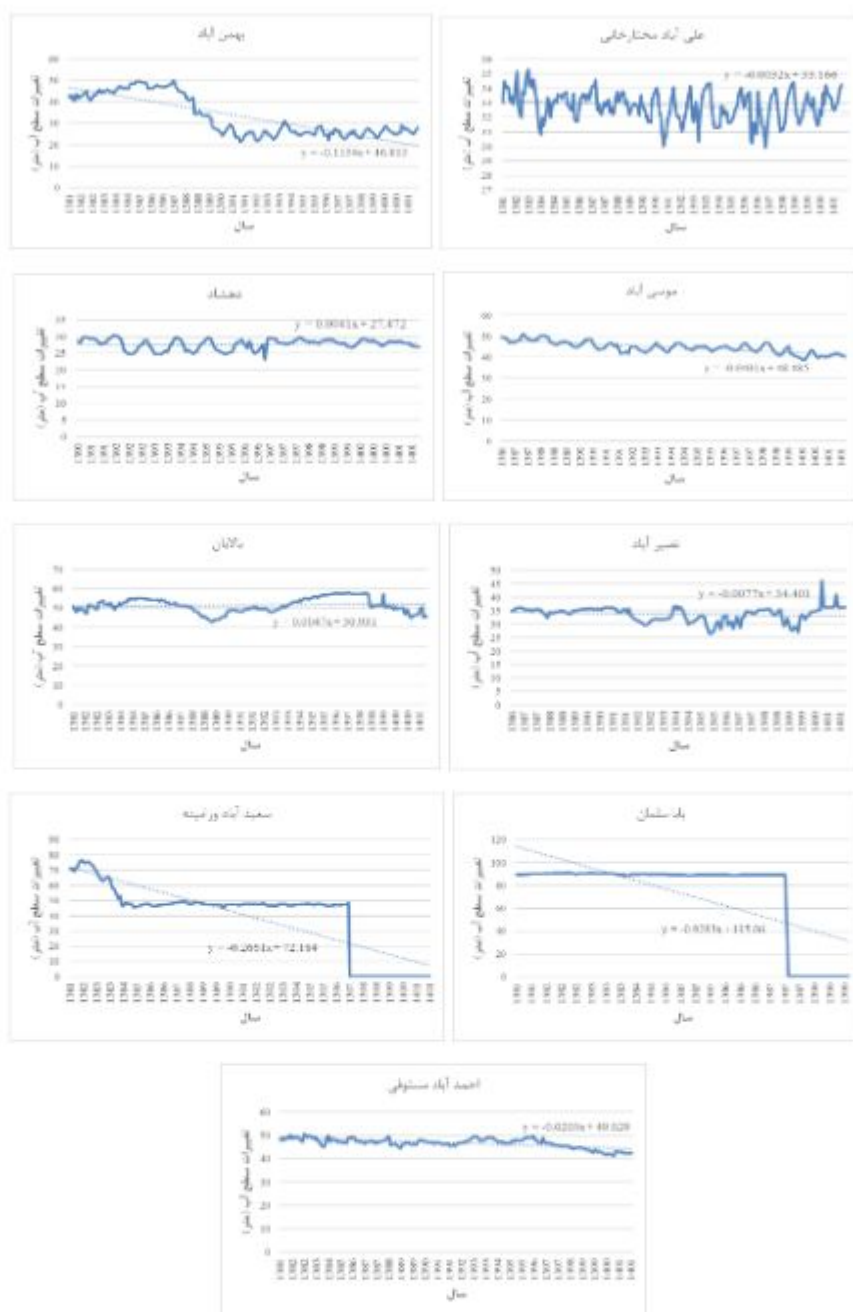
آب در این محدوده که عمدتاً تحت کشت محصولات کشاورزی و فعالیت‌های صنعتی است، کاهشی باشد که تحلیل نتایج چاه‌های پیژومتری و انطباق نتایج با یافته‌های تداخل‌سنجی PSI نیز این موضوع را تصدیق می‌کند. بررسی‌ها نشان می‌دهند اکثر چاه‌های مشاهداتی در این محدوده دارای روند کاهشی تغییرات سطح ایستابی آب هستند که از آن جمله می‌توان به ایستگاه‌های علی آباد



تصویر ۱۱. سری‌زمانی تغییرات سطح آب چاه‌های مشاهداتی در مناطق شهری یا حداقل نرخ فرونشست زمین (محدوده A) (تهیه شده توسط نگارنده)



تصویر ۱۲. سری زمانی تغییرات سطح آب چاههای مشاهده‌ای در مرز مناطق شهری و غیرشهری (محدوده B) (تهیه شده توسط نگارنده)



تصویر ۱۳. سری زمانی تغییرات سطح آب چاه‌های مشاهده‌ای در مناطق کشاورزی بخش جنوب و جنوب غربی شهر تهران (محدوده C) (تهیه شده توسط نگارنده)

زیرزمینی به کاهش عمق آب در زمین منجر می‌شود. عمق آب در زمین تحت تأثیر عواملی نظیر بارندگی و نفوذپذیری خاک تغییر می‌کند. با این حال، یکی از علل بالقوه تغییرات عمق آب در زمین، فعالیت‌های انسانی مانند پمپاژ آب برای مصارف مختلف است. با توجه به افزایش ضخامت آبرفت‌ها در نواحی جنوب غربی تهران، با از دست رفتن آب‌های زیرزمینی، نیروی فشاری در جهت گراتش نیز افزایش می‌یابد که در نهایت به فشردگی و نشست زمین منجر می‌شود (مرادی و همکاران، ۲۰۲۳).

به منظور بررسی رابطه بین مقادیر فرونشست سطح با تغییرات

محدوده‌ها در نزدیکی چاه‌های مشاهده‌ای رخ داده است؛ این بدین معنی است که افزایش فشار بر آبخوان و ایستگاه‌های منطقه از طریق پمپاژ آب از منابع آب زیرزمینی جهت مصارف مختلف به تشدید این مخاطره طبیعی در سطح گسترده‌ای منجر شده است.

از دیگر یافته‌های این پژوهش، تغییرات تراز آب زیرزمینی در ایستگاه‌های مشاهده‌ای محدوده مطالعاتی است که نتایج تجزیه و تحلیل آن در تصویر شماره ۱۴ ارائه شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهند تراز آب زیرزمینی چاه‌های پیژومتری با حرکت از شمال به جنوب شهر تهران کاهش می‌یابد. کاهش تراز آب

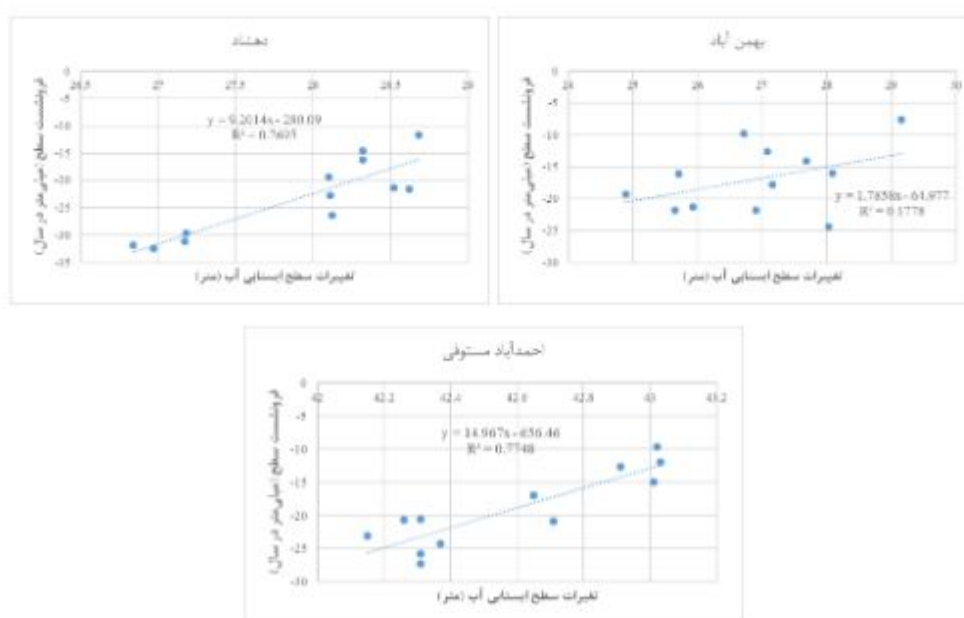


تصویر ۱۴. تغییرات تراز آب زیرزمینی ایستگاههای مشاهداتی محدوده مطالعاتی (تهیه شده توسط نگارنده)

بحث

اقلیم خشک و نیمه خشک حاکم بر اکثر مناطق ایران و همچنین کاهش نزولات جوی به عنوان منبع اصلی تأمین آب موجب شده تا ایران جزو کشورهایی با بحران کمبود آب تلقی شود. علاوه بر این، توسعه شهری به ویژه در کلان شهر تهران به سرعت در حال افزایش است تا فضایی را برای هر نوع فعالیت فراهم کند. بنابراین تأمین آب شرب جمعیت رو به رشد و همچنین مصارف مختلف کشاورزی و صنعتی به بهره برداری بی رویه از منابع آب زیرزمینی منجر شده است. در این پژوهش، تصاویر رادار سنتینل-۱ به همراه تکنیک سری زمانی PSI به منظور شناسایی پهنه های درگیر فرونشست زمین در کلان شهر تهران طی بازه زمانی سال ۱۴۰۱ به کار گرفته شد. یافته ها حاکی از آن است که بیشینه نرخ فرونشست زمین در بخش های جنوبی تهران و در مناطق شهری ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹ و ۲۰ که حدود ۲۶ درصد از جمعیت تهران (حدود ۲/۳ میلیون نفر در سال

سطح آب در سال ۱۴۰۱، در محل هر کدام از چاه های پیژومتری به خصوص در نقاطی که فرونشست زمین با نرخ بالایی رخ داده است، تجزیه و تحلیل همبستگی رگرسیون انجام شد و نتایج حاصل از آن در تصویر شماره ۱۵ که براساس این تصویر، همبستگی بالا برای ایستگاه هایی مانند دهشاد (۷۶ درصد) و احمدآباد مستوفی (۷۷ درصد) برآورد شد. در خصوص ایستگاه بهمن آباد، اگرچه مقادیر همبستگی بالایی حاصل نشده است، اما روند تغییرات به خوبی این موضوع را نمایان می کند که با کاهش سطح ایستابی آب، نرخ فرونشست زمین نیز افزایش یافته است. یکی از دلایل این امر، ارقام فرونشست زمین نسبت داده شده به چاه های مشاهده ای است؛ جایی که در مواردی مکان چاه با فاصله از نقاط فرونشست موجود قرار گرفته بود. بنابراین همبستگی بالایی بین داده های چاه های پیژومتری با مقادیر فرونشست زمین در این نقاط حاصل نشد.



تصویر ۱۵. تجزیه و تحلیل همبستگی رگرسیون بین مقادیر فرونشست سطح با تغییرات سطح آب چاه های مشاهده ای طی بازه زمانی سال ۱۴۰۱ (تهیه شده توسط نگارنده)



افت سطح ایستابی آب را تجربه کرده و تعدادی از آن‌ها نیز خشک شده‌اند، الزامی است و باید مدنظر کارشناسان این حوزه قرار گیرد. علاوه بر این، یافته‌های حاصل از این پژوهش، ظرفیت مناسبی از قابلیت‌های تکنیک تداخل‌سنجی راداری و داده‌های سنتینل-۱ با خط مبنای مکانی و زمانی مطلوب در تعیین نرخ و دامنه فرونشست زمین را معرفی می‌کند.

به‌کارگیری مدل رقومی ارتفاعی با وضوح مکانی بهتر، انتخاب نهایی تعداد نقاط PS، تنظیم فیلترهای مکانی و زمانی به‌منظور تصحیح فازهای ناشی از نویز و اتمسفر و همچنین استفاده از لایه‌های اطلاعاتی مختلف نظیر مواد تشکیل‌دهنده خاک، جنس سازند زمین‌شناسی، کاربری و پوشش زمین و تراکم سکونتگاه‌های مسکونی در جهت تبیین و تفسیر بهتر عوامل ایجابی فرونشست زمین در مطالعات آتی توصیه می‌شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

پژوهش حاضر با آگاهی کامل نویسندگان از روند اجرای پژوهش به انجام رسیده است و نکات اخلاق پژوهش به‌طور کامل در آن رعایت شده است.

حامی مالی

این تحقیق هیچ کمک مالی از سازمان‌های تأمین مالی در بخش‌های عمومی، تجاری یا غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از سازمان‌های نقشه‌برداری کشور و همچنین آب منطقه‌ای تهران به‌دلیل در اختیار گذاشتن داده‌های موردنیاز برای انجام این پژوهش، سپاسگزاری می‌شود.

۱۳۹۵) را تشکیل می‌دهند، حادث شده است. الگوها و هسته‌های فرونشست شناسایی شده در این مطالعه با مطالعات سایر محققین (فروغ‌نیا و همکاران، ۱۳۹۶؛ مرادی و همکاران، ۲۰۲۳؛ مقصودی و همکاران، ۱۳۹۸) مطابقت دارد. علی‌رغم هم‌خوانی نتایج حاصل از تداخل‌سنجی با مشاهدات ایستگاه GPS، در برخی نقاط خطاهای کم‌برازش^{۳۳} و بیش‌برازش^{۳۴} رخ داده است. دلایل این امر را می‌توان در مراحل عملی تداخل‌سنجی PSI مانند استفاده از مدل رقومی ارتفاعی SRTM با وضوح مکانی ۹۰ متر برای تصحیح فاز ناشی از توپوگرافی، اندازه فیلترهای مکانی و زمانی برای تصحیح فاز ناشی از اتمسفر یا تنظیمات مرتبط با انتخاب نهایی پیکسل‌های پراکنش‌گر دائم جست‌وجو کرد. در بررسی رابطه بین فرونشست زمین و منابع آب زیرزمینی، یافته‌ها نشان دادند اکثر چاه‌های پیرومتری که در مجاورت مناطق با بیشینه نرخ فرونشست زمین قرار داشته‌اند، در اثر بهره‌برداری بی‌رویه، افت سطح ایستابی آب را تجربه کرده و در مواردی به‌طور کامل خشک شده‌اند. برداشت آب از سفره‌های زیرزمینی برای مدت طولانی، کاهش نفوذپذیری و ضخامت رسوبات را به‌همراه دارد که به تغییرات دائمی در شکل و حجم دانه خاک منجر شده (قاضی‌فرد و همکاران، ۲۰۱۷) و در نهایت باعث فرونشست زمین می‌شود. نتایج این بخش نیز با سایر تحقیقات در این زمینه (پایی و همکاران، ۲۰۲۰؛ مرادی و همکاران، ۲۰۲۳؛ اطهری و همکاران، ۲۰۲۲) مطابقت دارد. مطابق بررسی‌های انجام‌شده (تصویر شماره ۴)، به‌علت قرار گرفتن خط مبنای مکانی تصاویر سنتینل-۱ بین ۲۰۰ تا ۲۰۰ متر که به کوه‌رنسی بالای تصاویر SAR در نتیجه تراکم بالای نقاط PS منجر می‌شود، نقشه فرونشست مترآکم‌تری نیز حاصل شده است. بنابراین نشان داده می‌شود که به‌کارگیری تکنیک تداخل‌سنجی راداری و داده‌های سنتینل-۱، ظرفیت مناسبی از قابلیت‌های آن‌ها در تعیین نرخ و دامنه فرونشست زمین در محدوده مورد مطالعه را معرفی می‌کند. بیشتر بودن نسبت سیگنال به نویز در حالت تصویربرداری TOPS^{۳۵} و خط مبنای زمانی کوتاه از دیگر دلایل کارایی این داده‌ها برای تحلیل مجموعه زمانی به‌منظور برآورد جابه‌جایی سطح زمین محسوب می‌شوند.

نتیجه‌گیری

یافته‌ها نشان می‌دهند افزایش فشار بر آبخوان از طریق پمپاژ آب از چاه‌های مشاهده‌ای محدوده مطالعاتی جهت مصارف مختلف صنعتی، کشاورزی و آب شرب به تشدید این مخاطره طبیعی در مقیاس وسیعی منجر شده است. بنابراین، مدیریت صحیح و کارآمد منابع آب در مناطق شهری و غیرشهری کلان‌شهر تهران با آگاهی و علم به اینکه اکثر چاه‌های مشاهده‌ای،

33. Underestimation

34. Overestimation

35. Terrain Observation with Progressive Scans SAR



References

- Arangio, S., Calò, F., Di Mauro, M., Bonano, M., Marsella, M., & Manunta, M. (2014). An application of the SBAS-DInSAR technique for the assessment of structural damage in the city of Rome. *Structure and Infrastructure Engineering*, 10(11), 1469-1483. [DOI:10.1080/15732479.2013.833949]
- Athari, M., Azizi, H. R., Hashemi, S. S., & Honari, H. (2022). [Investigation of the relationship between land surface changes due to subsidence and groundwater using sentinel-1 satellite images and statistical models (case study: Varamin plain) (Persian)]. *Journal of Water and Wastewater Science and Engineering*, 7(1), 34-43. [DOI:10.22112/jwwse.2021.261650.1232]
- Awasthi, S., Jain, K., Mishra, V., & Kumar, A. (2020). An approach for multi-dimensional land subsidence velocity estimation using time-series sentinel-1 SAR datasets by applying persistent scatterer interferometry technique. *Geocarto International*, 37(9), 2647-2678. [DOI:10.1080/10106049.2020.1831624]
- Bamler, R., & Hartl, P. (1998). Synthetic aperture radar interferometry. *Inverse Problems*, 14(4), R1-R54. [DOI:10.1088/0266-5611/14/4/001]
- Crosetto, M., Monserrat, O., & Budillon, A. (2019). *Urban deformation monitoring using persistent scatterer interferometry and SAR tomography*. Basel: MDPI. [DOI:10.3390/books978-3-03921-127-2]
- Dehghani, M., Valadan Zoej, M. J., Entezam, I., Saatchi, S., & Shemshaki, A. (2010). Interferometric measurements of ground surface subsidence induced by overexploitation of groundwater. *Journal of Applied Remote Sensing*, 4(1), 041864. [DOI:10.1117/1.3527999]
- Dehghani, M., Zoej, M. J. V., Hooper, A., Hanssen, R. F., Entezam, I., & Saatchi, S. (2013). Hybrid conventional and Persistent Scatterer SAR interferometry for land subsidence monitoring in the Tehran Basin, Iran. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 79, 157-170. [DOI:10.1016/j.isprsjprs.2013.02.012]
- Deng, J., Li, T., & Feng, D. (2019). *Urban ground surface subsidence monitoring based on time series InSAR technology*. Paper presented at 5th International Conference on Environmental Science and Civil Engineering (ESCE2019), Nanchang, China, 13-14 April; 2019. [DOI:10.1088/1755-1315/283/1/012058]
- Foroughnia, F., Nemati, S., & Maghsoudi, Y. (2018). PS-InSAR Time Series Analysis Using Sentinel-1A and ENVISAT-ASAR data Stacks for Subsidence Estimation in Tehran (Persian)]. *Iranian Journal of Remote Sensing and GIS*, 10(1), 57-72. [Link]
- Ghazifard, A., Akbari, E., Shirani, K., & Safaei, H. (2017). Evaluation land subsidence by field survey and D-InSAR technique in Damaneh City, Iran. *Journal of Arid Land*, 9(5), 778-789. [DOI:10.1007/s40333-017-0104-5]
- Guccione, P., Zonno, M., Nico, G., Nicoletti, M., & Di Pasquale, A. (2013). Kriging interpolation on GB-SAR data to quickly update topographic maps in areas prone to slope instability. Paper presented at: 2013 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium - IGARSS, Melbourne, VIC, Australia, 21-26 July, 2013. [DOI:10.1109/IGARSS.2013.6723118]
- Herrera, G., Gutiérrez, F., García-Davalillo, J. C., Guerrero, J., Notti, D., & Galve, J. P., et al. (2013). Multi-sensor advanced DInSAR monitoring of very slow landslides: The Tena Valley case study (Central Spanish Pyrenees). *Remote Sensing of Environment*, 128, 31-43. [DOI:10.1016/j.rse.2012.09.020]
- Hooper, A. J. (2006). Persistent scatter radar interferometry for crustal deformation studies and modeling of volcanic deformation [PhD dissertation]. California: Stanford University. [Link]
- Hu, B., Chen, J., & Zhang, X. (2019). Monitoring the surface subsidence area in a coastal urban area with InSAR and GNSS. *Sensors*, 19(14), 3181. [DOI:10.3390/s19143181] [PMID]
- Kotulak, N., Młeczko, M., Crosetto, M., Palama, R., & Mroz, M. (2022). Interferometric SAR deformation monitoring using passive reflectors and Ascending and Descending passes. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLIII-B3-2022*, 285-292. [DOI:10.5194/isprs-archives-XLIII-B3-2022-285-2022]
- Krassakis, P., Kazana, S., Chen, F., Koukouras, N., Parcharidis, I., & Lekkas, E. (2021). Detecting subsidence spatial risk distribution of ground deformation induced by urban hidden streams. *Geocarto International*, 36(6), 622-639. [DOI:10.1080/10106049.2019.1622601]
- Lu, L., & Liao, M. (2008). Subsidence measurement with PS-InSAR techniques in Shanghai Urban. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, s. Vol. XXXVII, 173-178. [Link]
- Luo, Q., Perissin, D., Lin, H., Zhang, Y., & Wang, W. (2014). Subsidence monitoring of Tianjin Suburbs by TerraSAR-X persistent scatterers interferometry. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 7(5), 1642-1650. [DOI:10.1109/JSTARS.2013.2271501]
- Maghsoudi, Y., Amari, R., & Ahmadi, H. (2019). A study on land subsidence in West of Tehran using Sentinel-1 images and Persistent Scatterers Interferometry. *Iran-Water Resources Research*, 15(1), 299-313. [Link]
- Mahmoudpour, M., Khamsehchiyan, M., Nikudel, M. R., & Ghassemi, M. R. (2016). Numerical simulation and prediction of regional land subsidence caused by groundwater exploitation in the southwest plain of Tehran, Iran. *Engineering Geology*, 201, 6-28. [DOI:10.1016/j.enggeo.2015.12.004]
- Moradi, A., Emadodin, S., Beitollahi, A., Abdolazimi, H., & Ghods, B. (2023). Assessment of land subsidence in Tehran metropolitan, Iran, using Sentinel-1A InSAR. *Environmental Earth Sciences*, 82, 569. [DOI:10.1007/s12665-023-11225-2]
- Moradi, A., Emadodin, S., Arekhi, S., & Rezaei, K. (2020). [Earth subsidence analysis using radar interferometry technique, geotechnical and piezometric wells (case study: Urban region 18 Tehran) (Persian)]. *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards*, 7(1), 153-176. [DOI:10.29252/jsaeh.7.1.11]
- Naderi, M. (2022). [Launching multi-temporal & multi-sensor data to identify and marked micro drainage pattern changes over the lowland of East Caspian Sea (Persian)] [MA thesis]. Tehran: Tarbiat Modares University. [Link]
- Naderi, M., & Rahimi Hezarvand, S. (2022). [The performances of spectral built-up indices in improving the classification process to detecting the physical time series changes of Tehran during the period (1986-2018) using landsat satellite imagery (Persian)]. Paper presented at: Sixth International Conference on the Development of Geography and Tourism and Sustainable Development of Iran, Tehran, Iran, 20 October 2022. [Link]



- Novellino, A., Cigna, F., Brahm, M., Sowter, A., Bateson L., & Marsh, S. (2017). Assessing the feasibility of a national InSAR ground deformation map of Great Britain with Sentinel-1. *Geosciences*, 7(2), 19. [DOI:10.3390/geosciences7020019]
- Papi, R., Attarchi, S., & Soleimani, M. (2020). [Analysing time series of land subsidence in the West of Tehran Province (Shahrivar Plain) and its relation to groundwater discharge by InSAR Technique (Persian)]. *Geography and Environmental Sustainability*, 10(1), 109-128. [DOI:10.22126/ges.2020.4933.2182]
- Perissin, D., Wang, Z., & Lin, H. (2012). Shanghai subway tunnels and highways monitoring through Cosmo-SkyMed persistent scatterers. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 73, 58-67. [DOI:10.1016/j.isprsjprs.2012.07.002]
- Sharifikia, M. (2012). [Determining the rate of land subsidence using radar interferometric method (D-InSAR) in Nour-Behman plain (Persian)]. *The Journal of Spatial Planning*, 16(3), 55-78. [Link]
- Stuper, D. I., Roser, J., & Vulić, M. (2020). Investigation on unmanned aerial vehicles-based photogrammetry for large mine subsidence monitoring. *Minerals*, 10(2), 196. [DOI:10.3390/min10020196]
- Tamburini, A., Bianchi, M., Giannico, C., & Novati, F. (2010). Retrieving surface deformation by P5InSAR??? technology: A powerful tool in reservoir monitoring. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 4(6), 928-937. [DOI:10.1016/j.ijggc.2009.12.009]
- Widodo, J., Herlambang, A., Sulaiman, A., Yohandri, P. R., Perissin, D., & Kuze, H., et al. (2019). Land subsidence rate analysis of Jakarta Metropolitan Region based on D-InSAR processing of Sentinel Data C-Band frequency. Paper presented at The 2018 International Conference on Research and Learning of Physics, Padang, West Sumatra, Indonesia, 5-6 August 2018. [DOI:10.1088/1742-6596/1185/1/012004]
- Younesi Sienaki, A., & Akhoondzadeh Hanzaei, M. (2023). [Monitoring of urban subway lines subsidence Using satellite radar interferometry method (Study area: Part of Tehran Metro Line 7) (Persian)]. *Journal of Geomatics Science and Technology*, 12(2), 16-29. [Link]
- Zhao, C. Y., Zhang, Q., Yang, C., & Zou, W. (2011). Integration of MODIS data and Short Baseline Subset (SBA5) technique for land subsidence monitoring in Datong, China. *Journal of Geodynamics*, 52(1), 16-23. [DOI:10.1016/j.jog.2010.11.004]
- Zhu, S., Zuo, X., Shi, K., Li, Y., Guo, S., & Li, C. (2022). Surface subsidence monitoring in Kunming City with Time-Series InSAR and GNSS. *Applied Science*, 12(24), 12752. [DOI:10.3390/app122412752]



Research Paper

Predicting the Magnitude of Possible Earthquakes in the Shahrood District of Khalkhal County, Ardabil, Iran, Using Artificial Neural Networks



*Fariba Esfandiari Darabad¹ Mehrdad Vahabzadeh Zargari¹ Behrouz Nezafat Takle¹ Sayeh Abidi Hamlabad¹

1. Department of Geography (Geomorphology), Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.



Citation Esfandiari Darabad, F., Vahabzadeh Zargari, M., Nezafat Takle, B., & Abidi Hamlabad, S. (2024). [Predicting the Magnitude of Possible Earthquakes in the Shahrood District of Khalkhal County, Ardabil, Iran, Using Artificial Neural Networks (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 14(2):158-177. <https://doi.org/10.32598/DMKP.14.2.794.1>

doi <https://doi.org/10.32598/DMKP.14.2.794.1>

ABSTRACT

Background and objective Earthquakes are natural disasters that can cause high damage. Prediction of earthquakes is necessary to reduce damages, develop resistant infrastructure, and prevent the loss of life in human societies. This research aims to predict the magnitude of possible earthquakes in the Shahrood district of Khalkhal County using artificial neural networks (ANN).

Method A multi-layer perceptron neural network was used to predict earthquake magnitude.

Results The results showed that in the fault areas, especially the Kalur fault, earthquakes with a magnitude of 1-3 on the Richter scale are more likely to occur (70%). The likelihood of earthquakes with a magnitude of 4-6 on the Richter scale is moderate (26%) and the earthquakes with a magnitude of 7-10 on the Richter scale have a very low probability (4%).

Conclusion In future studies, it is recommended to use machine learning models to better and more accurately predict earthquakes in the studied area.

Keywords Prediction, Magnitude of earthquakes, Shahrood, Khalkhal, Neural network

Article Info:

Received: 14 Mar 2024

Accepted: 18 May 2024

Available Online: 01 Jul 2024

* Corresponding Author:

Fariba Esfandiari Darabad,

Address: Department of Geography (Geomorphology), Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Tel: +98 (912) 0503281

E-mail: esfandyari@uma.ac.ir



Copyright © 2024 The Author(s).

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

Extended Abstract

Introduction

From ancient times, following natural disasters, mankind has sought solutions to prevent or control these disasters. Earthquakes are one of these natural disasters that have always caused financial and human losses. The time, place, and magnitude of the earthquakes are the three main parameters of the earthquake assessment. To control and minimize its adverse effects, a good estimate of their values should be available (Arjamand et al., 2015). Earthquake is a natural hazard with sudden shaking of the ground, which is of particular importance for human societies in terms of magnitude and area of destruction, unpredictability, and occurrence in a very short time (Gholami and Shokuhi Bidandi, 2023). For earthquake prediction, it is necessary to consider the time, place, magnitude, probability, and reason for its occurrence. The purpose of earthquake prediction is to help disaster management organizations prepare for earthquakes. When a strong earthquake is predicted, disaster management organizations should be alerted to take preventive measures. In disaster preparedness, decisions and activities focus on damage prevention. Various earthquake prediction techniques have been applied to mitigate damages (Bhatia et al., 2023).

Shahrood, a district of Khalkhal county, Ardabil, Iran, is an area vulnerable to earthquakes due to the existence of geological formations with heterogeneous resistance, being located on an alluvial plain with less resistance than the thick bedrock, and being surrounded by numerous faults. Also, due to being located in the folded zone of Western Alborz and Azerbaijan, different faults in the region have been formed, the most important of which are Talash fault, Neor fault, and Shahooud Kalur fault. This research aims to predict the magnitude of possible earthquakes in the Shahrood district of Khalkhal County using artificial neural networks.

Methods

This research used various data and information, including the geological map of Rezvanshahr, Khalkhal, and Masuleh counties with a scale of 1:100,000, from which the map of faults and geological formations was extracted. ALOS-PALSAR digital elevation model with a spatial resolution of 12.5 m and Sentinel-2 satellite images were used to identify geological features. For finding different characteristics of earthquakes, the 30-year seismic data from the Institute of Geophysics of the University of

Tehran and the global seismic data from the US Geological Survey were used, which included date of occurrence, magnitude, focal depth, and geographic coordinates. The selection of a 30-year period was due to the existence of complete data. For the period of more than 30 years, the data were mostly incomplete. All the data used for the preparation in the first stage were entered into the ArcGIS software and preliminary processing was done on all neural layers. After the preprocessing, the modeling is done using SPSS Modeler software.

Results

For modeling the input data for the network, the data was split into two sets; 70% for training and 30% for testing. Five criteria were determined for predicting earthquake magnitude: Earthquake focal depth, magnitude of previous earthquakes, distance of the faults from the occurrence points, location of previous earthquakes, and fault length. After designing the model and configuring the network, the data was processed, and a multilayer perceptron (MLP) artificial neural network was created with 5 input neurons, 3 hidden neurons, and 1 output neuron. This model achieved an accuracy of 98.2%, indicating its high precision in processing data for predicting earthquake magnitude. The results indicated that, in the MLP model, the highest effect (0.83) was related to the magnitude of previous earthquakes, followed by the distance of the faults (0.58) and the focal depth of earthquakes (0.42). The lowest effects were related to the location of previous earthquakes (0.25) and fault length (0.18). The MLP model was finally found to have high validity and reliability in both training and testing phases.

Conclusion

The prediction results showed that earthquakes with a magnitude of 1-3 on the Richter scale are very likely to occur and the possibility of their occurrence on faults, especially the Kalur fault, is very high (70%). Although earthquakes with this magnitude have low risk, their occurrence in shallow depths and close to residential areas can cause mortality and financial loss. Also, earthquakes with a magnitude of 4-6 on the Richter scale have a moderate probability of occurrence (26%). These earthquakes can cause a lot of damage in the region. Moreover, the likelihood of earthquakes with a magnitude of 7-10 on the Richter scale in the area is 4%, indicating a low probability. In future studies, it is recommended to use machine learning models to better and more accurately predict earthquakes in the studied area.



Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles were observed in this study.

Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Authors' contributions

The authors contributed equally to preparing this paper.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to thank the National Center for Seismology of Iran and the [Institute of Geophysics of the University of Tehran](#), for providing important data and information to carry out this research.



مقاله پژوهشی

پیش‌بینی بزرگای زمین‌لرزه احتمالی در بخش شاهرود شهرستان خلخال با استفاده از شبکه عصبی

*فریا اسفندیاری درآباد^۱، مهرداد وهاب‌زاده زرگری^۱، بهروز نضافت تکه^۱، سایه عیبدی حمل‌آباد^۱

۱. گروه جغرافیا طبیعی (ژئومورفولوژی)، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

Use your device to scan
and read the article online



Citation: Esfandiari Darabad, F., Vahabzadeh Zargari, M., Nezafat Takle, B., & Abidi Hamlabad, S. (2024). [Predicting the Magnitude of Possible Earthquakes in the Shahrood District of Khalkhal County, Ardabil, Iran, Using Artificial Neural Networks (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 14(2):158-177. <https://doi.org/10.32598/DMKP.14.2.794.1>

doi: <https://doi.org/10.32598/DMKP.14.2.794.1>

حکیده

زمینه و هدف: زمین‌لرزه یکی از پدیده‌های طبیعی و مخاطره‌آمیز بر روی کره زمین است که به علت میزان صدمات و شدت آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. بنابراین شناخت پارامترها و پیش‌بینی زمین‌لرزه یکی از اقدامات ضروری برای کاهش خسارات، توسعه زیرساخت‌های مقاوم و جلوگیری از دست رفتن زندگی جوامع انسانی است. هدف از پژوهش حاضر پیش‌بینی بزرگای زمین‌لرزه احتمالی در بخش شاهرود شهرستان خلخال با استفاده از شبکه عصبی است.

روش: در این پژوهش از شبکه عصبی پرسپترون چندلایه برای پیش‌بینی بزرگای زمین‌لرزه استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج حاصل از پژوهش نشان داد در مناطق گسله به‌ویژه گسل کلور رخدادهای زمین‌لرزه با بزرگای ۱ تا ۳ ریشتر در منطقه با مجموع ۷۰ درصد دارای احتمال بیشتری است، اما به‌خاطر مجهول بودن بخشی از داده‌های زمین‌لرزه با بزرگای بالای ۶ ریشتر، از عوامل تأثیرگذار دیگر استفاده شده که این امکان را برای شبکه عصبی پرسپترون چندلایه در بخش پیش‌بینی فراهم می‌سازد تا با تشکیل ماتریس و مقایسه آن نتایج نهایی ایجاد شود. همچنین پیش‌بینی وقوع زمین‌لرزه با بزرگای ۴ تا ۶ در آینده، با ۲۶ درصد احتمال متوسطی دارد، اما پیش‌بینی زمین‌لرزه‌هایی با بزرگای ۷ تا ۱۰ ریشتر توسط مدل پرسپترون چندلایه با مجموع ۴ درصد دارای احتمال خیلی پایینی است.

نتیجه‌گیری: در نهایت پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی، برای پیش‌بینی هرچه بهتر و دقیق‌تر زمین‌لرزه‌ها در منطقه مورد مطالعه، از مدل‌های مبتنی بر روش‌های یادگیری ماشینی استفاده شود.

کلیدواژه‌ها: پیش‌بینی، بزرگای زمین‌لرزه، شاهرود، خلخال، شبکه عصبی

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۲۴

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۵/۲۴

* نویسنده مسئول:

فریا اسفندیاری درآباد

نشانی: اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم اجتماعی، گروه جغرافیا طبیعی (ژئومورفولوژی).

تلفن: ۰۵۰۳۲۸۱ (۹۱۲) +۹۸

پست الکترونیکی: esfandiari@uma.ac.ir



Copyright © 2024 The Author(s).

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.



مقدمه

از زمان‌های قدیم و در پی حوادث و وقایع طبیعی، بشر همواره به دنبال راهکارهایی برای جلوگیری یا کنترل این وقایع بوده است. زمین‌لرزه یکی از این حوادث طبیعی است که وقوع آن همواره تلفات جانی و مالی سنگینی به همراه داشته است. زمان، مکان و بزرگای زمین‌لرزه سه پارامتر اصلی زمین‌لرزه هستند که برای کنترل و کمینه کردن تلفات آن باید برآورد خوبی از مقادیر آن‌ها در دست باشد (ارجمند و همکاران، ۱۳۹۵). زمین‌لرزه مخاطره طبیعی، ناگهانی، با منشأ زمینی است و به لحاظ قدرت و حوزه تخریب وسیع بوده و نیز غیر قابل پیش‌بینی بودن و زمان بسیار کوتاه وقوع آن از اهمیت ویژه‌ای برای جوامع بشری برخوردار است (غلامی و شکوهی بیدهندی، ۱۴۰۱). زمین‌لرزه حالت خاصی از تغییر شکل توده‌های سنگی است که در آن پدیده‌های گسیختگی در مقیاس متفاوت رخ می‌دهد، یا هر نوع لرزش زمین در اثر عبور امواج لرزه‌ای را زلزله گویند (گالکینا و گرافووا، ۲۰۱۹). عوامل متعدد طبیعی و انسانی باعث بروز زمین‌لرزه در سطح زمین می‌شوند که از آن جمله می‌توان به لرزش‌های ایجاد شده ناشی از فعالیت آتشفشانی و فعالیت گسل و لرزش‌های مصنوعی در اثر انفجارهای اتمی که جزء عامل انسانی است، اشاره کرد (اسفندیاری و همکاران، ۱۳۹۲). وجود یا عدم وجود گسل‌ها و شکستگی‌های زمین و فعالیت‌های اخیر آن‌ها و جوان بودنشان از جمله شاخص‌هایی هستند که می‌توانند در فعالیت‌های آتی آن اثرگذار باشند. درواقع، رابطه گسل و زمین‌لرزه دوطرفه است، یعنی گسل‌های فراوان در یک منطقه سبب بروز زمین‌لرزه می‌شوند (اسفندیاری و همکاران، ۱۳۹۶). پس می‌توان گفت مهم‌ترین عامل زمین‌ساختی ایجادکننده زمین‌لرزه‌ها، گسل‌ها هستند و براساس اینکه کدامیک از دیواره‌های گسل بر دیواره دیگر بلغزد، سازوکارهای گسلش متفاوت خواهد بود (خدادادی جید و پورزینلی، ۱۴۰۱). زمین‌لرزه یک مخاطره طبیعی است که در اثر حرکت صفحات تکتونیکی زمین به دلیل آزاد شدن انرژی داخلی قابل توجه آن ایجاد می‌شود. یک زمین‌لرزه متوسط با بزرگای بیش از ۶ ریشتر می‌تواند تلفات گسترده و خسارات زیرساختی هنگفتی را که میلیاردها دلار هزینه دارد، وارد کند. اما اگر بتوان وقوع زمین‌لرزه را پیش‌بینی کرد، می‌توان شدت تخریب را به حداقل رساند. یک روش کامل پیش‌بینی زمین‌لرزه باید دارای سه نوع اطلاعات باشد: بزرگی، مکان و زمان وقوع (البنا و همکاران، ۲۰۲۰). پیش‌بینی زمین‌لرزه را می‌توان به فرایند کوتاه‌مدت و بلندمدت طبقه‌بندی کرد. پیش‌بینی کوتاه‌مدت بسیار پیچیده است، زیرا زمین‌لرزه‌ها را ظرف چند روز یا چند هفته پیش از وقوع آن‌ها پیش‌بینی می‌کند. بنابراین باید دقیق باشد. معمولاً برای تخلیه یک منطقه قبل از وقوع زمین‌لرزه از پیش‌بینی‌های کوتاه‌مدت استفاده می‌شود. از سوی دیگر، زمین‌لرزه‌های بلندمدت براساس ورود دوره‌ای زمین‌لرزه‌ها پیش‌بینی می‌شوند که حاوی اطلاعات کمی است. با این حال، آن‌ها می‌توانند به تنظیم استانداردهایی برای کدهای ساختمانی و طراحی

طرح‌های واکنش در بلایا کمک کنند (البنا و همکاران، ۲۰۲۰). همچنین پیش‌بینی زمین‌لرزه باید شامل زمان، مکان، بزرگی، احتمال و دلیل وقوع آن نیز باشد. هدف از پیش‌بینی زمین‌لرزه، کمک به سازمان‌های کنترل بلایا در آمادگی برای زمین‌لرزه است. هنگامی که یک زمین‌لرزه قوی پیش‌بینی می‌شود، مدیران کنترل بلایا باید برای انجام اقدامات پیشگیرانه هشدار داده شوند. در آمادگی در برابر فاجعه، تصمیمات و فعالیت‌ها بر پیشگیری از خسارات متمرکز است. به‌طور آشکار، انواع تکنیک‌های پیش‌بینی زمین‌لرزه برای کاهش خسارات به کار گرفته شده است (بهاتیا و همکاران، ۲۰۲۳).

از آنجایی که ایران روی کمر بند لرزه‌خیز آلپ هیمالیا قرار دارد و به‌عنوان یکی از بخش‌های جوان و در حال کوهزایی به شمار می‌رود، جزو کشورهای لرزه‌خیز است، به‌طوری‌که زمین‌لرزه‌های فاجعه‌باری در سال‌های اخیر باعث تلفات جانی و مالی فراوان شده‌اند (بربریان و کینگ، ۱۹۸۱). مجاورت با صفحه عربستان و فشار این صفحه بر صفحه ایران باعث شکستگی گسل‌ها شده و همین امر به زمین‌لرزه‌های بسیار شدید در ایران منجر شده است (حیدری مظفر و تاج‌بخشیان، ۱۴۰۱). در بخش شاهرود شهرستان خلخال، وجود سازندهای زمین‌شناسی با مقاومت ناهمگن، استقرار شهر روی یک دشت آبرفتی با مقاومت کمتر نسبت به سنگ بستر ضخیم لایه و احاطه شدن توسط گسل‌های متعدد سبب شده‌اند تا این شهر نسبت به مخاطره زمین‌لرزه پتانسیل بالایی داشته باشد. همچنین قرارگیری بخش شاهرود در زون چین‌خورده البرز غربی و آذربایجان سبب شده که تحت تأثیر فازهای کوهزایی گسل‌های مختلفی در منطقه ایجاد شود که از مهم‌ترین این گسل‌ها می‌توان به گسل تالش، گسل نئور و گسل شاهرود کلور اشاره کرد. مطالعه و ارزیابی بخش شاهرود به لحاظ لرزه‌خیزی و پیش‌بینی بزرگای زمین‌لرزه یکی از ضرورت‌های برنامه‌ریزی است. پیش‌بینی بزرگای زمین‌لرزه از اهمیت بالایی برخوردار است، زیرا این پیش‌بینی‌ها امکان حفظ امنیت عمومی، کاهش خسارات، توسعه زیرساخت‌های مقاوم و جلوگیری از از دست رفتن زندگی‌ها و دارایی‌ها را فراهم می‌کنند. به‌علاوه، این امر پیشرفت علمی و توسعه فناوری را تشویق می‌کند. به‌طور خلاصه، پیش‌بینی بزرگای زمین‌لرزه نه تنها برای ما اطلاعات لازم را فراهم می‌کند، بلکه به ما امکان می‌دهد از این اطلاعات برای مدیریت بهتر بحران‌های زمین‌لرزه و حفظ امنیت و سلامتی افراد استفاده کنیم.

نوآوری این پژوهش نسبت به سایر مطالعات انجام‌شده این است که از مدل نوین شبکه عصبی برای پیش‌بینی بزرگای زمین‌لرزه استفاده شده است که در زمینه پیش‌بینی و حل مسائل پیچیده عملکرد خوبی دارد. هدف از پژوهش حاضر پیش‌بینی بزرگای زمین‌لرزه احتمالی در بخش شاهرود شهرستان خلخال با استفاده از شبکه عصبی است.



پیشینه تحقیق

پیرامون موضوع پیش‌بینی زمین‌لرزه با استفاده از روش‌های مختلف مطالعات متعددی در داخل کشور و خارج از آن صورت گرفته است که به‌طور مختصر به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

خیری و همکاران (۱۳۹۵)، به پیش‌بینی بزرگی زمین‌لرزه گسل تبریز با استفاده از رگرسیون چندجمله‌ای پرداختند. آن‌ها در این پژوهش رابطه‌ای برای این مدل ارائه دادند که در آن زمان وقوع زمین‌لرزه‌ها مهم‌ترین متغیر مستقل برآوردکننده بزرگی است و با واردکردن داده‌های لرزه‌ای جدید می‌توان بزرگی زمین‌لرزه را با کمترین خطا پیش‌بینی کرد. **حیاتی و همکاران (۱۳۹۵)**، به پیش‌بینی محل وقوع زمین‌لرزه احتمالی در استان خراسان رضوی با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی پرداختند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که میانگین بزرگی و عمق زمین‌لرزه‌های اتفاق‌افتاده در این استان به ترتیب ۴/۶ و ۲۰/۹۶ کیلومتر بوده است و بیشترین احتمال وقوع زمین‌لرزه در منطقه مرکزی متمایل به غرب استان (شهرستان کاشمر و جنوب شرق شهرستان‌های سبزوار و بردسکن) و در منطقه جنوب شرق استان (شهرستان خواف) با احتمال ۳۰ درصد بالاتر نسبت به سایر مناطق پیش‌بینی شده است. **ارجمند و همکاران (۱۳۹۵)**، به پیش‌بینی بزرگای زمین‌لرزه با استفاده از شبکه عصبی پرسپترون چندلایه^۱ پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد شبکه عصبی پرسپترون چندلایه توانایی بالایی در پیش‌بینی بزرگای زمین‌لرزه دارد و گزینه بسیار مناسبی برای این منظور است. **سلطان‌پور و همکاران (۱۳۹۷)**، به ارزیابی ریسک زمین‌لرزه در شمال غرب تهران با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی^۲ (مطالعه موردی منطقه ۲۲) پرداختند. در نتایج مطالعه آن‌ها با در نظر گرفتن آسیب‌پذیری و خطر و جمعیت در منطقه مشخص شد ریسک زمین‌لرزه منطبق با نقاط جمعیتی در منطقه است و هرچه از پهنه‌های با جمعیت بالا دور می‌شویم ریسک کمتر می‌شود. بنابراین کنترل جمعیت‌پذیری و ساختمان‌سازی در منطقه از اعتبار بالایی در کاهش ریسک برخوردار است. **دلانا و همکاران (۱۳۹۹)**، به ارزیابی آسیب‌پذیری نواحی منطقه ۸ شهرداری تهران در برابر زمین‌لرزه با استفاده از روش AHP پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد ناحیه ۳ آسیب‌پذیرترین ناحیه است و قسمت عمده بافت‌های فرسوده در این ناحیه وجود دارد. از نظر آسیب‌پذیری، ناحیه ۳ با ضریب اهمیت ۵۱/۳۹ در رتبه اول، ناحیه یک با ضریب اهمیت ۲۷/۱۹ در رتبه دوم و ناحیه ۲ با ضریب اهمیت ۲۱/۴۲ در رتبه سوم قرار دارد. **پیری‌زاده و پیری‌زاده (۱۴۰۰)**، به ارزیابی و تحلیل کاربرد هوش مصنوعی در تحلیل داده‌های لرزه‌شناسی (مطالعه موردی: داده‌های پیش‌نشانگرها) با استفاده از روش‌های یادگیری

ماشینی و یادگیری عمیق پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد رویکرد مبتنی بر یادگیری عمیق با میانگین دقت متعادل ۸۱/۲ درصد و ۵۹/۳ درصد به ترتیب بر روی داده‌های آموزشی و آزمون، عملکرد کاملاً بهتری در مقایسه با شبکه‌های عصبی بازگشتی معمولی در طبقه‌بندی مقادیر اوج شتاب زمین^۳ از خود بر جای گذاشته است و می‌توان با اصلاح کردن تابع هزینه شبکه‌های بازگشتی عمیق به کمک رویکرد حساس به هزینه، چالش عدم تعادل کلاس داده‌های لرزه‌ای را نیز به‌خوبی کنترل کرد. **کاظمی و همکاران (۱۴۰۰)**، به ارزیابی و تخمین سریع بزرگا و فاصله رومرکزی زمین‌لرزه برای منطقه البرز با استفاده از روش B-Δ پرداختند. ایشان در این پژوهش روابطی را جهت تخمین بزرگا و فاصله مرکزی ارائه دادند که این روابط می‌توانند به‌عنوان روابطی قابل اطمینان و مناسب در سامانه هشدار سریع منطقه البرز به کار گرفته شوند. **احمدی‌نمین و کاظمیان (۱۴۰۲)**، به مطالعه رابطه بین زمین‌لرزه و آب‌وهوا در زمین‌لرزه‌های اخیر ایران با استفاده از روش توصیفی تحلیلی پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها حاکی از آن است که در زمان وقوع زمین‌لرزه در اکثر عوامل آب‌وهوایی تغییر مشاهده شده و بین آن‌ها رابطه وجود دارد. **یازرلو و بای (۱۴۰۲)**، به پیش‌بینی زمین‌لرزه‌های القایی ناشی از سدسازی به‌وسیله شبکه عصبی مصنوعی پرداختند و روش‌هایی را برای پیش‌بینی زمین‌لرزه القایی ارائه دادند.

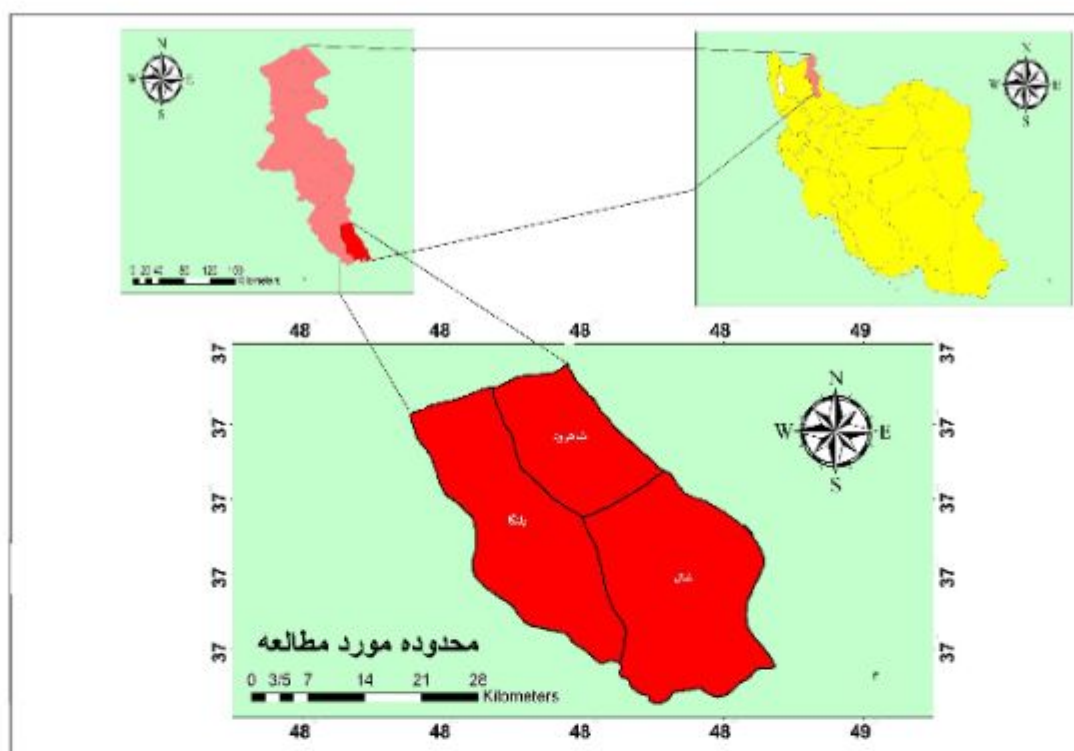
همچنین از مطالعات خارجی در این مورد می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

گالکینا و گرافیا (۲۰۱۹)، به ارزیابی و تحلیل روش‌های یادگیری ماشین برای پیش‌بینی زمین‌لرزه پرداختند. آن‌ها در مطالعه خود روند داده‌ها، ویژگی‌ها، میزان کامل بودن و معیارهای اندازه‌گیری عملکرد را برای این مطالعات مشاهده کردند. آن‌ها متوجه شدند که این مطالعات در پیش‌بینی زمین‌لرزه‌های نادر اما مهم‌تر با مشکلاتی روبه‌رو هستند. **فنگ و فاکس (۲۰۲۰)**، در پژوهشی تحت عنوان پیش‌بینی زمین‌لرزه‌های شدید مکانی - زمانی در جنوب کالیفرنیا، یک روش مدل‌سازی عمیق مشترک برای پیش‌بینی زمین‌لرزه را پیشنهاد کردند که این روش در مقایسه با برخی از شبکه‌های عصبی مکرر از نظر پیش‌بینی شوک‌های بزرگ برای زمین‌لرزه‌های جنوب کالیفرنیا، امیدوارکننده بود. **البتا و همکاران (۲۰۲۰)**، به بررسی کاربرد هوش مصنوعی در پیش‌بینی زمین‌لرزه پرداخته و با پوشش تمام تکنیک‌های مبتنی بر هوش مصنوعی موجود در پیش‌بینی زمین‌لرزه، شرحی از روش‌های موجود و تحلیل مقایسه‌ای عملکرد آن‌ها ارائه داده‌اند. **اُپریانی و همکاران (۲۰۲۱)**، به تخمین بزرگی زمین‌لرزه براساس یادگیری ماشین (کاربرد در سیستم هشدار اولیه زمین‌لرزه) پرداختند. نتایج حاصل از پژوهش آن‌ها حاکی از آن بود که شکل

1. Multilayer perceptron (MLP)

2. Analytic hierarchy process (AHP)

3. Peak ground acceleration (PGA)



تصویر ۱. نقشه موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

قسمت جنوب اردبیل قرار دارد. شهرستان خلخال از ناحیه شرق به استان گیلان، از قسمت غرب به آذربایجان شرقی، از جنوب به استان زنجان و از شمال به بخش کوثر منتهی می‌شود. فاصله بخش مرکز شهر خلخال تا استان اردبیل، ۱۱۶ کیلومتر است. از لحاظ تقسیمات سیاسی، شهرستان خلخال از سه بخش مرکزی، شاهرود و خورش‌رستم تشکیل شده است. ناحیه شاهرود، جزو مناطق تابعه شهرستان خلخال، با مختصات جغرافیایی ۳۱ درجه و ۴۸ دقیقه طول شرقی و ۳۴ درجه و ۳۷ دقیقه عرض شمالی است (تصویر شماره ۱). این منطقه در جنوب شرقی شهرستان خلخال و در نزدیکی رشته‌کوه تالش و کوه آق‌داغ واقع شده و ارتفاع متوسط آن از سطح دریا ۱۵۵۰ متر است (تصویر شماره ۲). بخش شاهرود به محوریت شهر کلور دارای سه دهستان بزرگ شامل دهستان شاهرود، پلنگا و شال است که در کل دارای ۴۷ آبادی است. از ویژگی‌های بخش شاهرود می‌توان به کوهستانی بودن آن اشاره کرد، بدین‌جهت که ارتفاعات تالش در قسمت شرقی و ارتفاعات پلنگا و آق‌داغ در قسمت جنوبی سبب چهره کوهستانی بخش شاهرود شده است (تصویر شماره ۳). همچنین به‌لحاظ تکتونیک، منطقه مورد مطالعه در دوران زمین‌شناسی تنش‌های زیادی را به خود دیده که آخرین و تأثیرگذارترین آن‌ها حرکت کوه‌زایی آلپی است که سبب شکل‌گیری ارتفاعات شامل چین‌خوردگی‌ها منطقه شده و تحت تأثیر این فعالیت‌های زمین‌ساختی گسل‌ها و شکستگی‌های مختلفی در منطقه ایجاد شده که تأثیر زیادی در فعالیت‌های لرزه‌خیزی دارند.

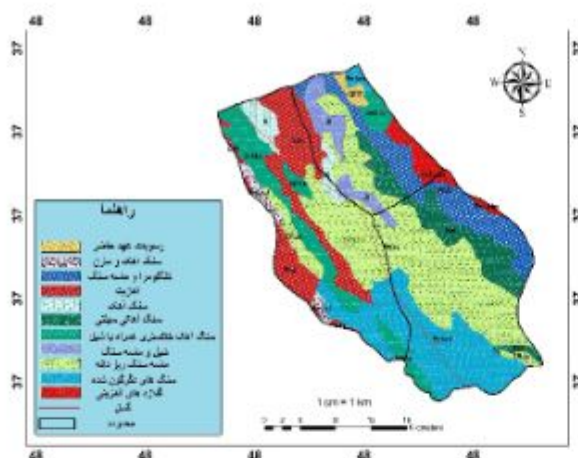
موج را می‌توان با مدل‌های شبکه عصبی عمیق^۴ مدل‌سازی کرد. همچنین آن‌ها در رابطه با تخمین بزرگی زمین‌لرزه پیشنهاد کردند مدل‌سازی خام لرزه‌ای با استفاده از طبقه‌بندی DNN با مجموعه داده بزرگ‌تر بهتر است و در رابطه با مجموعه داده نسبتاً کوچک، مدل‌سازی با استفاده از الگوریتم جنگل تصادفی^۵ می‌تواند گزینه دیگری باشد. بهاتیا و همکاران (۲۰۲۳)، به پیش‌بینی زمین‌لرزه در زمان واقعی مبتنی بر هوش مصنوعی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که براساس شبیه‌سازی تجربی، اثربخشی افزایش یافته برای چارچوب ارائه‌شده از نظر عملکرد طبقه‌بندی دقت (۹۲/۵۲ درصد)، حساسیت (۹۱/۷۲ درصد) و ویژگی (۹۱/۰۱ درصد) بوده است. سعد و همکاران (۲۰۲۳)، در پژوهشی تحت عنوان پیش‌بینی زمین‌لرزه با استفاده از داده‌های بزرگ و هوش مصنوعی، چارچوبی را برای پیش‌بینی زمین‌لرزه در زمان واقعی طراحی کرده و آن را در مناطق لرزه‌زا در جنوب غربی چین آزمایش کردند. موسوی و بروزا (۲۰۲۳)، به بررسی یادگیری ماشین در زلزله‌شناسی پرداختند و در پژوهش خود تکنیک‌هایی را برای زلزله‌شناسی ارائه دادند.

منطقه مورد مطالعه

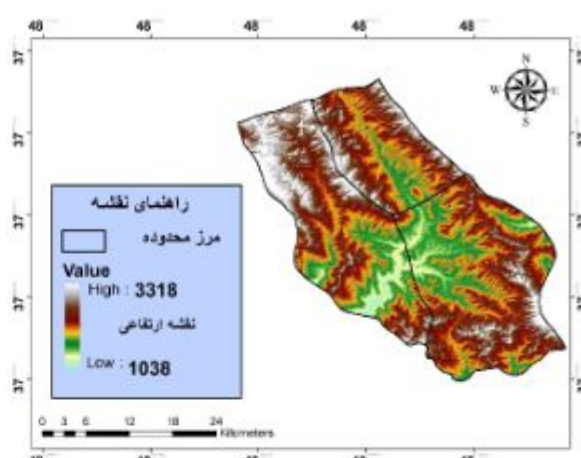
در تقسیمات سیاسی استان اردبیل، شهرستان خلخال با محوریت شهر خلخال به‌عنوان یکی از ۱۲ شهرستان استان، در

4. Deep neural network (DNN)

5. Random forest (RF)



تصویر ۳. نقشه زمین‌شناسی



تصویر ۲. نقشه ارتفاعی

شبکه عصبی پرسپترون چندلایه

مک کالوک و همکاران در اوایل دهه ۱۹۴۰ روش شبکه عصبی را پایه‌گذاری کردند. به‌طور کلی، شبکه عصبی یک ابزار پیش‌بینی برای ساخت یک مدل ریاضی از یک سیستم ناشناخته است. هوش مصنوعی یکی از مشهورترین رشته‌های علم است که یکی از شناخته‌شده‌ترین آن، مدل شبکه‌های عصبی پرسپترون چندلایه است (گندمی و همکاران، ۱۳۹۸). اجزای کلیدی در هوش مصنوعی شبکه‌های عصبی هستند که در پردازش تصویر و بینایی کامپیوتری ادغام شده‌اند. ادغام شبکه‌های عصبی و سایر ابزارهای محاسباتی ریاضی در علوم رایانه می‌تواند مفید باشد. شبکه عصبی مصنوعی یک سازوکار محاسباتی است که قادر است با گرفتن اطلاعات و محاسبه کردن آن‌ها، یک سری اطلاعات جدید ارائه دهد. در شبکه عصبی مصنوعی سعی بر آن است که ساختاری مشابه ساختار بیولوژیکی مغز انسان و شبکه اعصاب بدن ساخته شود تا همانند مغز، قدرت یادگیری، تعمیم‌دهی و تصمیم‌گیری داشته باشد و یک پهنه‌بندی از یک فضای چندمتغیره با اطلاعات دریافتی را به وجود آورد (لی و همکاران، ۲۰۰۶). شبکه‌های عصبی اطلاعات را از لایه‌های ورودی دریافت می‌کنند و با وزن‌های مختلف به هم متصل می‌شوند. اطلاعات وارد شده از لایه ورودی به لایه میانی منتقل می‌شوند، جایی که گرهم‌ها عملیات پردازش را انجام می‌دهند. لایه میانی عملیات پیچیده‌تری را انجام می‌دهد. گرهم‌ها اطلاعات را از لایه‌های ورودی دریافت کرده و با استفاده از وزن‌های خود، پردازش‌های مختلفی را اجرا می‌کنند. نتیجه این پردازش به‌صورت لایه خروجی از شبکه حاصل می‌شود. شبکه‌های عصبی مصنوعی پرسپترون چندلایه شامل یک یا چند لایه میانی هستند که نورون‌های این لایه به‌عنوان نورون‌های مخفی شناخته می‌شوند. افزودن چندین لایه میانی باعث افزایش توانایی شبکه در تحلیل‌های پیچیدگی بالاتر می‌شود (هاگان و همکاران، ۲۰۱۴). این الگوریتم‌ها به‌عنوان شبکه‌های نظارت‌شده شناخته می‌شوند؛ به این معنا که نتایج

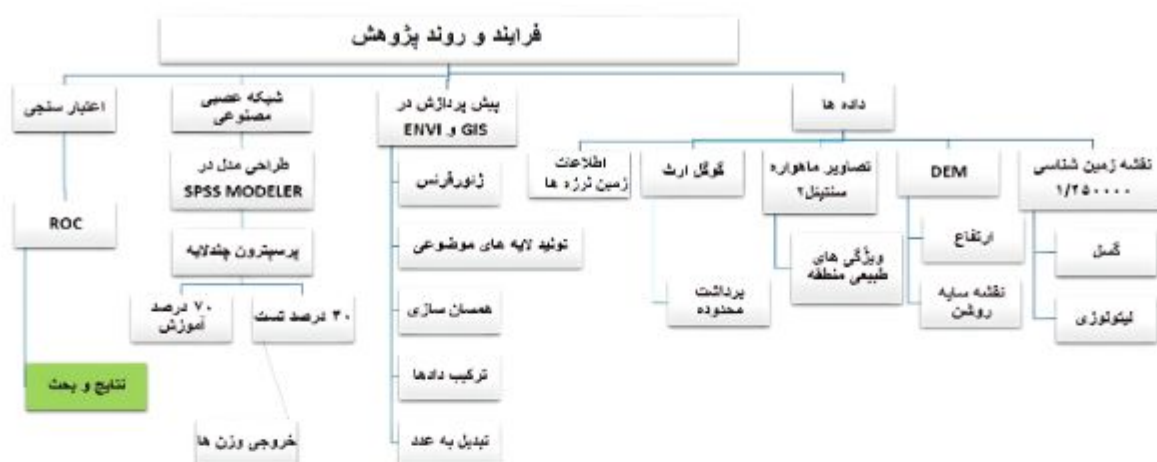
قرارگیری بخش شاهرود در ناحیه شرقی ارتفاعات تالش سبب شده به‌لحاظ زمین‌شناسی و ژئومورفیک، خصوصیات زون البرز غربی و آذربایجان را در خود داشته و از تنوع بالای فرایندهای زمین‌شناسی و ژئومورفیک برخوردار باشد. همچنین به‌لحاظ سنگ‌شناسی و چینه‌شناسی نیز قدیمی‌ترین سنگ‌های استان اردبیل در قسمت جنوب خلخال دیده می‌شود که از پرکامبرین بالا تا دوران چهارم پراکنده است. این پراکندگی به‌نحوی است که در بخش شاهرود تا شهر خلخال هر سه نوع سنگ آذرین، رسوبی و دگرگون دیده می‌شود (تصویر شماره ۳).

روش

در پروسه انجام این پژوهش از داده‌ها و اطلاعات مختلفی استفاده شد که شامل نقشه زمین‌شناسی شهرستان‌های رضوانشهر، خلخال و ماسوله با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ بوده و نقشه مربوط به گسل‌ها و سازندهای زمین‌شناسی از این نقشه اخذ شده است. از مدل رقومی ارتفاعی با قدرت تفکیک مکانی ۱۲/۵ مربوط به ماهواره آلوس - پالسار^۶ و همچنین از تصاویر ماهواره‌ای سنتینل ۲ برای شناسایی ویژگی‌های زمین‌شناسی استفاده شد. برای ویژگی‌های مختلف زمین‌لرزه‌ها از داده‌های لرزه‌خیزی در بازه ۳۰ ساله مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران و داده‌های جهانی سازمان زمین‌شناسی آمریکا استفاده شد که شامل تاریخ وقوع، بزرگی، عمق کانونی و مختصات جغرافیایی است. انتخاب بازه ۳۰ ساله به‌خاطر وجود داده‌های کامل بوده است و داده‌های بیشتر از بازه ۳۰ ساله اکثرًا ناقص بودند، بنابراین از انتخاب آن‌ها صرف نظر شد. تمام داده‌های مورد استفاده برای آماده‌سازی در مرحله اول وارد نرم‌افزار جی‌آی‌اس^۷ نسخه ۱۰/۷/۱ شد و پردازش مقدماتی روی تمام لایه‌ها انجام گرفت. سپس بعد از اتمام پیش‌پردازش کار مدل‌سازی در نرم‌افزار SPSS Modeler نسخه ۱۸ انجام شد (تصویر شماره ۴).

6. ALOS-PALSAR satellite

7. ArcGIS



تصویر ۴. فرایند و روند پژوهش

در رابطه فوق X ورودی است که نوروں منفرد از دریافت می کند، w_i اوزان بین نوروں A و نوروں Z را نشان می دهد و خروجی نوروں A متعلق به لایه فرستنده، لایه ورودی یا مخفی است. خروجی حاصل از نوروں Z از فرمول شماره ۲ حاصل می شود (منهاج، ۱۳۸۸).

$$2. O_i = f(x_i)$$

تابع f معمولاً یک تابع سیگموئیدی غیرخطی است. در این پژوهش لایه های ورودی متناظر با لایه های اطلاعاتی سیستم اطلاعات جغرافیایی^۸ آماده شده و در لایه خروجی نیز معادل پیش بینی بزرگای زمین لرزه در محدوده مورد مطالعه است (تصویر شماره ۵).

یافته ها

باتوجه به نقشه زمین شناسی منطقه، گسل های شناخته شده را می توان به دو دسته تقسیم بندی کرد:

گسل های داخل محدوده

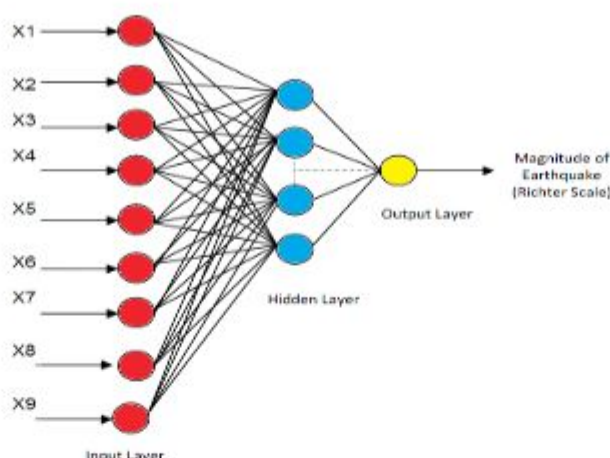
از اصلی ترین گسل های داخل منطقه می توان به گسل هروآباد یا شاهرود جای اشاره کرد (تصویر شماره ۶). گسل هروآباد با طولی بیش از ۱۸۸ کیلومتر و جهت امتدادی تقریباً شمال به جنوب، در نزدیک ترین نقطه به فاصله ۱۰ کیلومتری از منطقه عزیزآباد قرار دارد. نحوه تشکیل آن به گونه ای است که بلوک شرقی نسبت به بلوک غربی به بالا برآمده است. این سازوکار باعث جابه جایی مارن ها و تجمع رسوبات آواری در منطقه کربیتاسه روی آتشفشان های پالوژن شده است. انحنای این گسل از میان رودخانه عبور می کند، بنابراین می توان گفت سیستم رودخانه از سیستم گسل پیروی می کند. این گسل سبب بالآمدگی بلوک غرب شده و در پای این گسل فروافتادگی ایجاد کرده است که از

پیش بینی شده توسط مدل را می توان با مقادیر شناخته شده متغیرهای هدف مقایسه کرد. یکی از مزایای اصلی شبکه های عصبی در مقایسه با تکنیک های آماری کلاسیک، انعطاف پذیری و عدم وجود مفروضات توزیعی آن هاست (یان و همکاران، ۲۰۲۳). به عنوان مثال، شبکه های عصبی را می توان برای پیش بینی نتایج قطعی و پیوسته استفاده کرد. با این حال، مشکل این است که شبکه های عصبی اغلب می توانند به سختی تفسیر شوند، زیرا می توانند مدل های بسیار پیچیده با لایه های متعدد تولید کنند. یک شبکه عصبی یک پردازشگر موازی توزیع شده انبوه است که تمایل طبیعی برای ذخیره دانش تجربی و در دسترس قرار دادن آن برای استفاده دارد (المغربی و همکاران، ۲۰۲۳). تعلیم شبکه عصبی پیش خور شامل اختصاص وزن بین نوروں ها بوده و در هر بار وزن دهی، مجموعه ای از ورودی ها و خروجی های مطلوب به عنوان نمونه به خدمت گرفته می شوند. الگوهای احتمالاتی با یکدیگر برابر در نظر گرفته می شوند؛ به این معنی که هیچ الگویی نسبت به سایر الگوها از اهمیت بیشتری برخوردار نیست (رامدانی و همکاران، ۲۰۲۲). در ابتدا، وزن بین نوروں ها به صورت تصادفی تعیین می شود و سپس الگوی ارائه شده به شبکه با نتایج مطلوب مقایسه می شود. مسلماً خروجی های اولیه به نتایج مطلوب شبیه نبوده و دارای خطای نسبی نسبت به فاصله اقلیدسی بین خروجی محاسبه شده و نتایج مطلوب هستند. از بین کمترین میانگین خطا، وزن ها مطابق با میزان خطا اصلاح شده و میزان آن ها کاهش می یابد. با چندین مرحله تکرار، خروجی شبکه به سمت خروجی مطلوب متمایل خواهد شد.

طبقه بندی کننده MLP از الگوریتم فرمول شماره ۱ برای محاسبه ورودی هایی که یک گره منفرد دریافت می کنند، بهره می برد (منهاج، ۱۳۸۸).

$$1. x_j = \sum w_{ij} I_i$$

8. Geographic information system (GIS)



تصویر ۵. نمونه‌ای از مدل پرسپترون چندلایه (هاگان و همکاران، ۲۰۱۴)

میان آن شاهرود جای عبور می‌کند (سیاریور، ۱۳۷۸). همچنین گسل‌های فرعی دیگری در محدوده هستند که حاصل تکتونیک و نیروهای فشاری بوده و برخی از آن‌ها دارای ابعاد کوچک و جزو گسل‌های محلی هستند. از سایر گسل‌های منطقه می‌توان به گسل‌های اصلی و بزرگ که فعالیت آن‌ها دارای قدرت بیشتر است اشاره کرد که شامل گسل‌های زیر است:

گسل گیوی

این گسل دارای جهت شمال به جنوب بوده و طولی به اندازه تقریباً ۱۴۲ کیلومتر دارد. این گسل مرز بین رسوبات مزوزوئیک و سنگ‌های آتش‌فشانی در جهت شرق و رسوبات نفوذ در جهت غرب را به وجود آورده است. متأسفانه، جزئیات دقیق در مورد سن یا تاریخچه لرزه‌ای این گسل در دسترس نیست، اما مرکز زمین‌لرزه‌های تاریخی در سال‌های ۱۸۶۳ و ۱۸۰۶ به‌طور دقیق در همین گسل قرار داشته است. این وضعیت می‌تواند احتمال جنبشی بودن این گسل را تقویت کند. به نظر می‌رسد زمین‌لرزه تاریخی خلخال، به‌علت عملکرد این گسل اتفاق افتاده و ویرانی‌ها ناشی از حرکات این گسل باشد.

گسل ماسوله

در بخش جنوبی گسل شرق اردبیل، گسل ماسوله شروع می‌شود و به سمت جنوب شرقی ادامه می‌یابد. مکانیسم ایجاد این گسل از طریق فرایند راندگی صورت می‌پذیرد که در آن بلوک خاوری نسبت به بلوک باختری بالا می‌رود.

گسل کلور

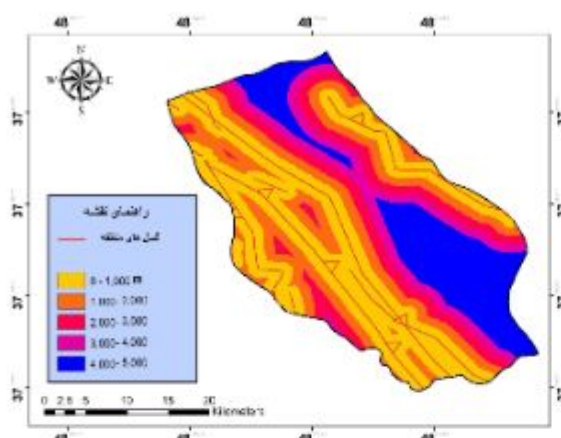
در ناحیه‌ای از رشته‌کوه‌های البرز غربی که جهت امتدادی آن از شمال به جنوب تغییر می‌کند، شکل گرفته است. طول این گسل برابر با حدود ۶۳ کیلومتر است. مکانیسم ایجاد این گسل به‌صورت معکوس اتفاق افتاده است (تصویر شماره ۷).

پراکندگی نقاط لرزه‌خیز در بازه ۳۰ ساله در تصویر شماره ۸ نشان داده شده است.

عمق کانونی زمین‌لرزه‌های اتفاق افتاده در بازه ۳۰ ساله با استفاده از ابزار درون‌یابی در نرم‌افزار ArcGIS نسخه ۱۰/۷/۱ به دست آمده و درصد هر طبقه محاسبه شده است (تصویر شماره ۹). باتوجه به نقشه مذکور، ۶۰ درصد از زمین‌لرزه‌های رخ داده در داخل محدوده بخش شاهرود در عمق بین ۱۰ تا ۱۵ کیلومتری اتفاق افتاده که دارای عمق پایینی هستند. همچنین ۱۵ درصد از زمین‌لرزه‌ها در داخل محدوده در عمق بین ۲۰ تا ۲۵ کیلومتری رخ داده‌اند. اما زمین‌لرزه‌های خارج از محدوده به‌صورت کلی با ۲۵ درصد در عمق بین ۳۰ تا ۴۰ کیلومتر رخ داده است که نسبت به زمین‌لرزه‌های داخل محدوده دارای عمق کانونی بالایی است. همچنین نقشه بزرگای زمین‌لرزه‌های رخ داده در بازی ۳۰ ساله که با ابزار درون‌یابی ایجاد شده، نشان دهنده این بوده است که ۲۰ درصد زمین‌لرزه‌های رخ داده دارای بزرگای ۱ تا ۳ ریشتر و ۱۰ درصد زمین‌لرزه‌ها دارای بزرگای ۴ تا ۵ ریشتر هستند (تصاویر شماره ۱۰ و شماره ۱۱).

طراحی مدل برای پهنه‌بندی مخاطرات دامنه‌ای در نرم‌افزار SPSS MODELER

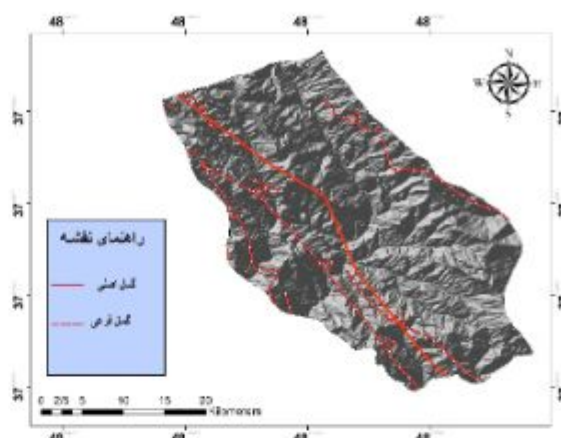
فرایند آماده‌سازی داده برای ورود به مدل شبکه عصبی مصنوعی از نوع پرسپترون چندلایه، یک فرایند نسبتاً سنگین و پیچیده است. داده‌های موردنیاز پیش‌بینی بزرگای زمین‌لرزه در وهله اول گردآوری شد. سپس عملیات آنالیز آن برای استخراج بخش‌های مورد استفاده در نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی انجام شد. اساس کار در پیش‌بینی با مدل یادشده، براساس مقادیر پیکسل‌ها در هر متغیر موجود برای پیش‌بینی زمین‌لرزه است؛ بنابراین روش آماده‌سازی داده‌ها به‌صورت پیکسل پایه بود. سپس تمام متغیرها با ترکیب نسبت به یکدیگر تبدیل به یک نقشه رستری واحد شدند که مقادیر پیکسلی آن دربرگیرنده تمام



تصویر ۷. نقشه فاصله از گسل‌های منطقه

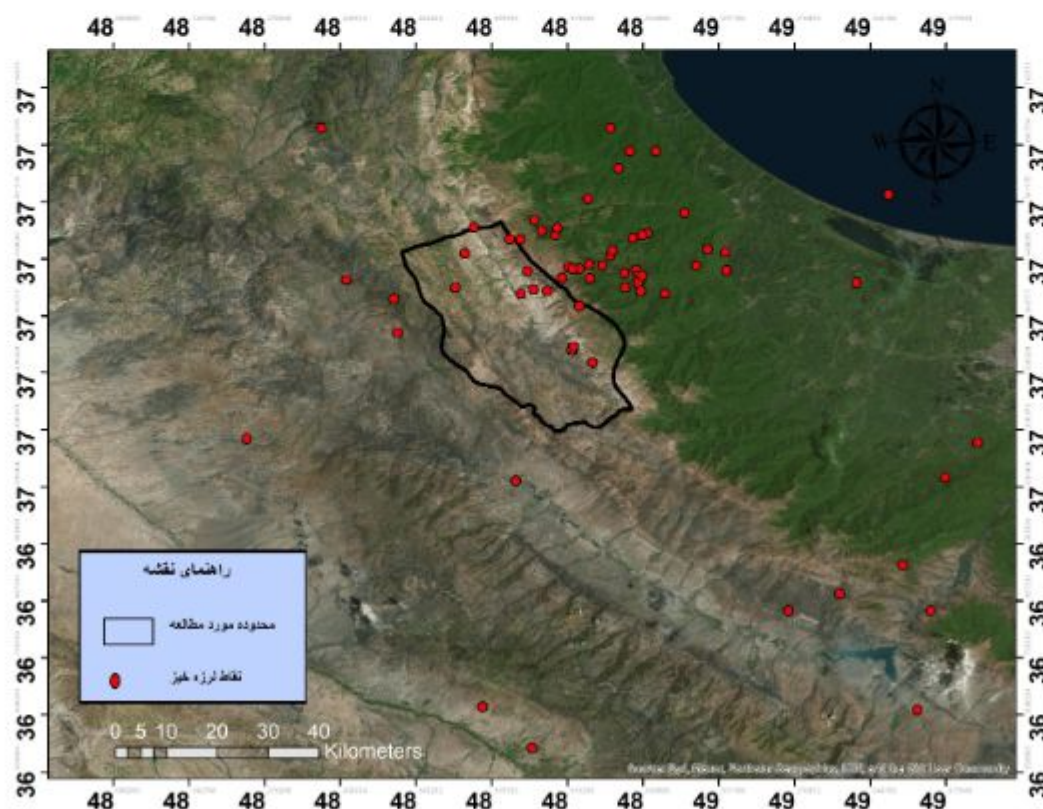
درصد داده‌ها برای آموزش شبکه و ۳۰ درصد برای تست در نظر گرفته شد. همچنین برای عامل پیش‌بینی بزرگای زمین‌لرزه ۵ معیار انتخاب شد که عبارت‌اند از: ۱. عمق زمین‌لرزه، ۲. بزرگای زمین‌لرزه رخ داده، ۳. فاصله گسل از نقاط، ۴. موقعیت مکانی زمین‌لرزه‌های رخ داده، ۵. طول گسل (تصاویر شماره ۶ تا ۱۰).

در رابطه با داده‌های بزرگی و عمق آن از داده‌های مناطق نزدیک به محدوده مورد مطالعه استفاده شده است که این کار، هم بر کیفیت خروجی داده‌ها تأثیر دارد و هم به اینکه عامل

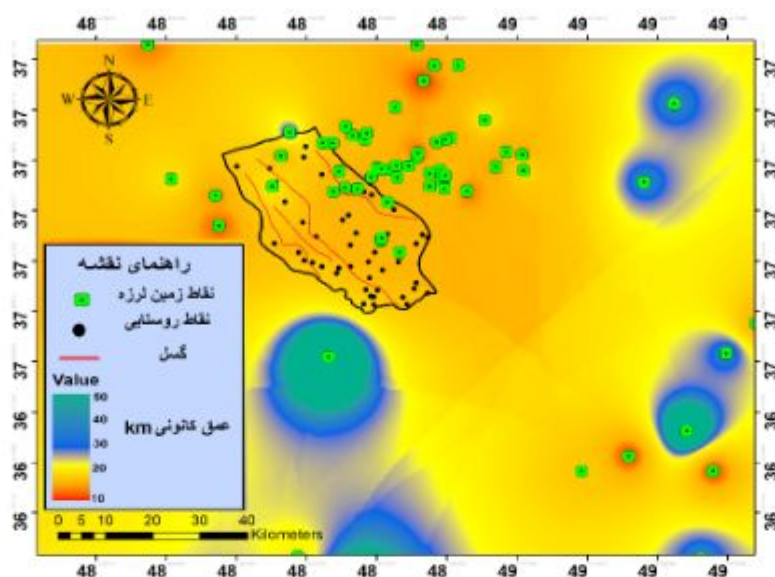


تصویر ۸. نقشه گسل‌های منطقه

متغیرهای مؤثر بر پیش‌بینی بزرگای زمین‌لرزه است. هدف از این ترکیب تصاویر رستری، به دست آوردن مجموعه مقادیر تمام متغیرهای مورد استفاده است. علت این فرایند این است که تمام لایه‌ها و نقشه‌ها در نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی ایجاد شوند و به‌خاطر اینکه بتوان مقادیر آن‌ها را خارج کرد تا وارد مدل شوند باید فرایند گفته‌شده را لحاظ کرد. برای مدل سازی، داده‌ها بعد از ورود به مدل به ۷۰ درصد داده‌های آموزش و ۳۰ درصد داده‌های تست شبکه تقسیم شدند که براساس این معیار ۷۰



تصویر ۹. پراکندگی نقاط لرزه‌خیز در یازده ۳۰ ساله (منبع: ترسیم‌کنندگان، ۱۴۰۲)



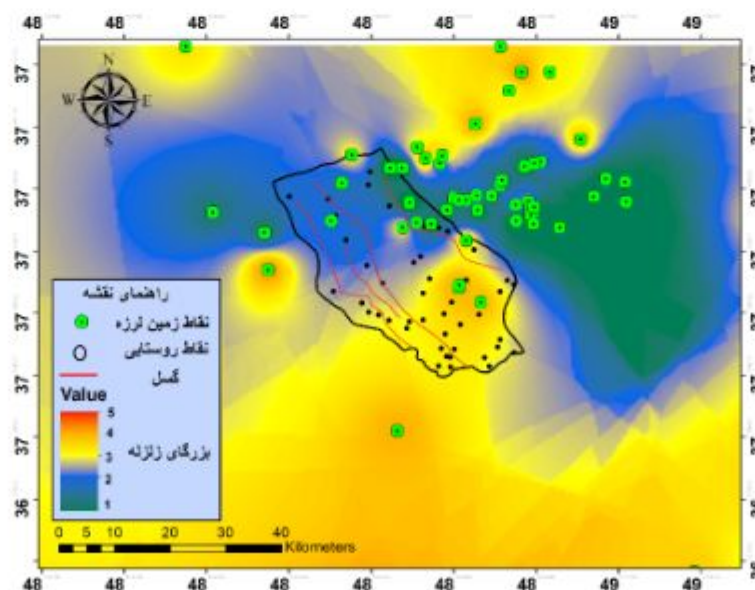
تصویر ۹. نقشه عمق کانونی زمین‌لرزه‌های اتفاق افتاده در بازه ۳۰ ساله

خطای آموزش استفاده شد. در این معیار هرگاه مدل به میزان خطای معرفی شده از سوی کاربر برسد، عملیات پردازش متوقف شده و نتایج نشان داده می‌شود. همچنین نرخ سرعت یادگیری مدل براساس داده‌های آموزشی مقدار ۰/۰۱ در نظر گرفته شده تا خروجی مدل دارای بیشترین دقت باشد (جدول شماره ۱).

زمین‌لرزه

براساس اطلاعات بالا بعد از طراحی مدل و تنظیمات شبکه اقدام به وارد کردن داده‌های موردنظر و پردازش آن شد و شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چندلایه با ۵ نورون ورودی، ۳ نورون

زمین‌لرزه به‌نحوی است که امواج پخش شده آن زیاد بوده و فواصل زیادی را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد. استفاده از داده‌های زمین‌لرزه نزدیک به منطقه سبب شناخت هرچه بهتر الگو و روابط بین زمین‌لرزه‌ها و پارامترهای دیگر می‌شود. برای مدل شبکه عصبی مصنوعی، ۵ نورون ورودی، ۳ نورون میانه و یک نورون خروجی طراحی شده است. همچنین مدل شبکه عصبی برای پایان پردازش و آنالیز خروجی نیازمند در نظر گرفتن معیار توقف است که این عیار خود در مدل شبکه عصبی به سه دسته تقسیم می‌شود. با توجه به اینکه ورودی داده‌ها دارای ابعاد بزرگی است و جمعا ۲۰۸۵ پیکسل را پوشش می‌دهد، برای توقف مدل از معیار



تصویر ۱۰. نقشه بزرگای زمین‌لرزه‌های اتفاق افتاده در بازه ۳۰ ساله

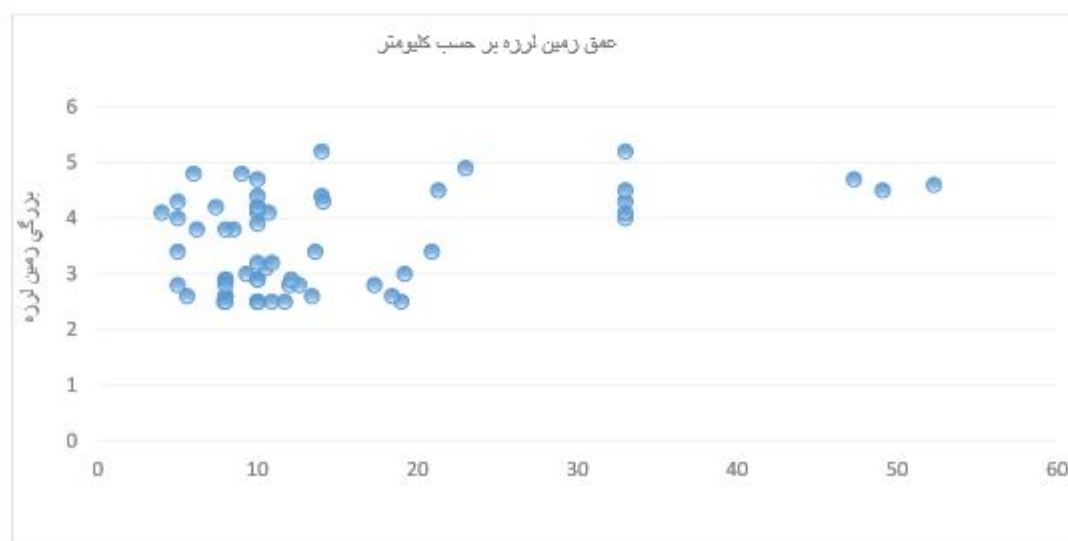
جدول ۱. اطلاعات مدل طراحی شده برای پیش‌بینی بزرگای

نوع مدل شبکه عصبی مصنوعی	نورون ورودی	نورون لایه پنهان	نورون خروجی	تعداد تکرار	نوع خطای توقف	تایم یادگیری	نوع تابع فعال‌سازی	تعداد داده‌های ورودی	نوع داده‌های یادگیری	نوع داده‌های تست
پرسپترون چندلایه	۵	۳	۱	۵۰۰	۰/۰۰۱	۱۰ دقیقه	سیگموئید	۲۰۸۵	۱۳۰۰	۷۸۵

میان و یک نورون خروجی با دقت ۹۸/۲ درصد ایجاد شد که نمایانگر این است که مدل طراحی شده دارای دقت بالایی در پردازش داده‌ها برای پیش‌بینی بزرگای زمین‌لرزه بوده است و نتایج باتوجه به دقت اولیه دارای اعتبار بالایی است (تصاویر شماره ۱۲ و شماره ۱۳).

شبکه عصبی پرسپترون چندلایه جهت طراحی نیازمند سه دسته داده آموزشی، آزمایشی و صحت‌سنجی است. داده‌های آموزشی به منظور پیدا کردن رابطه بین ورودی‌ها و خروجی‌های مشاهده شده توسط مدل استفاده می‌شوند. باتوجه به تصویر شماره ۱۴ و جدول شماره ۲، نتایج نشان‌دهنده این است که مدل پرسپترون چندلایه، بیشترین ارزش تأثیرگذاری را به ترتیب برای لایه‌های بزرگای زمین‌لرزه با مقدار ۰/۸۳، فاصله از گسل ۰/۵۸، عمق کانونی ۰/۴۲، همچنین کمترین ارزش تأثیرگذاری را نیز برای عامل نقاط لرزه‌خیز با مقدار ۰/۲۵ و عامل طول گسل ۰/۱۸ اختصاص داده است. تخصیص مقادیر نهایی توسط مدل صورت می‌گیرد و برای هر متغیر یک عدد اختصاص داده می‌شود و کاربر هیچ نوع دخالتی در تعیین مقادیر خروجی ندارد، اما هرچه ورودی دارای کیفیت و دقت و فراوانی بالایی باشد نتایج نهایی در مورد تخصیص وزن‌ها نیز دارای کیفیت و دقت بالاتری خواهد شد. همچنین نتایج اصلی پیش‌بینی بزرگای زمین‌لرزه نشان‌دهنده این است که رخداد زمین‌لرزه با بزرگای ۱ تا ۳ ریشتر در منطقه با مجموع ۷۰ درصد دارای احتمال بیشتری است.

همچنین پیش‌بینی وقوع زمین‌لرزه با بزرگای ۴ تا ۶ ریشتر با ۲۶ درصد احتمال متوسطی دارد. اما پیش‌بینی زمین‌لرزه‌هایی با بزرگای ۷ تا ۱۰ ریشتر توسط مدل پرسپترون چندلایه با مجموع ۴ درصد دارای احتمال خیلی پایینی است. نتایج به دست آمده پیش‌بینی بزرگای زمین‌لرزه در بازه ۳۰ ساله برای بخش شاهرود مدل‌سازی و اجرا شده است (تصویر شماره ۱۵). گرچه بازه ۳۰ ساله در پیش‌بینی بزرگای زمین‌لرزه‌ها عدد کوچکی است، اما باتوجه به موجودیت داده‌ها و نتایج به دست آمده می‌تواند یک دید کلی در مورد پیش‌بینی بزرگای زمین‌لرزه در منطقه ارائه دهد. همچنین یکی از مزیت‌های شبکه عصبی پرسپترون چندلایه این است که برای پیش‌بینی و طبقه‌بندی داده‌هایی که بخش از آن‌ها به هر علتی در دسترس نیست یا جمع‌آوری آن‌ها دشوار است، کاربرد دارد. به این علت شبکه عصبی پرسپترون چندلایه و سایر مدل‌های هوش مصنوعی و یادگیری ماشینی در سال‌های اخیر برای پیش‌بینی عوامل مختلف مورد استفاده قرار گرفته‌اند. در این پژوهش نیز به‌خاطر رخ ندادن زمین‌لرزه‌ها با بزرگای بالای ۶ ریشتر در بازه ۳۰ ساله، قسمتی از داده‌های بخش بزرگای زمین‌لرزه مجهول بوده و وارد مدل شبکه عصبی پرسپترون چندلایه شده است. نکته مهم در رابطه با پیش‌بینی بزرگای زمین‌لرزه این است که اگر در رابطه با پیش‌بینی از یک گروه داده برای ورودی استفاده شود، نتایج آن قابل‌استناد نخواهد بود. اما در این پژوهش از داده‌های مختلفی برای پیش‌بینی استفاده



تصویر ۱۱. نمودار عمق زمین‌لرزه‌ها و بزرگای آن در بازه ۳۰ ساله

جدول ۲. درصد پیش‌بینی بزرگای زمین‌لرزه توسط مدل پرسپترون چندلایه

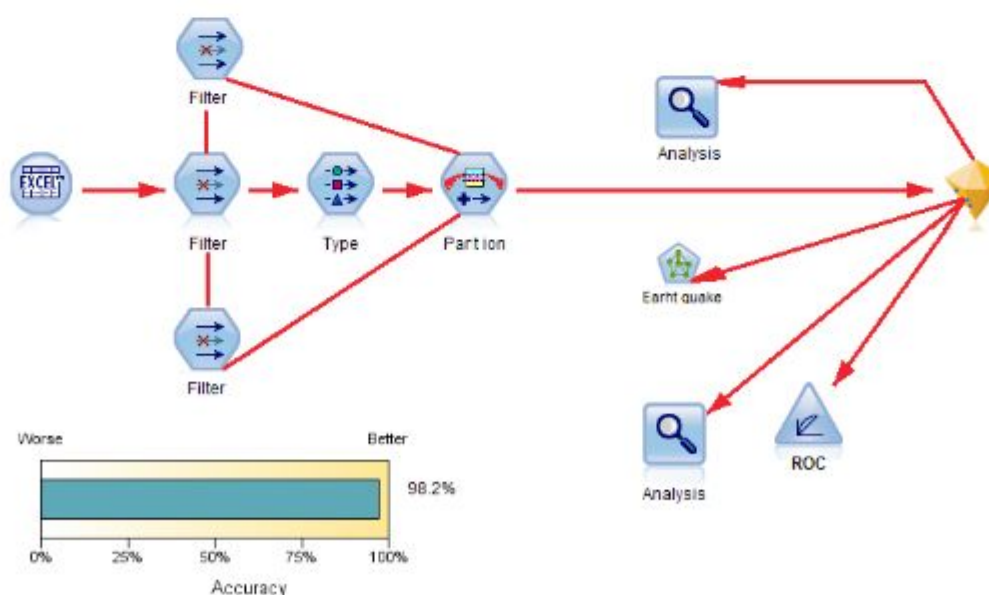
پیش‌بینی بزرگای زمین‌لرزه	درصد وقوع
۱	۸۵
۲	۷۶
۳	۷۳
۴	۶۳
۵	۲۱
۶	۷
۷	۴
۸	۰/۰۰۱
۹	۰/۰۰۰۱
۱۰	۰/۰۰۰۰۱

اعتبارسنجی مدل پرسپترون چندلایه

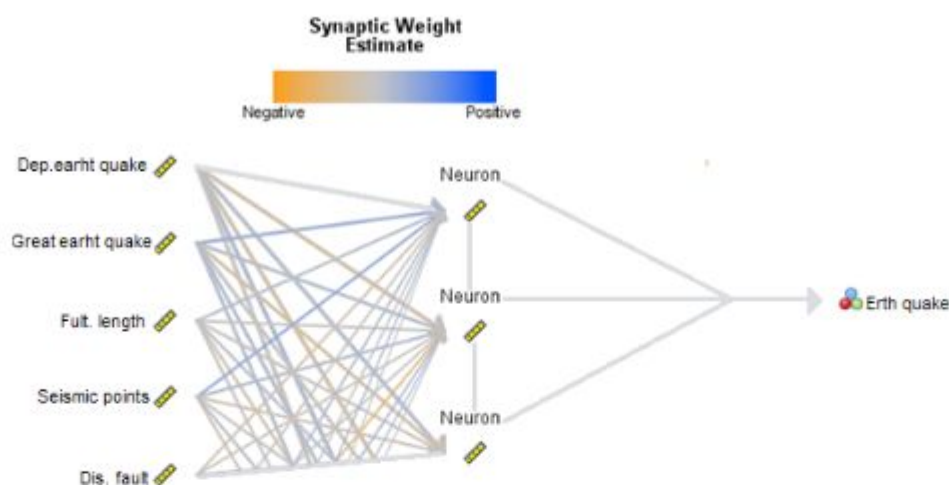
برای اعتبارسنجی داده‌ها و نقشه پهنه‌بندی خطر زمین‌لغزش از منحنی مشخصه عملکرد گیرنده^۹ در رابطه با خروجی داده‌ها استفاده شد. این منحنی یادشده، هم برای داده‌های آموزشی اجرا شده و هم برای داده‌های تست شبکه. برای اعتبارسنجی یک مدل در وهله اول باید مرحله آموزش و اعتبارسنجی انجام شود تا میزان ارزش بخش آموزشی معلوم شود. مدلی که در

شده است که با تشکیل ماتریس و مقایسه برای محاسبه وزن نهایی پارامترهای شبکه استفاده شده و نتایج نهایی ایجاد شده است. بنابراین نتایج نهایی وابسته به کل ورودی مدل است و هرچه دسته‌های ورودی بیشتر باشد و برای پیش‌بینی یک متغیر از عوامل مختلف استفاده شود، دقت خروجی مدل نیز افزایش خواهد یافت که در این پژوهش از ۵ عامل برای مدل‌سازی و پیش‌بینی بزرگای زمین‌لرزه استفاده شده است.

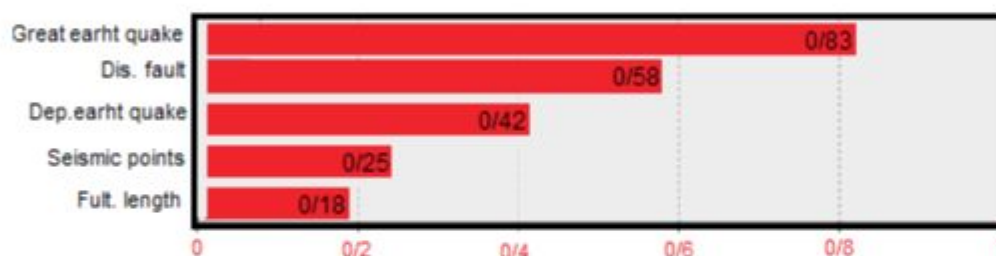
9. Receiver Operating Characteristic (ROC)



تصویر ۱۲. مدل طراحی‌شده پرسپترون چندلایه در SPSS MODELER



تصویر ۱۳. ساختار مدل طراحی شده برای پیش‌بینی بزرگای زمین‌لرزه



تصویر ۱۴. نمودار تأثیرگذاری عوامل ورودی در پیش‌بینی بزرگای زمین‌لرزه

در این نمودار، منحنی آبی به سمت چپ مایل شده و به سمت بالا روانه شده که این حالت هم نمایانگر اعتبار بالای مدل در بخش آموزش است. بنابراین آموزش صحیح مدل سبب شده نتایج خروجی در بخش تست نیز اعتبار بالا را نشان دهند. بخش آموزش دارای تفاوت اندکی است و ناحیه زیر منحنی^{۱۰} عدد ۰/۹۱۱ در بخش آموزش و ۰/۹۳۴ در بخش تست شبکه را نشان می‌دهد (جدول شماره ۳) که گویای این است که مدل هم در بخش آموزش و هم در بخش تست دارای اعتبار بالایی بوده و در رتبه عالی قرار گرفته و نتایج خروجی آن قابل اعتماد است.

بحث

باتوجه به عملکرد مدل پرسپترون چندلایه در خصوص پیش‌بینی و تخمین بزرگای زمین‌لرزه در بخش شاهرود، نتایج نشان داد در مرحله اولیه، پیش‌بینی مدل بیشترین ارزش تأثیرگذاری را در خصوص بزرگای زمین‌لرزه به عوامل بزرگای زمین‌لرزه‌های رخ داده با مقدار ۰/۸۳ درصد و برای لایه فاصله از گسل و عمق کانونی زمین‌لرزه‌های رخ داده به ترتیب با مقدار ۰/۵۸ و ۰/۴۲ درصد و کمترین ارزش تأثیرگذاری را به عامل نقاط لرزه‌خیز با مقدار ۰/۲۵ درصد و برای عامل طول گسل با مقدار ۰/۱۸ درصد اختصاص

بخش آموزش دارای اعتبار پایینی باشد عموماً در مرحله نهایی نیز دارای داده‌های با دقت کمتر خواهد بود (وهاب‌زاده، ۱۴۰۲). همچنین اعتبارسنجی بخش تست شبکه نیز به‌عنوان بخش نهایی در اعتبارسنجی شناخته می‌شود. برحسب نوع و میزان آموزش کیفیت داده‌های خروجی نیز متغیر است. همچنین در بخش تست شبکه نمی‌توان از مقادیر سلولی مناطق خطر ریزش استفاده کرد. بنابراین در بخش طراحی مدل، داده‌ها به ۷۰ درصد آموزش و ۳۰ درصد تست شبکه تقسیم شدند؛ به مثال ساده، نرم‌افزار در مرحله مدل‌سازی ۳۰ درصد مقادیر سلولی مناطق ریزشی را نگهداشته و آن را با داده‌های آموزشی ترکیب نمی‌کند و در آخر برای تست شبکه از همین داده‌های ۳۰ درصد استفاده می‌شود. نرم‌افزار به‌صورت خودکار با عمل مقایسه داده‌های خروجی و داده‌های ۳۰ درصد از طریق نمودار اعتبار نتیجه خروجی را نمایش می‌دهد (وهاب‌زاده، ۱۴۰۲).

باتوجه به منحنی تصویر شماره ۱۶ که در بخش اول مربوط به قسمت آموزش مدل MLP است، میزان اعتبار نشان‌دهنده این است که مدل به‌خوبی آموزش دیده و پیش‌بینی آن در خصوص بزرگای زمین‌لرزه در آینده قابل اعتماد است. معیار این منحنی به‌گونه‌ای است که خطوط رسم‌شده هرچه دارای فاصله بیشتری از منحنی قرمز اصلی باشد دارای اعتبار بالاتری است. همچنین

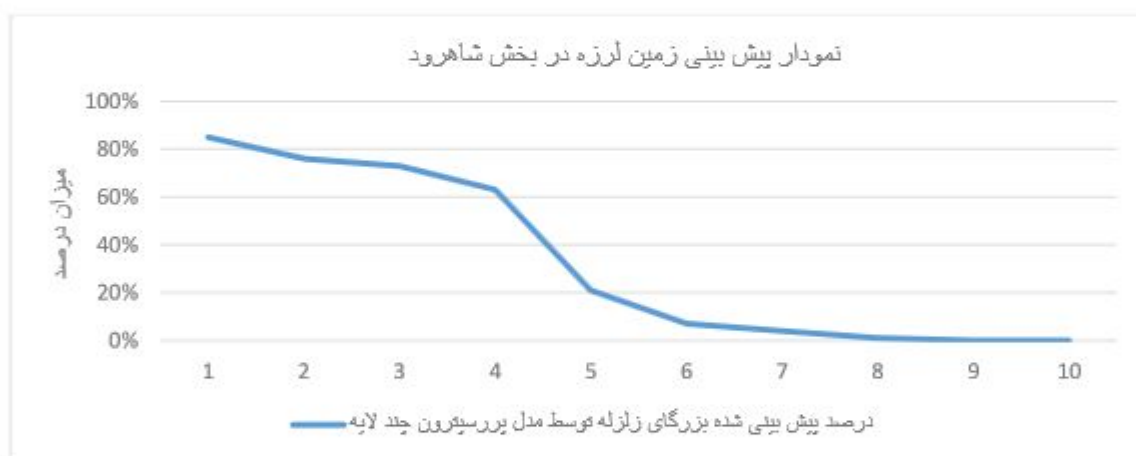
10. Area under the curve (AUC)

جدول ۳. مقادیر ناحیه زیر منحنی (AUC)

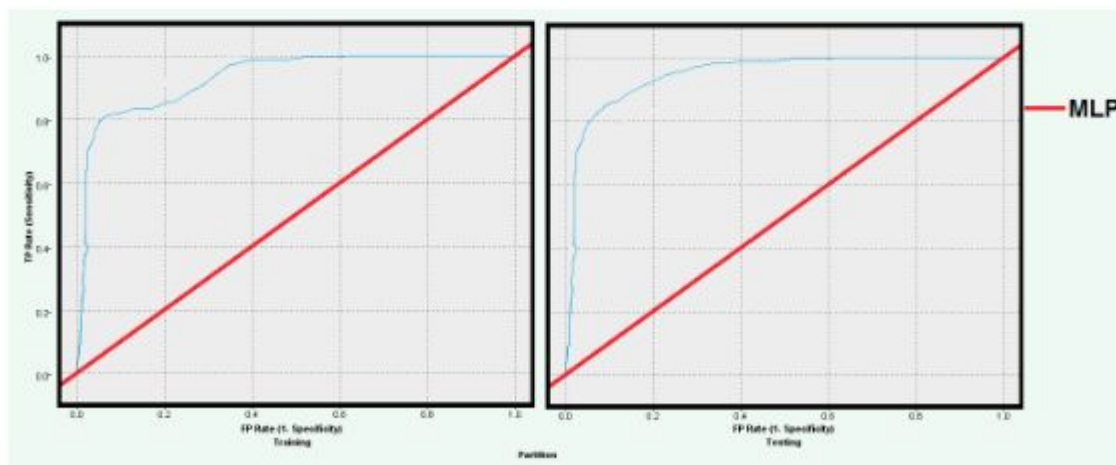
تقسیم‌بندی	تست	آموزش
مدل	aus	aus
زمین‌لرزه	۰/۹۳۴	۰/۹۱۱

نورون ورودی، ۳ نورون میانه و یک نورون خروجی طراحی شده است و نتایج نهایی مدل بعد از آموزش و سنجش میزان اعتبار آن نشان داده که زمین‌لرزه‌ها با شدت و بزرگای ۱ تا ۳ ریشتر احتمال وقوع خیلی زیادی دارند و امکان رخداد آن‌ها در مناطق گسله به‌ویژه گسل کلور خیلی بالاست. گرچه زمین‌لرزه‌هایی با این شدت و قدرت در رتبه کم‌خطر طبقه‌بندی می‌شوند اما رخداد آن‌ها در عمق‌های کم و نزدیک به مناطق مسکونی که به‌لحاظ ساخت کیفیت پایین دارند می‌تواند خسارات جانی و مالی زیادی ایجاد کند. همچنین زمین‌لرزه‌هایی با بزرگای ۴ تا ۶ ریشتر با ۲۶ درصد، احتمال وقوع متوسطی دارند. رخداد این زمین‌لرزه‌ها با قدرت و

داده است. در پروسه پیش‌بینی و تخمین بزرگای زمین‌لرزه، داده‌های مهم لرزه‌نگاری بسیار مهم هستند؛ چراکه با بررسی و ارزیابی آن‌ها می‌توان روابط معنی‌داری را در خصوص عوامل مختلف کشف کرد. رخداد متوالی زمین‌لرزه‌ها در ناحیه شرقی بخش شاهرود که بیشتر از ۷۰ درصد آن‌ها در عمق ۱۰ تا ۲۰ کیلومتری و با بزرگای ۱ تا ۳ ریشتر بوده، نشان‌دهنده فعال بودن گسل کلور است. همچنین با بررسی سایر نقاط لرزه‌خیز در داخل منطقه معلوم شده که ۷۰ درصد نقاط در نزدیک گسل‌ها اتفاق افتاده و با فعالیت جنبشی گسل‌ها ارتباط معنی‌داری دارند. مدل طراحی‌شده در رابطه با پیش‌بینی و تخمین بزرگای زمین‌لرزه با ۵



تصویر ۱۵. نمودار پیش‌بینی بزرگای زمین‌لرزه



تصویر ۱۶. نمودار مربوط به اعتبارسنجی ROC



معیار این منحنی به گونه است که خطوط رسم شده هرچه دارای فاصله بیشتری از منحنی قرمز اصلی باشد، دارای اعتبار بالایی است همچنین در نمودار بالا منحنی آبی به سمت چپ مایل شده و به سمت بالا روانه شده که این حالت هم نمایانگر اعتبار بالایی مدل در بخش آموزش است. بنابراین آموزش صحیح مدل سبب شده نتایج خروجی در بخش تست نیز اعتبار بالا را نشان دهند. بخش آموزش دارای تفاوت اندکی است و مقدار AUC عدد ۰/۹۱۱ در بخش آموزش و ۰/۹۳۴ در بخش تست شبکه را نمایش می دهد (جدول شماره ۳) که گویای این است که مدل هم در بخش آموزش و هم در بخش تست دارای اعتبار بالایی بوده و در رتبه عالی قرار گرفته و نتایج خروجی آن قابل اعتماد است.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در این مقاله تمام اصول اخلاق پژوهش رعایت شده است.

حامی مالی

این پژوهش هیچ گونه کمک مالی از سازمانی های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده سازی این مقاله مشارکت داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از مراکزی چون مرکز لرزه نگاری کشوری و مؤسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران که در جهت انجام این پژوهش با ارائه داده ها و اطلاعات مهم ما را یاری کردند، تشکر و قدردانی می شود.

شدت تعریف شده می تواند خسارات زیادی را در منطقه ایجاد کند. همچنین زمین لرزه هایی با قدرت و شدت بالا در حد ۷ تا ۱۰ ریشتر قدرت تخریبی خیلی بالایی دارند و احتمال وقوع آن ها در منطقه به قدرت ۴ درصد است که نشان دهنده این است که احتمال وقوع آن ها پایین است. براساس آمارها و سوابق زمین لرزه ها در منطقه نیز وقوع این مدل زمین لرزه ها در فواصل زمانی بلندی اتفاق افتاده، اما درصد وقوع زمین لرزه هایی با شدت و قدرت خیلی بالا با بزرگای ۸ تا ۱۰ ریشتر در منطقه به شدت پایین است و درصد پیش بینی مدل نیز نزدیک به صفر است که بر درصد احتمال خیلی پایین این مدل زمین لرزه دلالت دارد. مدل های مبتنی بر هوش مصنوعی که توانایی یادگیری توابع و پارامترهای مختلف را دارند، ابزار مهمی در رابطه با حل مسائل پیچیده شناخته می شوند. مدل پرسپترون چندلایه که به علت الگوبرداری از سیستم محاسباتی مغز انسان عملکرد خوبی در این رابطه دارد، عموماً در سطح جهان برای پیش بینی خصوصیات زمین لرزه استفاده می شود. بنابراین استفاده از مدل های هوش مصنوعی به ویژه مدل پرسپترون چندلایه در خصوص پیش بینی بزرگای زمین لرزه می تواند کمک زیادی در رابطه با شناخت الگو و روابط پیچیده مختلف کند.

نتیجه گیری

برای اعتبارسنجی داده ها و نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش از منحنی ROC در رابطه با خروجی داده ها استفاده شده است. این منحنی یاد شده هم برای داده های آموزشی و هم برای داده های تست شبکه اجر شده است. برای اعتبارسنجی یک مدل در وهله اول باید مرحله آموزش و اعتبارسنجی شود تا میزان ارزش بخش آموزشی معلوم شود. مدلی که در بخش آموزش دارای اعتبار پایینی باشد عموماً در مرحله نهایی نیز داده ها دارای دقت کمتری خواهد بود (وهاب زاده، ۱۴۰۲). همچنین اعتبارسنجی بخش تست شبکه نیز به عنوان بخش نهایی در اعتبارسنجی شناخته می شود. برحسب نوع و میزان آموزش کیفیت داده های خروجی نیز متغیر است. همچنین در بخش تست شبکه نمی توان از مقادیر سلولی مناطق خطر ریزش استفاده کرد. بنابراین در بخش طراحی مدل داده ها به ۷۰ درصد آموزش و ۳۰ درصد تست شبکه تقسیم شده است. به مثال ساده نرم افزار در مرحله مدل سازی ۳۰ درصد مقادیر سلولی مناطق ریزشی را نگهداشت و آن را با داده های آموزشی ترکیب نمی کند و در آخر برای تست شبکه از همین داده های ۳۰ درصد استفاده می شود. نرم افزار به صورت خودکار با عمل مقایسه داده های خروجی و داده های ۳۰ درصد از طریق نمودار اعتبار نتیجه خروجی را نمایش می دهد (وهاب زاده، ۱۴۰۲). باتوجه به منحنی (تصویر شماره ۸)، در بخش اول مربوط به قسمت آموزش مدل MLP است، میزان اعتبار نشان دهنده این است که مدل به خوبی آموزش دیده و پیش بینی آن در خصوص بزرگای زمین لرزه در آینده قابل اعتماد است.

References

- Arjomand, M. A., Mahmoudi, J., Rezaei, M., & Mohammadi, M. H. (2016). [The earthquake magnitude prediction using multilayer perceptron neural network (Persian)]. *Modares Civil Engineering Journal*, 16(4), 1-8. [\[Link\]](#)
- Ahmadi Namin, M., & Kazemian, A. (2023). [Study of the relationship between earthquakes and weather in recent earthquakes in Iran (Persian)]. *Bulletin of Earthquake Science and Engineering*, 10(2), 129-141. [\[DOI:10.48303/bese.2022.553375.1075\]](#)
- Berberian, M., & King, G. C. P. (1981). Towards a paleogeography and tectonic evolution of Iran. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 18(2), 210-265. [\[Link\]](#)
- Dana, T., Lelahizade, B., Hemmasi, A., & Aghamohammadi, H. (2020). [Vulnerability assessment of Tehran Municipality District 8 against earthquake (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 10(2), 177-186. [\[Link\]](#)
- Esfandiyari, F., Gafari, A., & Lotfi, K. (2014). [Vulnerability assessment cities near by faults using TOPSIS Method & GIS: A Case Study of Ardabil (Persian)]. *Journal of Natural Environmental Hazards*, 3(4), 17-33. [\[DOI:10.22111/jneh.2014.2466\]](#)
- Esfandiari, F., Ghafari Gilande, A., & Lotfi, Kh. (2018). [Investigating the seismic power of faults and estimating human casualties caused by earthquakes in urban areas, a case study: (Ardabil city)(Persian)]. *Quantitative Geomorphological Research*, 2(4), 17-36. [\[Link\]](#)
- Gandomi, M., Dolatshahi, Pirooz, M., Varjavand, I., & Nikoo, M. R. (2019). [Application of multilayer perceptron neural network and support vector machine for modeling the hydrodynamic behavior of permeable breakwaters with Porous Core (Persian)]. *Marine Engineering*, 15(29), 167-179. [\[Link\]](#)
- Gholami, H., & Shokohi Bidhandi, M. S. (2023). [Relative evaluation of the vulnerability of urban areas of Khorramabad in terms of earthquakes using hierarchical analysis method (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 12(4), 481-499. [\[Link\]](#)
- Hayati, S., Gholami, Y., Esmaeili, A., & Razavinejad, M. (2017). [Predicting the location of a possible earthquake in Khorasan Razavi Province by Using Artificial Neural Network (Persian)]. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 5(4), 1-19. [\[DOI:10.22067/geo.v5i4.47594\]](#)
- Heidarimozaffar, M., & TajBakhshian, M. (2022). [Zoning the vulnerability of Nahavand Settlements to Earthquakes (Persian)]. *Journal of Natural Environmental Hazards*, 11(34), 57-78. [\[Link\]](#)
- Khairi, A., Balafar, M., & Zamani, B. (2017). [Prediction of Tabriz fault earthquake using polynomial regression (Persian)]. *Scientific Research Quarterly of Crisis Management*, 10, 77-81. [\[Link\]](#)
- Kazemi, M., Mahood, M., & Zafarani, H. (2021). [Magnitude and epicentral distance estimation from a single seismic record in the Alborz Region (Persian)]. *Bulletin of Earthquake Science and Engineering*, 8(2), 1-7. [\[DOI:10.48303/bese.2021.244102\]](#)
- Khodadadij, Sh., & Porzini, S. (2022). [Seismic zoning of Ardabil city using deterministic risk analysis and fuzzy system(Persian)]. *Modares Civil Engineering Journal*, 22(2), 57-74. [\[Link\]](#)
- Pirizadeh, M., & Pirizadeh, M. (2021). [Artificial intelligence applications in analyzing seismological data (Case study: Precursors data) (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 11(3), 299-309. [\[Link\]](#)
- Soltanpour, H., Zaré, M., Moghimi, E., & Jafarbiglo, M. (2019). [Earthquake risk assessment in northwestern Tehran using Analytical Hierarchy process (AHP), case study: 22nd District (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 8(4), 373-386. [\[Link\]](#)
- Al Banna, H., Abu Taher, K., Shamim Kaiser, M., Mufti, M., Sazadur, R., & Sanwar, H., et al. (2020). Application of artificial intelligence in predicting earthquakes: State-of-the-art and future challenges. *IEEE Access*, 8, 192880 - 192923. [\[DOI:10.1109/ACCESS.2020.3029859\]](#)
- Almaghrabi, M., & Chetty, G. (2020). Improving sentiment analysis in Arabic and English languages by using Multi-Layer Perceptron Model (MLP). Paper presented at: 2020 IEEE 7th International Conference on Data Science and Advanced Analytics (DSAA), Sydney, NSW, Australia, 06-09 October 2020. [\[DOI:10.1109/DSAA49011.2020.00095\]](#)
- Apriani, M., Wijaya, S. K., & Daryono. (2021). Earthquake magnitude estimation based on machine learning: Application to earthquake early warning system. Paper presented at: Journal of Physics: Conference Series, Volume 1951, International Symposium on Physics and Applications (ISPA 2020), Surabaya, Indonesia, 17-18 December 2020. [\[DOI:10.1088/1742-6596/1951/1/012057\]](#)
- Bhatia, M., Ahangar, T. A., & Manocha, A. (2023). Artificial intelligence based real-time earthquake prediction. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 120, 105856. [\[DOI:10.1016/j.engappai.2023.105856\]](#)
- Feng, B., & Fox, G. C. (2020). Spatiotemporal pattern mining for nowcasting extreme earthquakes in Southern California. *arXiv*, 2012.14336. [\[DOI:10.48550/arXiv.2012.14336\]](#)
- Galkina, A., & Grafeeva, N. (2019). Machine learning methods for earthquake prediction: A survey. Paper presented at: The Fourth Conference on Software Engineering and Information Management, Saint Petersburg, Russia, April 2019. [\[Link\]](#)
- Hagan, M. T., Demuth, H. B., Beale, M. H., & Jesús, O. D. (2014). Neural Network Design. Retrieved from: [\[Link\]](#)
- Lee, S., Ryu, J. H., Lee, M. J., & Won, J. S. (2006). The application of artificial neural networks to landslide susceptibility mapping at Janghung, Korea. *Mathematical Geology*, 38(2), 199-220. [\[DOI:10.1007/s11004-005-9012-x\]](#)
- Menhaj, M. (2009). [Fundamentals of neural networks (Persian)]. Tehran: Amirkabir University of Technology.
- Mousavi, M., & Broza, G. (2023). Machine learning in earthquake seismology. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 51(1), 105-129. [\[Link\]](#)
- Ramdhani, Y., Mustofa, H., Topiq, S., Alamsyah, D. P., Setiawan, S., & Susanti, L. (2022). Sentiment analysis Twitter based lexicon and multilayer perceptron Algorithm. Paper presented at: 10th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM), Yogyakarta, Indonesia, 20-21 September 2022. [\[DOI:10.1109/CITSM56380.2022.9936029\]](#)
- Saad, O., Chen, Y., Savvaidis, A., Fomel, S., Jiang, X., & Huang, D., et al. (2023). Earthquake forecasting using big data and artificial intelligence: A 30-week real-time case study in China. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 113(6), 2461-2478. [\[DOI:10.1785/0120230031\]](#)
- Sayarpour, M. (1999). [Landslide risk potential zoning in the south of Khalkhal, Ardabil province (Persian)] [MA thesis]. Tehran: University of Tehran. [\[Link\]](#)



- Vahabzade, M. (2023). [Risk zoning of skirts on Khalkhal road to Shahroud using artificial neural network system (Persian)] [MA thesis]. Ardabil: University of Mohaghegh Ardabili.
- Yan, J., Zeng, S., Tian, B., Cao, Y., Yang, W., & Zhu, F. (2023). Relationship between highway geometric characteristics and accident risk: A Multilayer Perceptron Model (MLP) Approach. *Sustainability*, 15(3), 1893. [DOI:10.3390/su15031893]
- Yazarloo, R., & Baei, A. (2023). [Prediction of induced earthquakes caused by dam construction by artificial neural network (Persian)]. Paper presented at: The First National Conference on New Technologies in Energy Consumption and sustainable Urban Planning in Civil Engineering and Architecture, Golestan, Iran, 10 May 2023. [Link]

This Page Intentionally Left Blank



Research Paper

Relationship of Work Safety Climate With Organizational Cynicism and Career Resilience of Firefighters



Afrasiab Kheirdast¹, Esmail Sadri Demirchi², *Amin Padash³, Eslam Ali khodabandehlou⁴, Zahra Mohammadi Jahdi⁵

1. Department of Environmental Management, Faculty of Marine Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2. Department of Counseling, Faculty of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

3. Center for Climate Change and Health Research (CCCHR), Dezfoul University of Medical Sciences, Dezfoul, Iran.

4. Department of Environmental Management, Faculty of Natural Resources and Environment, Research Sciences Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

5. Department of Knowledge and Information Science, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran.



Citation Kheirdast, A., Sadri Demirchi, E., Padash, A., khodabandehlou, E.A., & Mohammadi Jahdi, Z. (2024). [Relationship of Work Safety Climate With Organizational Cynicism and Career Resilience of Firefighters (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 14(2):178-191. <https://doi.org/10.32598/DMKP.14.2.826.1>

doi <https://doi.org/10.32598/DMKP.14.2.826.1>

ABSTRACT

Background and objective Work safety and organizational cynicism can affect career resilience. The current study aims to predict the career resilience of firefighters based on the work safety climate and organizational cynicism.

Method This is a correlational study using the structural equation modeling (SEM) approach. Participants were 300 people selected randomly from the personnel of 16 fire stations in Tehran and from among firefighters working in the Tehran Fire Department. We used three questionnaires, including the organizational cynicism scale, the Nordic safety climate questionnaire, and Morgan Lyon's career resilience scale. Data were analyzed using SEM and regression analysis in AMOS software, version 24.

Results The findings indicated a significant correlation between work safety climate, career resilience, and organizational cynicism. The value of the maximum likelihood estimation statistic for the resulting SEM model was 4673.97 ($P < 0.05$), confirming the SEM model's suitability. The results of analysis of variance showed that the work safety climate among firefighters was significantly different based on age, education level, and work experience.

Conclusion The work safety climate among the firefighters in Tehran is not favorable. The lack of attention to firefighters' perceptions of safety issues and the lack of attention to their livelihood and job promotion can create organizational cynicism among the personnel. There is a significant positive correlation between work safety climate and career resilience among firefighters. Thus, with the improvement of work safety conditions, the resilience of firefighters can be increased. Organizational cynicism has a negative relationship with the career resilience of firefighters.

Keywords Career resilience, Work safety climate, Occupational accidents Organizational cynicism, Firefighters

Article Info:

Received: 26 Feb 2024

Accepted: 18 May 2024

Available Online: 01 Jul 2024

* Corresponding Author:

Amin Padash, PhD.

Address: Center for Climate Change and Health Research (CCCHR), Dezfoul University of Medical Sciences, Dezfoul, Iran.

Tel: +98 (21) 66413155

E-mail: aminpadash@gmail.com



Copyright © 2024 The Author(s).

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

Extended Abstract

Introduction

Firefighting is one of the most dangerous jobs. Various factors can harm firefighters including the sound of fire alarm, the stress of driving and traffic, the stress of answering the call, the sound of sirens and loudspeakers, the products of fire such as smoke and toxic gases, heat, contact or absorption of chemicals through the skin, physical injuries in operations, types of radiation, witnessing heart-wrenching scenes, complications from explosions, ergonomics of devices, equipment and machines, and transportation of heavy equipment. This study aims to investigate the career resilience of firefighters in Iran based on work safety climate, occupational accidents, and organizational cynicism. The first hypothesis is that organizational cynicism has a significant relationship with the career resilience of firefighters. The second hypothesis is that the work safety climate is significantly related to the career resilience of firefighters.

Methods

This study uses the structural equation modeling (SEM) approach. Participants were 300 firefighters who were selected from 16 fire stations in Tehran, district 7. We used 3 questionnaires, including the organizational cynicism scale with 17 items, the Nordic safety climate questionnaire with 50 items, and Morgan Lyon's Career Resilience Scale with 25 items. The reliability of the questionnaires in our study calculated by Cronbach's α for these questionnaires were 0.87, 0.55, and 0.85, respectively. After collecting data, the correlation between the hidden variables related to the scales, including work safety, career resilience and organizational cynicism, were calculated. AMOS software, version 24, was used to design SEM models.

Results

The findings of regression analysis showed that among the domains of work safety climate, lack of attention to workers' perceptions of safety issues had the highest significant negative effect (-0.779 , $P < 0.05$) on work safety, followed by lack of attention to the safety of co-workers at work (-0.746) and lack of care for each other's safety (-0.705). On the other hand, workers' helping each other to work safely (0.683) and the manager's attention to the perceptions of workers involved in operations (0.681) were the most important factors in the work safety enhancement. The most important factors in increasing career resilience included updating work-

ers' skills according to standards (0.740), seeking to learn the specified items related to work (0.737) and identifying the future career path by studying or attending specialized courses (0.732). The most important factors in the exacerbation of organizational cynicism included feeling sad (0.853) and anxious (0.849) when thinking of the organization and existence of gap between words and actions (0.774). The likelihood estimation value for the SEM model was 4673.97, which was significant ($P < 0.05$). The analysis of variance results showed that the work safety climate between firefighters was significantly different based on age, level of education, and work experience.

Conclusion

Factors such as discrimination for punishment or reward, failure to implement the sentences on time, differences in policies and goals, and the gap between words and actions in managers caused organizational cynicism among firefighters, which had a direct impact on reducing their career resilience. Due to the inherent risk-taking trait in firefighting job, the work safety climate items had the most impact on the resilience of firefighters. Managers' lack of attention to safety issues and lack of care for the livelihoods and job promotion of firefighters had caused organizational cynicism among the firefighters. The necessity of teamwork in operations increases the work safety of firefighters.

According to the results, the work safety climate is not desirable among firefighters in Tehran, Iran. Among the study domains, lack of attention to firefighters' perceptions of safety issues by managers and firefighters' lack of attention to each other's safety issues had the lowest scores. In other domains, the status was relatively acceptable. The gap between words and actions in the organization had led to feelings of upset and anger among firefighters. Overall, it can be concluded that in addition to individual variables such as individual and environmental safety, other variables, such as managerial performance, affect the formation of work safety climate in firefighters. If the facilities are provided, attention is paid to firefighters' opinions, and their educational conditions are promoted, it will improve the situation and satisfaction of the firefighters. According to the results, there is a positive correlation between work safety climate and career resilience, indicating that by improving the safety conditions of the work, the resilience of firefighters increases, or vice versa. Organizational cynicism has a negative relationship with the career resilience of firefighters, indicating that organizational cynicism can reduce the resilience of firefighters. On the contrary, the improvement of resilience and its effective factors can reduce organizational cynicism among firefighters.



Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

The present research was conducted with the informed consent of the participants, as well as compliance with all ethical principles and the principle of confidentiality.

Funding

This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' contributions

Methodology and Conclusions: Esmaeil Sadri Demirchi; Data analysis, Genealogical method, and Research background: Afrasiab Kheirdast; Preparing the introduction, Analyzing the results and findings: Amin Padash; Working method, discussion and conclusion: Eslam Ali khodabandehlou; Technical editing and typesetting: Zahra Mohammadi Jahdi.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgements

We would like to thank all professors and respected colleagues in universities and Tehran fire department who answered the research questions.



مقاله پژوهشی

بررسی عوامل مؤثر بر تاب‌آوری شغلی آتش‌نشانان تهران براساس جو ایمنی کار، حوادث شغلی و بدبینی سازمانی

افراسیاب خیردست^۱، اسماعیل صدری دمیرچی^۲، امین پاداش^۳، اسلام‌علی خداپندهلو^۴، زهرا محمدی جاهدی^۵

۱. گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده علوم و فنون دریایی، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲. گروه مشاوره، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۳. مرکز تحقیقات تغییر اقلیم و سلامت، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی دزفول، دزفول، ایران.

۴. گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۵. گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

Use your device to scan
and read the article online



Citation: Kheirdast, A., Sadri Demirchi, E., Padash, A., khodabandehlou, EA., & Mohammadi Jahdi, Z. (2024). [Relationship of Work Safety Climate With Organizational Cynicism and Career Resilience of Firefighters (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 14(2):178-191. <https://doi.org/10.32598/DMKP.14.2.826.1>

doi: <https://doi.org/10.32598/DMKP.14.2.826.1>

چکیده

زمینه و هدف: سه عامل ایمنی، حادثه و بدبینی در تاب‌آوری شغلی تأثیر دارند. هدف پژوهش حاضر، پیش‌بینی تاب‌آوری شغلی آتش‌نشانان براساس جو ایمنی کار، حوادث شغلی و بدبینی سازمانی است که در بین پرسنل سازمان آتش‌نشانی تهران انجام شده است.

روش: پژوهش حاضر به روش همبستگی بین متغیرها با استفاده از مدل معادلات ساختاری و با نرم‌افزار AMOS نسخه ۲۴ به روش رگرسیونی انجام شده است. جامعه آماری از بین ۱۶ ایستگاه و ۳۰۰ آتش‌نشان شاغل در سازمان آتش‌نشانی تهران و از مرتبه‌های شغلی مختلف به صورت تصادفی ساده انتخاب شد. پایایی پرسش‌نامه‌ها توسط ضریب آلفای کرونباخ برای پرسش‌نامه بدبینی سازمانی، ایمنی کار نودریک و تاب‌آوری شغلی مورگان لیون به ترتیب ۰/۸۷، ۰/۸۵ و ۰/۸۵ به دست آمد. روایی پرسش‌نامه با استفاده از طیف لیکرت پنج‌نقطه‌ای مورد تأیید خبرگان در سازمان آتش‌نشانی تهران قرار گرفت. مطالعات گوناگونی پیرامون ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های تاب‌آوری صورت گرفته است، اما در زمینه تاب‌آوری شغلی آتش‌نشانان از نظر مؤلفه‌های جو ایمنی کار، حوادث شغلی و بدبینی سازمانی تحقیقاتی صورت نگرفته است، بنابراین پژوهش حاضر از این منظر دارای نوآوری است.

یافته‌ها: یافته‌ها حاکی از همبستگی بین جو ایمنی کار، حوادث شغلی و بدبینی سازمانی است. مقدار آماره محاسبه شده و در دست‌نمایی بیشینه برای مدل ساختاری مشخص شد و حاصل ۴۶۷۳/۹۷ به دست آمد، این نتیجه دارای توزیع کای مربع است که مقدار معنی‌داری آن (P<۰/۰۵) مناسب بودن مدل ساختاری را تأیید می‌کند.

نتیجه‌گیری: طبق نتایج، بین دو مقیاس ایمنی کار و تاب‌آوری، همبستگی مثبتی وجود دارد و بیانگر آن است که با بهبود شرایط ایمنی کار، تاب‌آوری پرسنل افزایش می‌یابد و برعکس. اما بدبینی سازمانی ارتباط منفی با تاب‌آوری دارد و اشاعه آن باعث کاهش تاب‌آوری پرسنل شده است. براساس نتایج پژوهش، وضعیت جو ایمنی در بین آتش‌نشانان مطلوب نیست و عدم توجه به مسائل ایمنی و تصمیمات اتخاذشده در این زمینه و بی‌توجهی به معیشت و ارتقای پست آنان باعث بدبینی سازمان در بین پرسنل شده است. آزمون تحلیل واریانس حاصل از این پژوهش نشان داد جو ایمنی کار در بین آتش‌نشانان با گروه سنی، سطوح تحصیلات و تجربه آنان ارتباط معنی‌داری دارد.

کلیدواژه‌ها: تاب‌آوری، جو ایمنی کار، حوادث شغلی، بدبینی، آتش‌نشانان

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۰۷ اسفند ۱۴۰۲

تاریخ پذیرش: ۲۹ اردیبهشت ۱۴۰۳

تاریخ انتشار: ۱۱ تیر ۱۴۰۳

* نویسنده مسئول:

دکتر امین پاداش

نشانی: دزفول، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی دزفول، مرکز تحقیقات تغییر اقلیم و سلامت.

تلفن: +۹۸ (۲۱) ۶۶۴۱۳۱۵۵

پست الکترونیکی: aminpadash@gmail.com



Copyright © 2024 The Author(s).

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.



مقدمه

در سال ۲۰۰۴ تعداد مرگ آتش‌نشانان در حین عملیات را ۹۱ نفر گزارش داد و با وجود پیشرفت‌های تکنولوژیکی، وسایل حفاظت فردی، اقدامات مهندسی، مدیریت محیط، مراقبت‌های پزشکی و قوانین ایمنی این تعداد مرگ، در ۲۵ سال گذشته کاهش پیدا نکرده است. همچنین عنوان شده است که نرخ آسیب‌های شغلی در بین آتش‌نشانان ۲ تا ۳ برابر سایر نیروهای کاری و عملیاتی است (امیدی و همکاران، ۱۴۰۰).

دو عامل مهم که در جو ایمنی تأثیر بسیاری دارند عبارتند از: نوع نگرش سازمانی به فرهنگ ایمنی و درک درست از ایمنی که با میزان وقوع حوادث در ارتباط است. بنابراین می‌توان گفت با بالا رفتن جو ایمنی در بین آتش‌نشانان، میزان در معرض حادثه قرار گرفتن آنان کاهش می‌یابد. فرهنگ ایمنی و به تبعیت از آن، جو ایمنی مانند سایر خصوصیات روانی و اجتماعی افراد، رابطه مستقیم با رفتار آنان دارد که در نهایت باعث رضایت شغلی یا عدم رضایت خواهد شد. با نگاهی به مهم‌ترین حوادث چندساله اخیر، این گونه به نظر می‌رسد که علاوه بر کشته شدن افراد عادی در حوادث و بدآمدها، آمار مرگ‌ومیر آتش‌نشانان و امدادگران نیز چشم‌گیر است، مانند فاجعه آتش‌سوزی و ریزش ساختمان پلاسکو که ۱۶ آتش‌نشان و ۶ شهروند (مجموعاً ۲۲ نفر) کشته شدند (خان و همکاران، ۲۰۲۲).

جو ایمنی زیرمجموعه‌ای از فرهنگ سازمانی است که رفتارهای ایمنی پرسنل را شکل می‌دهد و آگاهی از این فاکتورهای سازمانی در سیستم مدیریت ایمنی اهمیت دارد. مطالعات متعدد ثابت کرده‌اند که فرهنگ و جو ایمنی خوب، تأثیر مثبتی بر عملکرد ایمنی داشته و نرخ حوادث را کاهش می‌دهد (وئوفی و همکاران، ۱۳۹۹). مخاطرات شغلی با ایجاد آسیب‌های شغلی، بر عملکرد کارکنان تأثیر می‌گذارد و زندگی افراد شاغل در این محیط‌ها را به خطر می‌اندازد. امروزه آشنایی با مخاطرات شغلی مرتبط با کار اهمیت زیادی دارد (سلطانی و همکاران، ۱۳۹۹). آتش‌نشانان به دلیل فعالیت در محیط‌های پرخطر، در معرض استرس‌های گوناگون قرار دارند که این استرس‌ها می‌تواند باعث بروز فرسودگی شغلی شوند و آثار منفی بر کیفیت زندگی آنان بگذارند (کولایی و همکاران، ۱۳۹۷).

صادقی یارندی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی تحت عنوان «مطالعه اثربخشی سبک رهبری سازمانی و جو ایمنی بر وقوع رفتارهای ناپایمن در کارکنان سکویای نفتی» به این نتیجه رسیدند که بین ابعاد ایمنی محیط کار و احتمال چشم‌پوشی از خطا و بروز رفتارهای ناپایمن رابطه معنی‌داری وجود دارد. در بررسی ارزیابی سیستم مدیریت سلامت، ایمنی و محیط‌زیست از دیدگاه مهندسی تاب‌آوری، به کارگیری ابزار و روش در حوزه تاب‌آوری باعث صرفه‌جویی در وقت و هزینه، بهبود شاخص‌های سلامت، ایمنی و محیط‌زیست، افزایش بهره‌وری و توسعه پایدار خواهد شد (محمدی و تیموری، ۱۳۹۹).

آتش‌نشانی یکی از شغل‌های پرخطر است. در این شغل عوامل مختلفی می‌توانند به آتش‌نشانان آسیب‌های زیادی وارد کنند؛ عواملی مانند صدای زنگ حریق، استرس روانی و ترافیک، استرس جوابگویی به بی‌سیم، صدای آژیر و بلندگو و نور چراغ گردان، محصولات حریق مانند دود و گازهای سمی، حرارت، تماس یا جذب مواد شیمیایی از طریق پوست، صدمات فیزیکی در حین عملیات، انواع پرتوها، مشاهده صحنه‌های دلخراش و تآلم‌آور، ترس و دلهره انجام بهینه عملیات، حفظ جان خود و همکاران، عوارض ناشی از وقوع انفجار در صحنه حادثه، ارگونومی وسایل، تجهیزات و ماشین‌آلات، حمل‌ونقل تجهیزات سنگین، انجام خدمت در کارهای شیفتی ۲۴ ساعته. حوادث شغلی یکی از مهم‌ترین مشکلات کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه محسوب می‌شود. این حوادث دارای پیامدهای اقتصادی و اجتماعی نامطلوب زیادی هستند. شغل آتش‌نشانی یکی از خطرناک‌ترین مشاغل جهان به شمار می‌آید. جو ایمنی به‌عنوان یک شاخص عمده کارایی ایمنی و یک پیش‌بینی‌کننده وقوع حوادث شغلی شناخته شده است و شناخت و ارزیابی عوامل تأثیرگذار بر آن به‌خصوص رهبری می‌تواند در کاهش مؤثر وقوع حوادث نقش کمک‌کننده‌ای داشته باشد. جو ایمنی مناسب تأثیر مثبتی بر عملکرد ایمنی داشته و نرخ حوادث را کاهش می‌دهد.

پیشینه تحقیق

آتش‌نشانان براساس ویژگی‌های شغلی در طول خدمت خود در معرض بسیاری از استرس‌ها، صدمات فیزیکی، شیمیایی و غیره قرار می‌گیرند. باتوجه به مطالعات انجام‌شده، آن‌ها ممکن است در هر مأموریتی در معرض عوامل زیان‌آور مختلفی قرار گیرند که سلامتی‌شان را تهدید می‌کند (سونکا - لورنز و رامیرز - گارسیا، ۲۰۲۳). تاب‌آوری جایگزین مناسبی برای رویکردهای سنتی در مدیریت ایمنی است. مدیریت ایمنی سنتی اغلب بر شمارش خطاها و درک اینکه چگونه کارها اشتباه انجام می‌شوند تمرکز دارد (ایفلاویل و همکاران، ۲۰۲۰). تاب‌آوری شغلی شکست‌ها و موفقیت‌ها را دو روی یک سکه می‌داند و این به‌علت نتایج متفاوت در نحوه برخورد مردم و سازمان‌ها با یک محیط پیچیده و کم‌اهمیت با نتایج غیرقابل پیش‌بینی در محیط است. تاب‌آوری بر دفاع، بازبانی، یادگیری و سایر توانایی‌های یک سیستم ایمن تأکید دارد و راه جدیدی برای بهبود مدیریت ایمنی ارائه می‌دهد. این به سازمان‌ها اجازه می‌دهد تا عملکرد خود را قبل، در طول یا بعد از رویدادها تنظیم کنند، در نتیجه عملیات موردنیاز را تحت شرایط مورد انتظار و غیرمنتظره پیش ببرند (ژنگ ژو و همکاران، ۲۰۲۰).

براساس آماری که انجمن ملی حفاظت در برابر آتش اعلام کرده است، فقط در سال ۲۰۰۸ حدود ۸۰/۰۰۰ آتش‌نشان در آمریکا دچار صدمات جدی شده‌اند سازمان آتش‌نشانی این کشور



حد در روز شایع‌ترین علامت اختلالات خواب است. نتایج این پژوهش نشان داد آتش‌نشانان نسبت به افراد عادی ساعت ناکافی خواب، تأخیر در خواب بسیار کوتاه و میزان خواب‌آلودگی بیش از حد بالاتری دارند و این امر باعث ایجاد چاقی شدید شده و آثار مخربی بر سلامت و ایمنی آنان داشته است. یکی از عوامل مؤثر بر نارضایتی شغلی و کاهش جوّ ایمنی کار برای آتش‌نشانان، وجود فشار کاری و استرس بیش از حد است.

تحقیقات اسمیت و همکاران (۲۰۱۹) حاکی از آن است که برخی از عوامل مانند ویژگی‌های جامعه‌شناختی جمعیتی، فشار و استرس کاری و تعارض کاری خانوادگی بر فرسودگی و نارضایتی شغلی مؤثرند. همچنین فرسودگی و نارضایتی شغلی، یک پاسخ روان‌شناختی به استرس مزمن کار بوده که با خستگی عاطفی، از کارافتادگی و کاهش احساس اثربخشی شغلی همراه است. کیم و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که عوامل ریسک در محیط کار و فرسودگی شغلی با هم ارتباط معنی‌داری دارند و عوامل فرعی دیگری مانند چالش‌ها، ابهام در نقش‌ها و تعارض بین آن‌ها و افزایش خستگی نقش بسزایی در نارضایتی و فرسودگی شغلی دارند. کاهش جوّ ایمنی کار و تاب‌آوری باعث آسیب‌هایی از جمله ناراحتی‌های قلبی - عروقی می‌شود. ساوال و همکاران (۲۰۲۱) با بررسی شیوع عوامل خطر قلبی - عروقی در بین آتش‌نشانان فرانسوی به این نتیجه رسیدند که فعالیت آتش‌نشانان خطر حوادث ناگهانی قلبی را افزایش می‌دهد. عواملی چون اضافه‌وزن و چاقی، فشار خون بالا و سیگار کشیدن باعث افزایش ناراحتی‌های قلبی - عروقی می‌شود و این امر تاب‌آوری آن‌ها را کاهش داده و به علت نامطلوب بودن فرایند درمان باعث نارضایتی شغلی می‌شود.

یکی از عوامل مؤثر در افزایش رضایت شغلی آتش‌نشانان، برقراری ارتباط تنگاتنگ آنان با مسئولان و مدیران بالادستی و برقراری گفتمان‌های دوستانه و صمیمی است. در این گفتمان‌ها مسائلی در قالب جلسات کوتاه درباره جوّ ایمنی کار و مسائل مربوط به سلامت و رفاه آنان مطرح می‌شود. ژاکوبسون و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهش خود به این موضوع اشاره کرده و به این نتیجه رسیدند که وجود موانع بهداشتی، سیاسی و تغییر فرهنگ در نگرش مدیریت باعث کاهش گفتمان و در نتیجه افزایش نارضایتی شغلی می‌شود.

یکی از عوامل تأثیرگذار باتوجه به جوّ ایمنی کار در بین آتش‌نشانان، وجود حوادث شیمیایی است که در صورت عدم رعایت بهداشت، بر روی اعصاب و روان و حتی جسم آنان تأثیر می‌گذارد و بلافاصله بعد از اتمام عملیات باید رفع آلودگی صورت پذیرد؛ اما به دلیل نبود امکانات کافی این امر صورت نمی‌گیرد و آثار مواد شیمیایی بر روی تجهیزات حفاظت فردی همچنان باقی می‌ماند و از طریق پوست، تنفس و ترکیب با آب وارد بدن آنان شده و بیماری‌های روحی و روانی ایجاد می‌کند. آتش‌نشانان هنگام ورود

کلاتری و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهشی تحت عنوان «الگویابی معادلات ساختاری حساسیت اضطرابی، نظم‌جویی هیجانی و تاب‌آوری در پدیده‌ای اختلالات افسردگی و استرس پس از سانحه آتش‌نشانان» به این نتیجه رسیدند که متغیرهای تاب‌آوری، حساسیت اضطرابی و نظم‌جویی هیجانی در پیش‌بینی افسردگی و استرس پس از سانحه آتش‌نشانان نقش دارند. تحقیقات موسوی و همکاران (۱۳۹۹) حاکی از آن است که بین استفاده از آموزش و سیستم تشویق و تنبیه با کاهش رفتارهای ناپایمن در مشاغل مختلف کاری رابطه معنی‌داری وجود دارد. شخصیت، ویژگی‌های روانی و رفتاری و وضعیت جسمانی آتش‌نشانان در کنار عوامل سازمانی و مدیریتی نقش بسزایی در تاب‌آوری سازمانی و ایمنی آنان دارد (حیدری و همکاران، ۲۰۲۲). توسعه ابزاری برای ارزیابی تاب‌آوری می‌تواند به تصمیم‌گیرندگان کمک کند تا تصویری واقعی از صلاحیت شغلی آتش‌نشانان داشته باشند.

وایلد و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی به آموزش پیش از حادثه برای ایجاد تاب‌آوری در اولین پاسخ‌دهندگان به حادثه پرداخته‌اند. باتوجه به اینکه آتش‌نشانان اولین پاسخ‌دهندگان به حوادث شهری هستند، بنابراین تحت تأثیر فشارهای روحی و روانی زیاد ناشی از استرس قرار می‌گیرند. در پیشگیری از آسیب‌شناسی روانی و مرتبط با استرس، آموزش نیروهای عملیاتی و مدیران ارشد می‌تواند بسیار مؤثر واقع شود. شواهد بررسی‌شده نشان می‌دهند آموزش و پرورش روانی به‌تنهایی بی‌اثر است و نباید به‌عنوان برنامه‌ای برای بهبود رفاه یا کاهش احتمال ایجاد مشکلات بهداشت روانی پس از حوادث بحرانی ارائه شود. همچنین نتایج این پژوهش عنوان می‌کند که فرهنگ سازمانی سلامت روانی در ایجاد یا عدم ایجاد امنیت شغلی و جوّ ایمنی کار، بسیار مهم است.

جنید و همکاران (۲۰۲۰) مطالعه‌ای بر روی تعدادی از کارمندان پاکستانی جهت بررسی استرس پس از سانحه و عوامل استرس‌زای شغلی و نتایج روان‌شناختی آن انجام دادند که نتایج حاصل از آن نشان داد استرس به نتایج شغلی ضعیف‌تر منجر می‌شود و منابع سازمانی، آرامش و امنیت شغلی کاهش می‌یابد و نارضایتی شغلی را ایجاد می‌کند. مایر و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی آلودگی‌های موجود در محیط‌های عملیاتی در بین آتش‌نشانان پرداخته و نشان دادند آتش‌نشانان از نظر شغلی در معرض انواع آلودگی‌های ناشی از محصولات حریق مانند هیدروکربن‌های آروماتیک و مواد سمی قرار دارند که این مواد به‌طور بالقوه در افزایش خطر ابتلا به برخی سرطان‌ها نقش دارند.

یکی از عوامل مؤثر در سلامت روانی آتش‌نشانان وجود خواب کافی است. شی و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی با عنوان خواب‌آلودگی روزانه، به بررسی این موضوع در میان آتش‌نشانان غرب میانه^۱ پرداخته و عنوان کردند که خواب‌آلودگی بیش از

1. Midwestern



مدیریت درست و مناسب حریق و حوادث و همچنین ایجاد رضایت شغلی در آتش نشانان، وابسته به منابع ایجاد انگیزه، افزایش مهارت، تشویق و افزایش رفاه آنان است. انتخاب صحیح افراد، آموزش مناسب نحوه صحیح انجام کار، توجه به مشکلات روحی و روانی آنان و همچنین بهسازی شرایط محیط کار از جمله مهم ترین اصولی هستند که باعث کنترل آسیب های جسمی و روانی نیروی کار شده و رضایت شغلی بالایی را فراهم می آورند. در صورت عدم تناسب میان خصوصیات فردی و شرایط و ویژگی های شغلی، انجام فعالیت های شغلی می تواند موجب نارضایتی، تحلیل قوای جسمی و روانی و در نهایت بیماری و حادثه شود. از جمله مهم ترین مخاطراتی که در بین آتش نشانان وجود دارند و می توانند به بروز حوادث عمده منجر شوند عبارتند از: تصادفات، چاه، سقوط از ارتفاع، آتش سوزی، دودزدگی، انفجارات، صداهای نامتعارف ناشی از محیط کار. فرسودگی شغلی نیز به عنوان یکی از آسیب های مهم ناشی از فشارهای شغلی، موضوعی است که در سال های اخیر بسیار مورد توجه بوده است.

روش

باتوجه به ارتباط بین محیط زیستی ایمنی کار، تاب آوری و بدبینی سازمانی و تأثیرپذیری هر محیط زیستی از محورهای مطرح شده در پرسش نامه های مربوطه، از روش معادلات ساختاری استفاده شد تا هم زمان ضمن شناسایی مهم ترین عوامل مؤثر بر هر محیط زیستی، ارتباط بین آنها نیز سنجیده شود. به این صورت که ابتدا اثر هر کدام از عوامل بر مقیاس مربوطه آنها توسط روش رگرسیونی سنجیده شد. برای مقایسه بهتر، بین ضرایب در محیط زیستی از ضرایب استاندارد شده استفاده شد. سپس همبستگی بین متغیرهای پنهان مربوط به محیط زیستی شامل ایمنی کار، تاب آوری و بدبینی سازمانی و تأثیرپذیری محاسبه شد. سایر شاخص های نیکویی برازش مانند محک آکائیک نیز مناسب بودن مدل را تأیید کردند. ابزار پژوهش ۳ پرسش نامه زیر بودند:

۱. پرسش نامه بدبینی سازمانی با هدف ارزیابی بدبینی سازمانی در بین آتش نشانان
۲. پرسش نامه جو ایمنی کار نوردیک^۲ درباره آتش نشانان با هدف بررسی محیط کار آتش نشانان از نظر ایمنی
۳. مقیاس تاب آوری مسیر شغلی لیون^(۲۰۰۱)، با هدف ارزیابی تاب آوری شغلی آتش نشانان

پژوهش حاضر با استفاده از ۳ پرسش نامه انجام شد که شامل بدبینی سازمانی با ۱۷ گویه، جو ایمنی کار نوردیک با ۵۰ گویه و تاب آوری مسیر شغلی مورگان لیون با ۲۵ گویه به صورت طیف لیکرت ۵ نقطه ای هستند. برای به دست آوردن امتیاز کل، مجموع امتیازات

به چنین محیط هایی در معرض انواع مواد سمی قرار می گیرند. گاهی آنان باتوجه به نوع عملیات، از طرف مسئولان و مدیران بالادستی مورد انتقاد قرار می گیرند. کالویلو و همکاران (۲۰۱۸). در مطالعه آزمایشی درمورد کارایی رفع آلودگی توسط آب برای تجهیزات حفاظت فردی آتش نشانان به این نتیجه رسیدند که آب می تواند در کاهش آلودگی ها مؤثر باشد. نتایج مطالعه خوش اخلاق و همکاران (۲۰۲۳) نشان داد استرس شغلی رابطه بین جو ایمنی و خطر تصادف را واسطه می کند. این یافته نشان می دهد سازمان ها به طور بالقوه می توانند با رسیدگی و مدیریت استرس شغلی در محیط کار، حوادث را در صنایع کاهش دهند.

کمردرد علت اصلی ناتوانی در سال های زندگی در سراسر جهان است. کارکنان ایمنی عمومی به شدت در معرض فعالیت های بدنی سخت و وضعیت های نامناسب قرار دارند و این موارد خطر ابتلا به کمردرد را افزایش می دهند (مارینز و همکاران، ۲۰۲۳). استرس شغلی یک واسطه احتمالی برای رابطه بین جو ایمنی و وقوع حادثه است. دای نوتا و همکاران (۲۰۲۴) استرس شغلی را به دو گروه تقسیم کردند: استرس عملیاتی مربوط به محتوای وظایف میدانی (برای مثال، نیازهای فیزیکی) و استرس سازمانی مربوط به زمینه های فرهنگی و ساختاری (برای مثال، روابط بین فردی). وضعیت کار آتش نشانان برای ایمنی خود و همچنین عموم مردم مهم است. بررسی همبستگی بین خودپنداری، تاب آوری و فرسودگی شغلی در میان آتش نشانان حاکی از آن است که خودپنداری با فرسودگی و تاب آوری شغلی ارتباط مثبتی دارد (وو و همکاران، ۲۰۲۴). باتوجه به ماهیت استرس بالای آتش نشانی و قرار گرفتن آتش نشانان در معرض حوادث آسیب زار، نیاز آشکار به خدمات بهداشت روان در ادارات آتش نشانی وجود دارد (باصر، ۲۰۲۳).

پس از بررسی ادبیات و پیشینه موضوع می توان به این جمع بندی رسید که عدم حمایت های کافی مسئولان و نبود سختی کار، عدم ارتقای شغلی به موقع، جایگزینی تنبیه و انتقاد به جای تشویق، تعارض در تصمیم گیری مدیران ارشد، به کارگیری و اشغال پست های سازمانی بالا توسط مدیرانی که باید به درجه بازنشستگی نائل می آمدند ولی همچنان در پست های بالاتر انجام وظیفه می کنند، دیدگاه سنتی رؤسا و مدیران میانی به مدیریت، کافی نبودن امور رفاهی پرسنل باتوجه به استرسی که دارند، قوانین دست و پاگیر و بروکراسی اداری در فرایند تبدیل عناوین و ارتقای شغلی و غیره، مواردی هستند که باعث ایجاد نارضایتی شغلی آتش نشانان شده اند. درواقع، پرسنل یک سازمان براساس میزان تجزیه و تحلیلی که نسبت به ساختارها و تعاملات سازمانی دارند، رفتارهای خود را تعیین می کنند. معنا و مفهوم جو ایمنی بر تصورات و ادراکات آتش نشانان صحنه گذاشته و این ادراکات تحت عنوان جو ایمنی با سطح ایمنی محیط کار و اعمال ایمنی اجرا شده در سطح سازمان ارتباط محکمی دارند که به این موضوع در پیشینه پژوهش نیز اشاره شده است.

2. Nordic Occupational Safety Climate Questionnaire (NOSACQ-50)

جدول ۱. مقدار پایایی پرسش‌نامه‌ها

پرسش‌نامه	تعداد گویه	مقدار پایایی
بدبینی سازمانی	۱۳	۰/۸۷
جوایمی کار	۵۰	۰/۵۵
تاب‌آوری	۲۵	۰/۸۵

مربوط به تک‌تک سؤالات با هم محاسبه می‌شود که امتیازات کلی بالاتر نشان‌دهنده تاب‌آوری شغلی بالاتر فرد پاسخ‌دهنده خواهد بود و نمرات کمتر از ۲۸ نشان‌دهنده تاب‌آوری شغلی بسیار کم است. در پژوهش پردلان و همکاران (۱۳۹۲) روایی تصنیف پرسش‌نامه با استفاده از روش دو نیمه کردن آزمون مورد تأیید قرار گرفت. همچنین پایایی هر کدام از پرسش‌نامه‌ها با استفاده از تحلیل آلفای کرونباخ در جدول شماره ۱ محاسبه شد.

جهت طراحی مدل معادلات ساختاری از نرم‌افزار AMOS نسخه ۲۴ استفاده شد. جامعه آماری پژوهش از بین ۱۶ ایستگاه آتش‌نشانی موجود در منطقه ۷ عملیات و ۳۰۰ آتش‌نشان از مرتبه‌های شغلی مختلف انتخاب شد. هدف اصلی پژوهش حاضر، بررسی تاب‌آوری شغلی آتش‌نشانان براساس جوایمی کار، حوادث شغلی و بدبینی سازمانی است.

پژوهش پیش رو از این جهت دارای نوآوری است که برای اولین بار تاب‌آوری شغلی در بین آتش‌نشانان براساس حوادث شغلی و ایمنی مورد بررسی قرار گرفته است. فرض اول پژوهش بر این است که بدبینی سازمانی با کاهش تاب‌آوری سازمانی و عملیاتی پرسنل ارتباط معنی‌داری دارد و فرض دوم بر این است که حوادث شغلی و ایمنی با تاب‌آوری عملیاتی ارتباط معنی‌داری دارد. با بررسی فرضیات و ادبیات موضوعی پژوهش، سؤال اصلی آن است که آیا حوادث شغلی، بدبینی سازمانی و جوایمی محیط کار آتش‌نشانان بر تاب‌آوری شغلی آنان تأثیر دارد؟ تصویر شماره ۱ فرایند انجام پژوهش را نشان می‌دهد.

یافته‌ها

در نمونه آماری مورد مطالعه، بیش از ۷۶ درصد پاسخگویان حداقل تحصیلات لیسانس را داشتند. در عین حال، ۴۴ درصد پاسخگویان عنوان شغلی کمک‌فرماندهی ایستگاه و بالاتر داشتند

جدول ۲. مقدار همبستگی بین مقیاس‌ها

مقیاس‌ها برای سنجش ارتباط	مقدار همبستگی
ایمنی کار	تاب‌آوری
بدبینی	تاب‌آوری
بدبینی	ایمنی کار

و ۵۶ درصد کاردان یا آتش‌نشان بودند که این نشان‌دهنده وجود ترکیب متناسبی از کارکنان بخش‌های شغلی مختلف است. وجود ۷۰ درصد از پاسخگویان با داشتن سابقه ۱۰ تا ۲۰ سال، نشان‌دهنده آشنایی مناسب آن‌ها با مطالب مطرح‌شده در پرسش‌نامه‌هاست که به دست‌یابی به نتایج مطلوب کمک می‌کند. برای بررسی ارتباط بین ۳ متغیر ایمنی کار، تاب‌آوری و بدبینی سازمانی با توجه به سؤالات مرتبط با هر مقیاس، بهتر است هم‌زمان اثر سؤالات مرتبط با هر بخش بر هر محیط‌زیستی تعیین شود تا بتوان مشخص کرد کدام مورد تأثیر بیشتری بر محیط‌زیستی دارد. به عبارت دیگر، با استفاده از مدل‌های ساختاری ارائه‌شده در تصویر شماره ۲، ارتباط بین ۳ متغیر و عوامل آن‌ها سنجیده می‌شود. مدل حاصل با اطلاعات ۳۰۰ نفر از پرسنل مشارکت‌کننده جمع‌آوری شده که هر ۳ پرسش‌نامه ایمنی کار، تاب‌آوری، تاب‌آوری سازمانی و بدبینی سازمانی را پر کرده‌اند. برای انجام تحلیل اطلاعات، ابتدا پایایی پرسش‌نامه‌ها تأیید شد. مقدار پایایی توسط شاخص آلفای کرونباخ برای پرسش‌نامه بدبینی سازمانی (شامل ۱۳ سؤال)، ایمنی کار (شامل ۵۰ سؤال) و تاب‌آوری (شامل ۲۵ سؤال) به ترتیب ۰/۸۷، ۰/۵۵ و ۰/۸۵ به دست آمد. جدول شماره ۲ حاصل از تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ است و مقدار همبستگی بین مقیاس‌ها را نشان می‌دهد.

براساس مدل حاصل از بین عوامل مقیاس ایمنی کار، نوردیک، عدم در نظر گرفتن نظرات نیروها در ارتباط با مسائل ایمنی، بیشترین تأثیر منفی (۰/۷۷۹-) را بر ایمنی کار دارد که معنی‌دار است (P<۰/۰۵). همچنین عدم توجه به ایمنی یکدیگر در محیط‌های عملیاتی (۰/۷۴۶-) و عدم مسئولیت‌پذیری در قبال ایمنی یکدیگر (۰/۷۰۵-) در مرتبه بعدی کاهش ایمنی محیط آتش‌نشانی هستند. به عبارت دیگر، مشکلات مدیریتی و ضعف در مسئولیت‌پذیری نسبت به محیط کار و همکاران از عوامل مهم



جدول ۳. اوزان استاندارد معیارها

ردیف	رگرسین تاب‌آوری شغلی		رگرسین بدبینی سازمانی		رگرسین جو ایمنی کار	
	گویه	وزن استاندارد	گویه	وزن استاندارد	گویه	وزن استاندارد
۱	عدم توجه به ایمنی یکدیگر در محیط‌های عملیاتی	۰/۷۴	احساس ناراحتی	۰/۸۵۳	عدم توجه به ایمنی یکدیگر در محیط‌های عملیاتی	۰/۷۴۶
۲	جست‌وجو برای یادگیری موارد مشخص شده مربوط به کار	۰/۷۳۷	اضطراب	۰/۸۴۹	عدم مسئولیت‌پذیری در قبال ایمنی یکدیگر	۰/۷۰۵
۳	شناسایی مسیر شغلی آینده از طریق مطالعه یا حضور در جلسات تخصصی	۰/۷۳۲	وجود فاصله بین حرف و عمل در سازمان	۰/۷۷۴	عدم در نظر گرفتن نظرات نیروها در ارتباط با مسائل ایمنی	۰/۷۷۹
۴	انجام وظایف بهتر در پست فعلی یا قبلی	۰/۷۳۱				
۵	ایجاد فرصت جهت انجام کار تیمی	۰/۷۱				
۶	مشخص کردن دستوردهای فعلی و قبلی در کار	۰/۶۸۶				

مهم‌ترین عوامل تشدیدکننده بدبینی در سازمان هستند (جدول شماره ۳)؛ به این معنی که مشکلات موجود در سازمان و عدم تحقق وعده‌ها که عموماً به مشکلات مدیریتی معطوف می‌شوند به ایجاد ناراحتی و اضطراب و در نهایت بدبینی نسبت به سازمان منجر شده‌اند. در همه موارد فوق، معنی‌داری ضرایب محاسبه شده مشاهده می‌شود ($P < 0/05$).

با استفاده از نتایج به‌دست‌آمده حاصل از پژوهش، جهت محاسبات تحلیل عامل و مدل معادلات ساختاری در پژوهش از نرم‌افزار AMOS نسخه ۲۴ استفاده شد. برون‌داد این پژوهش به‌صورت گرافیکی در تصویر شماره ۲ نشان داده شده است. مقدار آماره محاسبه شده درست‌نمایی^۲ برای مدل ساختاری حاصل ۴۶۷۳/۹۷ است که دارای توزیع کای مربع است و مقدار معنی‌داری آن ($P < 0/05$) مناسب بودن مدل ساختاری به‌دست‌آمده را تأیید می‌کند. باتوجه به مدل معادلات ساختاری پژوهش، عواملی مانند تبعیض در گرفتن تنبیه یا تشویق، عدم اجرای به‌موقع صدور احکام، تفاوت در اعمال سیاست‌ها و اهداف و همچنین تفاوت بین حرف و عمل در مدیران ارشد باعث بدبینی سازمانی بین پرسنل شده است که تأثیر مستقیم بر کاهش تاب‌آوری شغلی آن‌ها گذاشته است. باتوجه به ذاتی بودن ریسک‌پذیری در شغل آتش‌نشانی، مدل معادلات ساختاری (تصویر شماره ۲) حاکی از آن است که ایمنی در کار با بیشترین گویه بر تاب‌آوری شغلی آتش‌نشانان تأثیر دارد.

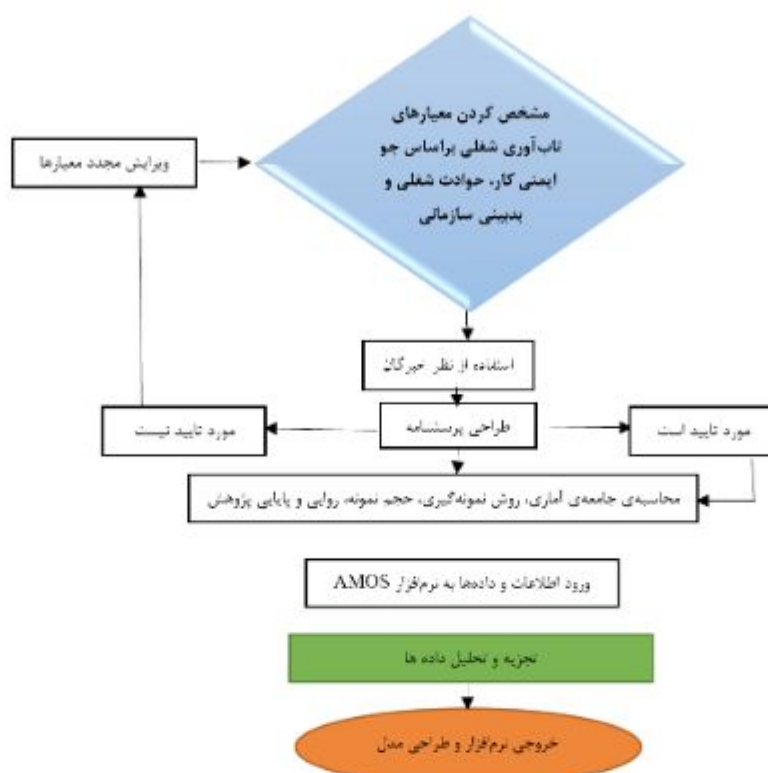
بحث

باتوجه به بررسی پیشینه تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که عوامل متعدد باعث کاهش تاب‌آوری شغلی و افزایش بدبینی سازمانی بین آتش‌نشانان شده‌اند. عدم توجه مدیران به مسائل

کاهش ایمنی محیط کار هستند. در عین حال، باتوجه به تعداد ۵۰ محور مورد سؤال در مقیاس ایمنی کار، کمک پرسنل به یکدیگر برای انجام کار به‌صورت ایمن (۰/۶۸۳) و توجه فرمانده به نظرات نیروهای درگیر عملیات (۰/۶۸۱)، مهم‌ترین عوامل افزایش‌دهنده ایمنی محیط کار هستند (جدول شماره ۳). به بیان دیگر، عدم مدیریت مناسب و مسئولیت‌پذیری پرسنل باعث کاهش ایمنی محیط کار شده و برعکس آن، توجه به پرسنل و مشارکت آن‌ها عامل اصلی افزایش ایمنی است؛ به این معنی که از نظر پاسخگویان توجه مدیران به نظرات کارکنان ضمن ارتقای انگیزه آن‌ها، به افزایش ایمنی محیط کار منجر می‌شود. در همه موارد فوق، معنی‌داری ضرایب محاسبه شده مشاهده می‌شود ($P < 0/05$).

درمورد مقیاس تاب‌آوری که ۲۵ عامل در آن مطرح شده است، مهم‌ترین عوامل مؤثر در افزایش تاب‌آوری از دید نمونه آماری، رسیدگی به‌روز کردن مهارت‌های پرسنل طبق استانداردها (۰/۷۴)، جست‌وجو برای یادگیری موارد مشخص شده مربوط به کار (۰/۷۳۷)، شناسایی مسیر شغلی آینده به‌وسیله مطالعه یا حضور در جلسات تخصصی (۰/۷۳۲)، انجام وظایف بهتر در پست فعلی یا قبلی (۰/۷۳۱)، ایجاد فرصت جهت انجام کار تیمی (۰/۷۱) و مشخص کردن دستوردهای فعلی و قبلی در کار (۰/۶۸۶) هستند. به عبارت دیگر، مطالعه، یادگیری و توجه به بهبود شرایط آموزشی جهت انجام وظایف و مسئولیت‌ها عامل مهمی در افزایش تاب‌آوری پرسنل است که آن‌ها را در انجام وظایف و بهبود شرایط کمک خواهد کرد. در همه موارد فوق، معنی‌داری ضرایب محاسبه شده مشاهده می‌شود ($P < 0/05$).

در مقیاس بدبینی که سؤالات به‌صورت منفی مطرح شده‌اند و شامل ۱۳ عامل مؤثر در افزایش بدبینی است، از دید پاسخگویان ایجاد احساس ناراحتی (۰/۸۵۳) و اضطراب (۰/۸۴۹) موقع فکر کردن به سازمان و وجود فاصله بین حرف و عمل (۰/۷۷۴)،

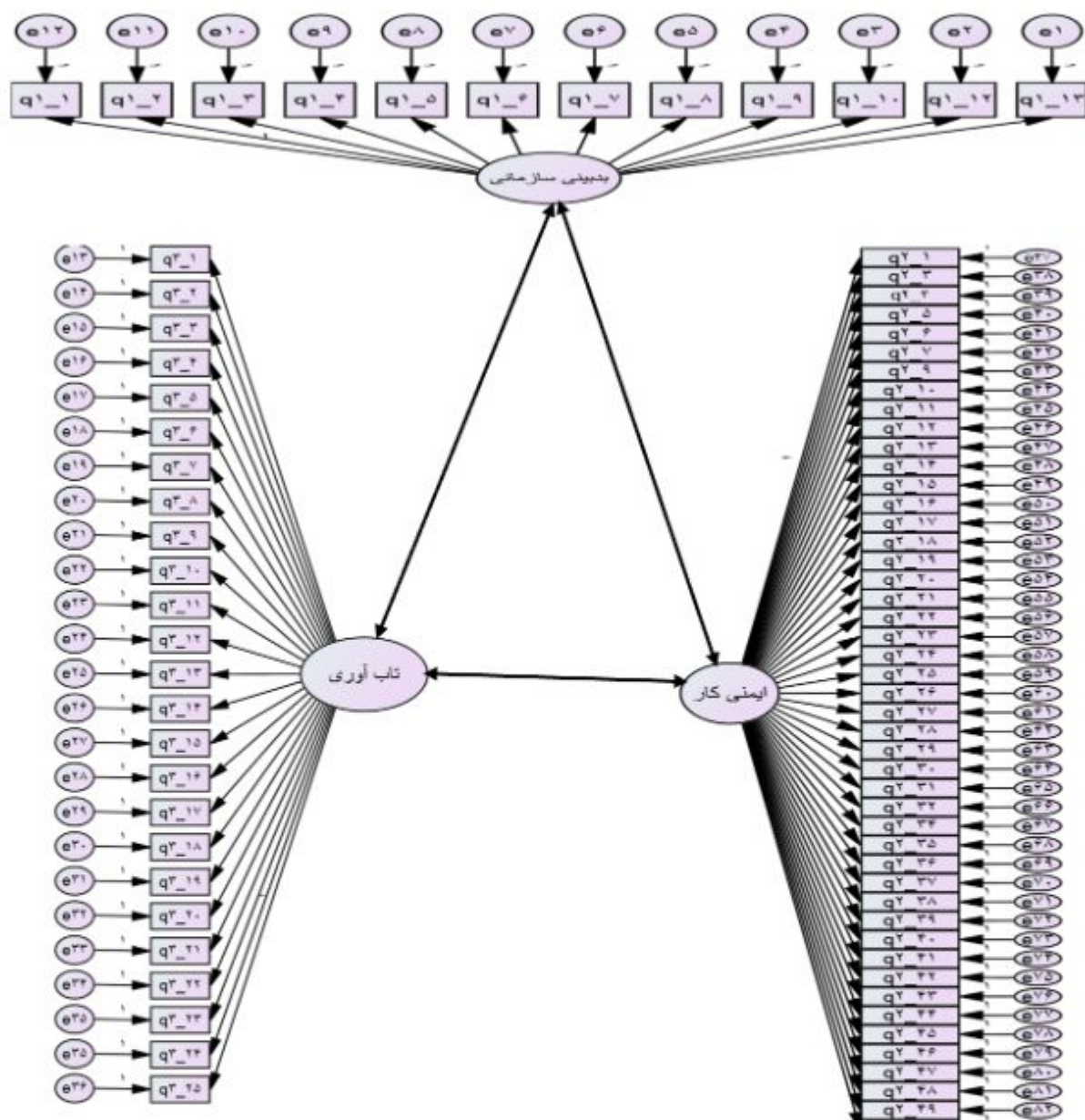


تصویر ۱. فرایند انجام پژوهش

سازمان در قبال پرسنل می‌اندیشند، احساس ناراحتی و عصبانیت کنند. با بررسی نتایج مطالعه می‌توان به نقش آموزش در کاهش و بهبود درک ریسک آتش‌نشانان مبتنی بر تئوری رفتار پی برد. بنابراین با برنامه‌ریزی و آموزش، می‌توان در جهت ایجاد چهارچوب نظری مناسب برای طراحی و اجرای مداخلات کاهش ریسک آتش‌نشانان گام مثبتی برداشت. آزمون تحلیل واریانس حاصل از این پژوهش نشان داد جو ایمنی کار بین آتش‌نشانان با گروه سنی، سطوح تحصیلات و تجربه آنان ارتباط معنی‌داری دارد. به عبارت دیگر، افراد مسن‌تر تجربه کاری بالاتر و شناخت و آگاهی بیشتری از مسائل ایمنی مربوط به کار خود دارند. درمجموع می‌توان نتیجه گرفت که علاوه بر متغیرهای فردی نظیر وضعیت ایمنی فردی و محیطی، متغیرهای دیگری مانند مدیریت حاکم بر محیط عملیاتی در شکل‌گیری جو ایمنی کار تأثیر می‌گذارند. دلیل آن را می‌توان این‌گونه بیان کرد که جو ایمنی از زیرشاخه‌های فرهنگ سازمانی است. پیشنهاد می‌شود مدیران ارشد سازمان با اجرای دقیق رویه‌های عملیاتی استاندارد و در راستای افزایش سطح آگاهی مدیران، موجب افزایش تعهد و عملکرد بهتر آنان در حوزه ایمنی شوند. به‌طور مثال، هنوز فرهنگ استفاده از تجهیزات حفاظت فردی در بین مدیران ارشد سازمان در حریق و حوادث بزرگ به‌طور کامل جا نیفتاده و این مهم، بیشتر در پرسنل زیردست لحاظ می‌شود.

ایمنی و تصمیمات اتخاذشده در این زمینه و همچنین بی‌توجهی به معیشت و ارتقای پست آنان باعث بدبینی سازمان در بین پرسنل شده است. لزوم انجام کار تیمی در عملیات‌ها باعث شده فرمانده عملیات نظرات پرسنل را با دقت گوش کند و جامه عمل بپوشاند که این امر باعث افزایش ایمنی در کار (عملیات) شده است. همچنین توجه به زندگی دسته‌جمعی شیفتی باعث شده نیروها در قبال نظافت و تمیز بودن محل خدمت خود احساس مسئولیت بالایی داشته باشند. وجود مخاطرات و ریسک‌های متعدد که جزء لاینفک کار آتش‌نشانان است، باعث شده آن‌ها در کنترل، هدایت و کاهش ریسک حاصل از عملیات و ریسک‌های درون‌ایستگاهی اقدامات اساسی انجام دهند. در امور عملیاتی، هر شخصی مسئول حفظ ایمنی جان خود است و با استفاده از تجهیزات حفاظت فردی و قوانین و دستورالعمل‌های موجود، این مسئولیت را بر عهده دارد.

براساس ارزیابی انجام‌شده، وضعیت جو ایمنی در بین آتش‌نشانان مطلوب نیست. قابل توجه است که از بین موارد بررسی‌شده، میانگین نمرات عدم نظرخواهی در مسائل ایمنی توسط مدیران و عدم توجه به مسائل ایمنی یکدیگر حداقل امتیاز را کسب کرد و در دیگر ابعاد، وضعیت نسبتاً قابل قبول بود. نتایج پژوهش نشان داد بین حرف و عمل در سازمان فاصله زیادی وجود دارد و این امر باعث شده وقتی آتش‌نشانان به عملکرد



تصویر ۲. مدل ساختاری پژوهش

پژوهش حاضر با نتایج پژوهش وایلد و همکاران (۲۰۲۰) مبنی بر تحت فشار روحی و روانی قرار گرفتن آتش نشانان و تأثیر آموزش بر کاهش استرس همسوست. همچنین نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش شی و همکاران (۲۰۲۱) مبنی بر تأثیر استرس بر نتایج شغلی و نداشتن خواب کافی در بین آتش نشانان که عوارض منفی در سلامت آنان را به دنبال دارد، همسوست.

نتیجه گیری

منشأ بیشتر مشکلات موجود در سازمان مربوط به شرایط مدیریتی است که در صورت فراهم آوردن امکانات، استفاده از نظرات کارکنان و ارتقای شرایط آموزشی به بهبود شرایط و

در نتیجه رضایتمندی کارکنان سازمان منجر می شود. در ارتباط با نوع وابستگی بین محیط زیستی که هدف اصلی در این بررسی است، طبق نتایج بین دو مقیاس ایمنی کار و تاب آوری همبستگی مثبتی وجود دارد و بیانگر آن است که با بهبود شرایط ایمنی کار، تاب آوری پرسنل افزایش می یابد و برعکس. باتوجه به موارد ذکر شده، در عوامل مربوط به سؤالات محیط زیستی فوق، می توان نتیجه گرفت بهبود ایمنی کار با اعمال تصمیمات مدیریتی بجا به بهبود تاب آوری کمک می کند و بهبود شرایط رشد آموزشی و یادگیری به بهبود شرایط ایمنی کار کمک خواهد کرد. اما بدبینی سازمانی ارتباط منفی با تاب آوری دارد و اشاعه بدبینی نسبت به سازمان که ناشی از عوامل مدیریتی و تحقق وعده ها



است، تاب‌آوری پرسنل را کاهش داده است. به بیان دیگر، تحقق وعده‌های مدیریتی و کاهش اضطراب کارکنان به کاهش بدبینی و افزایش تاب‌آوری سازمانی منجر می‌شود. برعکس، توجه به بهبود تاب‌آوری و عوامل مؤثر آن کاهش بدبینی سازمانی در پی خواهد داشت.

پس از بررسی نتایج پژوهش پیشنهاد می‌شود جهت افزایش تاب‌آوری عملیاتی پرسنل درگیر در عملیات، مدیران به سه متغیر جو ائمنی کار، حوادث شغلی و بدبینی سازمانی در بین پرسنل توجه زیادی داشته باشند. همچنین پیشنهاد می‌شود جهت کاهش بدبینی سازمانی به اموری مانند رفاه، مسکن، ارتقای پست، جابه‌جایی بین ایستگاهی و تشویق به جای تنبیه توجه کنند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاقی پژوهش

پژوهش حاضر با کسب رضایت آگاهانه از شرکت‌کنندگان و همچنین رعایت کلیه اصول اخلاقی و اصل محرمانگی انجام شده است.

حامی مالی

این تحقیق هیچ کمک مالی از سازمان‌های تأمین مالی در بخش‌های عمومی، تجاری یا غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت‌نویسندگان

اسماعیل صدری دمیرچی: روش‌شناسی و نتیجه‌گیری؛ تحلیل داده‌ها و پیشینه تحقیق؛ افراسیاب خیردست؛ تهیه مقدمه و تجزیه و تحلیل نتایج و یافته‌ها؛ امین پاداش؛ روش کار، بحث و نتیجه‌گیری؛ اسلام علی خداپنده‌لو؛ ویرایش فنی و حروفچینی؛ زهرا محمدی جاهدی.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تعارض منافع ندارند.

تشکر و قدردانی

از تمام اساتید و همکاران محترم در دانشگاه‌ها و سازمان آتش‌نشانی تهران که به سؤالات پژوهش پاسخ دادند، تشکر می‌کنیم.



References

- Buser, S. J. (2023). Mental health issues in the fire service. In: M. L. Bourke, V. B. Van Hasselt, & S. J. Buser (Eds), *First Responder Mental Health*. Cham: Springer. [Link]
- Calvillo, A., Haynes, E., Burkle, J., Schroeder, K., Calvillo, A., & Reese, J., et al. (2019). Pilot study on the efficiency of water-only decontamination for firefighters' turnout gear. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 16(3), 199-205. [DOI:10.1080/15459624.2018.1554287] [PMID]
- Cuenca-Lozano, M. F., & Ramírez-García, C. O. (2023). Occupational hazards in firefighting: Systematic literature review. *Safety and Health at Work*, 14(1), 1-9. [DOI:10.1016/j.shaw.2023.01.005] [PMID]
- Di Nota, P. M., Scott, S. C., Huhta, J. M., Gustafberg, H., & Andersen, J. P. (2024). Physiological responses to organizational stressors among police managers. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 49(1), 85-102. [DOI:10.1007/s10484-023-09613-2] [PMID]
- Heydari, A., Ostadtaghizadeh, A., Ardalan, A., Ebadi, A., Mohammadfam, I., & Khorasani-Zavareh, D. (2022). Exploring the criteria and factors affecting firefighters' resilience: A qualitative study. *Chinese Journal of Traumatology*, 25(02), 107-114. [DOI:10.1016/j.cjtee.2021.06.001] [PMID]
- Iflaifel, M., Lim, R. H., Ryan, K., & Crowley, C. (2020). Resilient health care: A systematic review of conceptualisations, study methods and factors that develop resilience. *BMC Health Services Research*, 20(1), 324. [DOI:10.1186/s12913-020-05208-3] [PMID]
- Jacobsson, A., Backteman-Erlanson, S., & Egan Sjölander, A. (2020). Diversity, preventive work and education-matters of health and well-being in firefighter discourse. *International Journal of Qualitative Studies on Health and Well-being*, 15(1), 1817661. [DOI:10.1080/17482631.2020.1817661] [PMID]
- Junaid, F. A., Haar, J., & Brougham, D. (2021). Post-traumatic stress, job stressors, psychological capital and job outcomes: A study of Pakistan employees living under ongoing terrorism. *Labour & Industry: A Journal of The Social and Economic Relations of Work*, 31(2), 106-128. [DOI:10.1080/10301763.2020.1854609]
- Kalantar, Gh., Bigdeli, I., Mashhadi, A., & Kareski, H. (2019). Modeling structural equations of anxiety sensitivity, emotion regulation and resilience in the formation of depression and PTSD Disorders in Firefighters (Persian). *Journal of Clinical Psychology*, 11(2), 91-103. [Link]
- Khan, M. A., Khan, A. A., Usmani, A. S., & Huang, X. (2022). Can fire cause the collapse of Plasco Building: A numerical investigation. *Fire and Materials*, 46(3), 560-575. [DOI:10.1002/fam.3003]
- Khodabakhshi Kolaie, A., Falsafinejad, M. R., Moghadam, F., & Mojarab, M. (2018). [Effectiveness of stress management training on life quality and occupational burnout among firefighters of Tehran (Persian)]. *Journal of Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences*, 6(1), 11-19. [Link]
- Khoshtakhlagh, A. H., Sulaie, S. A., Yazdani, S., & Park, J. (2023). Examining the effect of safety climate on accident risk through job stress: A path analysis. *BMC Psychology*, 11(1), 89. [DOI:10.1186/s40359-023-01133-2] [PMID]
- Kim, R., Ha, J. H., & Jue, J. (2020). The moderating effect of compassion fatigue in the relationship between firefighters' burnout and risk factors in working environment. *Journal of Risk Research*, 23(11), 1491-1503. [DOI:10.1080/13669877.2020.1738529]
- Lion, M. (2001). [Occupational resilience scale (Persian)]. Retrieved from: [Link]
- Marins, E. F., Caputo, E. L., Krüger, V. L., Junior, D. M., Scaglioni, F. G., & Del Vecchio, F. B., et al. (2023). Effectiveness of m-health-based core strengthening exercise and health education for public safety workers with chronic non-specific low back pain: study protocol for a superiority randomized controlled trial (SAFE-BACK). *Trials*, 24(1), 780. [DOI:10.1186/s13063-023-07833-9] [PMID]
- Mayer, A. C., Fent, K. W., Bertke, S., Horn, G. P., Smith, D. L., & Kerber, S., et al. (2019). Firefighter hood contamination: Efficiency of laundering to remove PAHs and FRs. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 16(2), 129-140. [DOI:10.1080/15459624.2018.1540877] [PMID]
- Mohammadi, H., & Teymouri, H. (2020). [The Assessment of HSE management system in Zanjan zinc industrial plants from the resilience engineering perspective in 2018 (Persian)]. *Iran Occupational Health*, 17(1), 836-854. [Link]
- Mousavi, S. M., Yazdani, S., Shabgard, Z., Moradipour, R., & Nezhad, B. B. (2020). [The effect of the safety interventions based on behavior using the development of a safety education system and reward-punishment procedure on reducing unsafe behaviors. (Persian)]. *Iran Occupational Health*, 17(1), 1-10. [Link]
- Omid, S., Jennat Feridooni, G., Farmanbar, R., & Heidari, M. (2021). [The effect of an educational intervention based on the theory of planned behavior on firefighters' risk perception in operational units (Persian)]. *Journal of Health and Safety at Work*, 11(2), 237-251. [Link]
- Pardalan, N., Karimian, E., Miri, A., Khaksar, E., Agheli, M., & Hoseini, S. (2013). [The study of Validity, reliability and standardization in the resiliency of career pathway (Persian)]. *Journal of Counseling Research*, 12(47), 21-47. [Link]
- Sadeghi Yarandi, M., Rastegarzadeh, E., & Karimi, A. (2020). [Effectiveness of organizational leadership and safety climate on occurrence of unsafe behaviors among Employees of Oil Platforms (Persian)]. *Journal of Occupational Hygiene Engineering*, 7(1), 68-77. [Link]
- Savall, A., Charles, R., Trombert, B., Fontana, L., Roche, F., & Pellissier, C. (2021). Prevalence of cardiovascular risk factors in a population of French firefighters. *Archives of Environmental & Occupational Health*, 76(1), 45-51. [DOI:10.1080/19338244.2020.1779017] [PMID]
- Shi, Y., Bender, B., McGovern, P., Jung, E. M., DeMoulin, D., & Jacobs, S., et al. (2021). Daytime sleepiness among Midwestern firefighters. *Archives of Environmental & Occupational Health*, 76(7), 433-440. [DOI:10.1080/19338244.2020.1841718] [PMID]
- Smith, T. D., DeJoy, D. M., Dyal, M. A., & Huang, G. (2019). Impact of work pressure, work stress and work-family conflict on firefighter burnout. *Archives of Environmental & Occupational Health*, 74(4), 215-222. [DOI:10.1080/19338244.2017.1395789] [PMID]
- Soltani, F., Jabari, M., & Alijanzade, M. (2020). [Investigating the effect of transactional leadership style and safety awareness as a predictor of occupational injury in Abadan health center employees (Persian)]. *Iran Occupational Health Journal*, 17(1), 1-21. [Link]
- Vosoughi, S., Sarvari, K., Chalak, M. H., Khandan, M., & Rostamzadeh, S. (2020). [Studying safety climate among locomotive drivers of Tehran subway transportation lines in 2013 (Persian)]. *Journal of Health and Safety at Work*, 10(3), 263-272. [Link]



- Wild, J., Greenberg, N., Moulds, M. L., Sharp, M. L., Fear, N., & Harvey, S., et al. (2020). Pre-incident training to build resilience in first responders: Recommendations on what to and what not to do. *Psychiatry*, 83(2), 128-142. [DOI:10.1080/00332747.2020.1750215] [PMID]
- Wu, P., Liu, T., Li, Q., Yu, X., Liu, Z., & Tian, S. (2024). Maintaining the working state of firefighters by utilizing self-concept clarity as a resource. *BMC Public Health*, 24(1), 356. [DOI:10.1186/s12889-024-17896-1] [PMID]
- Zhu, Z., Yuan, J., Shao, Q., Zhang, L., Wang, G., & Li, X. (2020). Developing key safety management factors for construction projects in China: A resilience perspective. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(17), 6167. [DOI:10.3390/ijerph17176167] [PMID]



Research Paper

Designing an Interpretative Structural Model of the Antecedents of Employees' Morally Courageous Behaviors in Pervasive Crises (Case Study: Kerman University of Medical Sciences)



*Hamid Taboli¹, Mahboobeh Askari Bagherabadi², Elaheh Sheybani²

1. Department of Public Administration, Faculty of Management, Kerman Branch, Payame Noor University, Kerman, Iran.

2. Department of Public Administration, Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabatabaee University, Tehran, Iran.



Citation Taboli, H., Askari Bagherabadi, M., & Sheybani, E. (2024). [Designing an Interpretative Structural Model of the Antecedents of Employees' Morally Courageous Behaviors in Pervasive Crises (Case Study: Kerman University of Medical Sciences) (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 14(2):192-207. <https://doi.org/10.32598/DMKP.14.2.806.1>

doi <https://doi.org/10.32598/DMKP.14.2.806.1>

ABSTRACT

Background and objective Moral courage is necessary to observe moral behavior when dealing with moral challenges raised at the time of crisis. The purpose of this study is to present an interpretive structural model (ISM) of the antecedents of moral courage during crises among the staff of Kerman University of Medical Sciences, Iran.

Method This is a descriptive-analytical survey. After reviewing the literature and identifying the antecedents of moral courage, a questionnaire with semi-closed questions was designed and distributed among 18 managers and expert from the university, who were selected using non-probability purposive sampling method. The data were analyzed in MATLAB software, version 9 and MICMAC software, version 2.

Results Based on the findings, the antecedents included individual factors (self-esteem, personal values, moral model, personality type), managerial factors (leadership, criticism acceptance, honesty, leader-member exchange), organizational factors (organizational transparency, accountability, culture), and environmental factors (economic, cultural, political/legal).

Conclusion The results can help relevant authorities to plan and make appropriate decisions in this field.

Keywords Courageous behavior, Pervasive crisis, Interpretive structural modeling

Article Info:

Received: 04 Apr 2024

Accepted: 19 May 2024

Available Online: 01 Jul 2024

* Corresponding Author:

Hamid Taboli, PhD.

Address: Department of Public Administration, Faculty of Management, Kerman Branch, Payame Noor University, Kerman, Iran.

Tel: +98 (913) 3413107

E-mail: Ehtaboli@pnu.ac.ir



Copyright © 2024 The Author(s).

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.



Extended Abstract

Introduction

Identifying the factors that lead to the courageous behaviors of employees at the time of crisis increases the knowledge of managers about the effective factors in creating courageous behaviors. Also, it allows managers to develop plans and strategies for better crisis management in the organization and increasing existing capabilities. Improving the capabilities of employees and their commitment and motivation in facing crises, as well as improving their morale and motivation in facing crises, are other achievements of knowing the antecedents of courageous behaviors among employees at the time of crisis. In this regard, the current research aims to identify the factors affecting the courageous behaviors of university staff during crises in Kerman, Iran.

Methods

This is descriptive-analytical survey study based on the positivist paradigm and interpretive structural modeling (ISM). The study population were the personnel of Kerman University of Medical Sciences, including managers, deputies, and experts. Of these, 18 people with at least 5 years of experience in the field of crisis management in hospitals were selected as the samples using a purposive sampling method. First, the factors affecting the moral courage of the employees were prepared by reviewing the literature. Then, a questionnaire was designed and distributed among the experts. The content validity of the questionnaire was more than 0.75, which is acceptable. To measure test-retest reliability, the questionnaire was sent to three experts with a two-week interval. The correlation between the scores in the first and second stages was equal to 0.789, 0.828, and 0.786. Since the coefficient is higher than 0.7, the reliability of the questionnaire was acceptable. Finally, the collected data were analyzed ISM in MATLAB software, version 9 and MICMAC software, version 2.

Results

The findings showed that the antecedents of moral courage among the employees of Kerman University of Medical Sciences included 14 variables at four individual, managerial, organizational and environmental levels. At the individual level, the factors included: Personal values, self-esteem, personality type, and moral model. At the managerial level, the factors included criticism acceptance, leadership, honesty, leader-member exchange.

At the organizational level, the factors included: Organizational transparency, culture, and accountability. The fourth level (environmental) was the most fundamental level according to the final matrix of ISM, and the most influential factors were located at this level, which included economic, cultural, political/legal factors.

Conclusion

The moral courage of university staff at the time of crisis can have a positive effect on the quality of services. When they show courage and self-confidence and do their work correctly and with motivation, they can help improve performance and service quality. Courageous behavior of a medical university staff can lead to increased patient trust in the hospital services and improving their satisfaction with medical care. In addition, this type of behavior can lead to increased motivation and self-confidence in the personnel and medical teams, and increased cooperation and coordination among team members. Therefore, encouraging and supporting this type of behavior in the hospitals is also very important.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles are considered in this article.

Funding

This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' contributions

Conceptualization, Methodology, and Research supervision: Hamid Taboli; Research and review, Editing, and Finalization written by: Mahboobeh Askari Bagherabadi; Data collection: Elaheh Sheybani.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest

Acknowledgments

We would like to thank the managers and experts of **Kerman University of Medical Sciences** who helped us in conducting this research.

This Page Intentionally Left Blank



مقاله پژوهشی

طراحی الگوی ساختاری تفسیری پیشایندهای رفتارهای شجاعانه اخلاقی کارکنان در بحران‌های فراگیر (مطالعه موردی: دانشگاه علوم پزشکی کرمان)

*حمید تابلی^۱، محبوبه عسکری باقرآبادی^۲، الهه شیبانی^۱

۱. گروه مدیریت دولتی، دانشکده مدیریت، واحد کرمان، دانشگاه پیام نور، کرمان، ایران.

۲. گروه مدیریت دولتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.



Citation Taboli H, Askari Bagherabadi M, Sheybani E. (2024). [Designing an Interpretative Structural Model of the Antecedents of Employees' Morally Courageous Behaviors in Pervasive Crises (Case Study: Kerman University of Medical Sciences) (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 14(2):192-207. <https://doi.org/10.32598/DMKP.14.2.806.1>

doi <https://doi.org/10.32598/DMKP.14.2.806.1>

چکیده

زمینه و هدف: شجاعت اخلاقی لازمه بروز رفتار اخلاقی هنگام برخورد با چالش‌های اخلاقی مطرح‌شده در مواجهه با بحران است. هدف این پژوهش طراحی الگوی ساختاری تفسیری پیشایندهای رفتارهای شجاعانه اخلاقی کارکنان دانشگاه علوم پزشکی شهرستان کرمان در بحران‌های فراگیر است.

روش: این پژوهش از نظر جهت‌گیری پژوهش، کاربردی و از نظر روش جمع‌آوری داده‌ها، توصیفی - تحلیلی و پیمایشی است. در این پژوهش پس از مطالعه ادبیات پژوهش و شناسایی پیشایندهای رفتارهای شجاعانه اخلاقی کارکنان و گنجاندن آن‌ها در پرسشنامه نیمه‌بسته، پرسش‌نامه میان ۱۸ نفر از مدیران و کارشناسان خبره دانشگاه علوم پزشکی کرمان توزیع شد که با استفاده از نمونه‌گیری غیراحتمالی هدفمند شناسایی شدند. نتایج داده‌ها نیز از طریق نرم‌افزار متلب نسخه ۹ و نرم‌افزار میکسک نسخه ۲ موردبررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: براساس یافته‌های به‌دست‌آمده، پیشایندهای رفتارهای شجاعانه اخلاقی کارکنان، تحت عنوان عوامل فردی (عزت نفس، ارزش‌های فردی، مدل اخلاقی، تیپ شخصیتی)، عوامل مدیریتی (رهبری، انتقادپذیری، صداقت، تبادل رهبر - عضو)، عوامل سازمانی (شفافیت سازمانی، پاسخگویی، فرهنگ) و عوامل محیطی (اقتصادی، فرهنگی، سیاسی - حقوقی) معرفی شدند.

نتیجه‌گیری: شناخت عوامل اثرگذار بر رفتارهای شجاعانه اخلاقی کارکنان در سازمان‌های متولی امر بحران می‌تواند مسئولین مربوطه را جهت برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری‌های مناسب یاری رساند.

کلیدواژه‌ها: رفتار شجاعانه، بحران فراگیر، مدل‌سازی ساختاری تفسیری

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۶ فروردین ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش: ۲۰ اردیبهشت ۱۴۰۳

تاریخ انتشار: ۱۱ تیر ۱۴۰۳

* نویسنده مسئول:

دکتر حمید تابلی

نشانی: کرمان، دانشگاه پیام نور، واحد کرمان، دانشکده مدیریت، گروه مدیریت دولتی.

تلفن: ۰۹۸ (۹۱۳) ۳۴۱۳۱۰۷

پست الکترونیکی: htaboli@pnu.ac.ir



Copyright © 2024 The Author(s).

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.



مقدمه

شجاعت اخلاقی یکی از مصادیق اخلاق سازمانی است که به بروز رفتاری که ممکن است با ناراحتی، مخالفت یا عدم پذیرش مواجه شود اشاره دارد و فرد را قادر می‌سازد با وجود ترس از عقاید دیگران، اخلاقی رفتار کند و مانند دیگر اشکال شجاعت، به عنوان یک فضیلت شخصیتی تلقی می‌شود (الوندی و محمدظاهری، ۱۳۹۸: ۴۲). در حقیقت، شجاعت یک ویژگی ضروری برای رفتار اخلاقی در محیط‌های سازمانی است که در نهایت افراد را به شجاعت اخلاقی در کار یا شجاعت اخلاقی حرفه‌ای، یعنی همان عاملی که باعث می‌شود افراد در حرفه خود در مسیر درست حرکت کرده و اخلاقی عمل کنند، رهنمون خواهد کرد.

هرچند امروزه اهمیت پرداختن به موضوع شجاعت اخلاقی کارکنان در سازمان‌ها اجتناب‌ناپذیر است، اما توجه به آن در سازمان‌های متولی امر بحران از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این میان بیمارستان‌ها و کارکنان مراکز بهداشتی و درمانی، مستقیماً تحت تأثیر حوادث و بحران‌های فراگیر قرار می‌گیرند (تابلی و همکاران، ۱۴۰۱). کادر درمانی بنا بر ماهیت حرفه‌ای خود به شجاعت اخلاقی نیاز دارند تا بتوانند برای انجام مراقبت انسانی پایداری کرده و در انجام موارد غیر اخلاقی مقاومت کنند (عبادی و همکاران، ۱۳۹۹). به عنوان مثال، یکی از بحران‌های فراگیر کنونی جامعه بشری، پاندمی ویروس کروناست که از سال ۲۰۲۰ شروع شده و تا کنون نیز ادامه داشته است. این همه‌گیری از جنبه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی و فردی، تأثیرات زیادی بر جامعه بشری داشته است. کشور ما نیز از اثرات مخرب این ویروس در امان نبوده و صدها هزار نفر در ایران به این ویروس مبتلا شده و ده‌ها هزار نفر جان خود را از دست داده‌اند. گاهی مشاهده می‌شود در مواجهه با چنین بحران‌هایی مراکز بهداشت و درمانی به دلیل نداشتن شجاعت رفتاری نتوانسته‌اند از حق و حقوق بیمار دفاع کنند و حتی زمان‌هایی که کارکنان به دلیل فقدان آموزش‌های لازم در مورد شجاعت‌های رفتاری با بیماران رفتار مناسبی نداشتند نیز قادر به عکس‌العمل مناسب در مواجهه با آن‌ها نبودند (اسدی و همکاران، ۱۴۰۱: ۱۳۲).

کارکنانی که از استدلال اخلاقی برخوردار هستند، در هنگام برخورد با مسائل اخلاقی از میان چندین راه‌حل، بدون به خطر انداختن وجدان اخلاقی خود، بهترین راه‌حل را انتخاب می‌کنند که به ایجاد احساس رضایت و اطمینان خاطر در کارکنان منجر می‌شود. همچنین فقدان برخورداری از این توانایی باعث کاهش اعتماد به نفس و از دست دادن انگیزه در آنان می‌شود (سیمولا، ۲۰۱۵: ۸). اگرچه توانایی تصمیم‌گیری براساس استدلال اخلاقی بسیار حائز اهمیت است، اما پاسخ درست به موقعیت‌ها و غلبه بر ترس، نیاز به شجاعت و همچنین تشویق و حمایت مدیران سازمان دارد. فردی که دارای شهامت اخلاقی است، آگاهانه و از روی اراده شخصی، بدون توجه به پیامدهای منفی، با اطمینان تصمیمی را می‌گیرد و به آن عمل می‌کند.

در شرایط بحرانی، کارکنان نیز مانند سایر ارائه‌دهندگان مراقبت‌های بهداشتی، ممکن است در مورد توانایی‌ها یا اولویت‌های خود تردید داشته باشند. گاهی ممکن است ترس از بیمار شدن بر آن‌ها غالب شود و منافع فردی را بر منافع عمومی ترجیح دهند و نتوانند تصمیم درستی بگیرند. آن‌ها همچنین برای از بین بردن استرس ناشی از بحران به وجود آمده و تقویت قدرت تصمیم‌گیری به شجاعت اخلاقی نیاز دارند. در خط مقدم سیستم درمانی و بهداشتی، اولین کسانی که با شرایط بحرانی مانند شیوع بیماری، کووید-۱۹ مواجه می‌شوند، ممکن است استرس شدید جسمی، روحی و اخلاقی را تجربه کنند. در شرایط بحرانی، کارکنان درمان در مورد توانایی‌ها یا اولویت‌های خود تردید دارند. گاهی ممکن است ترس از بیمار شدن بر آن‌ها غالب شود و منافع فردی را بر منافع عمومی ترجیح دهند و نتوانند تصمیم درستی بگیرند. آن‌ها همچنین برای از بین بردن استرس ناشی از شرایط بحرانی و تقویت قدرت تصمیم‌گیری به شجاعت رفتاری نیاز دارند.

در محیط‌های بالینی، موقعیت‌هایی از قبیل اعلام خبر بد به بیماران و همراهان، تذکر دادن به همکاران دارای عملکرد ضعیف، رویارویی با خویشتن‌دندان عصبانی و آگاه شدن از اقدامات غیر اخلاقی، بسیار پیش می‌آید که همه این موقعیت‌ها نیازمند برخورد در بودن از شهامت و شجاعت است و بسته به نوع عملکرد کارکنان پیامدهای متفاوتی را به دنبال دارد. باید توجه داشت عواملی مانند ترس از واکنش منفی همکاران یا از دست دادن شغل می‌تواند شخص را از اینکه اقدام درست انجام دهد باز دارد (آلجاندرو، ۲۰۱۶).

هدف از انجام پژوهش حاضر، شناسایی عوامل مؤثر بر رفتارهای شجاعانه کارکنان در زمان بحران است که بهبود عملکرد و خدمات ارائه‌شده توسط کارکنان بیمارستان و افزایش سطح ایمنی و بهبود کیفیت مراقبت‌های بهداشتی و درمانی را به دنبال دارند. شناسایی عواملی که به رفتارهای شجاعانه کارکنان در زمان بحران منجر می‌شوند، باعث افزایش آگاهی مدیران درباره عوامل مؤثر در ایجاد رفتارهای شجاعانه می‌شود. همچنین شناخت چنین عواملی به مدیران این امکان را می‌دهد تا برنامه‌ها و استراتژی‌هایی را برای مدیریت بهتر بحران‌ها و افزایش توانمندی‌های موجود ایجاد کنند. ارتقای توانمندی‌های کارکنان و افزایش تعهد، روحیه و انگیزه آن‌ها در مواجهه با بحران‌ها نیز از دیگر دستاوردهای شناخت پیشایندهای رفتارهای شجاعانه کارکنان است. محقق با توجه به اهمیت شجاعت رفتاری و تأثیراتی که کمبود ناشی از آن بر ایمنی بیمار در زمان شرایط بحرانی می‌گذارد و همچنین با بررسی ادبیات موجود و کشف خلأها از درون ادبیات نظری، شناخت پیشایندهای رفتارهای شجاعانه اخلاقی کارکنان دانشگاه علوم پزشکی کرمان در بحران‌های فراگیر را ضروری می‌داند. از این رو موضوع مذکور دست‌مایه اصلی پژوهش قرار گرفته است تا از این طریق عواملی که بیشترین تأثیر را در افزایش رفتارهای شجاعانه کارکنان در این حوزه دارند مورد توجه مسئولین مربوطه



قرار گیرند. بنابراین می‌توان سؤالات پژوهش را بدین شرح در نظر گرفت:

۱- کلیدی‌ترین عوامل مؤثر بر رفتارهای شجاعانه اخلاقی کارکنان چه هستند؟

۲- روابط علی و ارتباطی که میان این عوامل برقرار است چگونه خواهد بود؟

۳- وابسته‌ترین عامل و مستقل‌ترین عامل کدام‌اند؟

مبانی نظری

واژه شجاعت در فرهنگ لغت آکسفورد، نشان‌دهنده وضعیت یا شرایط ذهنی و روحی است که به فرد کمک می‌کند در مواجهه با خطرات، ترس‌ها و فرازونشیب‌ها، رفتاری با اعتمادبه‌نفس و با متانت برای حل مسئله داشته باشد. رفتار شجاعانه علی‌رغم ترس از عواقب اجتماعی یا اقتصادی، فرد را مجبور می‌کند یا اجازه می‌دهد آنچه را که اعتقاد به درست بودن آن دارد انجام دهد. درواقع، رفتارهای شجاعانه و شجاعت جسمی لزوماً با هم وجود ندارند. رفتارهای شجاعانه فرد را قادر می‌سازد با وجود ترس از عقاید دیگران، اخلاقی رفتار کند. این نوع شجاعت از اعمال قهرمانانه بدنی فراتر می‌رود و در تکامل احترام به نفس واقعی بوده و ارزش‌های بالاتری را نشان می‌دهد. اگرچه شجاعت اخلاقی توسط بسیاری از محققان مورد مطالعه قرار گرفته است، اما بیشتر این مطالعات در چارچوب بخش مراقبت‌های بهداشتی است (هاتچینسون و همکاران، ۲۰۱۵). با مطالعه مدل‌های متعدد رفتار اخلاقی، عوامل متعددی به‌عنوان فاکتورهای اثرگذار بر رفتار اخلاقی در سازمان شناسایی شده‌اند. در اکثر مدل‌های اخلاقی، فاکتورهای مشابهی به‌عنوان عوامل اثرگذار بر رفتار اخلاقی سازمان‌ها معرفی شده‌اند که می‌توان این فاکتورها را در سه دسته کلان، میانی و خرد دسته‌بندی کرد که درنهایت می‌تواند به سلامت اداری سازمان منجر شود (گیسون، ۲۰۱۹).

شجاعت اخلاقی

شجاعت اخلاقی فضیلتی است که با وجود موانع، توانایی انجام رفتار اخلاقی و داشتن عملکرد اخلاقی را ایجاد می‌کند. به عبارت دیگر، شجاعت اخلاقی به‌معنای عمل براساس ارزش‌های اخلاقی با وجود دشواری‌ها و خطرات هم‌زمان به‌عنوان چالش‌ها و معضلات اخلاقی است (اوگونفور، ۲۰۱۳). شجاعت اخلاقی یک شایستگی است که در محیط کاری، به کار می‌رود، زیرا مدیران برای چالش‌های اخلاقی، با یک پاسخ اخلاقی مواجه می‌شوند (سکرکا و باگوزی، ۲۰۱۷). کسانی که شجاعت اخلاقی دارند تصمیم می‌گیرند «کار درست را انجام دهند»، حتی اگر این کار آن‌ها را در معرض خطر شخصی از دست دادن شغل، انزوا از همسالان و سایر پیامدهای منفی قرار دهد (مایر و همکاران، ۲۰۱۵).

این شکل از شجاعت یک قابلیت کاربردی از قدرت اخلاقی است و به‌عنوان قصد شرکت در عمل اخلاقی در مسیر انجام کار توصیف شده است. نشان دادن شجاعت اخلاقی حرفه‌ای به این معناست که علی‌رغم احتمال پیامدهای شخصی نامطلوب (ازجمله احساسات منفی، خطر، دشواری یا تهدید برای خود)، یک کارمند در صورت مواجهه با یک معضل، برای دنبال کردن یک مسیر اخلاقی استقامت نشان می‌دهد (کومر و سکرکا، ۲۰۱۷).

بحران فراگیر

بحران‌ها یکی از مشکلات پیچیده جامعه به شمار می‌روند. بحران‌های فراگیر به بحران‌هایی گفته می‌شود که تأثیر گسترده‌ای بر جوامع و سازمان‌ها دارند و منطقه یا جهانی را فرا می‌گیرند. این نوع بحران‌ها معمولاً از نظر مکانی و زمانی گسترده هستند و می‌توانند به‌صورت ناگهانی و پیش‌بینی نشده رخ دهند. بحران‌های فراگیر معمولاً شامل بحران‌هایی نظیر بیماری‌های واگیر، زلزله، سیل، جنگ، بحران‌های اقتصادی و غیره می‌شوند. این بحران‌ها می‌توانند تأثیرات جدی بر جوامع و اقتصادها داشته باشند و نیازمند هماهنگی و همکاری بین افراد، سازمان‌ها و جوامع برای مدیریت آن‌ها هستند. به‌طور کلی، بحران‌های فراگیر در مقیاس بزرگی اتفاق می‌افتند و مقابله با آن‌ها نیازمند تدابیر و برنامه‌های خاص است (تابلی و همکاران، ۱۴۰۱).

پیشینه پژوهش

اسدی و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی با عنوان «ارزیابی الگوی اثربخشی کارکردهای شجاعت اخلاقی حسابرسان داخلی» نشان دادند تأثیرگذارترین عامل شجاعت اخلاقی در اثربخشی حسابرسی داخلی، ادراک مثبت، خودکارآمدی و منبع کنترل درونی است.

در بررسی یافته‌های پژوهش آذرباهمان و همکاران (۱۴۰۱) تعیین شد که سطح بالایی از شجاعت اخلاقی در بروز رفتارهای اخلاقی با الگوی رفتار مجاز اخلاقی مرتبط است. درنهایت مشخص شد سطح پایینی از شجاعت اخلاقی مؤثر در بروز رفتارهای اخلاقی با الگوی رفتاری سازگاری اخلاقی است.

منتظری و همکاران (۱۴۰۱) نیز در تحقیق خود با عنوان «بررسی ارتباط شایستگی بالینی با شجاعت اخلاقی پرستاران بخش‌های مراقبت‌های ویژه بیمارستان‌های وابسته به دانشگاه علوم پزشکی تهران» نشان دادند با افزایش شایستگی بالینی پرستاران، شجاعت اخلاقی آن‌ها افزایش می‌یابد.

پاک‌نژاد و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی با عنوان «ارائه الگوی توسعه شجاعت اخلاقی کارکنان» مدلی را به‌منظور توسعه شجاعت اخلاقی کارکنان ارائه کردند که این مدل دارای دو سطح است؛ سطح اول شامل بعد محیطی و سطح دوم شامل ابعاد



فردی، مدیریتی، سازمانی و شغلی است.

خواجهموندی و همکاران (۱۳۹۹) در تحقیق خود با عنوان «بررسی شجاعت اخلاقی و عوامل پیشگویی کننده آن در پرستاران بیمارستان بقیه‌الله (عج)، در سال ۱۳۹۸» بیان کردند که توجه هرچه بیشتر به مقوله شجاعت اخلاقی و عوامل مرتبط با آن و ارائه راهکارهایی برای بهبود آن، باید در رأس توجه سازمان بهداشتی و مدیران پرستاری قرار گیرد.

نتایج مطالعه پالانسی و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد جلوه‌های رفتاری رهبر و سختی موقعیتی، هر دو اثرات مهم مستقیمی بر جلوه‌های رفتاری شجاعت رهبر دارند.

نومین و همکاران (۲۰۱۷) در یافته‌های خود نشان دادند افزایش سابقه کار، سن و وضعیت شغلی باعث افزایش شجاعت اخلاقی می‌شود. در این راستا، تجارب قبلی فرد و کسب شایستگی‌های علمی و حرفه‌ای نقش مهمی در شکل‌گیری رفتار شجاعانه ایفا می‌کنند؛ به‌طوری که با افزایش سن و تجربه کاری، تجربه فرد از سمت‌های حرفه‌ای افزایش می‌یابد.

اوگونفور (۲۰۱۳) نیز در تحقیقات خود نشان داد الگوسازی اخلاقی رهبر با پرورش مالکیت اخلاقی کارکنان و احساس تعهد نسبت به سازمان، بر شجاعت اخلاقی تأثیر می‌گذارد.

با مشاهده نتایج مطالعات اخیر، خلأ تحقیقاتی موجود به‌خوبی قابل‌درک است. مشاهده می‌شود که مطالعات اخیر به بررسی رفتارهای شجاعانه کارکنان در بخش‌های مختلف پرداخته‌اند. از نقاط قوت تحقیقات اخیر، پرداختن به جوانب مختلف شجاعت اخلاقی به‌صورت پراکنده بود، اما این تحقیقات به‌صورت منسجم عوامل مهم و اثرگذار بر شجاعت اخلاقی را موردبررسی قرار نداده‌اند. بنابراین محقق وجه تمایز تحقیق حاضر با سایر تحقیقات را در توجه عمیق به عوامل مؤثر و پیشایندهای رفتارهای شجاعانه کارکنان در شرایط بحرانی و تحلیل روابط علت و معلولی میان چنین عواملی می‌داند.

بنابراین با مطالعه تمامی تحقیقات اخیر در حوزه شجاعت اخلاقی، می‌توان عوامل مؤثر بر رفتارهای شجاعانه اخلاقی کارکنان را در **جدول شماره ۱** جمع‌بندی کرد.

روش

پژوهش حاضر از آن جهت که بر واقعیت‌های قابل‌مشاهده و آزمون‌پذیر استوار است بر مبنای پارادایم اثبات‌گرایی^۱ است و از نظر جهت‌گیری پژوهش نیز باتوجه‌به اینکه تحقیقات کاربردی تحقیقاتی هستند که گروهی از افراد یا حتی کل جامعه از نتایج آن سود می‌برند، ازجمله تحقیقات کاربردی به شمار می‌رود. همچنین از نظر روش جمع‌آوری داده‌ها، توصیفی - تحلیلی و

پیمایشی است. مهم‌ترین عوامل با استفاده از مدل‌سازی ساختاری تفسیری^۲ سطح‌بندی شدند. روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری ایجاب می‌کند که اطلاعات از خبرگان و متخصصین دریافت و تحلیل شود. در این روش، مجموعه‌ای از عناصر مختلف و مرتبط با هم در یک مدل نظام‌مند جامع ساختاربندی می‌شوند. جامعه آماری مورد مطالعه در تحقیق حاضر، دانشگاه علوم پزشکی کرمان بود. در ادامه، جهت جمع‌آوری داده‌های موردنظر، از میان کلیه خبرگان مشغول به فعالیت در حوزه‌های ریاست، معاونت و کارشناسی این دانشگاه، ۱۸ نفر که بیشترین تجربه کاری و پژوهشی (حداقل ۵ساله) در حوزه مدیریت بحران در مراکز خدمات درمانی را داشتند، از طریق نمونه‌گیری غیراحتمالی (هدفمند) و در دسترس به‌عنوان نمونه انتخاب شد (**جدول شماره ۲**).

در این تحقیق، روش گردآوری اطلاعات در تدوین مبانی، تعاریف و مفاهیم نظری، به‌صورت کتابخانه‌ای (مقالات، کتاب‌ها، پایان‌نامه‌ها و غیره) است. ابتدا پیشایندهای رفتارهای شجاعانه اخلاقی کارکنان به‌وسیله مرور ادبیات پیشین تهیه شد و سپس پرسش‌نامه نهایی تهیه و در میان نمونه موردبررسی توزیع شد. درنهایت داده‌ها، از طریق مدل‌سازی ساختاری تفسیری و با استفاده از نرم‌افزار متلب نسخه ۹ و نرم‌افزار میک‌مک نسخه ۲ موردبررسی قرار گرفت. روایی و پایایی پرسش‌نامه نیز بدین شرح است:

روایی محتوا

روایی محتوا به میزانی اشاره دارد که یک ابزار، منعکس‌کننده محتوای مشخص موردنظر است. براساس روش لاوشه، برای ایجاد روایی محتوایی در پرسش‌نامه پس از مرور ادبیات، دامنه محتوا و آیتم‌های ساخت پرسش‌نامه تدوین می‌شود، سپس از اعضای پانل محتوا خواسته می‌شود به میزان مناسب بودن هر آیتم، با انتخاب یکی از سه گزینه «ضروری»، «مفید اما نه ضروری» و «غیرلازم» پاسخ دهند.

باتوجه‌به **فرمول شماره ۱** ذیل نسبت روایی محتوا^۳ محاسبه شده و باتوجه‌به سطح موردنیاز برای معنی‌داری آماری ($P < 0.05$) باید حداقل مقدار $CVR = 0.75$ برای هر آیتم جهت پذیرش آن آیتم به دست آید.

$$1. CVR = \frac{N_e - N/2}{N/2}$$

که N_e = تعداد اعضای است که گزینه «ضروری» را برای آیتم موردنظر انتخاب کرده‌اند و N = تعداد کل اعضای پانل است.

CVR پس از تکمیل پرسش‌نامه بیشتر از ۰/۷۵ به دست آمد.

2. Interpretive structural modeling (ISM)

3. Content validity ratio (CVR)

1. Positivism

جدول ۱. عوامل پیش‌بینی رفتارهای شجاعانه اخلاقی کارکنان براساس ادبیات تحقیق

عوامل فردی	عزت نفس (پوستانی، ۱۳۹۱) ارزش‌های فردی (قربانی‌زاده و همکاران، ۱۴۰۰) مدل اخلاقی (اشمیتور و همکاران، ۲۰۱۹؛ قربانی‌زاده و همکاران، ۱۴۰۰) تیپ شخصیتی (سکرکا و باگوزی، ۲۰۱۷)
عوامل سازمانی	شفافیت سازمانی (اینگرامز، ۲۰۲۰؛ رویجر و میجر، ۲۰۲۰؛ قربانی‌زاده و همکاران، ۱۴۰۰) پاسخگویی (پروانتو و همکاران، ۲۰۲۰؛ رویجر و میجر، ۲۰۲۰؛ اشمیتور و همکاران، ۲۰۱۹؛ قربانی‌زاده و همکاران، ۱۴۰۰) فرهنگ (لیانو و همکاران، ۲۰۱۵؛ اینگرامز، ۲۰۲۰؛ تنائی و همکاران، ۱۳۹۷)
عوامل مدیریتی	رهبری (قربانی‌زاده و همکاران، ۱۴۰۰) انتقادپذیری (پروانتو و همکاران، ۲۰۲۰؛ رویجر و میجر، ۲۰۲۰؛ اشمیتور و همکاران، ۲۰۱۹) صلابت (اینگرامز، ۲۰۲۰؛ رویجر و میجر، ۲۰۲۰؛ قربانی‌زاده و همکاران، ۱۴۰۰) تبادل رهبر - عضو (قربانی‌زاده و همکاران، ۱۴۰۰؛ جزینی و همکاران، ۱۳۹۵)
عوامل محیطی	اقتصادی (قربانی‌زاده و همکاران، ۱۴۰۰؛ رودساز و همکاران، ۱۳۹۷؛ دانشپور و همکاران، ۱۳۹۶) فرهنگی (پروانتو و همکاران، ۲۰۲۰؛ قربانی‌زاده و همکاران، ۱۴۰۰؛ یوزرجمهری و همکاران، ۱۳۹۸) سیاسی - حقوقی (قربانی‌زاده و همکاران، ۱۴۰۰؛ پروانتو و همکاران، ۲۰۲۰؛ یوزرجمهری و همکاران، ۱۳۹۸؛ دانشپور و همکاران، ۱۳۹۶)

پایایی

ذیل مشخص می‌شود:

- V: عامل سطر A می‌تواند زمینه‌ساز رسیدن به عامل ستون A باشد.
- A: عامل ستون Z می‌تواند زمینه‌ساز رسیدن به عامل سطر A باشد.
- X: بین عامل سطر A و عامل ستون Z رابطه دوطرفه وجود دارد.
- O: هیچ نوع ارتباطی بین دو عنصر وجود ندارد.

برای سنجش پایایی از روش آزمون مجدد استفاده شد؛ بدین‌گونه که پرسش‌نامه مزبور برای ۳ نفر از خبرگان در دسترس به فاصله ۲ هفته زمانی و دوبار ارسال شد و همبستگی بین پاسخ‌ها در مرحله اول و دوم برابر با ۰/۷۸۹ و ۰/۸۲۸ و ۰/۷۸۶ به دست آمد و از آنجایی که همبستگی پاسخ‌ها بالاتر از ۰/۷ بود، پس پایایی پرسش‌نامه قابل قبول است.

یافته‌ها

پس از تعیین پیش‌بینی‌های نهایی، برای استخراج روابط بین آن‌ها، مدل‌سازی ساختاری تفسیری در گام‌هایی به شرح ذیل انجام شود:

گام اول

ماتریس ساختاری روابط درونی متغیرها^۴

متغیرهای مربوط به پدیده مورد مطالعه در سطر و ستون ماتریس قرار می‌گیرد و روابط دوطرفه‌ای متغیرها توسط نمادهای

گام دوم

ماتریس دست‌یابی^۵

نمادهای روابط ماتریس ساختاری روابط درونی متغیرها بر حسب قواعد زیر به اعداد صفر و ۱ تبدیل می‌شوند:

اگر خانه Z، A در ماتریس SSIM نماد V گرفته است، خانه مربوط در ماتریس دست‌یابی عدد ۱ و خانه قرینه آن صفر می‌گیرد. اگر نماد A گرفته است خانه مربوط در ماتریس دست‌یابی عدد

5. Reachability matrix

4. Structural self-interaction matrix (SSIM)

جدول ۲. مشخصات خبرگان

تعداد	حوزه فعالیت	میانگین سن (سال)	میانگین سابقه خدمت (سال)	مدرک کارشناسی	مدرک کارشناسی ارشد	مدرک دکتری
۱۰	ریاست	۳۲	۸	۰	۸	۲
۲	معاونت	۳۰	۵	۱	۱	۰
۶	کارشناسی	۳۱	۱۰	۳	۲	۰



جدول ۳. تعیین سطوح رفتارهای شجاعانه اخلاقی کارکنان

ردیف	پیشایند	مجموعه خروجی	مجموعه ورودی	مشترک	سطح
۱	اقتصادی	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c8,c9,c10,c11,c12,c13,c14	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c8,c9,c10,c11,c12,c13,c14	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c8,c9,c10,c11,c12,c13,c14	پنجم
۲	فرهنگی	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c8,c9,c10,c11,c12,c13,c14	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c8,c9,c10,c11,c12,c13,c14	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c8,c9,c10,c11,c12,c13,c14	پنجم
۳	سیاسی-حقوقی	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c8,c9,c10,c13,c14	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c8,c9,c10,c11,c12,c13,c14	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c8,c9,c10,c13,c14	پنجم
۴	شفافیت سازمانی	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c8,c9,c10,c11,c12,c13,c14	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c10,c11,c12,c13,c14	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c10,c11,c12,c13,c14	چهارم
۵	پاسخگویی	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c8,c9,c12,c13,c14	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c9,c10,c11,c12,c13,c14	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c8,c9,c12,c13,c14	چهارم
۶	فرهنگ سازمانی	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c9,c10,c11,c12,c13,c14	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c8,c9,c10,c11,c12,c13	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c9,c10,c11,c12,c13	چهارم
۷	رهبری اصیل	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c12,c13,c14	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c8,c9,c10,c11,c12,c13,c14	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c11,c12,c13,c14	سوم
۸	صداقت	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c8,c9,c10,c11,c12,c13,c14	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c8,c9,c10,c11,c12,c14	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c9,c10,c11,c12,c14	سوم
۹	تبادل رهبرعضو	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c9,c10,c11,c12,c13,c14	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c8,c9,c10,c11,c12,c13,c14	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c8,c9,c10,c11,c12,c13,c14	دوم
۱۰	انتقادپذیری مدیران	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c8,c11,c12,c13,c14	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c8,c9,c10,c11,c14	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c7,c8,c11,c14	دوم
۱۱	عزت نفس	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c8,c11,c12,c13,c14	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c8,c9,c10,c11,c14	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c7,c8,c11,c14	اول
۱۲	ارزش‌های فردی	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c8,c9,c10,c11,c12,c13,c14	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c8,c9,c10,c11,c12,c13,c14	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c8,c9,c10,c11,c12,c13,c14	اول
۱۳	مدل اخلاقی	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c8,c9,c10,c11,c12,c13,c14	c1,c2,c4,c5,c6,c7,c8,c9,c10,c11,c12	c1,c2,c3,c4,c5,c6,c7,c8,c9,c10,c11,c12,c14	اول
۱۴	تپ شخصیتی	c1,c3,c4,c5,c7,c8,c9,c10,c11,c13,c14	c1,c2,c4,c5,c6,c7,c8,c9,c10,c11,c12	c1,c3,c4,c5,c7,c9,c10,c11	اول

گام چهارم

سطح‌بندی و اولویت‌بندی متغیرها

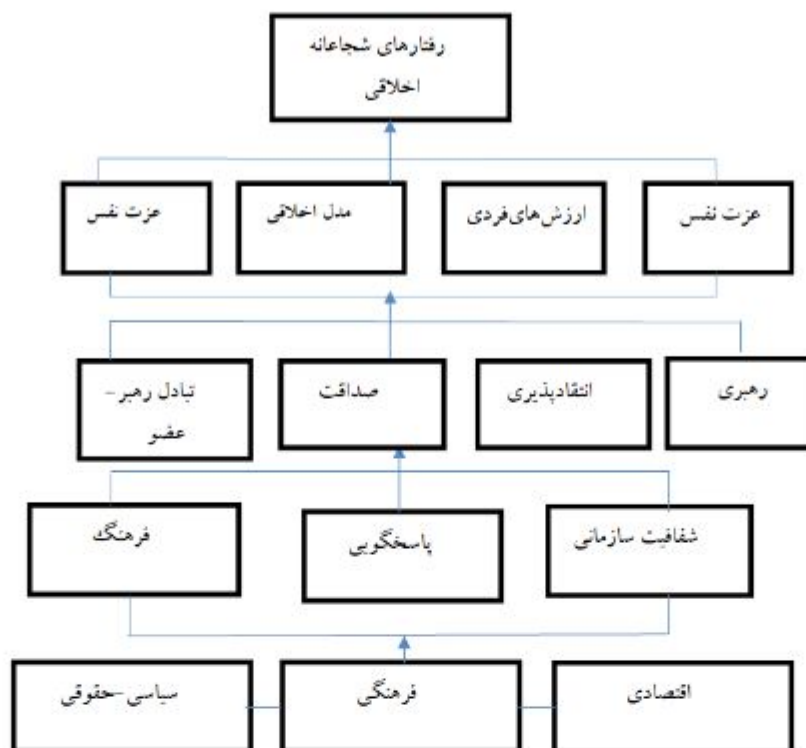
برای تعیین سطح و اولویت متغیرها، مجموعه دست‌یابی و مجموعه پیش‌نیاز برای هر متغیر تعیین شد. مجموعه دست‌یابی هر متغیر شامل متغیرهایی است که از طریق این متغیر می‌توان به آن رسید و مجموعه پیش‌نیاز متغیرهایی را شامل می‌شود که می‌توان توسط آن‌ها به این متغیر رسید. این کار با استفاده از ماتریس دست‌یابی انجام شد. پس از تعیین مجموعه دست‌یابی و پیش‌نیاز برای هر متغیر، به سطح‌بندی متغیرها پرداخته شد. برای تعیین بالاترین سطح باید مجموعه دست‌یابی و عناصر مشترک یکسان باشند. پس از تعیین سطح، متغیر یا متغیرها از جدول حذف شدند و با بقیه متغیرهای باقی‌مانده سطوح پنج‌بندی تعیین شدند. نتایج این مرحله در جدول شماره ۳ آمده است.

صفر و خانه قرینه آن عدد ۱ می‌گیرد. اگر نماد X گرفته است، خانه مربوط در ماتریس دست‌یابی عدد ۱ و خانه قرینه آن عدد ۱ می‌گیرد و اگر نماد O گرفته است، خانه مربوط در ماتریس دست‌یابی عدد صفر و خانه قرینه آن هم صفر می‌گیرد.

گام سوم

به دست آوردن ماتریس دست‌یابی سازگار شده

برای اطمینان از سازگاری درونی ماتریس دست‌یابی از قوانین ریاضی استفاده شد. به عنوان نمونه، اگر در ماتریس دست‌یابی متغیر ۱ به ۲ و متغیر ۲ به ۳ منجر می‌شوند طبق خاصیت تعدی در ریاضی باید متغیر ۱ به متغیر ۳ منجر شود و در غیر این صورت باید ماتریس اصلاح شود و روابط از قلم‌افتاده جایگزین شوند. بنابراین ماتریس دست‌یابی به توان $K+1$ رسید ($K>1$) عملیات به توان رساندن ماتریس طبق قاعده بولن انجام شد. طبق این قاعده $1 \times 1 = 1$ و $1 + 1 = 1$ می‌شود.



تصویر ۱. الگوی ساختاری تفسیری پیشایندهای رفتارهای شجاعانه اخلاقی کارکنان

گام پنجم

ترسیم شبکه تعاملات

پس از تعیین سطح متغیرها، مدل ترسیم شد و روابط میان متغیرها براساس ماتریس دست‌یابی سازگار شده ترسیم شد (تصویر شماره ۱).

در پایان، از تحلیل نرم‌افزار میک‌مک نسخه ۲ استفاده شد. در این تحلیل متغیرهای نخستین براساس قدرت هدایت^۹ (تعداد عناصر مجموعه دست‌یابی) و قدرت وابستگی^{۱۰} (تعداد عناصر مجموعه پیش‌نیاز) به ۴ دسته تقسیم می‌شوند:

متغیرهای خودمختار^۸

متغیرهای دارای قدرت هدایت و وابستگی ضعیف که به سبب ارتباطات کم و ضعیف با سیستم، نسبتاً به آن نامتصل هستند. در این تحقیق هیچ‌یک از عوامل در این دسته قرار نگرفتند.

متغیرهای وابسته^۹

متغیرهای دارای قدرت هدایت کم و وابستگی زیاد. این متغیرها به‌طور عمده نتایج مبانی دینی و اعتقادی و نگرش جامعه‌محور هستند که برای ایجاد آن‌ها عوامل زیادی دخالت دارند و خود آن‌ها کمتر می‌توانند زمینه‌ساز متغیرهای دیگر شوند. متغیرهای شفافیت سازمانی و فرهنگ در این دسته قرار می‌گیرند.

متغیرهای متصل^{۱۰} (پیوندی)

متغیرهای غیرایستا و دارای قدرت هدایت و وابستگی زیاد که هر نوع تغییری در آن‌ها در سیستم اثر می‌گذارد. متغیرهای سیاسی - حقوقی، عزت نفس و پاسخگویی در این دسته قرار می‌گیرند.

متغیرهای مستقل^{۱۱}

متغیرهای زیربنا در مدل که قدرت هدایت زیاد و وابستگی کمی دارند. متغیرهای تبادل رهبر - عضو، عزت نفس و تیپ شخصیتی در این دسته قرار می‌گیرند (جدول شماره ۴ و تصویر شماره ۲).

9. Dependent variables

10. Linkage variables

11. Independent variables

6. Driving power

7. Dependence power

8. Autonomous variables

جدول ۴. درجه قدرت هدایت و وابستگی پیشایندهای رفتارهای شجاعانه اخلاقی کارکنان

پیشایندها	۱۴	۱۹	۳	۹	۱۱	۵	۱۱	۴	۲
قدرت نفوذ	۱۳	۱۳	۱۲	۱۱	۱۱	۱۱	۱۰	۵	۴
قدرت وابستگی	۵	۱۳	۱۰	۵	۳	۱۳	۱۲	۱۰	۱۲

بحث

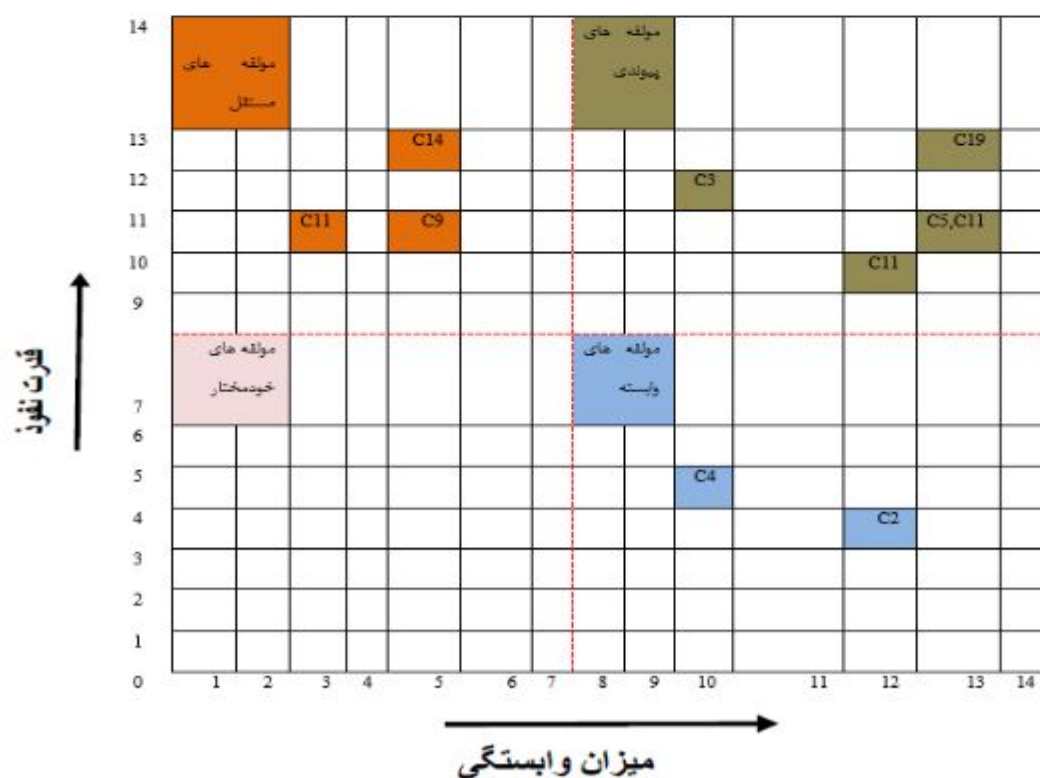
سطح اول

هدف اصلی این پژوهش، ارائه پیشایندهای رفتارهای شجاعانه کارکنان دانشگاه علوم پزشکی شهرستان کرمان در بحران‌های فراگیر در قالب مدل‌سازی ساختاری تفسیری بود.

مدل‌سازی ساختاری تفسیری با مهم‌ترین معیارهای موضوعی تأثیرگذار، آغاز و به ایجاد شبکه‌ای جامع از تعاملات میان این معیارها به صورت سلسله‌مراتبی منتهی شد، در صورتی که در ابتدا و پیش از آغاز پژوهش درک قابل‌قبولی از موضوع و متغیرهای آن و روابط میان آن‌ها وجود نداشت. پس از بررسی پیشایندها طبق ادبیات پژوهش و تأیید صحت یافته‌ها براساس مدل‌سازی ساختاری تفسیری، در مجموع ۱۴ متغیر در قالب ۴ سطح به‌عنوان پیشایندهای رفتارهای شجاعانه کارکنان شناسایی شدند که به عوامل فردی، عوامل مدیریتی، عوامل سازمانی و عوامل محیطی تقسیم می‌شوند.

شامل ارزش‌های فردی، عزت نفس، تیپ شخصیتی و مدل اخلاقی است.

ارزش‌های فردی در هر سازمان می‌توانند موجب پیشرفت رفتارهای شجاعانه شوند. براساس مطالعات، زمانی که ارزش‌های فردی با ارزش‌های سازمانی تجانس بیشتری دارند، رفتارهای اخلاقی و شجاعانه در آن سازمان افزایش می‌یابد. این نتیجه در پژوهش‌های لی و همکاران، ۲۰۱۷ مورد تأیید قرار گرفته است. این محققان اذعان می‌کنند که ارزش‌های فردی هستند که افراد را به سوی اهداف پیشرفت سازمان سوق می‌دهند و آنچه موجب بروز یک رفتار و پایداری آن می‌شود، پاداش حاصل از انجام آن است. در همین راستا نیز عزت نفس، مدل اخلاقی و تیپ شخصیتی در قالب یک معیار واحد و به‌عنوان یکی از محرک‌های اصلی برای رفتارهای شجاعانه، با میزان وابستگی و قدرت نفوذ بالا، جزء عوامل تأثیرپذیر در این سطح شناسایی می‌شوند.



تصویر ۲. ماتریس قدرت هدایت و وابستگی رفتارهای شجاعانه اخلاقی کارکنان



از رفتارهای شجاعانه و اخلاقی عمل کنند تا الهامبخش کارکنان بوده و آن‌ها را به تقلید از این رفتارها تشویق نمایند. همچنین رهبران با ارتباط فعال با کارکنان می‌توانند اعتماد و تعامل را تقویت کرده و به دنبال این ارتباطات به تشویق کارکنان به انجام رفتارهای شجاعانه نیز کمک کنند.

صداقت نیز عامل دیگری است که در ایجاد رفتارهای شجاعانه اخلاقی کارکنان مؤثر است. صداقت و صراحت در برقراری ارتباط با کارکنان، اعتماد و احترام را تقویت می‌کند. افرادی که احساس می‌کنند مورد احترام و اعتماد هستند، بیشتر به تصمیم‌گیری‌های شجاعانه می‌پردازند. وجود صداقت در محیط کار همچنین باعث ایجاد محیطی ایمن و حمایت‌کننده برای کارکنان می‌شود. کارکنانی که صداقت دارند بدون شک بهترین تلاش خود را در مواقع بحرانی به کار می‌گیرند. از طرفی، صداقت ارتباطات کاری، همبستگی و همکاری بین اعضای تیم را تقویت می‌کند. این ارتباطات قوی‌تر به مدیریت بحران‌ها و مواجهه با مشکلات پیچیده کمک می‌کند. به‌طور کلی، صداقت و شفافیت در محیط کار می‌تواند به افزایش رفتارهای شجاعانه کارکنان منجر شود و به بهبود عملکرد و ایجاد محیط کاری مؤثرتر کمک کند. تبادل رهبر - عضو نیز به ارتباط میان فردی رهبران و پیروان آن‌ها در سازمان اشاره دارد که به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر در ایجاد رفتارهای شجاعانه کارکنان در این سطح قرار گرفته است. فرض این نظریه چنین است که ارتباط بین مدیر و کارمند می‌تواند به ایجاد تبادلات کاری بین این دو نفر منجر شود. حال اگر این روابط دارای کیفیت بالا باشند، کارکنان حمایت‌های همه‌جانبه بیشتری از سرپرست خود دریافت می‌کنند (صابری و ملکزاده، ۱۳۹۹). پرواضح است که در چنین شرایطی فضا برای بروز رفتارهای شجاعانه کارکنان فراهم می‌شود و کارکنان تمایل دارند تا نسبت به آن توجه داشته باشند.

سطح سوم

شامل شفافیت سازمانی، فرهنگ و پاسخگویی است.

شفافیت سازمانی از جمله عوامل سازمانی مؤثر بر خلق رفتارهای شجاعانه در کارکنان به شمار می‌رود. این عامل باعث ایجاد اعتماد در هر سطحی از عملیات و ارتباطات می‌شود. از دیگر عناصر سازمانی بیان‌شده در سطح سوم مدل، فرهنگ سازمانی است که هدف اصلی آن کمک به توجیه کردن و آماده‌سازی اعضای سازمان برای هم‌راستایی در عمل به اهداف سازمان است. فرهنگ سازمانی نیز مجموع باورها و آداب و رسوم است که اعضای سازمان را با هم یکپارچه می‌سازد. یافته‌ها نشان داد این عامل نیز در ایجاد رفتارهای شجاعانه کارکنان در زمان بحران اثرگذار است که با نتایج پژوهش‌های لیانو و همکاران (۲۰۱۵)، هم‌خوانی دارد. طبق یافته‌های به‌دست‌آمده، هرچند هیچ‌یک از عوامل پیشاینده مطرح‌شده در دسته عوامل مستقل قرار نگرفتند، اما دو عامل شفافیت سازمانی و فرهنگ به‌عنوان وابسته‌ترین عوامل در ایجاد

عزت نفس در محیط کار باعث می‌شود فرد به توانایی‌های خود اعتماد داشته باشد و از قابلیت تصمیم‌گیری بیشتری برخوردار باشد. این افراد روابط بین‌فردی بهتری دارند و در محیط کار پویا، کمک‌های مؤثری می‌کنند.

بالا بودن عزت نفس کارکنان در یک سازمان، یکی از عواملی است که باعث می‌شود رفتارهای شجاعانه افزایش یابند. نتایج مطالعات پروانتو و همکاران (۲۰۲۰) این موضوع را تأیید کرده است. این محققان معتقدند عزت نفس و تیپ شخصیتی در افزایش انگیزه رفتارهای اخلاقی مؤثر هستند. مدل اخلاقی نیز عامل دیگری است که اصول و ارزش‌های اخلاقی را تعیین می‌کند و می‌تواند در بروز رفتارهای شجاعانه در شرایط بحرانی کمک کند. این مدل می‌تواند افراد را در تصمیم‌گیری‌های پیچیده و مواجهه با موقعیت‌های بحرانی راهنمایی کند. مدل‌های اخلاقی معمولاً ارزش‌ها و اصول اخلاقی را ترویج می‌دهند که شامل صداقت، اعتماد، احترام، عدالت و مسئولیت می‌شوند. این ارزش‌ها می‌توانند به تقویت رفتارهای شجاعانه و انجام اعمال صحیح و اخلاقی در شرایط بحرانی کمک کنند. مدل‌های اخلاقی همچنین به افراد کمک می‌کنند تا در مواجهه با تصمیم‌های پیچیده در شرایط بحرانی، ارزیابی اخلاقی صحیحی انجام دهند و به تصمیم‌گیری‌های شجاعانه و اخلاقی برسند.

سطح دوم

شامل انتقادپذیری، رهبری، صداقت و تبادل رهبر - عضو است.

یکی از ابعاد مدیریتی که به آن اشاره شده است، انتقادپذیری است. محیط و شرایط حاکم بر جامعه در پرورش مسئولین انتقادناپذیر سهم بسزایی دارد و اگر این محیط نامناسب باشد و خود در مسیر عدم انتقاد حرکت کند، حتی اگر انتقادپذیرترین افراد را در جایگاه‌های مختلف این سیستم انتقادناپذیر قرار دهیم، می‌بینیم که آن فرد نیز بعد از مدتی تبدیل به شخصی انتقادناپذیر می‌شود. برخی از مدیران فکر می‌کنند برای اینکه مسئولیت و جایگاه قدرت آن‌ها اعتبار داشته باشد، باید به‌عنوان شخصیتی استثنایی و غیرقابل تکرار شناخته شوند. همین امر آن‌ها را نسبت به انتقاد حساس می‌کند. حفظ آرامش و یادآوری منافع دریافت بازخورد هنگام ارائه انتقاد سازنده بر عمل یا رفتار، انتقادپذیری را افزایش می‌دهد. این نتیجه در تحقیقات لی و همکاران (۲۰۱۷)، مورد تأیید قرار گرفته است. دومین عامل مؤثر بر بروز رفتارهای شجاعانه کارکنان در سازمان رهبری است که با یافته‌های پژوهش پالاتسکی و همکاران (۲۰۱۵) هم‌راستاست. بدون شک، رهبری در سازمان نقش بسیار مهمی در تشویق و ترویج رفتارهای شجاعانه کارکنان در شرایط بحرانی دارد. رهبران می‌توانند با ایجاد محیطی حمایت‌کننده، انگیزش‌دهنده و ایجاد ارزش‌های اخلاقی، تأثیرگذاری قابل توجهی بر رفتارهای شجاعانه کارکنان داشته باشند. رهبران می‌توانند به‌عنوان الگویی



هماهنگی بین اعضای تیم شود. بنابراین، رفتار شجاعانه کارکنان در شرایط بحرانی می‌تواند بهبود کیفیت و اثربخشی خدمات ارائه‌شده و بهبود محیط کار و ارتقای اعتماد اعضای تیم و بیماران را به دنبال داشته باشد. از این رو، تشویق و حمایت از این نوع رفتار در محیط کار بیمارستان‌ها بسیار حیاتی است.

باتوجه به نتایج حاصل از پژوهش، پیشنهاد می‌شود جهت تقویت رفتارهای شجاعانه در کارکنان سازمان‌های متولی بحران، از روش‌های زیر استفاده شود:

- برگزاری دوره‌های آموزشی و آگاهی‌بخشی درمورد اهمیت رفتارهای شجاعانه و تأثیر آن بر بهبود کیفیت خدمات و ارتقای محیط کار

- اطلاع‌رسانی درمورد رفتارهای مثبت و موفقیت‌آمیز در شرایط بحرانی

- ارتقای اعتماد به نفس با ایجاد محیط کاری که اعضای تیم احساس اعتماد به نفس و امنیت کنند و همچنین تشویق به ارائه فرصت‌های آزمایشی و توسعه مهارت‌های جدید

- ارزش‌گذاری و تشویق به رفتارهای شجاعانه و مثبت کارکنان از طریق اعطای پاداش‌ها و تقدیر و تشکر از تلاش‌ها و عملکرد موفق

- ترویج و تقویت فرهنگ شجاعت و رفتارهای مثبت در سازمان به صورت پیوسته و مداوم و ایجاد محیطی که به تشویق و حمایت از رفتارهای شجاعانه توجه کند.

بنابراین با اعمال این راهکارها و توجه به ایجاد محیطی محافظتی و حامی، سازمان‌ها می‌توانند به تقویت رفتارهای شجاعانه در کارکنان خود کمک کنند و بهبود کیفیت خدمات ارائه‌شده و ارتقای محیط کار خود را تضمین نمایند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این پژوهش با رعایت تمامی اصول اخلاق پژوهش انجام شده است.

حامی مالی

این پژوهش هیچ گونه کمک مالی از سازمان‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت‌نویسندگان

مفهوم‌سازی، روش‌شناسی و نظارت بر تحقیق: حمید تابلی؛ تحقیق و بررسی، ویراستاری و نهایی‌سازی نوشته: محبوبه عسکری باقرآبادی؛ جمع‌آوری داده: الهه شیبانی.

رفتارهای شجاعانه کارکنان معرفی شدند. این بدان معناست که برای ایجاد آن‌ها عوامل زیادی دخالت دارند و خود آن‌ها کمتر می‌توانند زمینه‌ساز متغیرهای دیگر شوند.

پاسخگویی، عامل دیگری است که در این سطح مطرح شده است. پاسخگویی کارکنان در شرایط بحران می‌تواند باعث افزایش همبستگی و همکاری بین اعضای تیم شود. این ارتباطات قوی‌تر می‌توانند به تقویت روحیه افراد و تشویق آن‌ها به انجام رفتارهای شجاعانه کمک کند. همچنین پاسخگویی به درخواست‌ها و نیازهای محیط کار در شرایط بحران، به افراد کمک می‌کند تا بهتر واکنش نشان دهند و وظایف خود را به‌طور مؤثر انجام دهند. این موضوع می‌تواند به افزایش اطمینان و اعتماد به نفس کارکنان و در نتیجه به تقویت رفتارهای شجاعانه آن‌ها منجر شود. به‌طور کلی، پاسخگویی کارکنان در شرایط بحران می‌تواند به ارتقای رفتارهای شجاعانه و مؤثرتر افراد و در نتیجه بهبود عملکرد و ایجاد محیط کاری مثبت‌تر کمک کند.

سطح چهارم

شامل عوامل اقتصادی، فرهنگی و سیاسی - حقوقی است.

سطح چهارم، آخرین و زیربنایی‌ترین سطح مدل ساختاری این تحقیق طبق ماتریس نهایی مدل‌سازی ساختاری تفسیری است که تأثیرگذارترین عوامل در این سطح قرار می‌گیرند. یافته‌ها نشان داد عوامل اقتصادی، فرهنگی و سیاسی - حقوقی از عوامل مهم در جهت افزایش رفتارهای شجاعانه در افراد هستند. این نتیجه با پژوهش اشمیتوبر و همکاران (۲۰۱۹) همخوانی دارد. مدیریت در عصر جهانی شدن باید پاسخگوی نیازهای جدیدی باشد که قبلاً به این صورت مطرح نبوده‌اند. مدیریت سازمان‌ها باید از این پدیده نوظهور فرصت‌های تازه‌ای خلق کند و قبل از آنکه آن را تهدید به شمار آورد، به ثمربخشی‌های آن بیندیشد و از آن بهره گیرد. مدیران سازمان‌ها می‌توانند در جهت افزایش عوامل اقتصادی، فرهنگی و سیاسی - حقوقی، وجدان کاری، نگرش دینی، قانون‌مداری، اخلاق و آگاهی‌های عمومی در زمینه علم و فناوری را در کارکنان خود افزایش دهند.

نتیجه‌گیری

در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که رفتار شجاعانه کارکنان در شرایط بحرانی می‌تواند تأثیر بسیار مثبتی بر کیفیت خدمات ارائه‌شده داشته باشد. زمانی که کارکنان شجاعت و اعتماد به نفس نشان دهند و به‌درستی و با انگیزه به کار خود بپردازند، می‌توانند به بهبود عملکرد و کیفیت خدمات کمک کنند. رفتار شجاعانه کارکنان می‌تواند به افزایش اعتماد بیماران به خدمات ارائه‌شده و بهبود رضایت آن‌ها از مراقبت‌های پزشکی منجر شود. علاوه بر این، این نوع رفتار می‌تواند به افزایش انگیزه و اعتماد به نفس کارکنان و تیم‌های درمانی منجر شود و باعث افزایش همکاری و



تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از مدیران و کارکنان محترم دانشگاه علوم پزشکی کرمان که ما را در انجام این پژوهش یاری کردند، قدردانی می‌شود.



References

- Alejandro, H. (2016). What motivates a whistleblower? Retrieved from: [\[Link\]](#)
- Alvandi, H., & Zaheri, M. (2019). [Validating the model of moral courage of senior managers in Iran's government organizations (Persian)]. *Journal of Cultural Management*, 12(46), 41-57. [\[Link\]](#)
- Asadi, A. H., Darabi, R., & Nouri, M. (2022). [Evaluating the effectiveness model of internal auditors' ethical courage functions (Persian)]. *Accounting and Auditing Studies*, 11(44), 5-26. [\[Link\]](#)
- Azarberahman, J., Pakdelan, S., Azarberahman, A., & Ramzani Karashk, M. (2022). [Investigating the role of spiritual intelligence and moral courage in the occurrence of moral behaviors of government accountants (Persian)]. *Journal of Financial and Behavioral Researches in Accounting*, 2(1), 73-89. [\[Link\]](#)
- boostani, D. (2012). [Social capital and risky Behavior: Case study of High School Students of Kerman (Persian)]. *Ferdowsi University of Mashhad Journal of Social Sciences*, 9(1), 1-31. [\[DOI:10.22067/jss.v0i0.16879\]](#)
- Bouzarjomehri, H., Rajaie, S., Sanaei, M., & Herandi, Y. (2020). [Transparency, E-Participation, and open government new methods for government rightsizing and agility (Persian)]. *Science and Technology Policy Letters*, 09(4), 5-14. [\[Link\]](#)
- Comer, D., & Sekerka, L. E. (2017). Keep calm and carry on (ethically): Durable moral courage in the workplace. *Human Resources Management Review*, 28(2), 116-130. [\[DOI:10.1016/j.hrmr.2017.05.011\]](#)
- Daneshpour, S. A., Behzadfar, M., Barakpour, N., & Sharafi, M. (2017). [Participatory planning environment: A conceptual model for analysis of effective factors in citizen participation in planning (Persian)]. *Journal of Architecture and Urban Planning*, 9(18), 23-42. [\[Link\]](#)
- Ebadi, A., Sadooghiasl, A., & Parvizy, S. (2020). [Moral courage of nurses and related factors (Persian)]. *Iranian Journal of Nursing Research*, 15(2), 24-34. [\[Link\]](#)
- Ghorbanizadeh, V., Motazedian, R., Hosseinpour, D., & Rahbar, A. A. (2021). [Designing a public participation pattern in policy making with a multi-method approach (Persian)]. *Strategic Studies of public policy*, 11(39), 68-92. [\[Link\]](#)
- Gibson, E. (2019). Longitudinal learning plan for developing moral courage. *Teaching and Learning in Nursing*, 14(2), 122-124. [\[DOI:10.1016/j.teln.2018.12.012\]](#)
- Hutchinson, M., Jackson, D., Daly, J., & Usher, K. (2015). Distilling the antecedents and enabling dynamics of leader moral courage: A framework to guide action. *Issues in Mental Health Nursing*, 36(5), 326-335. [\[DOI:10.3109/01612840.2015.1017627\]](#) [\[PMID\]](#)
- Ingrams, A. (2020). Organizational design in open government: Two cases from the United Kingdom and the United States. *Public Performance & Management Review*, 43(3), 636-661. [\[Link\]](#)
- Jazini, A., Mansoor, T., & Norouzi, E. (2017). [The effect of information and communication technology in promoting the social participation of citizens (Persian)]. *Urban Management*, 16(46), 445-458. [\[Link\]](#)
- Khajevandi, H., Ebadi, A., Aghaiani Chavoshi, A., & khaghanizadeh, M. (2020). [Investigation of moral courage and its predictive factors in nurses of Baqiyatallah Hospital in 2019 (Persian)]. *Iranian Journal of Medical Ethics and History of Medicine*, 13, 131-141. [\[Link\]](#)
- Lee, D., Choi, Y., Youn, S., & Chun, J. U. (2017). Ethical leadership and employee moral voice: The mediating role of moral efficacy and the moderating role of leader-follower value congruence. *Journal of Business Ethics*, 141, 47-57. [\[Link\]](#)
- Liao, S., Liu, J., & Wei, H. (2015). Authentic leadership and whistleblowing: Mediating roles of psychological safety and personal identification. *Journal of Business Ethics*, 131, 107-119. [\[DOI:10.1007/s10551-014-2271-z\]](#)
- Montazeri, M., Rahgoi, A., Fallahi, M., & Vahedi, M. (2022). [The relationship between clinical competence and moral courage of nurses in intensive care units of hospitals affiliated to Tehran University of Medical Sciences: A multicenter cross-sectional study (Persian)]. *Journal of Critical Care Nursing*, 15(4), 11-19. [\[Link\]](#)
- Numminen, O., Repo, H., & Leino-Kilpi, H. (2017). Moral courage in nursing: A concept analysis. *Nursing Ethics*, 24(8), 878-891. [\[DOI:10.1177/0969733016634155\]](#) [\[PMID\]](#)
- Mayer, D. M., Nurmohamed, S., Treviño, L. K., Shapiro, D. L., & Schminke, M. (2015). Encouraging employees to report unethical conduct internally: It takes a village. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 121(1), 89-103. [\[DOI:10.1016/j.obhdp.2013.01.002\]](#)
- Ogunfowora, B. (2013). When the abuse is unevenly distributed: The effects of abusive supervision variability on work attitudes and behaviors. *Journal of Organizational Behavior*, 34(8), 1105-1123. [\[DOI:10.1002/job.1841\]](#)
- Paknejad, N., Chenari, V., Agha Davood, S. R., & Ahmadi, S. A. A. (2021). [Provide a model for the development of employees' ethical courage (Persian)]. *The Journal of Ethics in Science and Technology*, 16(2), 92-98. [\[Link\]](#)
- Palanski, M. E., Cullen, K. L., Gentry, W. A., & Nichols, C. M. (2015). Virtuous leadership: Exploring the effects of leader courage and behavioral integrity on leader performance and image. *Journal of Business Ethics*, 132(2), 297-310. [\[DOI:10.1007/s10551-014-2317-2\]](#)
- Purwanto, A., Zuiderwijk, A., & Janssen, M. (2020). Citizen engagement with open government data: A systematic literature review of drivers and inhibitors. *International Journal of Electronic Government Research (IJEGR)*, 16(3), 1-25. [\[Link\]](#)
- Roodsaz, H., Ghorbanizadeh, V., Shadmehri, N., & Seyed Moosavi, S. H. (2018). [Explanation of indigenized model for E-Participation in public policy making in Iran, using grounded theory (Persian)]. *Iranian Journal of Public Policy*, 4(2), 81-104. [\[Link\]](#)
- Ruijter, E., & Meijer, A. (2020). Open government data as an innovation process: Lessons from a living lab experiment. *Public Performance & Management Review*, 43(3), 613-635. [\[DOI:10.1080/15309576.2019.1568884\]](#)
- Saberi, E., & Malekzadeh, Gh. (2020). [Investigating the effect of leader-follower exchanges on employees' organizational health through the mediating role of psychological capital (Persian)]. Paper presented at 5th International Conference on New Research in Accounting, Management and Humanities in the Third Millennium, Alborz, Iran, 20 September 2020. [\[Link\]](#)
- Sanaei, M., Taslimi, M. S., Abdolhoseinzadeh, M., & Khani, M. H. (2019). [A study and analysis of the open government data ecosystem models (Persian)]. *Iranian Journal of Information Processing and Management*, 34(2), 609-636. [\[DOI:10.35050/IJIPM010.2019.050\]](#)



- Schmidhuber, L., Piller, F., Bogers, M., & Hilgers, D. (2019). Citizen participation in public administration: investigating open government for social innovation. *R&D Management*, 49(3), 343-355. [DOI:10.1111/radm.12365]
- Sekerka, L. E., & Bagozzi, R. P. (2007). Moral courage in the workplace: Moving to and from the desire and decision to act. *Business Ethics: A European Review*, 16(2), 132-149. [Link]
- Simola, S. (2015). Understanding moral courage through a feminist and developmental ethic of care. *Journal of Business Ethics*, 130(1), 29-44. [DOI:10.1007/s10551-014-2203-y]
- Tabeli, H., Askari Bagharabadi, M., & r Safa, B. (2022). [Investigating the involvement of grassroots groups in coronavirus crisis management (Persian)]. *Journal of Crisis Management and Emergency Situations*, 14(2), 11-41. [Link]

Research Paper

The Structural Equation Modeling of the Relationship Between Insight and Crisis Management Mediated by Passive Defense: A Case Study of Isfahan Police Department, Iran



*Sayyed Hassan Khalili Hosseinabadi 

1. Department of Curriculum Planning, Naja Institute of Law Enforcement Sciences and Social Studies, Support and Services Department, Isfahan, Iran.



Citation Khalili Hosseinabadi, SH. (2024). [The Structural Equation Modeling of the Relationship Between Insight and Crisis Management Mediated by Passive Defense: A Case Study of Isfahan Police Department, Iran (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 14(2):208-221. <https://doi.org/10.32598/DMKP.14.2.710.1>

doi <https://doi.org/10.32598/DMKP.14.2.710.1>

ABSTRACT

Background and objective Increasing insight, law enforcement knowledge, and using active and passive defense mechanisms have a significant role in crisis management, and many disasters can be solved with these mechanisms in the society. The current research aims to provide a structural equation modeling (SEM) of the relationship between insight and crisis management mediated by passive defense mechanism.

Method This is a descriptive survey using SEM method. The study population consists of the employees of Isfahan police department (FAA) in Isfahan, Iran, who had participated in the provincial insight courses (n=240). The sample size was determined using Cochran's formula. By using simple random sampling method, 148 eligible employees were selected, all of whom were second-level managers. The standard crisis management questionnaires of Jahanbakhsh et al. (2015), a researcher-made insight scale with 14 items, and a researcher-made questionnaire of passive defense with 30 items were used to collect data. To analyze the data and test the hypotheses, correlation test, stepwise multiple regression analysis, and SEM were used in SPSS software, version 20 and Smart PLS software, version 3.

Results The findings showed that insight and its components together with passive defense had a significant relationship with crisis management. The variable of passive defense also had a significant mediating role in the relationship between insight and crisis management.

Conclusion increasing insight is one of the important factors in improving the quality of crisis management along with paying attention to the dimensions and components of passive defense. One of the strengths of this study was the attention to the hidden layers of crisis management in the performance of police missions. By understanding the concept of passive defense, the relationship between insight and crisis management can be understood and it can be used to prevent and deal with internal and external threats.

Keywords Insight, Crisis management, Passive defense, Law enforcement command

Article Info:

Received: 13 Jan 2024

Accepted: 21 MAY 2024

Available Online: 01 Jul 2024

*Corresponding Author:

Sayed Hasan Khalili Hosseinabadi, Assistant Professor.

Address: Department of Curriculum Planning, Naja Institute of Law Enforcement Sciences and Social Studies, Support and Services Department, Isfahan, Iran.

Tel: +98 (913) 2682893

E-mail: hassankhalili1360@gmail.com



Copyright © 2024 The Author(s).

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.



Extended Abstract

Introduction

Increasing insight, law enforcement knowledge, and using active and passive defense mechanisms have a significant role in crisis management, and many disasters can be solved with these mechanisms in the society. In this regard, an important factor is religious insight, encompassing political, cultural and economic insights. Insight refers to a kind of vision and knowledge to recognize true beliefs and distinguish them from false beliefs. In this regard, the one needs to be clever and conscious. Non-physical factors such as faith, motivation, education, discipline, traditions, national and ethnic prejudices, experience, command, morale, and insight are required to deal with crises. The current research aims to provide a structural equation modeling (SEM) of the relationship between insight and crisis management mediated by passive defense mechanism.

Methods

This is a descriptive survey using SEM method. The study population consists of the employees of Isfahan police department (FAA) in Isfahan, Iran, who had participated in the provincial insight courses ($n=240$). The sample size was determined using Cochran's formula. By using simple random sampling method, 148 eligible employees were selected, all of whom were second-level managers. The standard crisis management questionnaires of Jahanbakhsh et al. (2015), a researcher-made insight scale with 14 items, and a researcher-made questionnaire of passive defense with 30 items were used to collect data. The internal consistency of three questionnaires using Cronbach's α were 0.95, 0.94 and 0.97, respectively and their composite reliability values were 0.96, 0.95, 0.97, respectively. To analyze the data and test the hypotheses, correlation test, stepwise multiple regression analysis, and SEM were used in SPSS software, version 20 and Smart PLS software, version 23.

Results

The findings showed that insight and its components together with passive defense had a significant relationship with crisis management. The variable of passive defense also had a significant mediating role in the relationship between insight and crisis management.

Conclusion

It can be concluded that increasing insight is one of the important factors in improving the quality of crisis management along with paying attention to the dimensions and components of passive defense. Raising awareness in the society to deal with the soft war of the enemy is one of the strategies that can be helpful to overcome the crises and pay attention to the enemy's soft war techniques, such as injuring the feelings of people and the norms and values of the society. Creating beliefs against the enemy's beliefs is the role of insight.

One of the strengths of this study was the attention to the hidden layers of crisis management in the performance of police missions. By understanding the concept of passive defense, the relationship between insight and crisis management can be understood and it can be used to prevent and deal with internal and external threats. The important and vital duty in such a challenging world full of conflicts and disputes is to protect the country by increasing the country's power in all necessary fields. One of the important methods is to increase the insight of people.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All procedures in this study were in accordance with the ethical guidelines.

Funding

This research was funded by FARAHA Institute of Law Enforcement Sciences and Social Studies.

Conflicts of interest

The author declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The author would like to thank the commanders and managers of FARAHA for their cooperation in this study.

This Page Intentionally Left Blank



مقاله پژوهشی

ارائه مدل معادلات ساختاری روابط بین بصیرت‌افزایی و مدیریت بحران با میانجیگری
پدافند غیرعامل: مطالعه موردی فرماندهی انتظامی استان اصفهان*سید حسن خلیلی حسین آبادی^۱

۱. گروه برنامه‌ریزی درسی، پژوهشگاه علوم انتظامی و مطالعات اجتماعی ناجا، گروه پشتیبانی و خدمات، اصفهان، ایران.

Use your device to scan
and read the article online

Citation: Khalili Hosseinabadi, SH. (2024). [The Structural Equation Modeling of the Relationship Between Insight and Crisis Management Mediated by Passive Defense: A Case Study of Isfahan Police Department, Iran (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 14(2):208-221. <https://doi.org/10.32598/DMKP.14.2.710.1>

doi: <https://doi.org/10.32598/DMKP.14.2.710.1>

حکیده

زمینه و هدف: بصیرت‌افزایی، ارتقای دانش انتظامی و بهره‌گیری از راهبرد پدافند عامل و غیرعامل در مدیریت بحران نقش چشم‌گیری داشته و بسیاری از حوادث و اتفاقات با این راهبرد در جامعه حل خواهند شد. هدف پژوهش حاضر، ارائه مدل معادلات ساختاری روابط بین بصیرت‌افزایی و مدیریت بحران با نقش میانجی پدافند غیرعامل است.

روش: پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از لحاظ روش اجرا توصیفی-پیمایشی با رویکرد مدل‌سازی معادلات ساختاری است. جامعه مورد مطالعه، کارکنان فرماندهی انتظامی استان اصفهان (شرکت‌کننده در دوره‌های بصیرت‌افزایی) به تعداد ۲۴۰ نفر بودند که با استفاده از فرمول کوکران و به روش نمونه‌گیری تصادفی ساده، ۱۴۸ نفر از کارکنان که همگی مدیران لایه دوم فرماندهی انتظامی استان اصفهان بودند انتخاب شدند. روش گردآوری اطلاعات، مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی بود که در بخش میدانی از پرسش‌نامه‌های استاندارد مدیریت بحران جهانیش و همکاران (۱۳۹۵)، پرسش‌نامه محقق‌ساخته بصیرت با ۱۴ گویه و پرسش‌نامه محقق‌ساخته پدافند غیرعامل با ۳۰ گویه استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و آزمون فرضیه‌ها از آزمون آماری همبستگی و رگرسیون چندگانه به روش گام‌به‌گام استفاده شد. روایی پرسش‌نامه‌ها با استفاده از روایی سازه (همگرا و واگرا) و پایایی آن‌ها با استفاده از آزمون آلفای کرونباخ به ترتیب برابر ۰/۹۵، ۰/۹۴ و ۰/۹۷ و پایایی مرکب به ترتیب برابر ۰/۹۶، ۰/۹۵ و ۰/۹۷ به دست آمد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از نرم‌افزارهای SPSS نسخه ۲۰ و Smart PLS نسخه ۲۳ استفاده شد.

یافته‌ها: یافته‌های پژوهش نشان داد بصیرت‌افزایی و مؤلفه‌های آن به همراه پدافند غیرعامل بر مدیریت بحران تأثیر دارند و متغیر پدافند غیرعامل نیز نقش میانجی در رابطه بین بصیرت‌افزایی و مدیریت بحران دارد.

نتیجه‌گیری: بصیرت‌افزایی یکی از عوامل مهم در ارتقای کیفیت مدیریت بحران به همراه توجه به ابعاد و مؤلفه‌های پدافند غیرعامل محسوب می‌شود. در پژوهش حاضر یکی از نکات مهم در نوآوری، توجه به لایه‌های پنهان مدیریت بحران در عملکرد مأموریت‌های پلیسی است، زیرا با دریافت مفهوم پدافند غیرعامل ارتباط بین این عنصر استراتژیک با مدیریت بحران مشخص می‌شود و می‌توان در راستای پیشگیری و برخورد با تهدیدات داخلی و خارجی آماده بود.

کلیدواژه‌ها: بصیرت، بصیرت‌افزایی، مدیریت بحران، پدافند غیرعامل، کارکنان فراجا

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۲۲ دی ۱۴۰۲

تاریخ پذیرش: ۰۱ خرداد ۱۴۰۳

تاریخ انتشار: ۱۱ تیر ۱۴۰۳

* نویسنده مسئول:

دکتر سید حسن خلیلی حسین آبادی

نشانی: اصفهان، گروه پشتیبانی و خدمات، پژوهشگاه علوم انتظامی و مطالعات اجتماعی ناجا، گروه برنامه‌ریزی درسی.

تلفن: ۲۶۸۲۸۹۳ (۹۱۳) +۹۸

پست الکترونیکی: hassankhalili1360@gmail.com

Copyright © 2024 The Author(s).

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.



مقدمه

مدیریت بحران یکی از موضوعاتی است که در عصر حاضر به صورت حرفه‌ای به عنوان یک شاخه اصلی در مدیریت و یک واحد سازمانی حمایتی و معمولاً تحت نظر مدیر عامل سازمان به آن پرداخته شده و به فراخور نوع فعالیت سازمان‌ها تعاریف و روش‌های اجرایی برای آن تدوین شده است؛ به نحوی که امروزه در برنامه‌ریزی استراتژیک سازمان‌ها همراه با مباحثی مانند پدافند غیرعامل، امنیت و مدیریت ریسک به آن پرداخته می‌شود و البته به نوعی یکی از نشانه‌های سازمان‌های پیشرو و آینده‌نگر هم محسوب می‌شود. یکی از مواردی که می‌تواند به مدیریت بهتر بحران‌های اجتماعی منجر شود، توجه به مؤلفه‌های بصیرت‌افزایی است، البته مفهومی از بصیرت که مسئولیت سازمان را مدنظر داشته باشد و نه بصیرت را در ابعاد فردی دنبال کند.

پدافند غیرعامل همان مدیریت بحران در عرصه تهدیدات دفاعی و حوادث جنگی است. بنابراین ما در عرصه دفاعی با استفاده از راهکارهای پدافند غیرعامل، می‌توانیم بحران را به صورت جامع مدیریت کنیم. به عبارتی دیگر، پدافند غیرعامل و اصول آن، تضمین‌کننده مدیریت جامع بحران در عرصه دفاعی در سطح کشور است و نمی‌توان بدون اجرا و اتخاذ تدابیر پدافند غیرعامل، اجرای مدیریت جامع بحران در عرصه دفاعی را تضمین کرد (جدیدی، ۱۳۹۵).

مدیریت بحران از موضوعاتی است که برای سازمان‌های مختلف اهمیت فراوان داشته و تحقیقات مختلفی را به خود اختصاص داده است. بحران‌ها بخشی از فضای کسب و کار هستند و پرداختن به این موضوع از ضروریات محسوب می‌شود. از سوی دیگر، انطباق با شرایط موجود، نیاز به ابزارهایی برای بهره‌گیری هرچه بیشتر از فرصت‌های ایجادشده دارد **باصری کریمی و شهاب‌زاده (۱۴۰۱)**.

نتایج مطالعات **میراف و انگنا (۲۰۰۹)** نشان داد خیلی از بحران‌ها قبل از اینکه عملاً رخ بدهند، نشانه‌هایی از هشدار را با خود دارند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت بحران‌ها قبل از اتفاق افتادن، نشانه‌های هشداردهنده از خود بروز می‌دهند و اگر مدیریت به این نشانه‌ها توجه داشته باشد می‌تواند پیش از وقوع بحران از بروز آن جلوگیری کند (**پاراسکواس، ۲۰۱۸**).

در مدیریت و کنترل بحران‌های اجتماعی، توجه به مؤلفه‌های حضور به موقع، اقتدار توأم با مروت و ترحم، دارا بودن حسن مدیریت بحران، بررسی چرایی پدیده‌ها، بالا بردن آگاهی‌های عمومی در جامعه، توجه به ضربه‌ها و آسیب‌های درونی، توانایی تصمیم‌گیری در فضای ابهام‌آمیز، پیش‌بینی تهدیدات بالقوه، توانایی در ارائه راه‌حل‌های مناسب و به موقع، از جمله مواردی است که می‌توان در برنامه‌های آموزشی در سازمان فراجا مورد توجه قرار داد (**خلیلی و همکاران، ۱۳۹۸**).

باتوجه به حوادث اخیر در کشور و توطئه‌های دشمنان داخلی و خارجی و پیاده‌نظام آن‌ها در داخل و خارج کشور، متأسفانه در بسیاری از موضوعات پیش‌آمده به مسئله مدیریت بحران توجه جدی نشد یا به موقع برای علاج واقعه تدبیر نشد که این موضوع در سازمان فراجا هم به نوعی با جریان مدیریت بحران کشور همسویی داشته است. یکی از مؤلفه‌های تأثیرگذار در کنترل و مدیریت بحران‌های ملی و فراملی، مسئله بصیرت‌افزایی در بین کارکنان و خانواده‌های آنان است. همچنین مؤلفه پدافند غیرعامل نیز به عنوان نقش میانجی در این پژوهش می‌تواند بر مدیریت بحران تأثیر زیادی داشته باشد، زیرا در صورتی که کارکنان سازمان فراجا بتوانند به موقع و درست تصمیم‌گیری کنند و امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری که از الزامات پدافند غیرعامل در جنگ‌های سخت و نرم است را فراهم سازند به درستی می‌توانند آشوب‌ها و ناآرامی‌های را مدیریت نمایند. در بررسی پژوهش‌های مرتبط با تحقیق حاضر، پژوهشگران این حوزه تنها به بررسی ابعاد مدیریت بحران و مؤلفه‌های پدافند غیرعامل پرداخته‌اند و تحقیقی با این عنوان در بین پژوهش‌ها یافت نشد. بنابراین یکی از جنبه‌های نوآوری در این مقاله این موضوع است. همچنین بررسی رابطه معنی‌دار بین مدیریت بحران و مؤلفه‌های پدافند غیرعامل و بصیرتی نیز نوعی ابتکار و خلاقیت در این پژوهش محسوب می‌شود.

سازمان‌های خدماتی از جمله سازمان فراجا، در محیطی بسیار فعال و در تعامل مستقیم با مردم و جامعه هستند. باتوجه به سرعت رشد فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات، پیچیدگی‌های نیازها و مطالبات جوامع بشری، پاسخگویی هوشمندانه به مطالبات و خواسته‌های مردم، اتخاذ برنامه‌های مدیریت بحران، بصیرت‌افزایی در بین کارکنان و توجه به مؤلفه‌های پدافند غیرعامل بسیار حائز اهمیت هستند. بدیهی است مدیران نمی‌توانند در برابر همه انواع بحران‌ها آمادگی داشته باشند. با این حال، اگر آن‌ها به مدیریت بحران به عنوان یک بخش جدانشدنی از مسئولیت مدیریت استراتژیک خود معتقد باشند، احتمال اینکه سازمان‌های آن‌ها گرفتار بحران شوند تا حد زیادی کاهش می‌یابد. توجه به مدیریت بحران و ارتباط آن با نقش بصیرت‌افزایی کارکنان در کنار توجه به مؤلفه‌های پدافند غیرعامل بسیار مهم است.

پژوهش حاضر از آن جهت حائز اهمیت است که اکثر مطالعات به مفهوم و شناسایی عوامل مدیریت بحران (در سطح فرد) با استفاده از روش‌های کیفی، آن هم به طور منفک یا جدا از هم پرداخته‌اند. این پژوهش به صورت کمی به بررسی رابطه بین بصیرت‌افزایی و مدیریت بحران، با میانجی پدافند غیرعامل در سطح سازمانی می‌پردازد.

ادبیات پژوهش

باتوجه به بررسی‌های انجام‌شده، بیشتر پژوهش‌های صورت‌گرفته داخلی در نیروهای مسلح، تنها به بررسی ابعاد پدافند غیرعامل و بصیرت‌افزایی در سازمان پرداخته و کمتر پژوهشی به بررسی و ارائه مدل معادلات ساختاری روابط بین بصیرت کارکنان و مدیریت بحران پرداخته است. همچنین کمتر پژوهشی یافت می‌شود که به صورت خاص و ویژه سازمان پلیس را مورد بررسی قرار داده باشد. از این رو، در این بخش به گزارش نتایج پژوهش‌های مختلف و مرتبط پرداخته می‌شود.

جدیدی (۱۳۹۵) در پژوهشی با عنوان «پدافند غیرعامل؛ مدیریت بحران در عرصه تهدیدات دفاعی امنیت» به این نتیجه رسید که پدافند غیرعامل همان مدیریت بحران، در عرصه تهدیدات دفاعی و حوادث جنگی است. بنابراین ما در عرصه دفاعی با استفاده از راهکارهای پدافند غیرعامل، می‌توانیم بحران را به صورت جامع مدیریت کنیم. به عبارتی دیگر، پدافند غیرعامل و اصول آن، تضمین‌کننده مدیریت جامع بحران در عرصه دفاعی در سطح کشور است و نمی‌توان بدون اجرا و اتخاذ تدابیر پدافند غیرعامل، اجرای مدیریت جامع بحران در عرصه دفاعی را تضمین کرد.

اعظمی و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که باتوجه به اهمیت و ضرورت اجرای پدافند غیرعامل و مدیریت بحران، مسئولین رده بالای کشور در امر خطیر سازمان‌دهی سیاسی فضا باید به گونه‌ای مدیریت و برنامه‌ریزی کنند که این دو امر خطیر در سطر سطر این برنامه‌ریزی‌ها به چشم بخورد و در نهایت باتوجه به هم‌پوشانی فراوانی که سازمان مدیریت بحران و پدافند غیرعامل با یکدیگر دارند باید برای صرفه‌جویی در هزینه‌ها و زمان فقط یک سازمان برای انجام اهداف ویژه شکل بگیرد.

خلیلی و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که در راستای داشتن یک پلیس مکتبی و مسلمان، توجه به مؤلفه‌های پدافند غیرعامل شامل اطلاع از امکانات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری دشمن، اطلاع از تهدیدات نرم و سخت دشمن، توجه به قدرت دفاعی از طریق آموزش‌های نظامی و انتظامی، افزایش آمادگی‌ها و به‌روزرسانی توانایی‌ها، بازدارندگی همه‌جانبه، اشراف اطلاعاتی، توجه به جنگ‌های ترکیبی و نرم دشمن، دشمن‌شناسی و دشمن‌ستیزی در کلام امام‌خمینی (ع)، در سازمان فراجا حائز اهمیت است.

رشید کلویز (۱۳۹۹) در پژوهشی بیان کردند مهم‌ترین عوامل مؤثر بر ارتقاء عملکرد برنامه‌ریزی مدیریت بحران در حوزه مدیریت شهری در راستای پدافند غیرعامل شهر اردبیل مربوط به مؤلفه‌های آموزش و پژوهش در راستای شناخت بحران‌ها و یادگیری جهت اجتناب از ایجاد ساختارها و فرایندهای مؤثر در ایجاد بحران، ایجاد ارتباطات میان‌سازمانی به منظور مشارکت

حداکثری سازمان‌های مرتبط در فاز پیشگیری، سرمایه‌گذاری بر روی ساختارهای اطلاعاتی و ارتباطاتی جهت تسریع در فرایند آمادگی در برابر بحران‌ها، تشکیل سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری و هدایت‌کننده برای ارائه راهبردهای آمادگی در برابر بحران و تشکیل ساختار برنامه‌ریزی مبتنی بر ارزیابی حجم حادثه به منظور برآورد نیازها به ترتیب با ارزش ۰/۸۵، ۰/۸۹، ۰/۹۱ و ۰/۸۱ می‌باشند.

باصری کریمی و شهاب‌زاده (۱۴۰۱) در پژوهشی با عنوان «شناسایی پیشران‌های مؤثر بر مدیریت بحران در بافت مرکزی شهر شیراز با رویکرد پدافند غیرعامل» به این نتیجه رسیدند که مهم‌ترین پیشران‌ها مدیریت بحران با رویکرد پدافند غیرعامل به ترتیب شامل رعایت حریم آثار باستانی، کاربری وضع موجود، ریزدانی قطعات، رعایت حریم قنوات و مسیل‌ها، قابلیت توسعه معابر است که می‌توان به عنوان اثرگذارترین معیارها به اشاره کرد.

براندون (۲۰۱۱) در پژوهشی به این نتیجه رسید که پدافند غیرعامل در برنامه‌ریزی بحران هوای شهری رویکرد نوینی به شمار می‌آید. دیگر آنکه ماهیت وجودی آن بر کاهش آثار بحران با استفاده از روش‌های غیرنظامی استوار است، یعنی شامل تمام اصول و اقدامات غیرنظامی است که با بهره‌گیری از این اصول، از زیان‌های مالی به نقاط حساس شهری و روستایی و تلفات جانی جلوگیری می‌شود یا اینکه این زیان‌ها یا تلفات به حداقل می‌رسد.

الشیبلی و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی با عنوان «تأثیر اطلاعات استراتژیک بر مدیریت بحران در شرکت‌های مخابراتی اردن» به این نتیجه رسیدند که تمامی ابعاد رهبری نوآور با هوش استراتژیک رابطه مثبتی دارند به جز تغییرپذیری که تأثیری بر هوش استراتژیک ندارد.

کواکوا و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی با عنوان «آموزش و پرورش کارکنان مدیریت بحران و حفاظت مدنی (پدافند غیرعامل) در جمهوری اسلواکی» به این نتیجه رسیدند که در صورت وجود حاشیه کافی از ثبات اقتصاد و درک اهمیت استراتژیک آموزش برای توسعه یک کشور، بهبودی از بحران می‌تواند نسبتاً سریع رخ دهد. آموزش مدیریت بحران باید از نظر اجتماعی و تاریخی زمینه‌سازی شود، باید فراتر از درک انتزاعی و شناختی باشد، باید تجسم یافته و تجربی باشد و شرکت‌کنندگان را به عنوان افراد کامل و اعضای مسئول جوامع درگیر کند. تربیت متفکران خلاق و قادر به انطباق سریع با شرایط جدید نیز اهمیت دارد.

الدباغ (۲۰۲۰) در پژوهشی استراتژی مدیریت بحران کرونا را شامل توجه، آموزش تصمیم‌گیران در فرایند تصمیم‌گیری در مواقع بحران و افزایش آگاهی آنان، آموزش تفکر فعال دانسته است.



در شرایط وقوع تهدید، بحران و جنگ

- تقلیل آسیب‌پذیری و کاهش خسارت و صدمات تأسیسات، تجهیزات و نیروی انسانی مراکز حیاتی، حساس و مهم نظامی و غیرنظامی کشور در برابر تهدیدات دشمن

- فریب و تحمیل هزینه بیشتر به دشمن و تقویت بازدارندگی

- افزایش آستانه مقاومت مردم و نیروی خودی در برابر تهاجمات دشمن

در حال حاضر نیروهای مسلح جمهوری اسلامی ایران به دنبال دفاع قابلیت‌محور و توانمندساز به جای مأموریت‌ها و دفاع تهدیدمحور هستند. بنابراین با به کارگیری صحیح اصول پدافند غیرعامل:

۱. نیروهای مسلح (سازمان فراجا) در انجام مراحل نبرد، یعنی مراحل مراقبتی و ممانعتی، موفق‌تر عمل خواهند کرد.

۲. دشمنان فرمانطقه‌ای در آینده به راحتی به تفوق و حاکمیت نخواهند رسید.

۳. بخش زیادی از تجهیزات و تسلیحات نیروهای مسلح برای مرحله دوم نبرد یعنی مرحله مقابله‌ای حفظ خواهد شد.

۴. نیروی انسانی متخصص از آسیب مصون خواهد ماند.

مفهوم بصیرت‌افزایی

یکی دیگر از متغیرهای موجود در این پژوهش بصیرت‌افزایی و نقش آن در مدیریت بحران در بین کارکنان فراجاست. بصیرت در لغت به معنای حجت و دلیل، عقل و زیرکی، نیرویی که قلب به وسیله آن درک می‌کند، بینایی دل، نشانه و راهنمایی که به وسیله آن‌ها اشیاء به خوبی دیده می‌شوند، به کار رفته است. بصیرت به عنوان اعتقاد حاصل شده در قلب نسبت به امور دینی و حقایق امور، زره و هر نوع سلاحی که پوشیدنی باشد، به کار می‌رود. در باب تعریف اصطلاحی بصیرت نیز با بررسی کاربردهای قرآنی ماده «بصر» و تفکیک اشتقاق‌های آن در دو معنای بینایی حسی و بینایی قلبی، بصیرت را باید به همان «بینایی قلب» معنا کرد. در این تعریف، بینایی قلب، مرتبه‌ای بالاتر از بینایی و روشنایی چشم بوده و به گونه‌ای است که شخص می‌تواند حق را از باطل تشخیص داده و سپس واکنش مثبتی از خود نشان دهد. در روایات و کلمات امیرالمؤمنین علی (علیه السلام) هم روی آن تکیه و تأکید شده و به معنای این است که انسان در حوادثی که پیرامون او می‌گذرد و در حوادثی که پیش روی اوست و به او ارتباط پیدا می‌کند، تدبیر کند و سعی کند از حوادث به شکل عامیانه و سطحی عبور نکند (مهری، ۱۳۹۷).

منظور از بصیرت در این پژوهش رسیدن به نقطه‌ای است که در کنار مؤلفه‌های بصیرت فردی، سازمانی و اجتماعی بتوان

براندوب (۲۰۲۲) در پژوهشی ۷ رفتار مختلف رهبری مخرب در مدیریت بحران را شناسایی کرد: ۴ رفتار مرتبط با وظیفه و ۳ مورد مرتبط با رابطه. رفتارهای مرتبط با وظیفه در درجه اول به پیامدهای منفی برای کاربران منجر می‌شوند. رفتارهای مرتبط با رابطه پیامدهای منفی برای رضایت شغلی، رفاه یا احساس معنی‌داری زیردستان دارند.

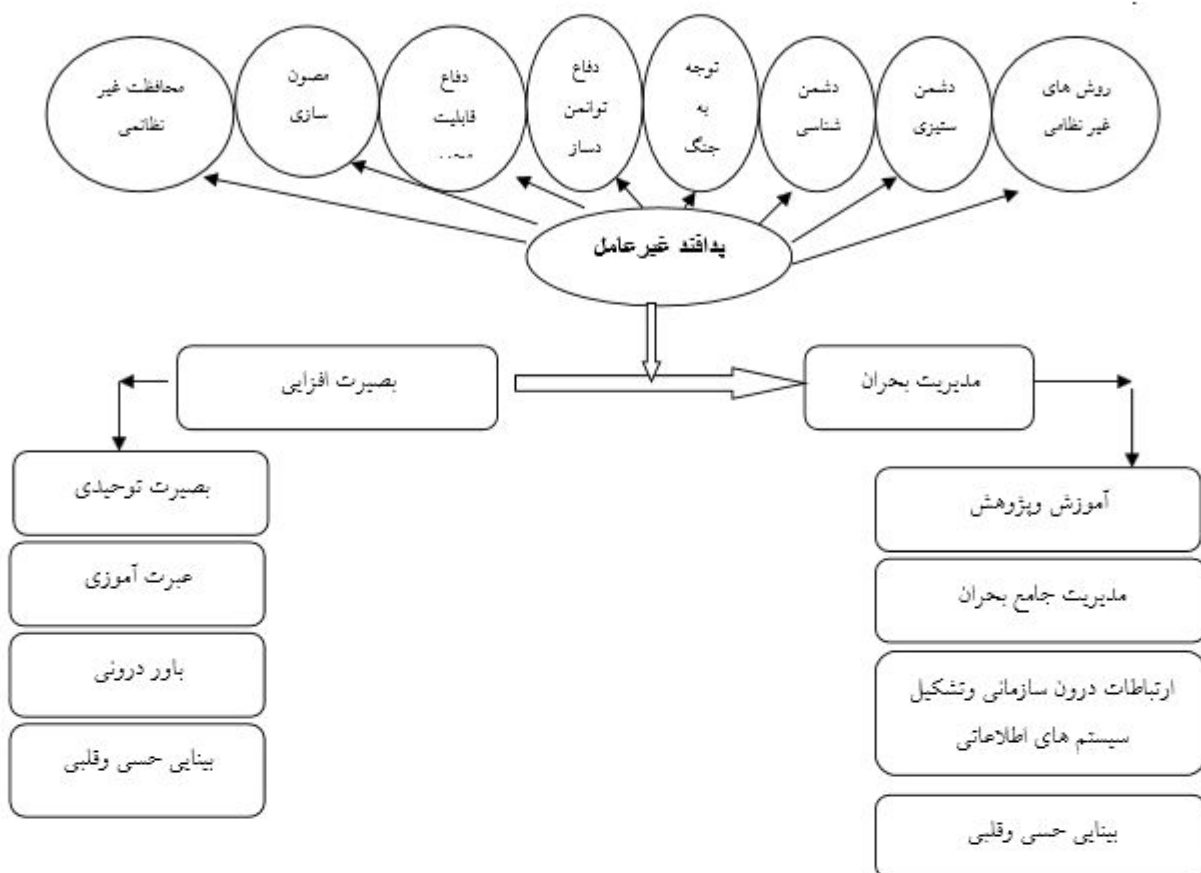
نگرش سنتی به مدیریت بحران بر این باور بود که مدیریت بحران یعنی فرونشاندن آتش؛ به این معنی که مدیران بحران در انتظار خراب شدن امور می‌نشینند و پس از بروز ویرانی تلاش می‌کنند تا ضرر ناشی از خرابی‌ها را محدود سازند. ولی به تازگی نگرش به این واژه عوض شده است. بنابراین مدیریت بحران بر ضرورت پیش‌بینی منظم و کسب آمادگی برای رویارویی با آن دسته از مسائل داخلی و خارجی تأکید دارد که به طور جدی شهرت، سودآوری یا حیات سازمان را تهدید می‌کنند (وئوقی و رجب‌پور، ۱۴۰۰). پدافند غیرعامل مجموعه اقدامات غیرمسلحانه‌ای است که موجب افزایش بازدارندگی، کاهش آسیب‌پذیری و تلوم فعالیت‌های ضروری، ارتقای پایداری ملی و تسهیل مدیریت بحران در مقابل تهدیدها و اقدامات نظامی دشمن می‌شود (کاویانی و خانزادی، ۱۳۹۹).

تجربه تهدیدها و اعمال عملیات‌های خصمانه علیه بعضی از کشورها نشان می‌دهد پدافند غیرعامل تأثیر زیادی در بالا بردن آستانه مقاومت ملی کشورها دارد و هر کشوری که دارای این بخش از نظام دفاعی است، قدرت‌ها در حمله به آن دچار تردید شده و عملیات نظامی آن‌ها انجام نشده است. پدافند از دو بخش پدافند عامل و غیرعامل تشکیل می‌شود. دفاع عامل و غیرعامل مکمل یکدیگر هستند (پاشایی و شفقت، ۱۳۹۹). رهبر معظم انقلاب اسلامی در بیانات خود در تاریخ هفتم آبان ۱۳۹۱ در جمع مسئولان پدافند غیرعامل کشور، موضوع پدافند غیرعامل را واکاوی و معرفی کرده و تأکید فرمودند که این مفاهیم، ضرورت توجه به تغییرات در ایجاد تهدیدها و تحولات محیط امنیت ملی را ایجاد می‌کند. مقام معظم رهبری (مد ظله العالی) از مفهوم مصون‌سازی در مقایسه با مصون‌سازی در بدن انسان بهره برده، کشور را به بدن انسان در نظام خلقت تشبیه کردند. انتظار ایشان از مفهوم پدافند غیرعامل به نوعی مصونیت‌بخشی به کشور در برابر انواع تهدیدهاست. موارد زیر را می‌توان از جمله مهم‌ترین اهداف پدافند غیرعامل دانست:

- تسهیل اداره کشور در شرایط تهدید و بحران ناشی از تجاوز خصمانه و حفظ بنیه دفاعی علی‌رغم حملات مخرب دشمن

- کاهش قابلیت و توانایی سامانه‌های شناسایی، هدف‌یابی و دقت هدف‌گیری تسلیحات دشمن

- بالا بردن قابلیت بقا، استمرار عملیات و فعالیت‌های حیاتی و خدمات‌رسانی مراکز حیاتی و حساس نظامی و غیرنظامی کشور



تصویر ۱. مدل مفهومی پژوهش

بهموقع و درست تهدیدات پیش رو را مدیریت کرده و برای مقابله با آسیبها و ناهنجاریهای پیش رو برنامه ریزیهای راهبردی داشته باشیم.

باتوجه به مبانی نظری و پیشینه پژوهش، مدل مفهومی پژوهش در تصویر شماره ۱ ارائه شده است. براساس مدل مفهومی، محقق به دنبال پاسخ به فرضیه پژوهش مبنی بر «بصیرت افزایی بر مدیریت بحران با نقش میانجی پدافند غیر عامل تأثیر دارد» است.

روش

بصیرت افزایی، ارتقای دانش انتظامی و بهره گیری از راهبرد پدافند عامل و غیرعامل در مدیریت بحران نقش چشم گیری داشته و بسیاری از حوادث و اتفاقات با این راهبرد در جامعه حل خواهند شد. هدف پژوهش حاضر ارائه مدل معادلات ساختاری روابط بین بصیرت افزایی و مدیریت بحران با نقش میانجی پدافند غیر عامل است. پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از لحاظ روش اجرا توصیفی - پیمایشی با رویکرد مدل سازی معادلات ساختاری است. جامعه مورد مطالعه، کارکنان فرماندهی انتظامی استان اصفهان (شرکت کنندگان در دوره های بصیرت استانی) به تعداد ۲۴۰ نفر بودند که با استفاده از فرمول کوکران و به روش

نمونه گیری تصادفی ساده، ۱۴۸ نفر از کارکنان که همگی مدیران لایه دوم فرماندهی انتظامی استان اصفهان (فام اصفهان) بودند انتخاب شدند. روش گردآوری اطلاعات، مطالعات کتابخانه ای و میدانی بود که در بخش میدانی از پرسشنامه های استاندارد مدیریت بحران **جهانبخش و همکاران (۱۳۹۵)**، پرسشنامه محقق ساخته بصیرت با ۱۴ گویه و پرسشنامه محقق ساخته پدافند غیر عامل با ۳۰ گویه استفاده شد.

برای تجزیه و تحلیل داده ها و آزمون فرضیه ها از آزمون آماری همبستگی و رگرسیون چندگانه به روش گام به گام استفاده شد. روایی پرسشنامه ها با استفاده از روایی سازه (همگرا و واگرا) و پایایی آنها با استفاده از آزمون آلفای کرونباخ به ترتیب برابر با ۰/۹۵، ۰/۹۴ و ۰/۹۷ و پایایی مرکب به ترتیب برابر ۰/۹۶، ۰/۹۵ و ۰/۹۷ به دست آمد که در **جدول شماره ۱** نشان داده شده است. از آنجاکه مقدار آلفای تمامی متغیرهای مفهومی تحقیق در **جدول شماره ۱** از مقدار ۰/۷۰ که مقدار حد مرزی برای قبولی میزان آلفای کرونباخ است بالاتر است، بنابراین پرسشنامه از پایایی مناسبی برخوردار است. جهت تجزیه و تحلیل داده های به دست آمده از نرم افزارهای SPSS نسخه ۲۰ و Smart PLS نسخه ۲۳ در دو سطح آمار توصیفی و آمار استنباطی (مدل سازی



جدول ۱. آلفای کرونباخ و آزمون پایایی مرکب و میانگین واریانس استخراج شده متغیرهای پژوهش

سازه	آلفای کرونباخ	پایایی مرکب	میانگین واریانس استخراج شده	تأیید/رد
بصیرت افزایی	۰/۹۳۳	۰/۹۵۰	۰/۵۸۲	تأیید
مدیریت بحران	۰/۹۵۸	۰/۹۶۳	۰/۶۵۱	تأیید
پدافند غیرعامل	۰/۹۷۲	۰/۹۷۴	۰/۵۵۸	تأیید

جدول ۲. روش فورنل و لارکر

ردیف	متغیرها	مدیریت بحران (۱)	پدافند غیرعامل (۲)	معیار
۱	بصیرت افزایی	۰/۷۶۳		
۲	مدیریت بحران	۰/۷۶۱	۰/۸۰۷	
۳	پدافند غیرعامل	۰/۷۳۹	۰/۷۶۴	۰/۷۳۷

همان گونه که از جدول شماره ۲ که برگرفته از روش فورنل و لارکر (۱۹۸۱) است مشخص است، مقدار جذر AVE متغیرهای مکنون در پژوهش حاضر که در خانه‌های موجود در قطر اصلی ماتریس قرار گرفته‌اند، از مقدار همبستگی میان آن‌ها که در خانه‌های زیرین و چپ قطر اصلی ترتیب داده شده‌اند، بیشتر است. از این رو می‌توان اظهار داشت که در پژوهش حاضر سازه‌ها در مدل، تعامل بیشتری با شاخص‌های خود دارند تا با سازه‌های دیگر. به بیان دیگر، روایی و اگرایی مدل در حد مناسبی است. در مدل فوق بیشترین مقدار ۰/۸۰۷ و کمترین مقدار ۰/۷۱۱ است.

برای بررسی برازش بخش اول یعنی برازش مدل‌های اندازه‌گیری، از ۳ مورد استفاده می‌شود: پایایی شاخص، روایی همگرا و روایی واگرا.

سنجش بارهای عاملی

بارهای عاملی از طریق محاسبه مقدار همبستگی شاخص‌های یک سازه با آن سازه محاسبه می‌شوند که اگر این مقدار برابر یا بیشتر از مقدار ۰/۴ شود (هالند، ۱۹۹۹)، مؤید این مطلب است که واریانس بین سازه و شاخص‌های آن از واریانس خطای اندازه‌گیری آن سازه بیشتر بوده و پایایی درمورد آن مدل اندازه‌گیری قابل قبول است. همان‌طور که در تصویر شماره ۲

معادلات ساختاری) استفاده شد. مقدار پایایی ترکیبی برای برازش مناسب مدل مقادیر بالای ۰/۷ برای هر سازه است که باتوجه به جدول شماره ۱ این رابطه برای همه سازه‌ها برقرار است. روایی همگرا (میانگین واریانس استخراج شده) نیز در این تحقیق برای همه سازه‌ها دارای مقادیر بالای ۰/۵ است که نشان از مطلوب بودن برازش سازه دارد. روایی واگرا برای تعیین همبستگی مدل به روش بارهای عاملی متقابل و روش فورنل و لارکر انجام شد که روایی و اگرایی مدل نیز تأیید شد (جدول شماره ۲).

یافته‌ها

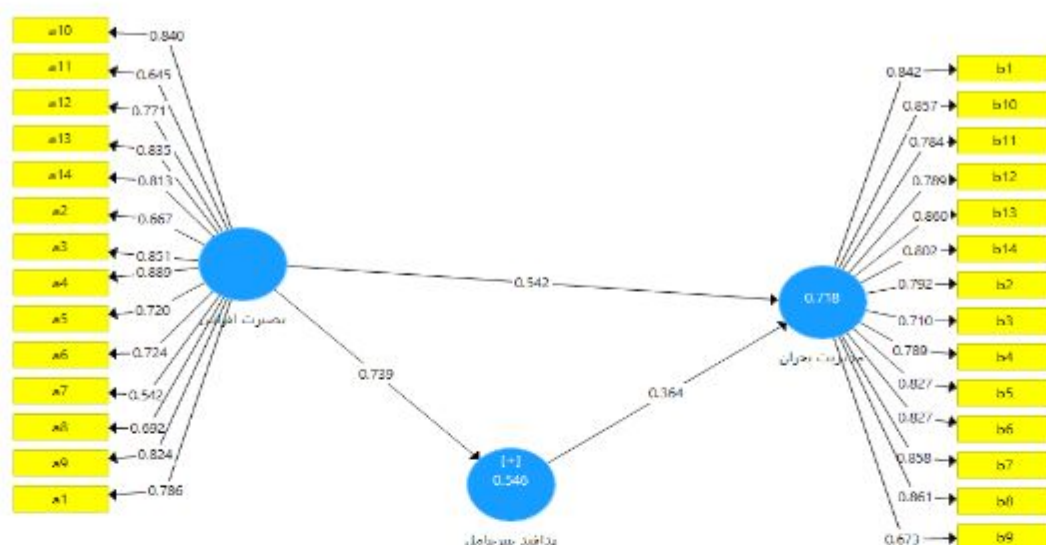
توصیف متغیرهای جمعیت‌شناختی

نتایج پژوهش نشان داد از نظر جنسیت، ۱۵ نفر از پاسخگویان مرد و ۳ نفر زن بودند. از نظر تحصیلات، ۱۳۵ نفر کارشناسی و ۱۳ نفر کارشناسی‌ارشد و بالاتر بودند. از نظر سابقه خدمت، کارکنان با سابقه خدمت کمتر از ۱۰ سال ۱۰ نفر، بین ۱۰ تا ۲۰ سال ۴۵ نفر و بالای ۲۰ سال خدمت ۳ نفر بودند. از نظر طیف درجه‌ای، ۱۳۵ نفر افسر جزء و ۱۳ نفر افسر ارشد بودند.

1. Average variance extracted (AVE)

جدول ۳. تلخیصی از آزمون فرضیات

فرضیه	تأثیر مؤلفه	بر مؤلفه	سطح معنی‌داری	غریب رگرسیون	نتیجه
۱	بصیرت افزایی	مدیریت بحران	۰/۰۰۱	۰/۵۳۲	تأیید
۲	بصیرت افزایی	پدافند غیرعامل	۰/۰۰۱	۰/۷۳۹	تأیید
۳	پدافند غیرعامل	مدیریت بحران	۰/۰۰۱	۰/۳۶۴	تأیید
۴	نقش میانجی پدافند غیرعامل بر رابطه بصیرت افزایی با مدیریت بحران		۰/۰۰۱	۰/۲۶۹	تأیید



تصویر ۲. مدل اندازه‌گیری تحقیق

مشخص است، بارهای عاملی متغیرها باید بیش از ۰/۵ باشد تا در مدل باقی بمانند، در غیر این صورت از مدل حذف می‌شوند، ولی در مدل کنونی هیچ متغیری حذف نشد.

مدل معادلات ساختاری

در این قسمت به بررسی مدل معادلات ساختاری تحقیق پرداخته می‌شود. بدین صورت که ابتدا برازش مدل را مورد بررسی قرار داده و سپس مدل را در حالت اعداد معنی‌داری مورد بررسی قرار می‌دهیم (بررسی رد یا تأیید فرضیه‌ها) و در نهایت مدل را در حالت ضریب مسیر و ضریب تعیین می‌آوریم.

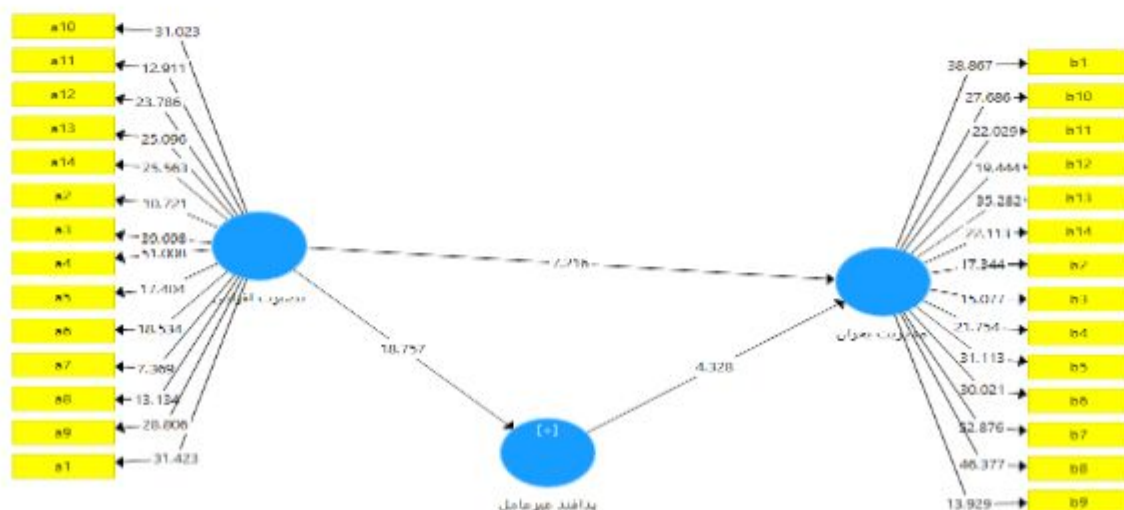
برآزش مدل

برآزش مدل در نرم‌افزار Smart PLS نسخه ۲۳ با استفاده از معیار نیکویی برازش^۲ مورد بررسی قرار گرفت.

باتوجه به محاسبات انجام‌شده، مقدار GOF برای مدل این تحقیق ۰/۵۷۸ به دست آمد. باتوجه به اینکه مقدار به‌دست‌آمده بزرگ‌تر از ۰/۳۶ است، بنابراین برازش مدل در حد بسیار مطلوب ارزیابی می‌شود. مدل معادلات ساختاری در حالت اعداد معنی‌داری (t) در تصویر شماره ۳ نشان داده شده است.

اعداد معنی‌داری باید بیش از ۱/۹۶ باشند تا فرضیه‌ها مورد تأیید قرار گیرند. همان‌طور که در تصویر شماره ۳ مشخص است،

2. Goodness-of-fit (GOF)



تصویر ۳. مدل در حالت اعداد معنی‌داری



فرضیه فرعی سوم

پدافند غیرعامل بر مدیریت بحران کارکنان تأثیر دارد.

نتایج بررسی فرضیه سوم نشان داد سطح معنی‌داری ۰/۰۱ و عدد معنی‌داری ۴/۳۲۸ است. بنابراین H1 مورد تأیید قرار می‌گیرد. ضریب تعیین ۰/۱۳۲ است که نشان می‌دهد ۱۳/۲ درصد از تغییرات متغیر وابسته توسط متغیر مستقل تعیین می‌شود. ضریب مسیر ۰/۳۶۴ حاکی از تأثیرگذاری مثبت و خوب است؛ بدین معنی که با یک واحد افزایش در پدافند غیرعامل، ۰/۳۶۴ مدیریت بحران افزایش می‌یابد.

بحث

مدیریت بحران یکی از موضوعاتی است که در عصر حاضر به‌صورت حرفه‌ای به‌عنوان یک شاخه اصلی در مدیریت و یک واحد سازمانی حمایتی و معمولاً تحت نظر مدیر عامل سازمان به آن پرداخته شده و به فراخور نوع فعالیت سازمان‌ها تعاریف و روش‌های اجرایی برای آن تدوین شده است؛ به‌نحوی که امروزه در برنامه‌ریزی استراتژیک سازمان‌ها همراه با مباحثی مانند پدافند غیرعامل، امنیت و مدیریت ریسک به آن پرداخته شده است و البته به‌نوعی یکی از نشانه‌های سازمان‌های پیشرو و آینده‌نگر هم محسوب می‌شود (بهجت، ۱۳۹۷).

زمانی که سازمان‌های خدماتی (سازمان فراجا) زمینه بصیرت‌افزایی دینی، سیاسی، اعتقادی، اجتماعی و اقتصادی را در بین کارکنان و خانواده آن‌ها فراهم کنند، می‌توان گفت کارکنان در برابر بحران‌های پیش رو که امروز تبدیل به جنگ‌های ترکیبی شده‌اند بهره‌مند می‌شوند. پژوهش حاضر با هدف ارائه مدل معادلات ساختاری روابط بین بصیرت‌افزایی و مدیریت بحران با نقش میانجی پدافند غیرعامل انجام گرفت. فرضیه‌های این پژوهش به شرح زیر بود:

۱. بین ابعاد بصیرت‌افزایی و مدیریت بحران در کارکنان ف.ا.ا.صفهان رابطه معنی‌داری وجود دارد.

۲. بین ابعاد بصیرت‌افزایی و پدافند غیرعامل در کارکنان ف.ا.ا.صفهان رابطه معنی‌داری وجود دارد.

در بررسی فرضیه اول با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل آماری، رابطه معنی‌داری بین ابعاد بصیرت‌افزایی با مدیریت بحران برقرار بود. نتایج این پژوهش با پژوهش خلیلی و همکاران (۱۳۹۸) در مؤلفه‌های بصیرت‌افزایی شامل دشمن‌شناسی و دشمن‌ستیزی در کلام امام خمینی (ره)، پژوهش اعظمی و همکاران (۱۳۹۷) در توجه به ابعاد مدیریت بحران و مؤلفه‌های پدافند غیرعامل، پژوهش جدیدی (۱۳۹۵) در توجه به آموزش تفکر فعال در مدیریت بحران و نقش تصمیم‌گیران در سطوح کشوری، پژوهش الدباغ (۲۰۲۰) در توجه به آموزش مدیران در برخورد با بحران‌ها و

در سطح اطمینان ۹۵ درصد، اثر بصیرت‌افزایی بر مدیریت بحران با نقش تعدیل گر پدافند غیرعامل مورد تأیید قرار می‌گیرد.

نتایج آزمون فرضیه‌ها

همان‌طور که بیان شد، هدف از این تحقیق بررسی اثربخشی بصیرت‌افزایی بر مدیریت بحران با در نظر گرفتن نقش میانجی‌گری پدافند غیرعامل است. نتایج بررسی فرضیه‌ها به‌طور خلاصه در جدول شماره ۳ بیان شده است.

فرضیه اصلی

پدافند غیرعامل در رابطه بین بصیرت‌افزایی و مدیریت بحران نقش میانجی دارد.

نتایج بررسی فرضیه اصلی نشان داد سطح معنی‌داری ۰/۰۱ و عدد معنی‌داری ۴/۵۱۰ است. بنابراین H1 مورد تأیید قرار می‌گیرد. ضریب تعیین ۰/۰۷۲ است که نشان می‌دهد ۷/۲ درصد از تغییرات متغیر وابسته توسط متغیر مستقل تعیین می‌شود. ضریب مسیر ۰/۲۶۹ حاکی از تأثیرگذاری مثبت و خوب است؛ بدین معنی که با یک واحد افزایش در بصیرت‌افزایی پدافند غیرعامل، ۰/۲۶۹ مدیریت بحران افزایش می‌یابد.

فرضیه فرعی اول

بصیرت‌افزایی بر مدیریت بحران کارکنان تأثیر دارد.

نتایج بررسی فرضیه فرعی اول نشان داد سطح معنی‌داری ۰/۰۱ و عدد معنی‌داری ۷/۲۱۶ است. بنابراین H1 مورد تأیید قرار می‌گیرد. ضریب تعیین ۰/۲۹۴ است که نشان می‌دهد ۲۹/۴ درصد از تغییرات متغیر وابسته توسط متغیر مستقل تعیین می‌شود. ضریب مسیر ۰/۵۴۲ حاکی از تأثیرگذاری مثبت و خوب است؛ بدین معنی که با یک واحد افزایش در سبک بصیرت‌افزایی، ۰/۵۴۲ مدیریت بحران افزایش می‌یابد.

فرضیه فرعی دوم

بصیرت‌افزایی بر پدافند غیرعامل کارکنان تأثیر دارد.

نتایج بررسی فرضیه فرعی دوم نشان داد سطح معنی‌داری ۰/۰۱ و عدد معنی‌داری ۱۸/۷۵۷ است. بنابراین H1 مورد تأیید قرار می‌گیرد. ضریب تعیین ۰/۵۴۶ است که نشان می‌دهد ۵۴/۶ درصد از تغییرات متغیر وابسته توسط متغیر مستقل تعیین می‌شود. ضریب مسیر ۰/۷۳۹ حاکی از تأثیرگذاری مثبت و خوب است؛ بدین معنی که با یک واحد افزایش در بصیرت‌افزایی، ۰/۷۳۹ پدافند غیرعامل افزایش می‌یابد.



معاونت تربیت و آموزش فراجا، پلیس پیشگیری فراجا و بازرسی کل قرار گیرد، زیرا در صورتی که به این مهم توجه نشود نمی‌توان در برابر تهدیدات داخلی و خارجی و از طرفی جنگ‌های ترکیبی که ماهیتی کاملاً مسموم و خطرناک داشته و بعضاً به‌خاطر عدم دانش و آگاهی و بصیرت کارکنان صدمات جبران‌ناپذیری بر سازمان، کارکنان و در کل، سیستم حاکمیتی است، مقاوم بود

پیشنهادهای کاربردی

پیشنهاد می‌شود:

- در راستای اثربخشی و صیانت از کارکنان در موضوعات پدافند غیرعامل، مدیریت بحران و بصیرت‌افزایی در بین کارکنان پژوهش‌های جامع صورت گیرد.

- پلیس پیشگیری با همکاری معاونت تربیت و آموزش فراجا و بازرسی کل، دوره‌های ویژه مدیریت بحران و پدافند غیرعامل را برنامه‌ریزی کنند و از دانش‌های به‌روز در سطح بین‌المللی نیز استفاده شود.

- باتوجه به عدم شناخت کارکنان درمورد موضوع پدافند غیرعامل و تأکیدات مقام معظم رهبری (مدظله العالی)، موضوع در دستور کار فرماندهی محترم فراجا قرار گیرد.

- پژوهشکده‌های فراجا (مرکز مطالعات راهبردی فراجا، دانشگاه تربیت افسری امام‌حسن مجتبی^(ع)) با همکاری پژوهشکده‌های نیروهای مسلح نشست‌های تخصصی با موضوع نقش پدافند غیرعامل در بصیرت‌افزایی کارکنان برگزار کنند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

ددر این پژوهش در تمام مراحل توجه به رعایت قوانین و موارد اخلاقی از سوی محقق انجام شد.

حامی مالی

مرکز پژوهشگاه علوم انتظامی و مطالعات اجتماعی فراجا (عتف) مورد حامی مالی و معنوی این تحقیق بود.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از کلیه فرماندهان، رؤسا و مدیران فراجا، خاضعانه قدردانی می‌شود.

فرهنگ‌سازی آموزش‌های استراتژیک به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های بصیرت‌افزایی و پژوهش کواکوا و همکاران (۲۰۱۸) در خصوص توجه و اهمیت به ارائه آموزش‌های مدیریت بحران برای مقابله با تهدیدات، هم‌خوانی دارد. بنابراین توجه به انضباط مؤثر از طریق آموزش، آموزش رفتارهای مطلوب، آگاهی‌بخشی کارکنان، توانایی دیدن چشم‌اندازها، انعطاف‌پذیری در برابر تهدیدات داخلی و خارجی، پاسخ صحیح و به‌موقع به مشکلات، حفظ آرامش، اعتمادبه‌نفس بالا در بعد بصیرتی، توجه به فرصت‌ها و نقاط ضعف و قوت، توجه به امکانات و تجهیزات لجستیکی، اهمیت به فناوری‌های اطلاعاتی پیشرفته، توجه به ابعاد جنگ ترکیبی، ارزیابی تهدیدات و استفاده از نیروی انسانی متخصص، متعهد و متدین، نقش بسیار مهمی در عبور از بحران‌ها و آشوب‌های داخلی و خارجی دارند.

فرضیه دوم این تحقیق ارتباط معنی‌دار بین ابعاد بصیرتی با ابعاد مدیریت بحران را بررسی می‌کند. باتوجه به بررسی معادلات ساختاری، بین بصیرت‌افزایی و مدیریت بحران ارتباط معنی‌داری وجود دارد. نتایج این پژوهش با پژوهش کواکوا و همکاران (۲۰۱۸) در آموزش مدیریت بحران، پژوهش الدباغ (۲۰۲۰) در توجه به ابعاد بصیرتی در مدیران و تصمیم‌گیران، پژوهش الشیبلی و همکاران (۲۰۲۲) در اهمیت به سبک‌های رهبری و مدیریت، پژوهش رشید کلور (۱۳۹۵) در توجه به مؤلفه‌های بصیرت‌افزا، پژوهش خلیلی و همکاران (۱۳۹۸) در اهمیت آموزش‌های استراتژیک و پژوهش اعظمی و همکاران (۱۳۹۷) در توجه و اهمیت به مؤلفه‌های پدافند غیرعامل و ارتباط آن با بصیرت‌افزایی، هم‌خوانی دارد. بنابراین در صورتی که در برنامه‌ریزی‌های پیش روی ستاد کل نیروهای مسلح و سازمان فراجا به مؤلفه‌های حفظ آرامش، انتخاب درست و صحیح در مواقع بحران و مشکلات، کنترل اثرات روانی ناشی از بحران‌ها، آمادگی و مدیریت نیروی انسانی در بحران‌ها، رضایتمندی کارکنان در مواجهه با بحران‌های اجتماعی و رعایت استانداردها توجه شود، می‌توان گفت تا حد بسیاری زیادی در برابر توطئه‌های دشمنان داخلی و خارجی چیره خواهیم شد.

فرضیه اصلی این پژوهش نیز به بررسی رابطه معنی‌دار بین بصیرت‌افزایی در بین کارکنان و مدیریت بحران با نقش میانجی پدافند غیرعامل پرداخت که در نهایت بین متغیرهای موجود یک رابطه معنی‌دار وجود داشت.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش می‌تواند به‌عنوان نقطه توجه برنامه‌ریزان، مجریان در برنامه‌های آموزشی و درسی و نشست‌های تخصصی مورد استفاده قرار گیرد. یکی از نکات مهم در مسیر این پژوهش عدم اطلاع کافی کارکنان از ابعاد بصیرتی، مدیریت بحران و موضوع پدافند غیرعامل بود. بنابراین باید این موضوعات در دستور کار



References

- ALShibly, M. H. A. A., ALShibly, E. H. A. A., & Al-Hawary, S. I. S. (2022). Strategic intelligences impact on crisis management in Jordanian Telecommunications Companies. *Global Journal of Management and Business Research*, 22(2), 1-8. [\[Link\]](#)
- Al-Dabbagh, Z. S. (2020). The role of decision maker in crisis management: A qualitative study using grounded theory (COVID-19 pandemic crisis as a model). *Journal of Public Affairs*, 20(4), e2186. [\[DOI:10.1002/pa.2186\]](#)
- Azami, H., Bize, A. A., & Chare, N. (2018). [Why and the necessity of forming a single organization under the title of passive defense and crisis management and its application in the political organization of space (Persian)]. Paper presented at International conference on security, progress and sustainable development of border areas, territories and metropolises, Tehran, Iran, 21 November 2018. [\[Link\]](#)
- Behjat, A. A. (2018). [Examining the dimensions of crisis management in organizations (Persian)]. Paper presented at National Conference on Business Administration with an emphasis on supporting Iranian goods and services, Abade, Iran, 28 November 2018. [\[Link\]](#)
- Brandebo, M. F. (2020). Destructive leadership in crisis management. *Leadership & Organization Development Journal*, 41(4), 567-580. [\[DOI:10.1108/LODJ-02-2019-0089\]](#)
- Brandon, P. (2011). Extreme management in disaster recovery. *Procedia Engineering*, 14, 84-94. [\[DOI:10.1016/j.proeng.2011.07.009\]](#)
- Fornell & Larcke. (1981). Divergent validity assessment.
- Jahanbakhsh, et al. (2016). [Crisis management questionnaire (Persian)]. Retrieved from: [\[Link\]](#)
- Jadidi, A. (2016). [Passive Defense; Crisis management in the field of defense-security threats (Persian)]. *Crisis Management Studies Quarterly*, 8(28), 173-197. [\[Link\]](#)
- Hulland, J. (1999). Use of Partial Least Squares (PLS) in strategic management research: A review of four recent studies. *Strategic Management Journal*, 20(2), 195-204. [\[Link\]](#)
- Karimi Baseri, S., & shahabzadeh, M. (2023). [Identifying the drivers of crisis management in the central context of Shiraz with a passive defense approach (Persian)]. *Emergency Management*, 11, 1-22. [\[Link\]](#)
- Kavyani, H. A., & Khanzadi, H. (2020). [Passive naval defense with emphasis on sustainable maritime security (Persian)]. *Journal of Teaching in Marine Sciences*, 7(22), 92-104. [\[Link\]](#)
- Khalili, H., Saadatmand, Z., & Keshti Aray, N. (2020). [Designing and validating the curriculum model, based on merit-oriented police training (Case study: Police Command of Isfahan province) (Persian)]. *Research in Curriculum Planning*, 63(16), 78-92. [\[Link\]](#)
- Kováčová, L., Kavan, Š., Mesároš, M., & Lošonczi, P. (2018). Education and training of crisis management and civil protection workers in the Slovak republic. Paper presented at 18th International Multidisciplinary Scientific Geocongruence SGEM 2018, Albena, Bulgaria, 2 - 8 July 2018. [\[Link\]](#)
- Mehri, A. (2018). [Studying the role of religious insight emphasizing the views of the supreme leader (Persian)]. *Anishnameh-e Velayat*, 4(7), 99-125. [\[Link\]](#)
- Paraskevas, A. (2018). Crisis management or crisis response system? A complexity science approach to organizational crises. *Management Decision*, 44(7), 892 - 907. [\[DOI:10.1108/00251740610680587\]](#)
- Rashid Kolvir, H. (2021). [Evaluation requirements of passive defense along critical management planning in urban management course (Case study: Ardebil city) (Persian)]. *The Urban Research and Planning Quarterly*, 11(43), 200-222. [\[Link\]](#)
- Shafaghat, A., & Pashaei Houlasi, A. (2021). [Optimization of security defense authority with passive defense approach Case study: Islamic Republic of Iran (Persian)]. *Journal of Emergency Management*, 9, 5-19. [\[Link\]](#)
- Vosoughi, S., & Rajabpoor, A. (2021). [Effective trends on mission of Vedja (Persian)]. *Journal of Emergency Management*, 10(3), 125-141. [\[Link\]](#)

This Page Intentionally Left Blank



Research Paper

Spatial Pathology of Earthquake Management in Salas Babajani County, Kermanshah, Iran



*Saman Heydari¹ , Taher Parizadi¹ , Mousa Kamanroudi Kojouri¹ , Ahmad Zanganeh¹

1. Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.

Use your device to scan
and read the article online



Citation Heydari, S., Parizadi, T., Kamanroudi Kojouri, M., & Zanganeh, A. (2024). [Spatial Pathology of Earthquake Management in Salas Babajani County, Kermanshah, Iran (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 14(2):222-237. <https://doi.org/10.32598/DMKP.14.2.139.2>

doi <https://doi.org/10.32598/DMKP.14.2.139.2>

ABSTRACT

Background and objective Human settlements are formed and developed in a specific natural environment. Social, political, cultural, and economic systems that govern the societies can affect residential spaces. Therefore, the special natural and human habitats cause the formation of special spaces, which require their own management system. After the earthquake on November 12, 2017, in Salas Babajani County, Kermanshah, Iran, whose epicenter was Ezgeleh district, the presence of natural areas in the county caused the crisis management in this region to face special problems. In addition, the sectoral and centralized management structure governing the country and thus the Salas Babajani County added to the complexity of these problems and caused the residents of this region to suffer a deep crisis. The aim of the current study is a spatial pathology of earthquake management in urban and rural settlements of Salas Babajani County.

Method This is a descriptive-analytical study. Data were collected using the documentary method and a researcher-made questionnaire. Participants were the residents of Salas Babajani County.

Results The findings showed that the earthquake management in the County has a high compliance with the centralized and sectoral management model. In addition, it was found that the crisis management in the four stages (prevention, preparedness, response, and recovery) was in an unfavorable situation. the highest weakness was in the prevention stage and the lowest weakness was related to the preparedness stage.

Conclusion Overall, the results showed that crisis management has worsened by moving away from the center towards the outskirts, especially towards the southwestern borders. In other words, by moving away from the political center of the County (Tazeh Abad district), the crisis management became very unfavorable. Also, it was found that the crisis management was greatly influenced by the spatial factors of elevation, land slope, transportation network, distribution of human settlements, and population density.

Keywords Crisis management, Earthquake, Spatial factors, Salas Babajani

Article Info:

Received: 19 Mar 2024

Accepted: 28 May 2024

Available Online: 01 Jul 2024

* Corresponding Author:

Saman Heydari, PhD.

Address: Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.

Tel: +98 (918) 8886108

E-mail: saman_heydari2013@yahoo.com



Copyright © 2024 The Author(s).

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

Extended Abstract

Introduction

Previous studies have focused on evaluating crisis management, presenting a crisis management model, and providing solutions to measure the vulnerability of cities to earthquakes. The present study wants to show the shortcomings of crisis management in Iran from the spatial perspective, which has not been used in previous studies. The first goal of this study is to measure crisis management performance in Salas Babajani County, Kermanshah, Iran, based on citizens' perceptions, and the second goal is to investigate the role of spatial factors such as elevation, land slope, transportation network, distribution of human settlements, and population density in crisis management.

Methods

This is a descriptive-analytical study. To extract earthquake crisis management indicators and develop theoretical bases the documentary method and note taking technique were used. To measure the study variables, the survey method by a researcher-made questionnaire was used. The study population consists of the residents of Salas Babajani County, which includes 35,219 people and 9,270 households. According to Cochran's formula, the sample size was determined 380 people. By adding 4 people, the final sample size was 384.

The independent t-test was used to compare the mean scores of earthquake crisis management phases. The Kruskal-Wallis test was used to rank the study variables. Finally, spatial analysis in the GIS software using the Inverse distance weighted (IDW) interpolation method was conducted to show the spatial distribution of the earthquake management shortcomings. The data related to elevation, land slope, transportation network, distribution of human settlements, and population density were also analyzed in the GIS software.

Results

The results of data analysis showed that the earthquake management was not at a favorable level in the studied area and performed poorly in all four stages of prevention, preparedness, response, and recovery. Moreover, the findings showed that all the study indicators (height, land slope, transportation network, distribution of human settlements, and population density) had an effective role in crisis management. For example, there was a correla-

tion of more than 40% between elevation and earthquake management.

Conclusion

As long as a residential order cannot solve the issue of crisis management in various areas of prevention, preparedness, response, and recovery, it must still be under the requirements of sectoral management and experience and tolerate the gap between residential areas and the lack of integrated management. It is obvious that if the national and regional upstream processes and mechanisms are not modified, the crisis management on the national, regional and local scale will not reach a sustainable level. Based on the results, for optimal earthquake management in Salas Babajani, some shortcomings should be eliminated. In areas that are difficult to access or do not have a proper transportation network, or settlements have grown irregularly, crisis management has been conducted poorly. In this regard, recommendations were provided to improve crisis management indicators.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles are considered in this article.

Funding

This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' contributions

All authors equally contributed to preparing this article.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

This Page Intentionally Left Blank



مقاله پژوهشی

آسیب شناسی فضایی مدیریت بحران؛ مطالعه موردی: شهرستان ثلاث باباجانی

* سامان حیدری^۱، طاهر پریزادی^۱، موسی کمانرودی کجوری^۱، احمد زنگانه^۱

۱. گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

Use your device to scan
and read the article online



Citation: Heydari S, Parizadi T, Kamanroudi Kojouri M, Zanganeh A. (2024). [Spatial Pathology of Earthquake Management in Salas Babajani County, Kermanshah, Iran (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 14(2):222-237. <https://doi.org/10.32598/DMKP.14.2.139.2>

doi: <https://doi.org/10.32598/DMKP.14.2.139.2>

چکیده

زمینه و هدف: سکونتگاه‌های انسانی در یک بستر طبیعی خاص شکل می‌گیرند و توسعه پیدا می‌کند. از طرف دیگر، نظام و ساختار اجتماعی-سیاسی-فرهنگی-اقتصادی و... حاکم بر جوامع نیز به‌عنوان رکن دیگر، فضاهای سکونتگاهی را متأثر می‌کنند. بنابراین بستر طبیعی و انسانی خاص باعث شکل‌گیری فضاهای جغرافیایی خاص می‌شود که این فضاها نیازمند سیستم مدیریتی خاص خود هستند. پس از زلزله ۲۱ آبان سال ۱۳۹۶ با مرکز ازگله، وجود زمینه‌های طبیعی در شهرستان ثلاث باباجانی موجب شد مدیریت بحران در این منطقه با مشکلات خاصی روبه‌رو شود. علاوه بر این، ساختار مدیریت بخشی و متمرکز حاکم بر کشور، بر پیچیدگی این مشکلات افزود و ساکنان این منطقه را دچار بحرانی عمیق کرد. با این وصف، هدف پژوهش حاضر، آسیب‌شناسی فضایی مدیریت بحران در سکونتگاه‌های شهری و روستایی شهرستان ثلاث باباجانی است.

روش: این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش توصیفی تحلیلی است. داده‌ها به دو صورت اسنادی و پیمایشی گردآوری شدند. جامعه آماری پژوهش حاضر شامل ساکنان و شهروندان شهرستان ثلاث باباجانی است.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان دادند مدیریت بحران در شهرستان ثلاث باباجانی انطباق زیادی با الگوی مدیریت متمرکز و بخشی دارد. علاوه بر این، مشخص شد شاخص‌های مدیریت بحران در مراحل چهارگانه (پیشگیری، آمادگی، مقابله و بازسازی و بازتوانی) در وضعیت نامطلوبی قرار دارند. از میان مؤلفه‌های چرخه مدیریت بحران، بیشترین ضعف مربوط به حوزه پیشگیری و کمترین آن مربوط به مرحله آمادگی است.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی نتایج نشان دادند با دور شدن از مرکز شهرستان به سمت حاشیه به‌خصوص به سمت مرزهای جنوب غربی شهرستان، شاخص‌های مدیریت بحران در وضعیت بدتری قرار دارند. به عبارت دیگر، با فاصله گرفتن از مرکز سیاسی شهرستان یعنی شهر تازه‌آباد، وضعیت شاخص‌های مدیریت بحران بسیار نامطلوب می‌شود. همچنین یافته نشان دادند مدیریت بحران در شهرستان ثلاث باباجانی از عوامل فضایی ارتفاع، شیب، شبکه حمل‌ونقل، پراکنش سکونتگاه‌های انسانی و تراکم جمعیت سکونتگاه‌های انسانی نیز تأثیر زیادی پذیرفته است.

کلیدواژه‌ها: مدیریت بحران، زلزله، عوامل فضایی، ثلاث باباجانی

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹ اسفند ۱۴۰۲

تاریخ پذیرش: ۸ خرداد ۱۴۰۳

تاریخ انتشار: ۱۱ تیر ۱۴۰۳

* نویسنده مسئول:

دکتر سامان حیدری

نشانی: تهران، دانشگاه خوارزمی، دانشکده علوم جغرافیایی، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری.

تلفن: +۹۸ (۹۱۸) ۸۸۸۶۱۰۸

پست الکترونیکی: saman_heydari2013@yahoo.com



Copyright © 2024 The Author(s).

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.



مقدمه

دانش جغرافیایی، محصول تفکر و استدلال فضایی درباره پدیده‌های طبیعی و انسانی جهان است. در علوم جغرافیایی مفهوم فضا، پدیده حاصل از رابطه انسان و محیط و بن‌مایه اصلی این علم شناخته می‌شود. به‌طور کلی فضا در مفهوم حقیقی به‌معنای حوزه مشخص جغرافیایی متشکل از یک یا چند مکان انسان‌ساخت است که بر یک بستر طبیعی تأثیر پذیرفته است و حریم مشخص، وسعت، همگنی و ساختار مشخص و عینیت دارد. بنابراین به تناسب فعالیت‌های انسانی و محیط طبیعی که فعالیت‌ها بر بستر آن شکل می‌گیرند، فضاها جغرافیایی متنوعی شکل می‌گیرد و مدیریت در این فضاها باید متناسب با شرایط حاکم بر همان فضاها باشد. سیستم‌های سیاسی بسیط در کشورهایی که از تنوع جغرافیایی - انسانی برخوردارند با چالش‌ها و مسائلی چون فقدان عدالت جغرافیایی، توزیع نامتناسب جمعیت و منابع، فقدان یکپارچگی و تجانس ساختاری و کارکردی فضا، مشارکت مقطعی و دولت‌محور، بوروکراسی شدید، چالش‌های ناحیه‌ای و محلی، توسعه کند و ناپایدار، شبکه ارتباطی تمرکزگرا، بزرگ شدن کانون سیاسی کشور و کانون‌های ناحیه‌ای تحت تأثیر تمرکز سرمایه و پول و تمرکز نهادهای حکومتی در مرکز مواجه هستند. بخش عمده‌ای از این چالش‌ها و مسائل، ناشی از مدیریت سیاسی نامتناسب و ناهمگون در فضا است (حافظنیا و همکاران، ۱۳۹۲: ۵).

آثار سوء ناشی از این نوع سیستم سیاسی مدیریت وقتی عمیق‌تر می‌شود که در یک فضای جغرافیایی خاص، مخاطره محیطی رخ دهد و سیستم مدیریت بدون توجه به شرایط جغرافیایی (انسانی - طبیعی) به‌صورت بسیط متمرکز باشد. ایران به‌لحاظ وضعیت جغرافیایی، شرایط آب‌وهوایی و ویژگی‌های ژئوپلیتیک در زمره کشورهای بلاخیز دنیا به شمار می‌آید و در طول تاریخ شاهد حوادث و سوانح بسیاری بوده است. قاره آسیا از نظر شیوع حوادث و بلایای طبیعی رتبه اول را در دنیا دارد و ایران پس از هند، بنگلادش و چین چهارمین کشور آسیا و ششمین کشور دنیا از نظر کثرت وقوع بلایاست. در عین حال سهم ایران از پدیده‌های نامطلوب طبیعی ۶ درصد از کل بلایای طبیعی رخ داده در سطح جهان است. به همین دلیل سازمان ملل متحد، ایران را در زمره ۱۰ کشور نخست بلاخیز جهان قرار داده است. از مجموع ۴۰ بلای طبیعی شناخته‌شده، امکان وقوع ۳۱ نوع آن در ایران وجود دارد (جهانگیری، ۱۳۸۹).

باتوجه به اینکه ایران از تنوع جغرافیایی زیادی برخوردار است و یکی از کشورهایی است که همواره در معرض بلای طبیعی قرار دارد، ولی سیستم بسیط متمرکز حاکم بر آن در کنترل بحران‌ها ناکارآمد عمل کرده است. مدیریت بحران مقوله‌ای چندسطحی است و دامنه آن از فراملی تا فروملی و منطقه‌ای و محلی متغیر است. از این‌رو در سطوح ملی و پایین‌تر، سازمان‌های استانی و

محلی متولی آن هستند. تلاش این سازمان‌ها همواره موجب کاهش اثرات بحران بر زیستگاه و حیات انسان‌ها، آمادگی برای مواجهه با بحران و درنهایت مدیریت آن با انجام فعالیت‌های حین وقوع بحران و پس از آن می‌شود (رفیعی و سیفایی، ۱۳۸۹). دو رهیافت اساسی در زمینه مدیریت بحران وجود دارد که عبارت‌اند از: رهیافت تک‌مرکز که مبتنی بر تمرکز مدیریت و پاسخ به بحران در قالب قدرتی واحد است و رهیافت چندمرکز که مبتنی بر تعامل میان مدیران و نکو داشتن رقابت به‌مانند ابزاری برای حصول اطمینان از بازداري و تعدیل مناسب علیه تمرکز بالقوه قدرت تصمیم‌گیری است (زندانمقدم و قاجاری، ۱۳۹۸: ۴۱۰).

از این‌رو می‌بایست متناسب با بافت اجتماعی و ساختار سیاسی حاکم بر هر جامعه یک رویکرد مطلوب مدنظر قرار گیرد. متأخرترین رویکرد و درواقع تکامل‌یافته‌ترین رویکرد به مدیریت بحران، رویکرد مدیریت یکپارچه و فرایندی است. در کشور ما مدیریت بحران به‌تبع ساختار سیاسی کشور به‌صورت بسیط متمرکز و بخشی است و به‌هنگام بروز بحران‌های مختلف، مشکلات متعددی برای مردم بحران دیده ایجاد می‌شود. به عبارت دیگر، ساختار مدیریت بحران ایران به‌صورت یکپارچه نیست و این موضوع به‌خصوص در زلزله سال ۱۳۹۶ در استان کرمانشاه به‌وضوح دیده شد. چندین نهاد و سازمان دولتی، نیمه‌دولتی، امنیتی و نظامی، مردم‌نهاد و حتی برخی اشخاص سیاسی و ورزشی نیز به‌صورت مستقل وارد عرصه شدند و هیچ گونه مدیریت واحدی برای کاهش مشکلات مردم وجود نداشت. در کنار مدیریت بسیط متمرکز و بخشی، ساختار جغرافیایی منطقه نیز بر تشدید بحران می‌افزود به عبارتی دیگر، هر سکونتگاهی (روستایی و شهری) در یک بستر طبیعی (دما، بارش، ارتفاع، اقلیم و غیره) شکل می‌گیرد و توسعه پیدا می‌کند که این بستر طبیعی به‌عنوان پیش‌زمینه اصلی نقش مهمی در کنترل یا تشدید بحران به‌هنگام بروز مخاطرات طبیعی دارد.

از طرف دیگر نیز نظام و ساختار اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و غیره حاکم بر جوامع نیز به‌عنوان رکن دیگر، فضاهای سکونتگاهی را متأثر می‌کنند. بنابراین وجود زمینه‌های طبیعی و عوامل انسانی در کنار ساختار مدیریتی بسیط متمرکز و بخشی موجب شد مدیریت بحران در این منطقه با پیچیدگی‌های خاصی روبه‌رو شود. به عبارت دیگر، وجود اقلیم سرد و کوهستانی، بارش برف سنگین در برخی از گردنه‌ها، صعب‌العبور بودن بخشی از مناطق شهرستان به‌دلیل قرارگیری در نیمه غربی سلسله جبال زاگرس، شبکه‌های ارتباطی ضعیف و عدم رعایت ابتدایی‌ترین نکات ایمنی در ساخت‌وسازهای شهری و روستایی، ضعف بنیه اقتصادی ساکنین، نبود فرهنگ و آموزش لازم و کافی برای مقابله با مخاطرات طبیعی، عدم هماهنگی سازمان‌ها در خدمات‌رسانی و غیره موجب شدند کنترل و مدیریت بحران در این منطقه دچار مشکل اساسی شود.



ماند و همواره باید به خاطر داشت که هیچ بحرانی دقیقاً مشابه بحران‌های دیگر نیست، ولی با این وجود، تشابهات قابل توجهی بین آن‌ها وجود دارد که کشف و درک این تشابهات، کلیدی جهت برنامه‌ریزی برای مقابله با بحران و تخفیف اثرات سوء آن خواهد بود (ویک و همکاران، ۲۰۰۹).

قسمتی از مدیریت بحران به پیش‌بینی و پیشگیری از وقوع بحران مرتبط بوده و قبل از وقوع رویداد مطرح است. قسمتی دیگر به بحران‌های جاری و حل و فصل آن‌ها مربوط می‌شود. مدیریت بحران نظامی پویاست که با هدف کاهش احتمال وقوع بحران و کمیته‌سازی آثار و صدمات مربوط به آن و همچنین بازگرداندن سیستم به وضعیت عادی و معمولی طراحی شده است (کلیر و وادوک، ۲۰۰۷). در زمینه مدیریت بحران باتوجه به تعاریف متفاوتی که از آن ارائه شده، آنچه بسیاری از اندیشمندان روی آن اجماع دارند، وظیفه مدیریت بحران، کنترل بحران در زمان کوتاه با استفاده از بهترین اصول و روش‌ها و ... است. در یک جمع‌بندی کلی، مدیریت بحران ناظر بر ۵ مقوله سازمان‌دهی، ارتباطات، تصمیم‌گیری، شناخت عوامل بحران و طراحی استوار است (ویک و همکاران، ۲۰۰۶).

عوامل فضایی در مدیریت مخاطرات و بحران

توانمندی‌های محیطی، بستر الگوهای استقرار سکونتگاه‌های انسانی را در فضاهای جغرافیایی فراهم می‌آورند و ساختار فضایی هر مکان تجلی کنش متقابل بین انسان و محیط اطراف آن است (کواستا و همکاران، ۱۹۷۷). بنابراین ارزیابی توان‌های محیطی به‌عنوان یکی از ابعاد توسعه پایدار، ازجمله مهم‌ترین مسائلی است که در تمام برنامه‌های توسعه ناحیه‌ای اعم از شهری و روستایی مورد توجه و تأکید است، به‌گونه‌ای که هر بحث جدیدی درباره توسعه بدون توجه به مفهوم پایداری، ناتمام تلقی می‌شود (بدری و قنبری، ۱۳۸۶).

بنابراین عوارض و پدیده‌های طبیعی در مکان‌گزینی، پراکنش حوزه نفوذ، توسعه فیزیکی، ارتباطات و ظاهر سکونتگاه‌های انسانی تأثیر زیادی دارند (سلطانی و عقیلی‌زاده، ۱۳۸۰). البته در ایجاد، شکل‌گیری و پراکنش جمعیت و سکونتگاه‌های انسانی به‌طور قطع نمی‌توان تنها یک عامل را اصل دانست، بلکه عوامل مختلف در یک ارتباط متقابل باعث پیدایش نوعی الگوی توزیع و استقرار سکونتگاه‌ها و جمعیت در پهنه فضا می‌شوند، اگرچه ممکن است تأثیر یک عامل در میان عوامل مختلف مشهودتر باشد (رحمانی، ۱۳۸۳).

بنابراین مخاطرات به‌طور مستقیم با سکونتگاه‌های بدون برنامه‌ریزی ارتباط دارند و همراه با مواردی نظیر مکان‌یابی نادرست سکونتگاه‌ها، استقرار سکونتگاه‌ها در حوالی حریم گسل و سیلاب در موقع بروز حادثه طبیعی به تلفات جانی و خسارت مالی گسترده منجر خواهند شد. بر این اساس، سکونتگاه‌های

باتوجه به تشریح مسئله، هدف اصلی پژوهش حاضر شناسایی آسیب‌های فضایی مدیریت بحران زلزله در شهرستان ثلاث باباجانی و ارائه راهکار برای اصلاح و بهبود فضای جغرافیایی محدوده مورد مطالعه است و در همین راستا سؤال پژوهش نیز به شرح ذیل است:

«آسیب‌های فضایی مدیریت بحران زلزله در محدوده این پژوهش کدامند و چگونه می‌توان نسبت به بهبود آن‌ها و مدیریت بحران کارآمد و اثربخش در محدوده مورد مطالعه اقدام کرد؟»

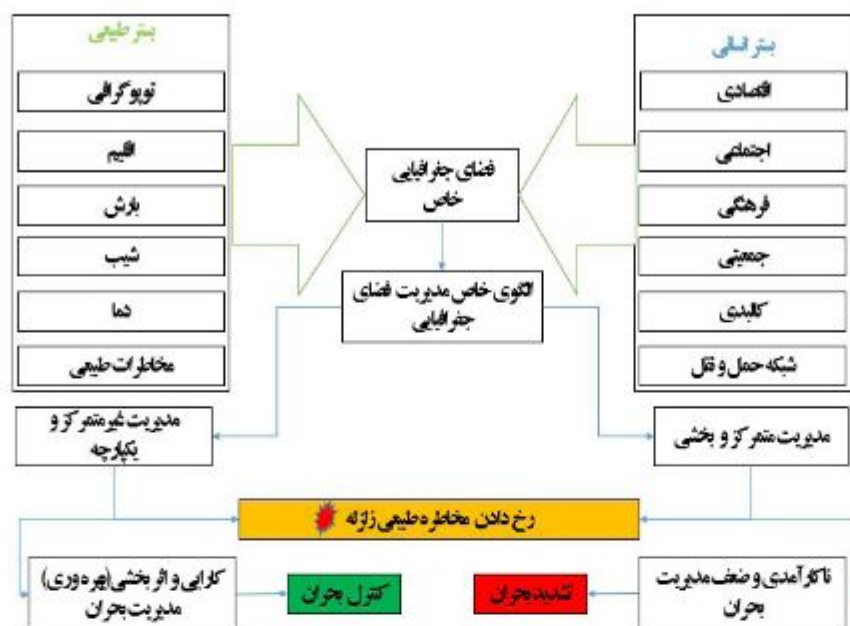
چارچوب نظری

مدیریت مخاطرات و بحران

بحران رویدادی است که تهدیدی جدی برای ساختار اساسی یا ارزش‌ها و هنجارهای اساسی یک سیستم ایجاد می‌کند و تحت فشارهای زمانی و شرایط بسیار نامطمئن، اتخاذ تصمیم‌های حیاتی را ضروری می‌سازد. در طول چنین رویدادهایی، مدیران دولتی باید از عدم قطعیت‌های موجود در محیط عملیاتی خود آگاه بوده و به دنبال کاهش یا مدیریت آن باشند (هاسه، ۲۰۲۳). در حال حاضر تمام جهان با بحران‌های مختلف زیست‌محیطی مواجه است که آسیب‌های جدی به جامعه بشری وارد کرده‌اند. مدیریت بحران زیست‌محیطی جهت مقابله با بحران‌های زیست‌محیطی بسیار مهم است (دای و همکاران، ۲۰۲۰). در مورد مدیریت بحران تعاریف مختلفی ارائه شده است. مدیریت بحران، علم و هنر برنامه‌ریزی، سازمان‌دهی، هدایت و رهبری به‌صورت یکپارچه، جامع و هماهنگ است که با بهره‌گیری از ابزارهای در اختیار، تلاش می‌کند خطرات ناشی از بحران‌های مختلف را براساس مراحل مختلف بحران کنترل کند (ویک و همکاران، ۱۹۹۹).

مدیریت بحران را همچنین می‌توان برنامه‌ریزی، سازمان‌دهی، رهبری، هماهنگی، کنترل و پشتیبانی تعریف کرد. بر این اساس، امروزه یکی از اهداف اصلی علم مدیریت بحران تبیین صحیح کاربرد اصول علم مدیریت بحران در سوانح طبیعی و انسانی است. در مدیریت بحران، خطرات بالقوه و منابع موجود مورد ارزیابی قرار گرفته و کوشش می‌شود با برنامه‌ریزی‌های کارشناسانه بین منابع و توانایی‌های موجود و همچنین خطرات احتمالی، موازنه برقرار شود تا با استفاده از منابع موجود بتوان بحران را کنترل کرد. بحران از هر نوع که باشد، آثار فراوانی بر جامعه خواهد داشت (کلیر و وادوک، ۲۰۰۷).

بحران‌ها از لحاظ ماهیت، بزرگی و شدت متفاوت‌اند، اما تمامی آن‌ها عواقبی به بار می‌آورند که می‌توانند توانایی‌های عملکردی سازمان‌های درگیر را مختل سازند. مدیریت یک بحران کار دشواری است و می‌تواند بسیار مایوس‌کننده باشد. اما بزرگ‌ترین اشتباه این است که تصور کنید جامعه ما از بحران مصون خواهد



تصویر ۱. مدل مفهومی پژوهش

همچنین در تصویر شماره ۲ برخی از عوامل طبیعی مؤثر در شکل گیری و توسعه سکونتگاه های انسانی ارائه شده اند.

روش

محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه پژوهش حاضر سکونتگاه های روستایی و شهری شهرستان ثلاث باباجانی است. شهرستان ثلاث باباجانی با مساحت ۱۴۱۶ کیلومتر مربع دارای ۷۶ کیلومتر مرز مشترک با

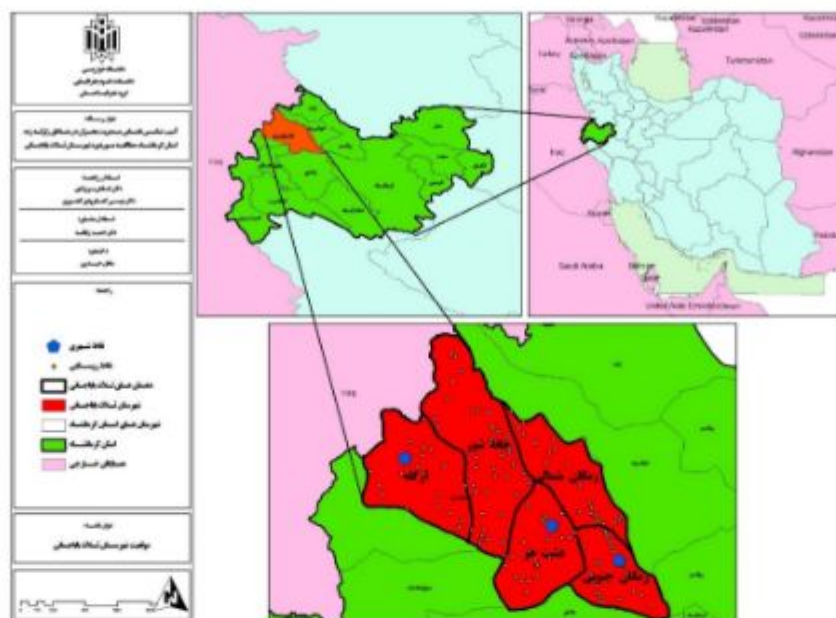
روستایی به دلیل نارسایی زیرساخت های ضروری از سطح آسیب پذیری بالایی نسبت به سکونتگاه های شهری در برابر مخاطرات برخوردارند. بنابراین همان طور که بیان شد عوامل فضایی از جمله پراکنش سکونتگاهی، شبکه حمل و نقل، عوارض طبیعی و ... در فرایند مدیریت بحران (قبل، حین و بعد از بحران) تأثیر دارند و به منظور مدیریت بحران اثربخش و کارآمد ضرورت دارد که این عوامل فضایی در کانون توجه سیاست گذاری و برنامه ریزی مقابله با بحران قرار گیرند.

مدل مفهومی پژوهش در تصویر شماره ۱ نشان داده شده است.



تصویر ۲. تأثیر پذیری سکونتگاه ها از عوامل طبیعی

منبع: (عالیخواه ۱۳۹۳: ۴۴۲)



تصویر ۳. نقشه محدوده مورد مطالعه

شاخص‌های مدیریت بحران زلزله و تدوین مبانی نظری از روش اسنادی و ابزار فیش‌برداری و برای سنجش شاخص‌های پژوهش در محدوده مورد مطالعه از شیوه پیمایشی و ابزار پرسش‌نامه محقق‌ساخت بهره گرفته شده است. جامعه آماری، ساکنان و شهروندان ثلاث باباجانی شامل ۳۵۲۱۹ نفر و ۹۲۷۰ خانوار هستند. براساس فرمول کوکران، حجم نمونه پژوهش باتوجه به تعداد ساکنان شهرستان، ۳۸۰ نفر در نظر گرفته شده و تعداد ۴ نفر به حجم نمونه اضافه شده است و مجموعاً جامعه نمونه ۳۸۴ نفر است. از آزمون‌های آماری تی تک‌نمونه‌ای مستقل جهت بررسی میانگین ابعاد مدیریت بحران زلزله و همچنین از آزمون کروسکال‌والیس برای رتبه‌بندی مؤلفه‌های پژوهش استفاده شد. لازم به ذکر است که برای رتبه‌بندی مؤلفه‌ها، داده‌های به‌دست‌آمده از پرسش‌نامه (درصد پاسخگویی) ملاک عمل بوده است. برای وزن‌گذاری نیز باتوجه به طیف لیکرت، بیشترین امتیاز مربوط به گزینه خیلی زیاد و کمترین امتیاز نیز مربوط به گزینه خیلی کم بود. جهت بررسی قابلیت اعتماد پرسش‌نامه یا میزان پایایی آن از آزمون آلفای کرونباخ استفاده شده است. در ادامه نیز برای نشان دادن پراکندگی فضایی وضعیت آسیب‌های مدیریت بحران در شهرستان ثلاث باباجانی از آمار فضایی در محیط نرم‌افزار GIS نسخه ۱۰/۸ و روش درون‌یابی وزن‌دهی معکوس فاصله^۱ استفاده شد. همچنین در بخش دوم مقاله، داده‌ها و اطلاعات مربوط به شاخص‌های ارتفاع، شیب زمین، شبکه حمل‌ونقل و پراکنش سکونت‌ها و تراکم جمعیت با استفاده از نرم‌افزار GIS نسخه ۱۰/۸ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

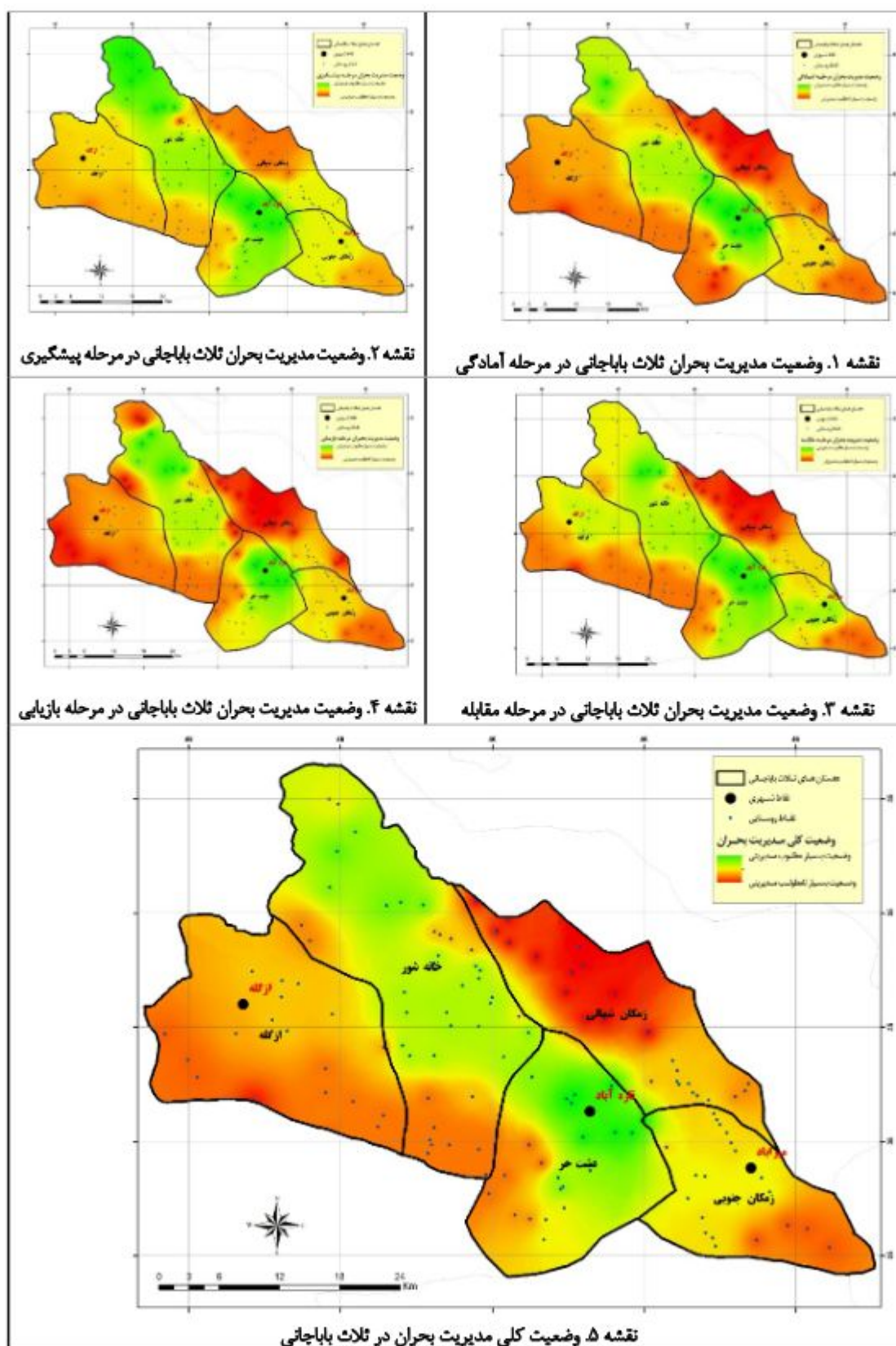
کشور عراق است و در موقعیت ۴۵ درجه و ۳۸ دقیقه طول شرقی و ۳۴ درجه و ۳۴ دقیقه عرض شمالی در غرب و شمال غربی استان کرمانشاه واقع شده است. این شهرستان از شمال به شهرستان جوانرود، از جنوب به شهرستان‌های دالاهو و سرپل‌ذهاب، از شرق به شهرستان کرمانشاه و از غرب به اقلیم کردستان عراق محدود شده است (مطالعات آمایش استان کرمانشاه، ۱۳۹۶). این شهرستان شامل ۳ شهر تازه‌آباد، میرآباد و ازگله است و ۵ دهستان (زمکان جنوبی، زمکان شمالی، دشت حر، خانه‌شور، و ازگله)، ۱۶۱ روستای دارای سکنه و ۴۲ روستای خالی از سکنه دارد. جمعیت این شهرستان براساس نتایج آمار سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۹۵، ۳۵۲۱۹ نفر است (مرکز آمار ایران؛ ۱۳۹۵).

در ساعت ۲۱ و ۴۸ دقیقه (به وقت محلی) در روز ۲۱ آبان سال ۱۳۹۶ هجری شمسی، مطابق با ساعت ۱۸ و ۱۸ دقیقه (به وقت جهانی) روز ۱۲ نوامبر ۲۰۱۷ میلادی زمین‌لرزه‌ای با بزرگای گشتاوری ۷/۳ در فاصله ۱۰ کیلومتری ازگله و حدود ۳۷ کیلومتری شمال غرب شهرستان سرپل‌ذهاب از استان کرمانشاه، واقع در مرز ایران و عراق به وقوع پیوست. آسیب‌های ناشی از این زلزله، مسائل و مشکلات زیادی برای شهروندان ایجاد کرد که بخشی از این آسیب‌ها به دلیل عوامل فضایی از جمله شیب، ارتفاع، شبکه حمل‌ونقل و ... بود (تصویر شماره ۳).

مواد و روش

روش پژوهش حاضر، توصیفی تحلیلی بوده و از لحاظ هدف کاربردی عملی است. گردآوری داده‌ها به دو روش اسنادی و پیمایشی انجام شده است؛ به این نحو که برای استخراج

1. Inverse distance weighting (IDW)



تصویر ۴. وضعیت نهایی مدیریت بحران در شهرستان ثلاث باباجانی

VARNAME	VARIABLE	DEFINITION
Bandwidth	0.093091	
ResidualSquares	620334.947715	
EffectiveNumber	13.763746	
Sigma	72.741484	
AICc	1505.114444	
R2	0.405026	
R2Adjusted	0.34025	
Dependent Field	0	نهایی
Explanatory Field	1	شیب

تصویر ۵: خروجی توصیفی مدل رگرسیون وزنی جغرافیایی بین عامل ارتفاع و مدیریت بحران

یافته‌ها

شیب زمین، شبکه حمل‌ونقل و پراکنش سکونت‌ها و تراکم جمعیت استفاده شد. در ادامه، به بررسی نقش هر کدام از این عوامل پرداخته می‌شود.

تحلیل نقش ارتفاع در مدیریت بحران

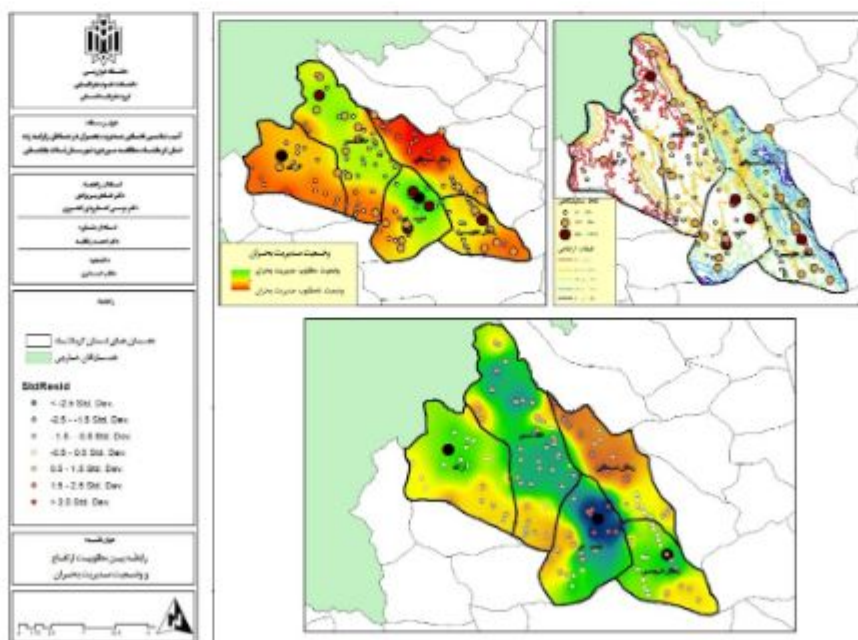
عامل ارتفاع به‌عنوان یکی از شاخص‌های محیطی نقش مهمی در مدیریت بحران دارد. عامل ارتفاع رابطه معنی‌داری با دسترسی سکونتگاه‌های انسانی به هم و به گره‌های مدیریتی دارد. به عبارت دیگر، هر جا که وضعیت ارتفاع در شرایط مطلوب‌تری قرار بگیرد امکان دسترسی نیز افزایش پیدا می‌کند. در مقابل نیز هر چقدر ارتفاع از مطلوبیت فاصله بگیرد و شرایط به سمت صعب‌العبوری پیش برود، امکان دسترسی نیز محدود می‌شود. شهرستان ثلاث باباجانی هرچند که از پیک ارتفاعی زاگرس تا حدودی فاصله گرفته است، اما شرایط ارتفاعی سکونتگاه‌های غرب آن از جمله دهستان زمکان شمالی و تا حدودی زمکان جنوبی

ارزیابی مدیریت بحران براساس نظر شهروندان

مدیریت بحران شامل ۴ مرحله پیشگیری، آمادگی، مقابله و بازیابی و بازتوانی است. برای سنجش عملکرد مدیریت بحران در ۴ مرحله فوق از پرسش‌نامه محقق‌ساخته استفاده شد. نتایج نشان داد مدیریت بحران در بازه زمانی محدوده مورد مطالعه شرایط مطلوبی نداشته است و در هر ۴ مرحله ضعیف عمل کرده است (تصویر شماره ۴).

نقش عوامل فضایی در مدیریت بحران زلزله شهرستان ثلاث باباجانی

در این بخش از پژوهش جهت بررسی نقش عوامل فضایی در بروز آسیب‌های فضایی مدیریت بحران از شاخص‌های ارتفاع،



تصویر ۶: نقشه رابطه بین عامل ارتفاع و مدیریت بحران

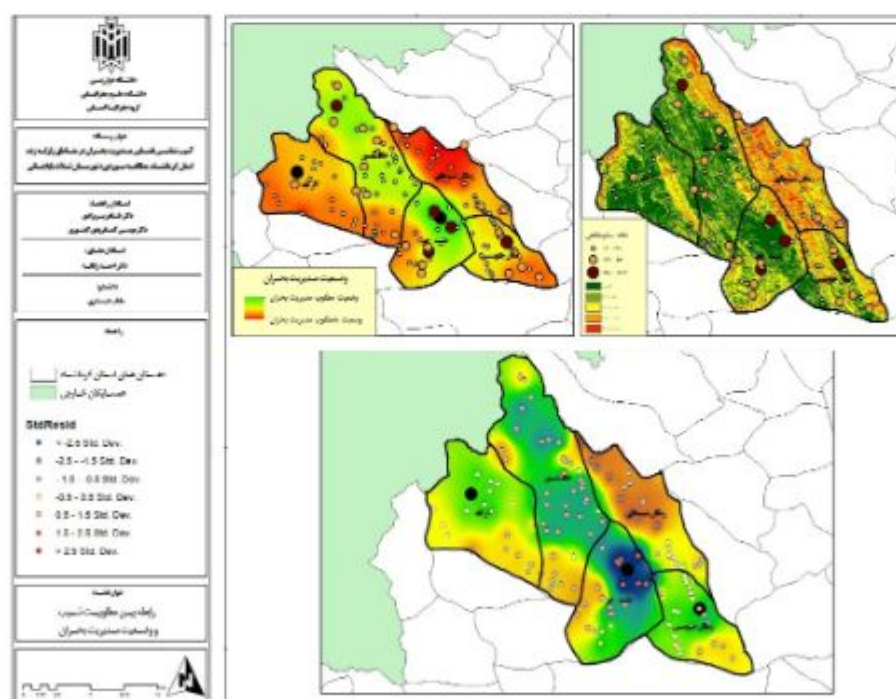
VARNAME	VARIABLE	DEFINITION
Bandwidth	0.093091	
ResidualSquares	620334.947715	
EffectiveNumber	13.763746	
Sigma	72.741484	
AICc	1505.114444	
R2	0.405026	
R2Adjusted	0.34025	
Dependent Field	0	نهایی
Explanatory Field	1	ارتقا

تصویر ۷. خروجی توصیفی مدل رگرسیون وزنی جغرافیایی بین عامل شیب و مدیریت بحران

تحلیل نقش شیب در مدیریت بحران

شیب که به شدت متأثر از وضعیت ارتفاعی است نیز نقش مهمی در مدیریت بحران دارد؛ چراکه امکان استقرار خدمات در مواقع بحرانی یا دسترسی سریع به مراکزی که خسارت زیادی دیده است، رابطه نزدیکی با شیب منطقه دارد. به عبارت دیگر، در مناطقی که شیب زمین بسیار زیاد است، امکان خدمات رسانی و مدیریت بهتر بحران، محدودتر است. در شهرستان ثلاث باباجانی نیز به تبع شرایط کوهستانی در حد فاصل دو دهستان زمکان شمالی و جنوبی، شیب زمین بسیار زیاد است و به همین منوال نیز مدیریت بحران نیز ضعیف عمل کرده است. به طور کلی باتوجه به نقشه به دست آمده، ارتباط و همبستگی بین شیب زمین و مطلوبیت مدیریت بحران برابر با ۴۰ درصد است که بیشترین همبستگی نیز در سکونتگاه های واقع در دشت حر است. از جمله این سکونتگاه ها

وضعیت نامطلوبی را نشان می دهد. به طور کلی هرچه از سمت شرق شهرستان به سمت غرب آن حرکت شود وضعیت ارتفاعی مطلوب تر است. همان گونه که گفته شد، عامل ارتفاع به دلیل رابطهای که با سایر مؤلفه های طبیعی و انسانی از جمله راه های دسترسی، تراکم سکونتگاه های انسانی، خدمات رسانی، ارتباط با سایر سکونتگاه و ... دارد، می تواند نقش بسزایی در مدیریت بحران داشته باشد. یافته ها نشان می دهند بخش مرکزی شهرستان ثلاث باباجانی به لحاظ مدیریتی شرایط مطلوبی دارد. در همین راستا وضعیت مطلوبیت ارتفاع نیز در همین محدوده مطلوب به نظر می رسد. نتایج رگرسیون وزنی نشان می دهد همبستگی بیش از ۴۰ درصد بین ارتفاع و مدیریت بحران وجود دارد (تصویر شماره ۵ و تصویر شماره ۶).



تصویر ۸. نقشه رابطه بین عامل شیب و مدیریت بحران

VARNAME	VARIABLE	DEFINITION
Bandwidth	0.055695	
ResidualSquares	219938.970559	
EffectiveNumber	31.44876	
Sigma	47.003236	
AICc	1406.0812	
R2	0.789053	
R2Adjusted	0.724532	
Dependent Field	0	نهایی
Explanatory Field	1	راه

تصویر ۹. خروجی توصیفی مدل رگرسیون وزنی جغرافیایی بین عامل حمل و نقل و مدیریت بحران

به سیستم حمل و نقل دارد. نتایج نشان می دهد در دهستان دشت حر بیشترین همبستگی بین دسترسی به راه های اصلی و مدیریت بحران وجود دارد (این میزان برابر با ۹۰ درصد است). علاوه بر این، در قسمت های زیادی از دهستان خانه شور نیز شرایط به همین منوال است (تصویر شماره ۹ و تصویر شماره ۱۰).

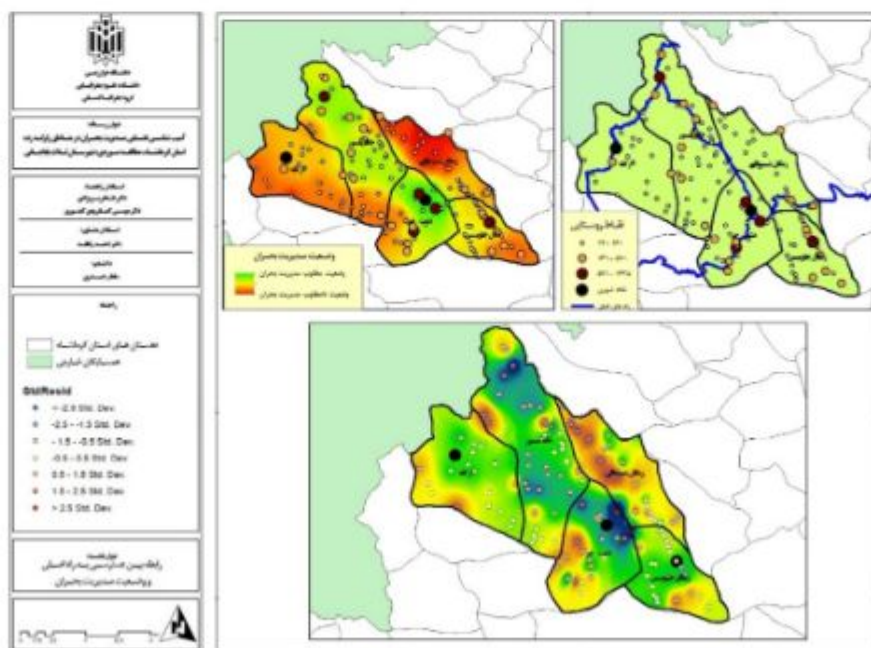
تحلیل نقش پراکنش سکونتگاه های انسانی در مدیریت بحران

توزیع مکانی جمعیت در شهرستان ثلاث باباجانی نشان می دهد ۳۷ درصد جمعیت، شهری و ۶۳ درصد جمعیت، روستایی هستند. پراکنش مکانی سکونتگاه های روستایی و شهری در گستره شهرستان ثلاث باباجانی نشان می دهد تمرکز و تراکم سکونتگاه ها در قسمت شرقی شهرستان است؛ به نحوی که دهستان زمکان جنوبی با دشت حر بیش از ۴۰ درصد از تعداد کل سکونتگاه ها را به خود اختصاص داده اند. این در حالی است که ۳۰ درصد مساحت کل شهرستان را به خود اختصاص داده اند.

می توان به روستای قلقله اشاره کرد. این روستا شیب بسیار مطلوبی دارد و در همین راستا به لحاظ مدیریتی نیز شرایط بهتری را نشان می دهد (تصویر شماره ۷ و تصویر شماره ۸).

تحلیل نقش حمل و نقل در مدیریت بحران

شهرستان ثلاث باباجانی به دلیل قرارگیری در دامنه غربی زاگرس به لحاظ توپوگرافی در برخی از دهستان ها بسیار ناهموار است. از همین رو خطوط اصلی حمل و نقل در این شهرستان محدود است. از طرف دیگر، محرومیت شهرستان و استان نیز مزید بر علت شده است. باید گفت مهم ترین عامل در مدیریت بحران سیستم دسترسی و حمل و نقل است، چراکه بدون این عامل، امداد رسانی و به طور کلی مدیریت بحران با مشکلات زیادی مواجه خواهد شد. در شهرستان ثلاث باباجانی برخی از سکونتگاه های روستایی واقع در جنوب دهستان خانه شور دسترسی بسیار ضعیفی به راه های اصلی دارند. در مقابل، دهستان دشت حر بیشترین دسترسی را



تصویر ۱۰. نقشه رابطه بین عامل حمل و نقل و مدیریت بحران



VARNAME	VARIABLE
Bandwidth	0.096754
ResidualSquares	554357.211799
EffectiveNumber	13.588435
Sigma	69.187653
AICc	1480.118846
R2	0.606671
R2Adjusted	0.413878
Dependent Field	0
Explanatory Field	1

تصویر ۱۱. خروجی توصیفی مدل رگرسیون وزنی جغرافیایی بین پراکنش سکونتگاه‌های انسانی و وضعیت مدیریت بحران

دارند. علاوه بر این، می‌توان قسمت شمالی دهستان خانه‌شور از جمله سکونتگاه‌های روستایی شیخ سله با بیش از ۱۵۰۰ نفر جمعیت را نام برد. با هم‌پوشانی نقشه وضعیت مدیریت بحران و نقشه تراکم جمعیت شهرستان ثلاث باباجانی باید گفت هم‌پوشانی زیادی بین تراکم جمعیتی و وضعیت مطلوب مدیریت بحران وجود دارد. به‌طور کلی نتایج نشان می‌دهد در دهستان دشت حر بیشترین همبستگی بین دسترسی به راه‌های اصلی و مدیریت بحران وجود دارد (این میزان برابر با ۸۰ درصد است). علاوه بر این، در قسمت‌های زیادی از دهستان خانه‌شور نیز شرایط به همین منوال است (تصویر شماره ۱۳ و تصویر شماره ۱۴).

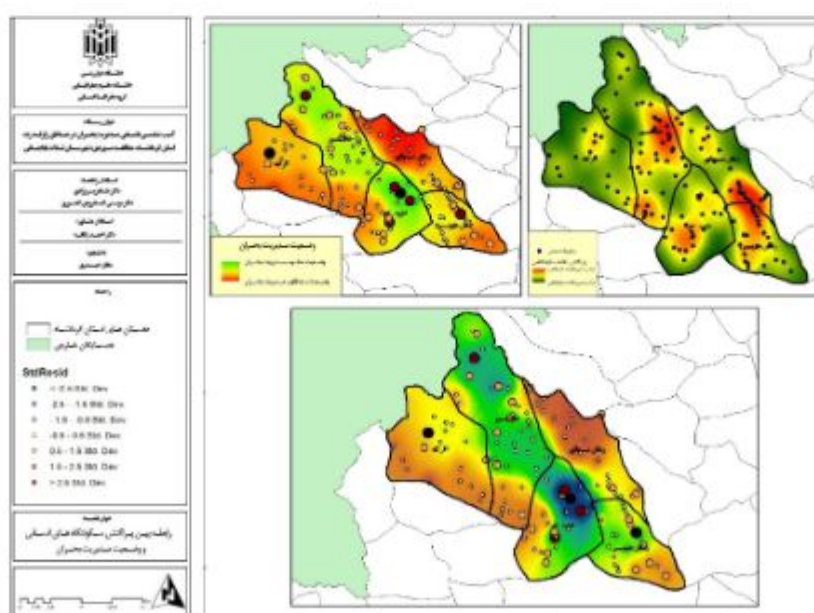
بحث

بحران ناشی از سوانح طبیعی در طول تاریخ همواره زندگی انسان‌ها را با مشکلات عدیده‌ای مواجه کرده است. با افزایش دانش، انسان به‌مرور راه‌های مقابله با بحران را فرا گرفت و

در طرف مقابل نیز دهستان ازگله با ۲۵ درصد از مساحت شهرستان تنها ۱۳ درصد از سکونتگاه‌ها را در خود جای داده است. نتایج نشان می‌دهد در دهستان‌های زمکان جنوبی و دشت حر بیشترین همبستگی بین پراکنش سکونتگاه‌های شهری و روستایی و مدیریت بحران وجود دارد (این میزان برابر با ۷۵ درصد است) (تصویر شماره ۱۱ و تصویر شماره ۱۲).

تحلیل نقش تراکم جمعیت سکونتگاه‌های انسانی در مدیریت بحران

تراکم جمعیت در شهرستان ثلاث باباجانی برابر با ۲۵ نفر در هر کیلومتر مربع است. به‌لحاظ تعداد و بعد خانوار نیز این شهرستان ۹۲۷۰ خانوار با بعد (میانگین) ۴/۳۷ نفر در هر خانوار دارد. مطابق با نقشه تراکم جمعیت باید گفت بیشترین و پرتراکم‌ترین محدوده‌های شهرستان ثلاث باباجانی در بخش‌های مرکزی دهستان دشت حر هستند که می‌توان روستاهای زیارت تمرخان و قلقله را نام برد که بیش از سایر سکونتگاه‌های روستایی جمعیت



تصویر ۱۲. نقشه رابطه بین پراکنش سکونتگاه‌های انسانی و وضعیت مدیریت بحران

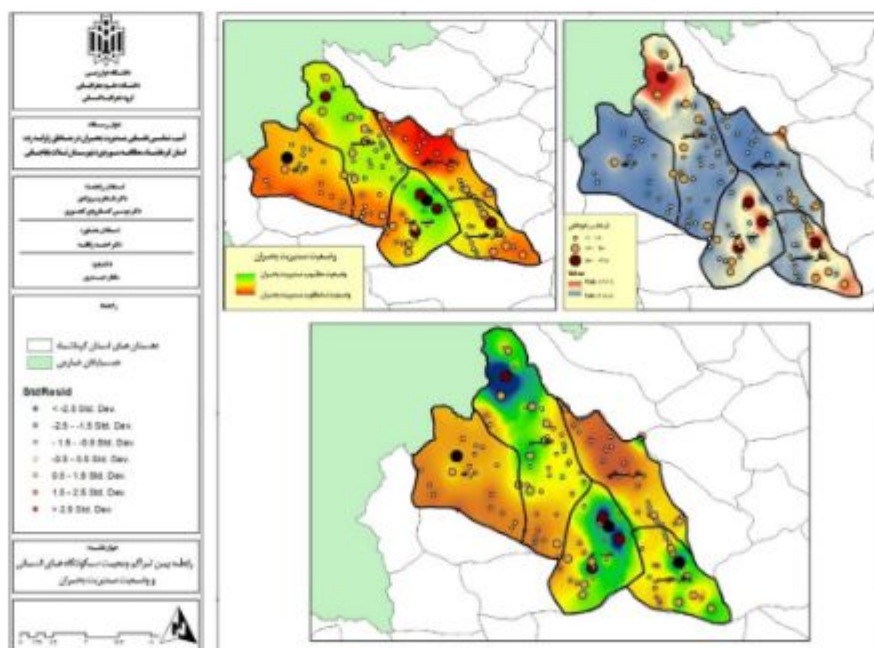
VARNAME	VARIABLE
Bandwidth	0.096754
ResidualSquares	644357.211799
EffectiveNumber	13.588435
Sigma	56.187653
AICc	1480.118846
R2	0.596671
R2Adjusted	0.493878
Dependent Field	0
Explanatory Field	1

تصویر ۱۳. خروجی توصیفی مدل رگرسیون وزنی جغرافیایی بین پراکنش سکونتگاه‌های انسانی و وضعیت مدیریت بحران

احمدی و منوچهری (۱۳۹۹) با سنجش وضعیت و تحلیل عوامل مؤثر بر مطلوبیت مدیریت بحران مخاطرات طبیعی در شهرستان قائنات نشان دادند ضعف در برنامه‌ریزی، اجرا و نظارت مدیریت بحران شهرستان، نارسایی‌های اجتماعی، ضعف در قانون‌گذاری و سیاست‌گذاری و ضعف در آموزش و مهارت‌های عملی که همگی ناشی از ساختار سیاسی متمرکز و بخشی هستند موجب نارضایتی مردم از مدیریت بحران شده است. بدین ترتیب مطالعات مشابهی که توسط دیگر محققان درباره مدیریت بحران در مناطق مختلف ایران انجام شده بر نقش تمرکزگرایی و عدم مدیریت یکپارچه در کشور تأکید کرده‌اند.

نتایج پژوهش حاضر ضمن تأیید این موضوع نشان داد حوزه‌های چهارگانه مدیریت بحران در برابر مخاطره در وضعیت نامطلوبی قرار دارند. کمترین میانگین به‌دست‌آمده مربوط به حوزه پیشگیری بوده که برابر با ۲/۰۵۷ است و بیشترین

به‌عبارتی توانست بحران‌ها را به‌صورت نسبی مدیریت کند و آثار ناشی از حوادث و سوانح طبیعی را به حداقل ممکن برساند. با این وصف تا کنون انسان نتوانسته است به‌طور کامل آمادگی لازم را جهت مقابله با بحران‌ها داشته باشد و خسارت‌های جانی و مالی ناشی از بحران نیز هنوز بسیار زیاد است. پژوهش‌هایی در زمینه علت ضعف‌های مدیریت بحران انجام شده است؛ به‌عنوان مثال سنجرینیا (۱۴۰۰) در بررسی مدیریت بحران زلزله با تأکید بر زلزله سرپل‌ذهاب نشان داد به‌رغم وجود نقاط قوت قابل توجه در مواجهه با مدیریت بحران زلزله سرپل‌ذهاب، لیکن به نظر می‌رسد بهتر است تا یک مرکز فرماندهی واحد، مدیریت بحران این گونه حوادث را بر عهده بگیرد، زیرا بحران‌ها و سوانح دارای ابعاد بسیار پیچیده‌ای هستند و مقابله با آن‌ها از عهده یک سازمان واحد خارج است.



تصویر ۱۴. نقشه رابطه بین عامل تراکم جمعیت سکونتگاه‌های انسانی و وضعیت مدیریت بحران



- تدوین برنامه مناسب برای طبقه‌بندی و ساختار سلسله‌مراتبی سکونتگاه‌های انسانی شهرستان ثلاث باباجانی در راستای متعادل کردن پراکنش فضایی سکونتگاه‌های شهری و روستایی

- توسعه مدیریت غیرمتمرکز و یکپارچه در شهرستان ثلاث باباجانی جهت کارایی و اثربخشی مدیریت بحران

- توسعه سیستم حمل‌ونقل متناسب با وضعیت توپوگرافی و طبیعت خشن شهرستان ثلاث باباجانی

- در نظر گرفتن عامل محیطی و انسانی شهرستان ثلاث باباجانی در تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری‌های سیاستی و مدیریتی باید مجدداً خاطرنشان کرد که هیچ بحرانی دقیقاً مشابه بحران‌های دیگر نیست. با این وجود تشابهات قابل توجهی بین آن‌ها وجود دارد که کشف و درک این تشابهات، کلیدی جهت برنامه‌ریزی برای مقابله با بحران و کاهش اثرات سوء آن خواهد بود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاقی پژوهش

در این مقاله، اصول اخلاقی کاملاً رعایت شده است.

حامی مالی

این تحقیق هیچ کمک مالی از سازمان‌های تأمین مالی در بخش‌های عمومی، تجاری یا غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت‌نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت داشتند.

تعارض منافع

بنابر اعلام نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

آن نیز مربوط به بعد آمادگی با میانگین ۲/۵۱۴ است. به لحاظ مکانی نیز بالاترین و پایین‌ترین میانگین‌ها در هر ۵ دهستان به یکدیگر نزدیک بوده و از الگوی واحدی پیروی می‌کنند. در کل باید اذعان کرد که به دلیل سلطه مدیریت متمرکز، بی‌نظمی و عدم برنامه‌ریزی در همه مراحل مدیریت بحران در بالاترین حد خود قرار دارد. به‌طور کلی با دور شدن از مرکز شهرستان به سمت حاشیه به‌خصوص به سمت مرزهای جنوب غربی و شمالی شهرستان، شاخص‌های مدیریت بحران وضعیت بدتری را نشان می‌دهند. این موضوع نشان می‌دهد به تبع ساختار سیاسی متمرکز کشور و منطقه، فعالیت‌ها و خدمات در بخش مدیریت بحران نیز به‌صورت متمرکز ارائه می‌شوند.

به این ترتیب، بر پایه نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان گفت: «مادام که یک نظم سکونتگاهی نتواند مسئله مدیریت بحران در حوزه‌های مختلف پیشگیری، آمادگی، مقابله و بازسازی و بازتوانی را حل کند، همچنان تحت الزامات مدیریت بخشی باید شکاف بین نقاط سکونتگاهی و عدم مدیریت یکپارچه را تجربه و تحمل کند. بدیهی است تا هنگامی که زمینه‌ها، فرایندها و سازوکارهای فرادست ملی و منطقه‌ای تمرکزگرا اصلاح نشوند، مدیریت در مقیاس ملی، منطقه‌ای و محلی به تعادل و توازن پایدار نخواهد رسید. در راستای نتایج به‌دست‌آمده مشخص شد برای مدیریت بهینه بحران در شهرستان ثلاث باباجانی در مواقعی که زلزله رخ می‌دهد می‌بایست برخی کاستی‌ها از بین برود و برای ارتقای شاخص‌های مدیریت بحران نیز پیشنهادهایی ارائه شود.

علاوه بر این، نتایج پژوهش نشان داد عوامل شیب، ارتفاع، شبکه حمل‌ونقل، پراکنش سکونتگاه‌های انسانی و تراکم جمعیت در سکونتگاه‌های انسانی نیز در مدیریت بحران تأثیرگذار هستند. به عبارتی دیگر، در مناطقی که صعب‌العبور هستند یا شبکه حمل‌ونقل مناسب ندارند یا سکونتگاه‌ها به‌صورت نامنظم رشد کرده‌اند، مدیریت بحران ضعیف عمل کرده است.

نتیجه‌گیری

در راستای نتایج به‌دست‌آمده مشخص شد مدیریت بحران در هر محیط جغرافیایی متفاوت است و برای مدیریت بهینه بحران در شهرستان ثلاث باباجانی باید عوامل فضایی از جمله شیب، ارتفاع، شبکه حمل‌ونقل، پراکنش سکونتگاه‌های انسانی و تراکم جمعیت سکونتگاه‌ها مورد توجه قرار گیرد و برای ارتقای شاخص‌های مدیریت بحران نیز پیشنهادهایی ارائه شود.

پیشنهادهای

پیشنهادهای پژوهش حاضر به شرح زیر است:

- برنامه‌ریزی مناسب در راستای آمایش مطلوب سکونتگاه‌های انسانی شهرستان ثلاث باباجانی به‌منظور متعادل کردن پراکنش فضایی جمعیت



References

- Ahmadi, A., & Manoochehri, S. (2020). [Assessing the status and analysis of factors affecting the desirability of crisis management of environmental hazards in Ghaenat City (Persian)]. *Spatial Planning*, 10(2), 23-56. [\[DOI:10.22108/sppl.2020.117853.1398\]](#)
- Alikhah, A. (2017). [Analysis of the spatial pattern of the residential system of Gilan province in relation to natural factors (Persian)]. *Journal of Geography and Planning*, 21(61), 241-260. [\[Link\]](#)
- Badri, S. A., Ghanbari, J. S. (2007). [Evaluation of environmental capabilities in rural construction (case study: Ajab Shir Castle Chai river basin (Persian)]. *Geographical Research Quarterly*, 38(3), 173-185. [\[Link\]](#)
- Clair, J. A., & Waddock, S. (2007). A "total" responsibility management approach to crisis management and signal detection in organizations. In: J. A. Clair, & S. Waddock (Eds.), *International handbook of organizational crisis management*. California: Sage Publishing. [\[DOI:10.4135/9781412982757.n11\]](#)
- Coates, B. E., Johnston, R. J., Knox, P. L., & Geografie, S. (1977). *Geography and inequality*. Oxford: Oxford University Press. [\[Link\]](#)
- Dai, S., Duan, X., & Zhang, W. (2020). Knowledge map of environmental crisis management based on keywords network and co-word analysis, 2005-2018. *Journal of Cleaner Production*, 262, 121168. [\[DOI:10.1016/j.jclepro.2020.121168\]](#)
- Haase, T. W. (2023). Uncertainty in crisis management. In: A. Farazmand (Ed.), *Global encyclopedia of public administration, public policy, and governance* (pp. 12957-12961). Cham: Springer International Publishing. [\[DOI:10.1007/978-3-030-66252-3_2922\]](#)
- Hafeznia, M., Roumina, E., Ahmadypour, Z., & Fani, A. A. (2013). [Political management of space in unitary state systems (Persian)]. *Geopolitics Quarterly*, 9(29), 1-31. [\[Link\]](#)
- Jahangiri, K. (2010). [Principles and basics of crisis management (Persian)]. Tehran: Helal Institute of Scientific and Applied Higher Education of Iran. [\[Link\]](#)
- Management and Planning Organization of Kermanshah Province. (2018). [Analysis of settlement structure, description of settlement system elements (Persian)]. Kermanshah: Management and Planning Organization of Kermanshah Province.
- Rafiee, M., & Sifaei, M. (2010). [The concept of integration in the urban management process (Persian)]. *MANZAR, the Scientific Journal of landscape*, 1(3), 24-31. [\[Link\]](#)
- Rahmani, M. (2004). [Analysis of the effect of natural environment factors on the spatial distribution pattern of settlements and rural population of Amol city (Persian)]. *Population Quarterly*, (49-50), 141-152. [\[Link\]](#)
- Sanjarinia, R. (2021). [Earthquake crisis management with emphasis on Sarpol-e Zahab earthquake (Persian)]. *Progress and Development of Kermanshah Province*, 1(2), 31-56. [\[Link\]](#)
- Soltani, N., & Gholizade, N. (2001). [Analysis of the relationship between natural environment factors in the spatial distribution pattern of settlements and population in Bahar-Hamadan area (Persian)]. *Jahad*, 21(244-25), 90-98. [\[Link\]](#)
- Statistical Centre of Iran. (2016). [Detailed results of the general population and housing census of Iran Statistics Center of the whole country (Persian)]. Tehran: Statistical Centre of Iran.
- Weick, K. E., Sutcliffe, K. M., & Obstfeld, D. (1999). Organizing for high reliability: Processes of collective mindfulness. In B. M. Staw, & L. L. Cummings (Eds.), *Research in organizational behavior* (pp. 81-123). Vol. 21. Stanford: Elsevier Science/JAI Press. [\[Link\]](#)
- Weick, K., Sutcliffe, K. M., & Obstfeld, D. (2009). Organizing for High Reliability: Processes of collective mindfulness, research in organizational behaviour. [\[Link\]](#)
- Weick, K. E., & Sutcliffe, K. M. (2006). Mindfulness and the quality of organizational attention. *Organization Science*, 17(4), 514-524. [\[DOI:10.1287/orsc.1060.0196\]](#)
- Zand Moghadam, M. R., & Asghari, A. (2019). [Crisis management and its role in sustainable urban development (Persian)]. *Shebak*, 5(7), 191-200. [\[Link\]](#)



Research Paper

Designing a Temporary Camp for Accommodation After an Earthquake in a Multi-purpose Open Space Located in Shahid Beheshti University in Tehran, Iran



*Mobin Ghaderi¹, Sadaf Ezatpoor²

1. Department of Architectural Engineering, Faculty of Art and Architecture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.

2. Department of Post-traumatic Reconstruction, Faculty of Architecture and Urban Planning, Shahid Beheshti University of Tehran, Tehran, Iran.



Citation Ghaderi, M., & Ezatpoor, S. (2024). [Designing a Temporary Camp for Accommodation After an Earthquake in a Multi-purpose Open Space Located in Shahid Beheshti University in Tehran, Iran (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 14(2):238-257. <https://doi.org/10.32598/DMKP.14.2.401.2>

doi <https://doi.org/10.32598/DMKP.14.2.401.2>

ABSTRACT

Background and objective The current study focuses on the planning, management and design of a temporary accommodation camp as well as the design of a temporary shelter. The main goal is to present the physical model of a temporary accommodation camp in the football field of Shahid Beheshti University, Tehran, Iran, to be used after an earthquake, considering the physical and non-physical conditions of the district 1 and the existing infrastructure.

Method This is a descriptive-analytical survey study. Qualitative method and interviews with five experts, field observation, documents, and articles were used for collecting information.

Results Based on the findings of observations, interviews and the library information, the suitable space for the establishment of the accommodation complex in the university was identified and predicted, based on this, the description of the duties of the established bodies was stated. Then, according to the design priorities, temporary accommodation was designed and the production arrangements were determined to reduce the risk.

Conclusion The results give an insight into the construction projects related to temporary accommodation and transportation in post-disaster conditions in Tehran, considering the economic, environmental and psychological conditions of the residents, and issues such as innovative locating, flexibility, coordinated planning and reusability and the use of social capital.

Keywords Temporary shelter, Temporary accommodation, Earthquake, Disaster management, Tehran

Article Info:

Received: 15 Feb 2024

Accepted: 13 May 2024

Available Online: 01 Jul 2024

* Corresponding Author:

Mobin Ghaderi

Address: Department of Architectural Engineering, Faculty of Art and Architecture, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.

Tel: +98 (912) 8712411

E-mail: mobinghaderi3@gmail.com



Copyright © 2024 The Author(s).

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.

Extended Abstract

Introduction

Crisis management is an applied knowledge that seeks to find tools and models by which it can predict crises to prevent or reduce their consequences, and provide quick and planned relief in case of a crisis to restore the status of the city or region to normal condition. Despite the tremendous advances in technology and gaining the experiences of the past centuries, human beings have still problems in the face of unexpected events such as earthquakes, and there are always many casualties and financial and human losses. Despite the progress in the provision of emergency aid (medical, nutrition, etc.) after the disaster in recent decades, an important part still has little improvement compared to other dimensions, which is the temporary shelter after the disaster. The management, design and construction of temporary shelter with suitable conditions requires thinking and planning. The current study focuses on the planning, management and design of a temporary accommodation camp as well as the design of a temporary shelter in the football field located in Shahid Beheshti University. This place is located in Velenjak (District 1), one of the districts of Tehran, and is located on the northern fault, one of the main faults in Tehran. Students, professors and employees and personnel of the university in Tehran are often not residents of this city and live in dormitories or rented houses. As a result, temporary accommodation of these people and making necessary arrangements are needed.

Methods

This is a descriptive-analytical survey study. Qualitative interviews with five experts, field observation, documents, and articles were used for collecting information. In this regard, the design indicators for the accommodation camp and various methods of implementation and selection of materials were extracted. Then, using the hierarchical analysis method, a pairwise comparison of these factors was performed and the indicators were prioritized. At the end, the possible options for building a shelter were measured with these indicators. From their combination, the required pattern was extracted, and a temporary accommodation camp suitable for the proposed site was designed and presented with this pattern.

Results

To provide a suitable physical model of temporary accommodation, it is important to identify the required de-

sign indicators, including attention to climate, production, storage, easy transportation, and privacy of users. In this regard, the accident command system, transportation, health/welfare needs and temporary accommodation for students in the football field of the university were designed. Considering the location of the site (District 1) and to reduce the adverse effects of the victims' accommodation and interaction with local services, there is no need to design all the services needed by the temporary accommodation camp. To provide the required services, the facilities of the site can be used in the first phase. In the next phase, the facilities found in the district can be used. A per capita of 35 square meters per person was considered for the camp land. This per capita includes roads, passages, shelter area (per capita shelter was considered 3.5 square meters per person) and gathering spaces.

The facilities designed for the site to be used for three months included: Security room, office, toilet and bathroom (separated for men and women), a place for washing clothes and collecting water (separated for men and women), emergency warehouses, meeting spaces (separated for men and women), water supply tank, emergency power generator, sports space, shelter units, access passages. Each accommodation unit uses the LSF structural system, and cement sheets were used for the outer and inner walls. The ceiling panel design was modular which can be removed easily. Each unit had a height of 30 cm from the floor. A suitable living space was provided with the possibility of adding a small wall kitchen. The sunlight enters the living space through a two-meter window. The designed room was suitable for placing three single beds and a wardrobe. The entrance to the room had a sliding door, determined for optimal use of space.

The proposed design was finally evaluated based on the design indicators such as people's participation, cost, workforce, and meeting the spatial needs of users.

Conclusion

Considering the economic, environmental and psychological conditions of the residents, and issues such as innovative locating, flexibility, coordinated planning and reusability and the use of social capital, we presented a temporary accommodation camp in Tehran. The results give an insight into the construction projects related to temporary accommodation and transportation in post-disaster conditions in Tehran.



Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles were considered in this research.

Funding

This research did not receive any grant from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' contributions

Methodology, Investigation, Writing: Mobin Ghaderi and Sadaf Ezatpoor; Analysis, Supervision, review and editing: Mobin Ghaderi; Resources, 3D rendering, Basic information: Sadaf Ezatpoor.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.



مقاله پژوهشی

مدیریت بحران و ارائه الگوی اسکان موقت نوین پس از زلزله، در فضای باز چندمنظوره مراکز آموزشی-دانشگاهی (نمونه موردی: دانشگاه شهید بهشتی تهران)

*مبین قادری^۱، صدف عزت پور^۲

۱. گروه مهندسی معماری، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

۲. گروه بازسازی پس از سانحه، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی تهران، تهران، ایران.



Citation: Ghaderi M, Ezatpoor S. (2024). [Designing a Temporary Camp for Accommodation After an Earthquake in a Multi-purpose Open Space Located in Shahid Beheshti University in Tehran, Iran (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 14(2):238-257. <https://doi.org/10.32598/DMKP.14.2.401.2>

doi: <https://doi.org/10.32598/DMKP.14.2.401.2>

حکیده

زمینه و هدف: پژوهش حاضر بر روی برنامه‌ریزی، مدیریت و طراحی اردوگاه اسکان موقت و نیز طراحی یک واحد سرپناه موقت در زمین ورزشگاه واقع در دانشگاه شهید بهشتی تمرکز دارد. هدف اصلی، ارائه الگوی کالبدی اسکان موقت دانشگاه شهید بهشتی تهران پس از زلزله احتمالی باتوجه به شرایط کالبدی و غیرکالبدی منطقه یک و زیرساخت‌های موجود است. در این راستا، شناسایی شاخص‌های موردنیاز طراحی از جمله توجه به اقلیم، حمل‌ونقل آسان و حریم خصوصی افراد مورد اهمیت بوده و به بررسی سیستماتیک محل مناسب اردوگاه، مسائل کلیدی اجتماعی پیرامون مالکیت، انعطاف‌پذیری، برنامه‌ریزی مدیریت، استفاده اقتصادی از منابع، توانایی‌های فنی و در نهایت طراحی مسکن موقت مناسب می‌پردازد. این اطلاعات تصویر دانش موجود را افزایش می‌دهند. در نتیجه، هدف از نوع کاربردی است. سیستم فرماندهی سانحه، حمل‌ونقل، نیازهای بهداشتی - رفاهی و سکونتگاه موقت برای دانشجویان در زمین ورزش دانشگاه طراحی شده است. همچنین پیشنهاداتی برای آمادگی در مقابل سانحه ارائه شده است.

روش: پژوهش حاضر به روش توصیفی - تحلیلی و از نوع پیمایشی است که داده‌های آن با مصاحبه‌های کیفی با متخصصین و مشاهده میدانی، بررسی اسناد، متون و مدارک مکتوب تخصصی جمع‌آوری شده و مورد تحلیل قرار گرفته است.

یافته‌ها: براساس یافته‌های حاصل از اطلاعات کتابخانه‌ای، مشاهدات و مصاحبه‌ها، فضای مناسب جهت برپایی مجموعه اسکان در دانشگاه شناسایی و پیش‌بینی شد و بر این اساس شرح وظایف ارگان‌های مستقر بیان شد. سپس بر پایه اولویت‌های طراحی، اسکان موقت طراحی شده و تمهیدات تولید تا برپایی جهت کاهش ریسک تعیین شدند.

نتیجه‌گیری: نتایج حاصل، بینشی را در خصوص پروژه‌های اسکان موقت، حمل‌ونقل و برپایی آن در شرایط پس از سانحه می‌دهد و باتوجه به مسائل اقتصادی، زیست‌محیطی و روانی ساکنین و مواردی همچون مکان‌یابی نوآورانه، انعطاف‌پذیری، برنامه‌ریزی هماهنگ و قابلیت استفاده مجدد و استفاده از سرمایه اجتماعی، به طراحی و ارائه الگوی مدنظر می‌پردازد. همچنین با استفاده از نتایج پژوهش، اسکان گسترش زمینه نتایج برای مطالعات موردی دیگر وجود دارد.

کلیدواژه‌ها: سرپناه موقت، الگوی اسکان موقت، زلزله، مدیریت بحران، تهران

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۲۶ بهمن ۱۴۰۲

تاریخ پذیرش: ۲۴ اردیبهشت ۱۴۰۳

تاریخ انتشار: ۱۱ تیر ۱۴۰۳

* نویسنده مسئول:

مبین قادری

نشانی: سنندج، دانشگاه کردستان، دانشکده هنر و معماری، گروه مهندسی معماری.

تلفن: ۸۷۱۲۴۱۱ (۹۱۲) +۹۸

پست الکترونیکی: mobinghaderi3@gmail.com

Copyright © 2024 The Author(s).

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC-BY-NC: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode.en>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited and is not used for commercial purposes.



مقدمه

ادبیات پژوهش

بحران پس از وقوع زلزله

در سال ۱۹۸۲ سازمان ملل با گردآوری اتفاقات گذشته، کتابی به مضمون راهبردهایی برای امداد منتشر کرد که بحث سرپناه پس از سانحه در آن نکته اصلی بود و به مراحل نظیر اسکان موقت و دائم، اضطراری و مسائل مهم در هر کدام پرداخته شد و بدین ترتیب اولین چارچوب‌های نظری مبتنی بر تجربیات ثبت شدند. از آن به بعد، تا اوایل دهه ۹۰ صاحب‌نظران از چارچوب‌های متفاوتی در مورد مطالعات سوانح استفاده کردند. تا اینکه در کنفرانس ۱۹۹۲ چرخه «از امداد تا توسعه» مطرح شد و گفته شد که می‌توان از آن به‌عنوان یک چارچوب عمومی برای طراحی و ارزیابی عملیات در مراحل مرتبط با سوانح استفاده کرد (تصویر شماره ۱). لازم به ذکر است در چرخه از امداد تا توسعه، کلیه فعالیت‌های صورت‌گرفته در زمینه اسکان موقت می‌بایست باتوجه به اثرات درازمدت آن‌ها در جوامع آسیب‌دیده مورد مطالعه قرار گیرد (فلاحی، ۱۳۸۶).

مسکن موقت

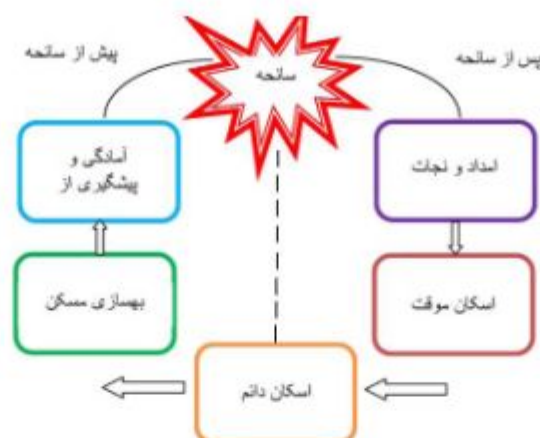
فراهم‌سازی مسکن موقت و سرپناه آسیب‌دیدگان پس از سوانح طبیعی، روند اجتماعی پیچیده‌ای است. بسیاری از معماران و طراحان مشهور در سال‌های اخیر به ارائه انواع گوناگون سرپناه و مدل‌هایی اقدام کرده‌اند که از آن‌ها می‌توان به کارهای آلتو، وروکاوا و رودلف و لوکوربوزیه فولر اشاره کرد. این افراد کوشیده‌اند باتوجه به پیچیدگی‌های طراحی واحد مسکونی مناسب اضطراری یا موقت، با همسان کردن آن به تولید گسترده و صنعتی بپردازند و تعدادی را در کشورهای سانحه‌دیده مورد آزمایش قرار دهند. اما در بیشتر موارد، واقعیت سانحه و آسیب‌دیدگان، این کوشش‌ها را خنثی ساخته است. بیشتر ایده‌های بیان‌شده تنها تا حد ساخت نمونه اولیه پیش رفته و حتی در بعضی مواقع که این محصولات به تولید صنعتی و اثبوه رسیده‌اند، استفاده بی‌خامان‌ها از آن‌ها به‌دفعات به ناکامی‌های غیرمنتظره منجر شده است (فلاحی، ۱۳۸۶، ص ۲۹).

در زمین‌لرزه‌ای که در سپتامبر سال ۱۹۷۶ در فریولی اتفاق افتاد، به‌دلیل بی‌خامان شدن ۷۰/۰۰۰ نفر، تصمیمی برای واگذاری سکونتگاه‌های موقت پیش‌ساخته به بازماندگان در زمستان و تحویل گرفتن آن‌ها در بهار گرفته شد (جانسون، ۲۰۰۷). در ترکیه، اجرای محوطه‌های اسکان موقت در نزدیکی محل سانحه با گذاشتن واحدهای پیش‌ساخته صنعتی عملی رایج است. واحدها بعد از انتقال ساکنین به محل‌های بازسازی‌شده مجدداً توسط دولت جمع‌آوری و نگهداری می‌شود. البته امکان استفاده این فضاها برای گروه‌های فقیرتر و مهاجر نیز وجود دارد که به‌عنوان یک معضل در مناطق بازسازی‌شده عمل می‌کند

علی‌رغم پیشرفت‌های شگرف در تکنولوژی و دستیابی به تجارب قرون گذشته، همچنان انسان در مواجهه با حوادث غیرمترقبه همچون زلزله درمانده و ناتوان است و همواره دستخوش تلفات و خسارات مالی و جانی بسیاری می‌شود. با وجود پیشرفت در ارائه کمک‌های اضطراری (پزشکی، تغذیه و غیره) پس از سانحه در دهه‌های اخیر، یک بخش مهم همچنان بهبود ناچیزی نسبت به دیگر ابعاد داشته و آن هم سرپناه اضطراری و موقت پس از سانحه است. وقوع زلزله زمان و مکان نمی‌شناسد و بهترین شیوه برای کاهش خطرات ناشی از حوادث طبیعی، برنامه‌ریزی، مهیاسازی ابزارها و ملزومات و همچنین داشتن الگویی مناسب جهت مقابله با زلزله پیش از وقوع حادثه است. طراحی و احداث اسکان موقت با شرایط مناسب برای استفاده‌کنندگان در شرایط بحران ملزوم تفکر و برنامه‌ریزی است و همچنین در صورت لزوم بر پیشبرد اهداف آموزشی، می‌توان شرایط اسکان کاربران دانشگاه از جمله دانشجویان را تا رسیدن به وضعیت مطلوب مهیا کرد.

مدیریت بحران دانشی کاربردی است که به‌دنبال یافتن ابزار و مدل‌هایی است تا به‌وسیله آن‌ها بتوان به پیش‌بینی بحران در جهت پیشگیری و کاهش اثرات آن و در صورت بروز بحران به امدادرسانی سریع و برنامه‌ریزی‌شده برای بازگرداندن شرایط عادی به شهر پرداخت (نظم‌فر و عشقی چهاربرج، ۱۳۹۴). اجرای پروژه‌های مسکن موقت به تمرکز بر مدیریت دانش برای استفاده از درس‌های گذشته نیاز دارد. این درس‌ها به دانش دست اول کمک می‌کنند تا به راه‌حل‌های مناسب اجتماعی برای پاسخ به امر پیش‌بینی نحوه برخورد با سانحه و بازسازی پس از آن، به نفع بازماندگان آینده و کاهش فجایع دست یابد (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۴). تجربه نشان داده است در صورت عدم تعیین ضوابط از قبل، عوامل پیش‌بینی‌نشده بر کیفیت سکونتگاه موقت اثر خواهند گذاشت. باتوجه به قرار گرفتن دانشگاه و خوابگاه‌های دانشجویی دانشگاه شهید بهشتی تهران در یکی از نقاط لرزه‌خیز، وقوع زلزله در آن امری اجتناب‌ناپذیر است. پیش‌بینی و مدیریت اسکان موقت و انتقال آسیب‌دیدگان به آن، زمان و هزینه‌های موردنیاز برای از سرگیری بازسازی را حفظ می‌کند و بازماندگان نیز در حد امکان در نزدیکی محل زندگی خود باقی می‌مانند (مهرین‌فر و فاطمی، ۱۴۰۱).

هدف اصلی پژوهش حاضر، ارائه الگوی کالبدی اسکان موقت در دانشگاه شهید بهشتی تهران پس از زلزله احتمالی باتوجه به شرایط کالبدی و غیر کالبدی منطقه یک و زیرساخت‌های موجود است. در این راستا شناسایی شاخص‌های موردنیاز طراحی ازجمله توجه به اقلیم، حمل‌ونقل آسان و حریم خصوصی افراد مورد اهمیت بوده و اطلاع از زیرساخت‌های صنعتی و توانایی‌های فنی مرتبط با ساخت سرپناه نیز در این زمینه باید مدنظر قرار گیرد.



تصویر ۱. چرخه امداد تا توسعه (فلاحی، ۱۳۸۱)

مصالح محوری

توجه اساسی این دیدگاه به اسکان موقت است. در سال‌های اخیر در کشورهای در حال توسعه و همچنین در کشورهای پیشرفته در رابطه با استفاده از مصالح بومی و بازیافتی نظرات موافق و مخالف زیادی بیان شده و به اثرات آن بر بوم‌شناسی نیز توجه زیادی شده است.

مردم محوری

دیدگاه دیگری نیز در ادبیات بلایا وجود دارد که در آن مردم و میزان رضایت آن‌ها در ارزیابی اسکان‌های موقت و دائم از نظر عملکرد و معماری و تغییراتی که در طول زمان در جهت تبدیل شدن آن به خانه توسط خانوار صورت می‌گیرد، بررسی می‌شود. اگرچه جنس و ماهیت این دیدگاه با دو مورد قبلی تفاوت دارد، اما نکته و معیار تغییرات انجام گرفته در نمونه‌های مشابه قبلی در اسکان موقت زمینه‌ساز به‌کارگیری آن در سوانح بعدی است (فلاحی، ۱۳۸۶).

به نقل از متکی و همکاران (۱۳۹۸)، جدا از پرداختن به مسائل کالبدی و معمارانه‌ای مانند اقلیم، آسایش حرارتی، فضای کافی و مناسب، تهویه، نور محرمیت و امنیت و دید و منظر، هدف از طراحی مناسب برای اسکان پس از سانحه این است که موارد دیگری نیز در زمینه طراحی شهری و در حیطه جانی و دسترسی و وجود زیرساخت‌ها در نظر گرفته شود. یکی از موارد بسیار تأثیرگذار بر سکونتگاه‌های موقت پس از سوانح، هزینه و نحوه تأمین سرپناه است. علاوه بر مسائل مادی اثرگذار در به وجود آمدن طرح، مسائل مختلف و غیرمادی نیز باید مورد توجه قرار گیرد. درخصوص آسیب‌دیدگان و بازماندگان پس از سانحه، باید اطلاعاتی مانند فرهنگ، آداب و رسوم، مذهب، قومیت و رابطه این قومیت‌ها و نحوه درآمد را کسب کرد، زیرا این اطلاعات در روند شکل‌گیری و برپایی مجموعه اسکان و کمک‌رسانی

(سازمان ملل متحد، ۲۰۰۳). در سال ۱۹۸۳ زمین‌لرزه‌ای با شدت ۶/۷ ریشتر منطقه کوالینگا را لرزاند. در این سانحه بیش از ۹۵۰ واحد مسکونی (۳۰ درصد از کل) به شدت تخریب شدند. به دلیل غیرقابل استفاده بودن بیشتر خانه‌ها، از سوی سازمان مدیریت بحران فدرال^۱ برنامه‌های اسکان موقت مطرح شد. طرح اسکان موقت و ضرورت آن، باتوجه به شرایط موجود در زمان حادثه قابل تعریف است (بولین و استنفورد، ۱۹۹۱). در ایتالیا تلاش برای طراحی و ساخت الگوهای پیشرفته‌تر صنعتی با کاربردهای بیشتر به صورت مدولار برای استفاده در اسکان گروه‌های سانحه‌دیده موجب طراحی الگوهای مناسبی شده است که نمونه‌هایی از آن توسط دولت در چند حادثه طبیعی به کار رفته است (سازمان ملل متحد، ۲۰۰۲).

طراحی اسکان موقت

سه مبحث مهم در زمینه اسکان موقت، توجه به طراحی، مصالح مورد استفاده و توجه به خواسته‌های مردم هستند که در ادامه شرح داده خواهند شد.

طراحی محوری

توجه به حیطه‌های فنی سرپناه، نکته اصلی این دیدگاه است. برای مثال، چگونگی طراحی و مراحل ساخت سرپناه در محوطه سانحه یا کارخانه و نوع انتقال به محل، از موارد قابل توجه است. در دیدگاه طراحی محور طیف وسیعی از خانه‌های موقت پیش و پس ساخته از مصالحی مانند چادر، قوم و پلی‌اورتان، بتن، چوب، پانل‌های ساندویچی، فلزی و غیره وجود دارند که در پروژه ویژه برنامه عمران سازمان ملل متحد برای جنبه‌های ساختاری اسکان موقت به گروه‌بندی‌های کالبدی اتاقک، چادری و صفحه‌ای تقسیم می‌شوند.

1. Federal Emergency Management Agency (FEMA)



تصویر ۲. نقشه گسل‌های تهران (کرمی و زارع، ۱۳۹۳)

اسکان موقت پس از سوانح به تبیین اصول طراحی اسکان موقت پرداخته شد. روشن است که برای بررسی و طراحی هر موضوع، باید شاخصه‌های آن (ستون‌های پژوهش) که می‌تواند شامل داده‌های توصیفی، آماری و طراحی باشد، مشخص شوند تا بتوان بر این اساس به پژوهشی سازمان‌یافته و منظم طبق اصول دست یافت (جدول شماره ۲).

شناخت محدوده پژوهش

در تصویر شماره ۲، نقشه گسل‌های تهران مشخص شده است. بنابراین انتخاب دانشگاه شهید بهشتی و انجام پژوهش در این محدوده به این دلیل است که این مکان واقع در ولنجک، منطقه یک تهران و بر روی گسل شمال، یکی از گسل‌های اصلی شهر تهران قرار گرفته است (تصویر شماره ۳). همچنین این محدوده شامل بخشی از منطقه ۴ است (کرمی و زارع، ۱۳۹۴). به‌طور کلی پهنه شمالی شهر تهران تحت تأثیر دو سامانه ساختاری اصلی راستالغز و فشاری بوده و پژوهشگران، سامانه راستالغز را جوان‌تر و کاملاً فعال می‌دانند. با این وجود سازوکار فشاری در پهنه گسلی شمال تهران را نمی‌توان غیرفعال دانست و شواهد موفولوژیکی

تأثیرگذار هستند و می‌توانند به سلامت ذهنی و بهبود وضعیت روانی این افراد کمک شایانی کنند. باید توجه داشت آنچه طبق نظر اکثر متخصصین در زمینه طراحی و مخصوصاً طراحی سکونتگاه‌های موقت یا انتقالی مهم است، توجه به مقوله طراحی به‌عنوان یک فرایند است.

بررسی تجربه‌های ایران و جهان

در جدول شماره ۱ چندین نمونه از حادثه‌های پیش‌آمده در تاریخ ایران و جهان بیان شده است. همچنین انواع اسکان موقت به‌کاررفته برای اسکان موقت مردم موردبررسی قرار گرفته است. هر کدام از اسکان‌های در نظر گرفته‌شده برای مردم آسیب‌دیده، دارای نکات مثبت و منفی متنوعی بودند که از میان آنان می‌توان به مباحثی همچون نحوه طراحی و توجه به نیازهای مردم و تجانس با اقلیم منطقه آسیب‌دیده اشاره کرد.

چارچوب نظری

با بررسی ادبیات سوانح در زمینه اسکان موقت و مرور نظرات پژوهشگران و خبرگان و همچنین با مطالعه نمونه‌های طراحی



تصویر ۳. موقعیت محدوده موردپژوهش در شهر تهران (منبع: نگارندگان)



جدول ۱. نمونه‌هایی از اسکان موقت در داخل و خارج از کشور (تاری، ۲۹۳۱)

زمان سانحه	مکان سانحه	نوع اسکان موقت	پروسی و ویژگی‌ها و شکل‌ها
زلزله سال‌های ۱۹۶۸، ۱۹۷۶، ۱۹۸۰	ایتالیا	کانکس‌ها و خانه‌های پری‌فابریک یا پیش‌ساخته	برطرف نشدن نیازهای مردم در این کانکس‌ها به دلیل وارداتی بودن این نوع مسکن موقت طولانی شدن پیش از حد فرایند بازسازی اعمال تغییرات در نما و طراحی داخلی توسط ساکنان بلندمدت گران بودن این نوع اسکان موقت پیش‌ساخته
زلزله ۱۹۹۵	ژاپن	کانکس	طراحی نامناسب برای استفاده افراد کم‌توان مشکل فضای اسکان موقت در خانواده‌های پرجمعیت
زلزله ۲۰۰۱	گوچارت/هندوستان	ساخت ساختمان‌های موقت یا مصالح ساختمانی	تهیه کردن سرنهادهایی از طرف مؤسسات یا سازمان‌های غیردولتی با کمک‌های مردمی و استفاده از مصالح مناسب در مناطقی که چاه‌چایی یا نقل مکان جزئی وجود دارد. تأمین صرف مصالح ساختمانی برای آسیب‌دیدگان جهت ساخت سرنهاده موقت
سونامی ۲۰۰۰	آسیای شرقی	ساختمان‌های فلزی	مناسب نبودن ساختمان‌های فلزی در برابر آفتاب سوزان هزینه بالای ساختمان پیش‌ساخته
زلزله ۲۰۰۵	مظفرآباد/پاکستان	واحد‌های پیش‌ساخته و خانه اقوام	سکونت گزیدن برخی از خانواده‌ها در اردوگاه‌ها اسکان برخی از خانواده‌ها در واحدهای کمتر آسیب‌دیده
زلزله ۲۰۱۵	کاتماندوی نپال	چادر و پارتیشن‌های پلاستیکی و مصالح بومی	ایجاد پهن در اورست کشته شدن کوهنوردان و ساکنین نبود سازمان مدیریت بحران، مدیریت شرایط توسط ارتش بی‌سامانی و ضعف سامان‌دهی و فقر منابع ایجاد تصفیه‌خانه سیار آلمانی کمک غذایی کمپ پشتیبانی گورکا با برنامه جهانی غذا (WFP)
زلزله ۱۳۵۶	کازرون	اتاقک‌های بتنی	ساختن واحدها با استفاده از بتن مسلح پیش‌ساخته انطباق نداشتن اسکان با شرایط اقلیمی منطقه و فرم آن هزینه‌های تعمیر و نگهداری استفاده از کاربری‌های مذکور به عنوان فضاهای تفریحی - ورزشی در منطقه
زلزله ۱۳۶۹	رودبار و منجیل	مسکن موقت زیگالی	ساخت مسکن موقت به صورت سستی زیگالی نوعی سیستم و ساخت محلی زیربنای ۱۲-۱۴ متر مربع اسکلت اتاقک از چوب بدنه‌ها با شاخه‌های درختان یا تخته چوب به صورت مورب امنیت کافی در برابر زلزله
زلزله ۱۳۶۹	گیلان و زنجان	اتاق‌های ۳۵ متری	احداث مسکن موقت به دست مردم
زلزله ۱۳۸۲	بم	چادر صحرایی و کانکس	مقاومت ناکافی چادر برای استفاده طولانی نشست رطوبت باران در چادر کمبود فضا در داخل چادر و بالا بودن هزینه‌های جانبی کانکس
زلزله ۱۳۸۵	لرستان	چادر	عاری از برخی ویژگی‌های اساسی سرنهاده مناسب نبودن از نظر حفاظت اموال، دام‌ها و جیره مواد غذایی نداشتن فضای کافی برای یک خانواده پوسیدگی زودهنگام
زلزله ۱۳۹۱	ورزقان و اهر	چادر و کانکس	کمبود امکانات بهداشتی در اسکان موقت کمبود فضای کافی در چادر باتوجه به بعد خاتوار عدم امکان تهیه چادر مشکلات ناشی از زندگی جمعی در اسکان موقت مشکلات پخت‌وپز مشکلات گرمایش
زلزله ۱۳۹۶	ازگله کرمانشاه	چادر و کانکس فلزی	باتوجه به از دست دادن خانه ۷۰۰۰۰ فرد، کمبود اسکان اضطراری ناکافی مناسب نبودن چادر در فصل پاییز و زمستان و تأخیر در تهیه کانکس فلزی کمک‌رسانی گسترده کشور و کمبود مراکز امداد محلی کمبود امکانات بهداشتی کمبود مواد غذایی، فضای نگهداری و پخت‌وپز

جدول ۲. اصول طراحی سکونتگاه موقت (متکی و همکاران، ۸۹۳۱)

شناخت‌ها	
تکنولوژی، مصالح و روش ساخت	بوم‌شناسی
مصالح	روان‌شناسی
ذخیره‌سازی	حمل و نقل
دوام	ارتباط ساختمان و زمین
نیازهای فضایی کاربران	حریم خصوصی
آسایش اقلیمی	عایق حرارتی
زیبایی‌شناسی	شیوه‌های مستقل و مشارکتی
فتون سستی بومی	مصالح بومی
نیروی کار محلی	حفاظت و عمل‌آوری مصالح
اقلیم	مشارکت مردمی
کاهش هزینه	کنترل قیمت‌ها
دسترسی به منابع	برنامه زمان‌بندی
آموزش	دستورالعمل‌های فنی
الگوهای صنعتی اسکان موقت	تکنولوژی
توسعه‌پذیری	فناوری
اقتصاد	کمیت اسکان

دانشگاه شهید بهشتی بهره ببرند و برای کلاس و سمینارها از کلاس‌های دانشکده‌های هم‌جوار استفاده کنند. باتوجه به اینکه پس از وقوع زلزله، احتمال وقوع پس‌لرزه زیاد است، بنابراین مردم باید در مکانی به دور از ساخت و سازها و خصوصاً ساختمان‌ها اسکان یابند؛ به همین دلیل فضاهای باز از جمله زمین‌های ورزشی، زمین‌های باربر و غیره می‌توانند به‌عنوان محدوده مناسب جهت اسکان موقت در نظر گرفته شوند (صادقی و پی‌سوزی، ۱۳۹۹).

در تصویر شماره ۶ تحلیل سایت موردنظر صورت گرفته است و مواردی مانند باد مطلوب، تابش نور خورشید، آلودگی‌های صوتی شدید و ضعیف، محورهای دسترسی و شیب سایت بررسی شده‌اند. دیگر اطلاعات سایت شامل ابعاد کل فضا (۱۰۰×۱۴۰ متر)، مساحت کل فضا (۹۴۱۸ متر مربع)، ابعاد فضای سرویس‌دهنده ورزشی (۱۰۰×۶۵ متر)، نوع پوشش سایت (چمن طبیعی) و شیب زمین (۹ درصد) هستند.

روش

برای انجام این پژوهش با مطالعه و بررسی متون تخصصی اسکان موقت و نمونه‌های انجام‌شده در سایر نقاط دنیا، به بررسی و استخراج شاخص‌های طراحی سکونتگاه موقت و انواع روش‌های اجرا و انتخاب مصالح پرداخته شد. سپس با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی، مقایسه زوجی این عوامل انجام شد و

و استراتیگرافی حاکی از فعالیت بخش‌هایی از گسل با سازوکار فشاری است. بر این اساس پیش‌اندیشی قبل از حادثه لازم است، زیرا افراد زیادی همچون دانشجویان و اساتید برتر و کارکنان در حوزه‌های مختلف مشغول به تحصیل و تدریس هستند و ایشان یکی از منابع مهم علمی ایران به شمار می‌روند. همچنین طرح، قابلیت اجرا در فضاهای مشابه را دارد. شایان ذکر است که سازمان مدیریت بحران شهر تهران تمهیداتی جهت آمادگی برای بحران‌های بزرگ انجام داده است که محور اصلی آن استفاده از پارک‌های سطح شهر از جمله پارک چیتگر است که از جمله این تمهیدات می‌توان به سکوهای سیمانی، سرویس بهداشتی، ژنراتور برق، ناتوایی سیار و منبع آب اشاره کرد (وبسایت رسمی مدیریت بحران شهر تهران).

تحلیل سایت

در تصویر شماره ۴ امکانات موجود در سطح منطقه نشان داده شده است. این امکانات شامل ۱. مرکز پلیس، ۲. بیمارستان، ۳. رستوران، ۴. مرکز خرید و ۵. مسجد هستند.

در محدوده پژوهش می‌توان به فضاهای تأثیرگذاری همچون بیمارستان، رستوران و مسجد اشاره داشت که در شرایط بحران می‌توان از آن‌ها استفاده مفید کرد (تصویر شماره ۵). دانشجویان جهت تأمین نیازهای خود می‌توانند از خدمات فضاهای فوق در



تصویر ۴. امکانات موجود در سطح منطقه (منبع: نگارندگان)

این راستا از روش کمی - کیفی با شیوه توصیفی - تحلیلی و از نوع مطالعات میدانی و پیمایشی استفاده شده است. شاخص‌های موردنیاز از مطالعه متون تخصصی و بررسی تجربه‌های مشابه استخراج شد. سپس غربال‌گری و وزن‌دهی آن‌ها با استفاده از

شاخص‌ها اولویت‌بندی شدند. در پایان نیز گزینه‌های محتمل ساخت سرپناه با این شاخص‌ها سنجیده و از ترکیب آن‌ها، الگوی موردنیاز استخراج شد و یک نمونه طرح کالبدی اسکان موقت مناسب با سایت پیشنهادی نیز با این الگو طراحی و ارائه شد. در



تصویر ۵. فضاهای مهم در دانشگاه شهید بهشتی (منبع: نگارندگان)



تصویر ۶. تحلیل سایت (منبع: نگارندگان)



دوام و کیفیت

دوام اسکان باید با میزان دوره مورد نیاز برای استفاده بازماندگان و با شرایط اقلیمی و محیطی پس از سانحه متناسب باشد و دارای کیفیت مطلوب باشد.

نیازهای فضایی

آسیب دیدگان و بازماندگان سانحه با توجه به ویژگی‌های فرهنگی و تربیتی دارای نیازهای گوناگونی هستند. تأمین نیازهای فضایی این افراد در حین طراحی باید مدنظر قرار گیرد.

حریم خصوصی

حفظ حریم خصوصی مردم سانحه دیده از عناوین مهم طراحی است. ایجاد حریم خصوصی براساس ویژگی‌های متنوع قومیتی و فرهنگی و مذهبی و به خصوص تربیتی متفاوت است.

آسایش اقلیمی

نیازهای گرمایشی و سرمایشی متناسب با منطقه و همچنین توجه به ملزومات فضایی در هر اقلیم برای این موضوع بسیار قابل توجه است.

مقاومت در برابر رطوبت

ورود رطوبت به هر بنایی، یا از طریق زمین یا از بارش است. حفاظت و عایق بندی سرپناه در مقابل هر دو منشأ رطوبت برای ایجاد محیطی مناسب دارای اهمیت است.

زیبایی شناسی

توجه به این ویژگی‌ها می‌تواند در قالب شکلی و توجه به رنگ سرپناه به منظور بهبود شرایط روانی جامعه بازمانده و بهبود شرایط محیط زیست انجام گیرد.

نیروی کار

نیروی کار محلی برای تولید در کارخانه یا محل و همچنین برای کاهش هزینه و تسریع در اجرای فرایند تأمین و احداث اسکان موقت، بسیار مهم است.

مشارکت مردمی

وجود و همراهی مردم در مرحله طراحی و اجرای عملیات و همچنین مشارکت در زمینه تأمین هزینه، تولید و حمل و نقل، علاوه بر افزایش رضایتمندی مردمی، باعث کاهش تنش‌ها بین جمعیت سانحه دیده و مسئولین می‌شود.

پرسش‌نامه طراحی شده انجام گرفت. برای انجام اولویت بندی و وزن دهی ملاک‌های مهم نیز از نرم افزار اکسپرت چویس نسخه ۱۱ استفاده شد. شاخص‌ها به ۵ نفر از افراد متخصص و مجرب در حیطه اسکان موقت و مسئولان مرتبط با اسکان موقت در تهران که تجربه کار میدانی در سایر سوانح در منطقه‌های دیگر کشور را داشتند ارائه شد و برای این هدف از روش مصاحبه تخصصی استفاده شد. به منظور تعیین رویی و پایایی نیز از روش اعتبار صوری با مراجعه به اساتید توانمند درمورد اصلاح پرسش‌نامه مناسب هدف پژوهش، استفاده شد؛ بدین گونه که با مراجعه به خبرگان در زمینه اسکان موقت و تعدادی روش بازآزمایی از کارشناسان، اطلاعات دریافت و طبقه بندی شدند.

یافته‌ها

شناخت و دسته بندی شاخصه‌های مهم در هر موضوع، از اولین و اصلی ترین اقدامات است؛ بنابراین با معرفی و تشریح تأثیر مؤلفه می‌توان به شرایط مطلوب تری دست یافت. مؤلفه‌های مرتبط با موضوع الگوهای طراحی اسکان موقت با توجه به مطالعات انجام شده در فرایند پژوهش شامل مقولات زیر هستند:

ویژگی جمعیت آسیب دیده

به دین و مذهب و همچنین قومیت بازماندگان و آسیب دیدگان در انجام طراحی‌های اسکان موقت باید توجه داشت.

فناوری ساخت

روش‌های ساخت باید مقاومت کافی را در برابر زلزله و اثرات آن داشته باشند و دارای مقاومت کالبدی مطلوب باشند.

مصلح

استفاده از مصالحی که دسترسی به آن راحت باشد برای طراحی کالبدی اسکان موقت باید در اولویت باشد. همچنین بررسی مواد تولیدکنندگان مواد اولیه ساخت باید در پروسه شناخت محیط پژوهش انجام بگیرد. مصالح در دسترس و آسان در استان‌های مجاور نیز در اولویت دوم قرار دارند. همچنین ظرفیت تولید نیز در انتخاب مصالح مناسب اهمیت شایانی دارد.

اتیاش و ذخیره سازی

امکان ذخیره سازی سرپناه‌های موقت و ظرفیت موجود در دوره سامان دهی پس از سانحه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

حمل و نقل

نحوه انتقال و حمل و نقل سرپناه به محل مورد نظر اسکان موضوعی مهم و اساسی است.



جدول ۳. اولویت‌بندی شاخص‌های طراحی سکونتگاه‌های موقت (متکی و همکاران، ۱۳۹۱)

ردیف	شاخص	نماد	وزن
۱	مشارکت مردمی	X13	۰/۱۴۶
۲	هزینه	X14	۰/۱۴۶
۳	نیروی کار	X12	۰/۰۸۰
۴	نیازهای فضایی کاربران	X7	۰/۰۷۸
۵	حریم خصوصی	X8	۰/۰۷۶
۶	حمل و نقل	X5	۰/۰۷۳
۷	تکنولوژی ساخت	X2	۰/۰۵۸
۸	مساحت	X3	۰/۰۵۴
۹	دوام	X6	۰/۰۵۱
۱۰	زیبایی‌شناسی	X11	۰/۰۵۰
۱۱	ویژگی جمعیت آسیب‌دیده	X1	۰/۰۳۹
۱۲	ذخیره‌سازی	X4	۰/۰۳۳
۱۳	آسایش اقلیمی	X9	۰/۰۳۳
۱۴	زمان	X15	۰/۰۳۳
۱۵	مقاومت در برابر رطوبت	X10	۰/۰۳۰

هزینه

بحث

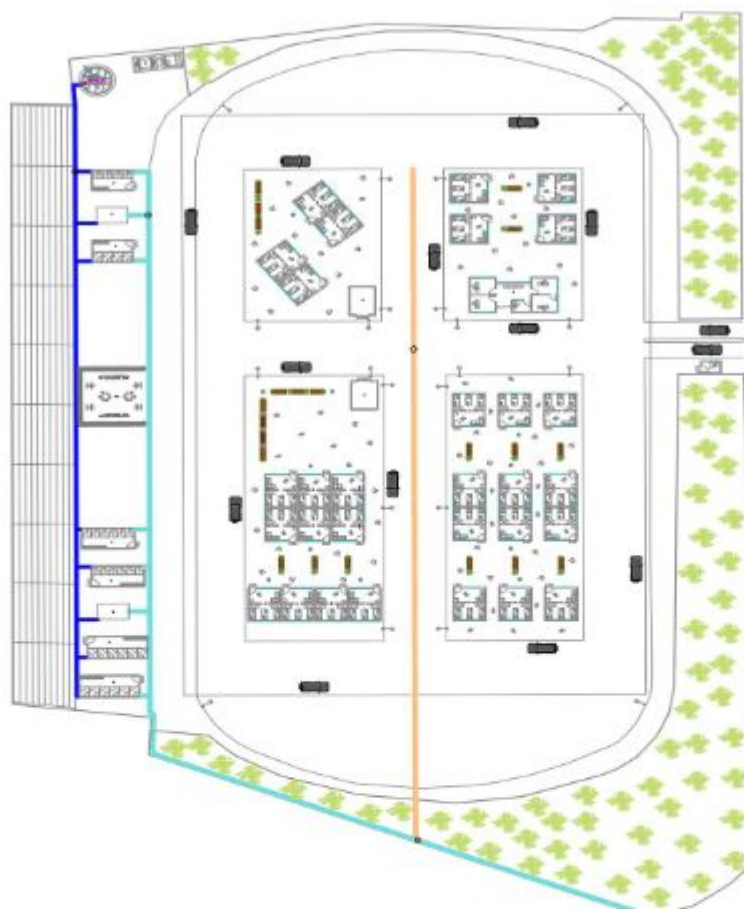
میزان و منبع تأمین هزینه‌های اسکان موقت در تمام مراحل تولید، ذخیره‌سازی، انتقال، برپایی و برجیدن از عوامل مهمی هستند که در همان ابتدا و زمان طراحی باید به آن‌ها توجه کرد.

زمان

مقوله زمان در مرحله تولید، انتقال و برپایی اسکان به جهت ایجاد شرایط مناسب و تأمین رضایتمندی مردمی و تسريع در انتقال از اسکان اضطراری به اسکان موقت در مرحله طراحی و پیش‌بینی آن حائز اهمیت است.

با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی شاخص‌های استخراج‌شده اولویت‌بندی می‌شوند. همچنین برای تعیین میزان اهمیت آن‌ها نسبت به یکدیگر، شاخص‌ها وزن‌دهی می‌شوند. اولویت‌بندی شاخص‌ها، میزان اهمیت آن‌ها را در طراحی و مدیریت مشخص می‌سازد. علاوه بر این، اهمیت شاخص‌ها را می‌توان در پروژه‌های مشابه براساس شرایط خاص خود، شناسایی و بررسی کرد (جدول شماره ۳) (متکی و همکاران، ۱۳۹۸).

باتوجه به موقعیت قرارگیری سایت اردوگاه در زمین چمن دانشگاه شهید بهشتی تهران (منطقه یک)، نیاز به طراحی تمامی خدمات موردنیاز اردوگاه نیست. بنابراین در راستای تأمین خدمات موردنیاز می‌توان از امکانات سایت در مرحله اول و در مرحله بعد از امکانات موجود در منطقه استفاده کرد. برای کاهش اثرات نامطلوب اقامت آسیب‌دیدگان و تعامل با خدمات محلی، تمامی خدمات موردنیاز اردوگاه طراحی نشده است و دانشجویان می‌توانند از امکانات جامعه میزبان نیز استفاده کنند (تصویر شماره ۷). سرانه سطح زمین اردوگاه برای هر فرد ۳۵ متر مربع در نظر گرفته شده است. سرانه مزبور، معابر، خدمات، مساحت سرپناه (سرانه سرپناه برای هر فرد ۳/۵ متر مربع در نظر گرفته شده است) و فضاهای تجمع را نیز شامل می‌شود. امکاناتی که برای این سایت جهت استفاده به مدت ۳ ماه طراحی شده است، بدین شرح است: (۱) نگهداری، (۲) قسمت اداری اردوگاه، (۳) سرویس بهداشتی و حمام (تفکیک‌شده برای آقایان و بانوان)، (۴) سکوی شست‌وشوی لباس و برداشت آب (تفکیک‌شده برای آقایان و بانوان)، (۵) انبارهای اضطراری، (۶) فضای اجتماعات (تفکیک‌شده برای آقایان و بانوان)، (۷) مخزن تأمین آب، (۸) ژنراتور برق اضطراری، (۹) فضای ورزشی، (۱۰) واحدهای سرپناه، (۱۱) معابر دسترسی.



تصویر ۷. سایت پلان (منبع: نگارندگان)

لوله کشی فاضلاب انجام می‌شود که در انتهای سایت به سپتیک فاضلاب دانشگاه شهید بهشتی جهت تخلیه متصل می‌شود. لازم به توضیح است که لوله کشی در سطح بتنی و در راستای شیب زمین انجام شده است که به دلیل محافظت از پوشش چمن و حرکت بهتر به سمت سپتیک دانشگاه است.

تأسیسات الکتریکی

برق اردوگاه به وسیله سیستم برق کشی سایت تأمین می‌شود و یک ژنراتور برق اضطراری برای مواقع ضروری نیز تعبیه شده است.

مدیریت زباله

برای جمع‌آوری زباله در سایت اردوگاه، باتوجه به قرارگیری هر ۴ عدد سرپناه یک ظرف زباله متناسب با آن تعبیه شده است که هر ۴۸ ساعت یکبار تخلیه و به محل دپوی زباله دانشگاه شهید بهشتی حمل می‌شود.

در راستای حفظ محرمیت در سایت اردوگاه و باتوجه به جمعیت بیشتر بانوان، فضای بانوان در قسمت جنوبی اردوگاه و فضای آقایان در قسمت شمالی اردوگاه طراحی شده است. در این بین، برای مرتفع کردن مشکل محرمیت، ساختمان‌های آقایان در خلاف جهت ساختمان بانوان و با زاویه ۴۵ درجه طراحی شده است. البته این تغییر زاویه در راستای نور مطلوب محیطی نیز بوده است و در ادامه، یک فضای تجمع نیز در نظر گرفته شده است تا موضوع محرمیت حل شود (تصویر شماره ۸).

منابع آب

آب آشامیدنی اردوگاه به وسیله لوله کشی آب موجود در سایت اردوگاه تأمین می‌شود. بنابراین یک مخزن آب اضطراری برای مواقع ضروری طراحی شده است که از طریق لوله کشی قابل استفاده است. لازم به توضیح است که جهت حل مشکل افت فشار آب، مخزن آب در بالاترین نقطه از شیب زمین واقع شده است (رنگ آبی تیره؛ شماره ۱۱ در پلان سایت).

سیستم دفع فاضلاب و آب‌های سطحی

نحوه دفع فاضلاب و آب‌های سطحی در اردوگاه به وسیله



تصویر ۸. سایت پلان (منبع: نگارندگان)

حفاظت

برای اردوگاه یک واحد نگهداری و حفاظت (حراست) طراحی شده است و طبق چارت سازمانی تهیه شده برای مدیریت اردوگاه، حفاظت از اردوگاه بر عهده حراست دانشگاه شهید بهشتی است.

- امنیت

سایت اردوگاه را مشکل خاصی تهدید نمی کند؛ از این جهت که (۱) سایت در داخل دانشگاه واقع شده است و (۲) تمامی اطراف سایت با فنس محصور است.

نگرانی های زیست محیطی

در راستای حفاظت از محیط زیست، تمام سطح چمن با مش های محافظ چمن پوشیده شده است (فضای تجمع، معابر و غیره). یکی از مهم ترین ارکان فضاهای سبز و محوطه های با تزیین گیاهی، زمین های پوشیده از چمن است. گهگاهی پیش می آید که اجباراً در محوطه های پوشیده از چمن ماشین ها تردد یا پارک می کنند یا اینکه عابران پیاده از آن می گذرند. برای جلوگیری از آسیب های وارده به چمن و تقویت آن، توری پلی اتیلن سنگین DF2 بهترین گزینه بوده که به پایداری چمن و عمر آن می افزاید. همچنین توری محافظ چمن موجب می شود تا زهکشی و روان آب به خوبی در زمان آبیاری و باران رعایت شده و چمن گل آلود نشود. شبکه های منظم توری DF2 موجب می شوند تا از نظر ظاهری چمن بسیار زیباتر و منظم تر جلوه کند. توری محافظ چمن DF2 ساخته شده از پلی اتیلن با چگالی بالا^۲ دارای روزنه ۲۰×۲۰ میلی متر و ضخامت ۴/۲ میلی متر، مقاوم در برابر اشعه ماوراء بنفش خورشید و عوامل طبیعی همچون رطوبت، سرما و گرماست.

در راستای حفاظت از محیط زیست و نیز برای جلوگیری از ورود آب های سطحی، حشرات و غیره به داخل فضای سرپناه، سرپناه بر روی سکویی به ارتفاع ۳۰ سانتی متر در نظر گرفته شده است. البته تمام سطح زیرین سرپناه سکوسازی نشده و سرپناه در راستای حفاظت حداکثری از پوشش چمن تنها در ۵ نقطه به زمین متصل است (تصویر شماره ۹).

یکی از موارد مهم اشاره شده، مدیریت و تقسیم کار است که هر یک از بخش های دانشگاه بایستی قسمتی از کار مربوطه را بر عهده بگیرند و در آن مشارکت کنند. در جدول شماره ۴، گروه های مختلف با شرح وظایف اعلام شده است. همچنین هر ارگان یا مجموعه در راستای انجام امور مرتبط، انتخاب شدند.

واحد اسکان موقت

هر واحد اسکان از سیستم سازه ای قالب فولادی سبک^۳ بهره می برد. در کنار آن برای پوشش بیرونی و درونی جدارها از صفحاتی از جنس سمنت استفاده شده است. برای آزادی در نحوه قرارگیری واحدها در کنار یکدیگر پنل های سقف به صورت مدولار و با قابلیت جداسازی طراحی شده اند. هر واحد اسکان موقت، همان طور که قبلاً اشاره شد، ۳۰ سانتی متر از کف ارتفاع دارد. فضای نشیمن مناسب با امکان اضافه کردن آشپزخانه دیواری کوچک مهیاست. فضای نشیمن نور خود را از طریق پنجره ۲ متری تأمین می کند. اتاق طراحی شده مناسب برای ۳ تخت یک نفره و کمد وسایل است. نورگیری اتاق از طریق دو پنجره یک متری در طرفین تأمین می شود. درب ورود به اتاق نیز برای استفاده بهینه از فضا به صورت کشویی طراحی شده است (تصویر شماره ۱۰). مشخصات فنی سرپناه از جمله ابعاد، وزن، روش حمل و نصب، مصالح و غیره در جدول شماره ۵ ذکر شده است.

مورد مهم دیگری که در انتخاب یک اسکان موقت تأثیرگذار است، هزینه های خرید کانکس است که در جدول شماره ۶، به

3. Light steel framing (LSF)

2. High density polyethylene (HDPE)



تصویر ۹. نحوه قرارگیری سرپناه بر روی سکو (منبع: نگارندگان)

سریع اهمیت زیادی پیدا کنند. مواردی که استفاده از این سازه را مطلوب و مناسب می‌سازد عبارت‌اند از:

محدودیت در تأمین مصالح ساختمانی و توجه به استفاده بهینه از مصالح، مقاطع جدار نازک سردنورده‌شده نسبت به مقاطع گرم‌نورده‌شده دارای نسبت مقاومت به وزن بالاتری هستند و جایگزین کردن این مقاطع سردنورده‌شده با مقاطع فولادی سنگین باعث افزایش راندمان در ساخت‌وساز می‌شود. افزایش هزینه‌ها و قیمت مصالح ساختمانی نیز موردی شایان ذکر است. یکی از دلایل دیگر این است که مقاطع سردنورده‌شده به‌آسانی

بررسی و مقایسه قیمت اسکان موقت پیشنهادی با دیگر موارد موجود پرداخته شده که بسیار مناسب بوده و آن را متمایز می‌کند. شایان ذکر است که کاتکس پیشنهادی ابعاد بزرگ‌تری داشته و دارای مصالح و امکانات بیشتری نسبت به بقیه است.

مزایا، معایب و نحوه اجرای سازه LSF

وجود مشکلاتی در تولید و انتقال و بازیافت مصالح، زمان‌بر بودن و غیره در اجرای سازه‌های معمول باعث شده است که اعضای جدار نازک سردنورده‌شده به‌منظور انجام ساخت‌وساز

جدول ۴. شرح وظایف در اردوگاه (منبع: نگارندگان)

گروه / وظیفه	ارگان / مجموعه
گروه بهداشت و خدمات پزشکی و اورژانسی	مجموعه دانشکده پزشکی دانشگاه
گروه مددکاری، مشاوره و توانبخشی	مجموعه دانشکده روان‌شناسی دانشگاه
گروه نظافت اسکان‌ها و محوطه، سامان‌دهی زیاده	به‌صورت چرخشی، مستخدمین / خدماتی دانشگاه
گروه فنی مهندسی، طراحی نظارت و اجرای مجموعه	مجموعه دانشکده معماری / مهندسی
گروه فرهنگی اجتماعی، برنامه‌های آموزشی	مجموعه بسیج دانشجویی دانشگاه
گروه خدمات امدادی و اورژانسی (همراه با گروه پزشکی)	مجموعه درمانگاهی دانشگاه
گروه تغذیه، فراهم‌سازی غذا	مجموعه سلف دانشگاه
گروه ترابری و حمل‌ونقل	در صورت نیاز مجموعه موتوری دانشگاه
گروه اتیارداری و جیره‌بندی غذایی	تکنسین خدماتی دانشگاه
گروه تدارکات، توزیع مواد غذایی و بهداشتی	امور رفاهی دانشگاه
گروه اسکان، مدیریت پریایی و مستقرسازی اسکان	مجموعه امور خوابگاهی دانشگاه
گروه اطلاعات و ارتباطات با مجموعه‌های داخل و خارج	امور رفاهی دانشگاه
گروه اداری، بررسی مدارک ساکنین	امور رفاهی دانشگاه
گروه امنیتی و انتظامی، بازرسی و برقراری امنیت	مجموعه حراست دانشگاه



تصویر ۱۰. نمونه اسکان موقت پیشنهادی (منبع: نگارندگان)

نمای فایبر سمنت برد

فایبر سمنت پانل‌های پیش‌ساخته سیمانی هستند که به جهت افزایش خواص مکانیکی در ترکیب آن‌ها از سیمان، سیلیس، الیاف سلولزی و مواد افزودنی استفاده می‌شود. الیاف سلولزی در مقابل تنش‌های فشاری و کششی ناشی از تغییرات دما از بروز ترک خوردگی و موج در سطح پانل جلوگیری می‌کند. ویژگی‌های خوب این محصول در کاربردهای مختلف از جمله نمای بیرونی و داخلی ساختمان، دیوارهای خارجی و پوشش سقف کاذب و کف، باعث رشد سریع مصرف آن شده است (تصویر شماره ۱۱).

نتیجه‌گیری

مطالب به‌دست‌آمده از داده‌های اسنادی، نظرات متخصصین و برداشت‌های میدانی از محدوده نشان‌دهنده آن است که عدم توجه کافی و کمبود امکانات در زلزله‌های پیشین در سطح جهانی عواقب ناگواری را به‌همراه داشته است. بنابراین دانش مدیریت مانند اشراف بر محدودیت‌ها و نقاط قوت محدوده،

تولید می‌شوند و زمان کمی برای تولید آن‌ها به کار می‌رود و با قیمت مناسب‌تری نسبت به دیگر مصالح ساختمانی در دسترس هستند. در روند تولید مصالح، در مقاطع سردنورده‌شده نسبت به مقاطع گرم‌نورده‌شده یا مقاطع بتنی پیش‌ساخته زمان کمتری صرف می‌شود، در نتیجه تولید سریع‌تر انجام می‌شود.

برای اجرای سیستم ساختمانی LSF همانند سایر سیستم‌های رایج ساختمان‌سازی، ابتدا طرح‌های معماری و سازه‌ای و سپس نقشه‌های اجرایی تهیه شده و براساس آن سیستم اجرا می‌شود. همچنین از معایب این نوع سازه می‌توان به محدودیت در تعداد طبقات، محدودیت دهانه تیر و نیروی تولید متخصص اشاره کرد. در طراحی اسکان موقت، باتوجه به اینکه اسکان پیش‌ساخته است، نیاز به متخصصین تولید در هنگام برپایی نیست. درمورد دهانه تیر و تعداد طبقات نیز به‌دلیل اینکه اسکان موقت یک طبقه است، مشکل دهانه تیر را می‌توان به سادگی حل کرد. در نتیجه، این معایب در نمونه اسکان ارائه‌شده، معایب محدودیت‌سازی نیستند.

جدول ۵. مشخصات فنی سرپناه منبع: (نگارندگان)

مشخصات فنی اتاقک با سازه LSF و پوشش سمنت	
ابعاد حمل	فاصله دو دهانه براساس مدول ۱ متر است
وزن تقریبی	۲۵۰ کیلوگرم
مواد و مصالح	LSF و سمنت
روش نصب	پیچ و مهره
ابزارهای لازم	پیچ، مهره، پیچ گوشتی یا دریل شارژی
شرایط محیطی	قابل استفاده در تمام اقلیم‌ها
عمر مفید	۱۰ سال
شرایط انبار	در بسته‌بندی مخصوص قابل نگهداری در فضای باز
شیوه حمل	قابل حمل با هر وسیله نقلیه حتی فرد



جدول ۶. مقایسه قیمت کانکس پیشنهادی با کانکس های موجود در بازار

مقایسه قیمت کانکس پیشنهادی با کانکس های موجود در بازار براساس قیمت های نیم سال دوم ۱۴۰۲	
قیمت کانکس کارگاهی ساده موجود در بازار با مساحت ۳۰ متر مربع	۹۴,۳۸۰,۰۰۰ تومان
قیمت کانکس سنگین کارگاهی موجود در بازار با مساحت ۳۰ متر مربع	۱۲۲,۲۵۰,۰۰۰ تومان
قیمت کانکس ساندویچ پل موجود در بازار با مساحت ۳۰ متر مربع	۲۵۵,۳۰۰,۰۰۰ تومان
قیمت میانگین هر متر مربع ۳/۵ تا ۷/۸ میلیون تومان، کانکس مسکونی موجود در بازار با مساحت ۳۰ متر مربع	۱۷۰,۱۰۰,۰۰۰ تومان
قیمت میانگین هر متر مربع ۴/۵ تا ۱۲ میلیون تومان، کانکس ویلایی موجود در بازار با مساحت ۳۰ متر مربع	۲۳۷,۵۰۰,۰۰۰ تومان
قیمت میانگین کانکس پیشنهادی مسکونی بهترین مصالح و طول عمر بالا با مساحت ۳۲/۴۸ متر مربع	۱۰۸,۶۰۰,۰۰۰ تومان

مؤلفه های برداشت شده برای طراحی سرپناه موقت، به عنوان معیار ارزیابی هر طرح و با توجه به مهم بودن آن (که از طریق وزن دهی آن مشخص شده است)، استفاده شد.

مشارکت مردمی

برخلاف نمونه های دیگر، کاربران می توانند به صورت دستی واحد سرپناه مذکور را برپا کرده و اجباری در استفاده از وسیله مکانیکی (جرثقیل) نیست.

هزینه

با توجه به مقایسه هزینه نمونه های مشابه در جدول شماره ۶، آشکار است که الگوی پیشنهادی نسبت به نمونه های معمولی و حتی کانکس های نگهدارنده موجود در بازار تفاوت هزینه چشم گیری دارد و به صرفه تر است. شایان ذکر است که مساحت کانکس پیشنهادی تقریباً ۴ متر بیشتر از کانکس های دیگر (۳۰ متر مربع) است.

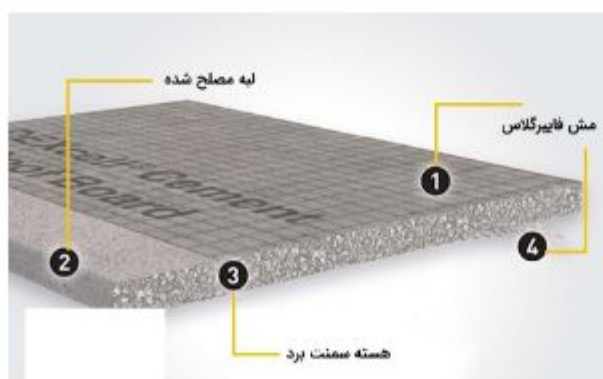
نیروی کار

جدا از بعضی بخش های خاص، بقیه موارد نیازی به نیروی متخصص ندارند و با مشارکت مردمی و افراد سانه دیده و افراد

وظایف ارگان های محدوده، کنترل برپایی مجموعه اسکان های موقت و کنترل و مدیریت کارکنان و استفاده کنندگان از مجموعه بسیار حائز اهمیت است. همچنین دانش طراحی اسکان موقت اضطراری مانند مراحل طراحی، تولید، انبار، حمل، برپایی و نگهداری در هنگام استفاده باید قبل از وقوع حادثه برنامه ریزی و انجام شده باشد. این موارد به خصوص در فضاهای آموزشی - دانشگاهی اهمیت موضوع را دوچندان می کنند، زیرا جامعه کاربران دانشجویان، اساتید و کارمندان و خدمه دانشگاه هستند و این دسته افراد اغلب ساکن شهر تهران نیستند و در خوابگاه یا خانه های استیجاری زندگی می کنند. در نتیجه، اسکان این افراد و انجام تمهیدات لازم مورد نیاز است.

برای معرفی طرح جدید، بررسی نکات ادبیات پژوهش، عوامل تأثیرگذار، شاخصه ها، اقلیم، محدوده طراحی، مکان های مهم محدوده، روش طراحی، هزینه ها، حمل و نقل، تولید و برپایی و نیازهای استفاده کنندگان بسیار حائز اهمیت هستند و باید این عوامل بسته به شرایط اولویت بندی شوند. یکی از راه های نشان دهنده اهمیت موضوع یا طرح جدید نیز مقایسه با نمونه های قبلی است تا اشکالات قبلی شناخته شده و رفع شوند.

در ادامه، ارزیابی این طرح پیشنهادی براساس شاخص های طراحی و مقایسه آن با سرپناه های متداول صورت گرفته است. از



تصویر ۱۱. سمنت برد (منبع: ویسایت نما دیزاین)



زیبایی‌شناسی

استفاده از رنگ سفید جهت ایجاد حس آرامش و انعطاف‌پذیری فضا برای طراحی علاقه شخصی کاربران در نظر گرفته شده است.

ویژگی‌های جمعیت سانه‌دیده

باتوجه به ویژگی‌های تربیتی، فرهنگی و مذهبی و همچنین وجود قوم‌های مختلف در دانشگاه، حفظ حریم‌ها و محرمیت در فرم و فضای طراحی شده لحاظ شد. همچنین ملاحظات فرهنگی در نحوه چیدمان واحدها مدنظر قرار گرفته و بخش آقایان و بانوان به کلی از هم تفکیک شده و دانشجویان و کاربران با قومیت‌های مشابه می‌توانند در واحدهای مشترک قرار گیرند.

ذخیره‌سازی

نگهداری در انبار با بسته‌بندی آماده مخصوص انجام می‌شود.

آسایش اقلیمی

اقلیم تهران جزء محدوده گرم و خشک است و دوره‌های طولانی گرما و زمستان‌های سرد محله ولنجک و میزان متوسط بارش در این شهر، توجه به مسئله مصالح عایق رطوبتی و دفع آب باران، عایق حرارتی و رنگ مصالح در طراحی این اسکان موقت مدنظر قرار گرفت.

زمان

زمان برپایی کانکس‌های طراحی‌شده بسیار سریع بوده و پس از انتقال بسته‌بندی‌های آماده به محل، توسط چند فرد غیرمتخصص در حدود یک ساعت آماده بهره‌برداری است.

مقاومت در برابر رطوبت

نفوذ رطوبت می‌تواند به دلایلی همچون بارش باران یا رطوبت زمین یا جریان‌های سطحی آب باشد. به همین دلیل سقف طرح پیشنهادی شیب‌دار بوده و با ساده‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش آب‌های ناشی از نزولات جوی را دفع می‌کند و جهت جلوگیری از نفوذ رطوبت خاک نیز تمامی واحدها از سطح زمین ارتفاع داده شده‌اند. همچنین فاصله داده‌شده به جریان هوا و دفع حشرات و غیره منجر می‌شود.

برنامه‌ریزی و آمادگی برای طرح و مدیریت بحران در شرایط نامتناسب، از طرفی جایگاهی موقت با شرایط مناسب را برای استفاده‌کنندگان مهیا ساخته است و از طرف دیگر در صورت لزوم بر پیشبرد اهداف آموزشی، می‌توان شرایط اسکان را تا رسیدن به وضعیت مطلوب مهیا ساخت. همچنین علی‌رغم کاستی‌ها و انتقادات موجود، همچنان از کانکس جهت اسکان موقت شهری پس از زلزله استفاده می‌شود. در مقایسه طرح

استفاده‌کننده می‌توان با صرفه‌جویی در زمان و هزینه‌های مادی از مرحله اضطراری به مرحله انتقالی رسید. همچنین وجود بازماندگان در پروسه اجرای سرپناه به‌عنوان نیروی کار می‌تواند باعث افزایش رضایتمندی جامعه و حس تعلق در سانه‌دیدگان و افزایش سطح بازتوانی اجتماعی شود.

نیازهای کالبدی کاربران

مساحت موردنظر در طراحی برای جوابگویی به نیازهای سکونتی برای ۳-۴ نفر در نظر گرفته شده است.

حریم خصوصی

در طرح موجود اردوگاه به حفظ حریم خصوصی با لحاظ کردن ارتفاع استاندارد پنجره‌ها و عدم قرارگیری پنجره‌ها و ورودی واحدها روبه‌روی همدیگر توجه شده است. همچنین به محرمیت بخش اسکان دانشجویان خاتم توجه شده و فضای باز و واحدهای آنان هیچ گونه ارتباط فیزیکی و بصری با بخش اسکان آقایان ندارد.

حمل و نقل

حمل و نقل مصالح سرپناه به محل موردنظر باید به حالت عمده و با نظارت مدیریت بحران استان انجام گیرد که باعث صرفه‌جویی و مدیریت هزینه و زمان اجرای سرپناه است. بقیه جابه‌جایی‌ها در محیط اردوگاه با روش‌های مختلف امکان‌پذیر است.

تکنولوژی ساخت

روش ساخت سرپناه در محل و تا حد امکان بدون نیاز به متخصص و آموزش خاص در نظر گرفته شده و امکان مشارکت دادن و استفاده از افراد استفاده‌کننده وجود دارد.

مصالح

مصالح به‌صورت صنعتی در کارخانه تولید می‌شود و از بهترین نوع آن مانند پروفیل ویستا بست استفاده شده است. همچنین ویژگی‌هایی همچون مقاومت و سبکی و قیمت پایین برای آن لحاظ شده است. فایبر سمنت، متریال مناسب عایق در برابر سرما، گرما و رطوبت است. این مواد شامل رنگ‌های متنوعی هستند و بیشترین رنگی که در کارهای امداد و نجات استفاده می‌شود، به‌دلیل شرایط وخیم روحی و بازگرداندن آرامش، رنگ سفید است.

دوام

عمر مفید این کانکس‌ها بالای ۱۰ سال است که بسیار بیشتر از مدت‌زمان اسکان موقت (۳-۵ سال) است.



مشارکت نویسندگان

روش‌شناسی، بررسی و نگارش: مبین قادری و صدف عزت‌پور؛
تحلیل، نظارت، بررسی و تدوین: مبین قادری؛ منابع، تصاویر
سهبعدی، اطلاعات پایه: صدف عزت‌پور.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

ارائه‌شده با طرح‌های دیگر موجود، جوانب مختلفی همانند عملی بودن اجرای پروژه، کیفیت سازه و هزینه‌ها بررسی شدند و طرح ارائه‌شده در تمامی موارد امتیازات بهتری نسبت به دیگر اسکان‌ها را داشت. در مسیر طراحی تا اجرا و راه‌اندازی، همواره کیفیت مدنظر بوده است. علاوه بر این، هزینه‌های تولید و اجرا نیز بسیار حائز اهمیت هستند. بنابراین قیمت انواع کانکس‌های مسکونی موجود با قیمت تمام‌شده کانکس پیشنهادی در ذکر شده است (جدول شماره ۶). برای این منظور کانکس‌های موجود در بازار با مساحت ۳۰ متر مربع در نظر گرفته شد، در حالی که مساحت کانکس‌های پیشنهادی ۳۳/۴۸ متر مربع است.

براساس مطالعات صورت‌گرفته، شاخصه‌های به‌دست‌آمده و بررسی‌های میدانی، چنین استنتاج شده است که طرح ارائه‌شده مطلوبیت لازم را داشته و قابلیت استفاده به‌عنوان یک طرح مناسب را برای اسکان پس از زلزله احتمالی خصوصاً در محدوده پژوهش و محدوده‌های مشابه دارد.

نتایج تحقیق ارائه‌شده در این مقاله بینشی را در خصوص مدیریت پروژه‌های اسکان موقت و حمل‌ونقل و برپایی آن در شرایط پس از سانحه بیان کرد که نیازمند انعطاف‌پذیری، برنامه‌ریزی هماهنگ و قابلیت استفاده مجدد است. همچنین می‌توان از سرمایه اجتماعی جامعه استفاده کرد و در مکان‌یابی، نوآورانه عمل نمود.

قابلیت انتقال نتایج تحقیقات تا حدودی به زمینه سانحه، منابع و شرایط خاص آن بستگی دارد. با این وجود، پژوهش به‌گونه‌ای طراحی شده است که شامل مطالعات موردی سایر دروس کلیدی و مضامین داده‌های اسنادی است. علاوه بر این، مطالعه میدانی امکان گسترش زمینه نتایج برای مطالعات موردی دیگر، مانند فضاهای ورزشی و باز مراکز آموزشی - دانشگاهی، فضاهای سبز مانند پارک‌ها، سالن‌های چندمنظوره، زمین‌های باز و موارد مشابه را با استفاده از نتایج پژوهش مهیا ساخته است. شایان ذکر است که برای هر نمونه موردی مشابه باید اطلاعات و شرایط مختص آن محدوده بررسی شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در این تحقیق کلیه اصول اخلاقی در نظر گرفته شد.

حامی مالی

این تحقیق هیچ کمک مالی از سازمان‌های تأمین مالی در بخش‌های عمومی، تجاری یا غیرانتفاعی دریافت نکرد.

References

- Bolin, R., & Stanford, L. (1991). Shelter, housing and recovery: A comparison of US disasters. *Disasters*, 15(1), 24-34. [DOI:10.1111/j.1467-7717.1991.tb00424.x] [PMID]
- Cassidy, J. (2007). Strategic planning for post-disaster temporary housing. *Disasters*, 31(4), 435-458. [DOI:10.1111/j.1467-7717.2007.01018.x] [PMID]
- Ezatpoor, S., & Ghaderi, M. (2020). [Planning a strategy to reduce the vulnerability of the Faculty of Architecture of Kurdistan University against earthquakes (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 10(2), 142-151. [Link]
- Fallahi, A. (2008). [Architecture of temporary settlements after disasters (Persian)]. Tehran: Shahid Beheshti University. [Link]
- Karami, P., & Zare Ahmadabad, M. (2015). [North Tehran faults and seismic hazards of Tehran city (Persian)]. Paper presented at: First National Conference on Earth Sciences and Urban Development, Tabriz, Iran, 28 May 2015. [Link]
- Mehrinfar, N. M., & Fatemi, A. (2023). [Feasibility of temporary accommodation methods after a possible earthquake in Pardis city (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 13 (1), 93-113. [Link]
- Motaki, Z., Haj Ebrahim Zargar, A., Khorshidian, A., & Mirghasemi, S. M. (2020). [Design of temporary accommodation model after the Qom potential earthquake (Persian)]. *Journal of Architecture in Hot and Dry Climate*, 7(10), 71-93. [Link]
- Nazmfar, H., & Eshghi, A. (2015). [Prediction of temporary accommodation sites in different earthquake scenarios (case example: District 3 of Tehran Municipality) (Persian)]. *Journal of Geography and Environmental Studies*, 15(4), 113-126. [Link]
- UN. (2002). Guidelines for Operational Programme Formulation in Post-Disaster Situation. *Habitat*, 13(7-6), 47-61.
- UN. (2003). *Hand book for estimating the socio-economic & environment effects of disaster*. Santiago: United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean. [Link]
- Sadeghi, A., & Pirozi, T. (2020). [Identify potential areas for temporary settlement after occurrence Earthquake (Case study: Sanandaj city) (Persian)]. *Geography and Human Relationships*, 2(4), 254-263. [Link]
- Safarzade, R., Karimi, M., & Moghadam, S. (2017). [The application of NSGA-II multi-objective optimization algorithm in the location studies of temporary accommodation camps after the earthquake, a case study of Tehran city (Persian)]. Paper presented at: The Third International Congress of Geosciences and Urban Development and the First Conference of Art, Architecture and Urban Management, Tehran, Iran, 19 October 2017. [Link]
- Zhang, G., Setunge, S., & van Elmpt, S. (2014). Using shipping containers to provide temporary housing in post-disaster recovery: Social case studies. *Procedia Economics and Finance*, 18, 618-625. [DOI:10.1016/S2212-5671(14)00983-6]
- Tari, M. (2019). [Examining the response to the need for temporary accommodation in natural crises inside the country and providing optimal solutions (Persian)]. Paper presented at: The First National Conference on Texture Wasted, Tehran, Iran, 20 February 2019. [Link]
- Zhang, G., Setunge, S., & van Elmpt, S. (2014). Using shipping containers to provide temporary housing in postdisaster recovery: Social case studies. Paper presented at: 4th International Conference on Building Resilience, Building Resilience, Salford Quays, United Kingdom, 8-10 September 2014. [Link]



Disaster Prevention and Management Knowledge

Summer 2024. Vol 14. Issue 2, Serial No. 52

Table of Contents

138	Assessments of Land Subsidence in the Tehran Metropolitan Using Satellite Radar Interferometry Technique	Mohammad Hassan Nami, Mehdi Naderi
158	Predicting the Magnitude of Possible Earthquakes in the Shahrood District of Khalkhal County, Ardabil, Iran, Using Artificial Neural Networks	Fariba Esfandiari Darabad Mehrdad Vahabzadeh Zargari Behrouz Nezafat Takle Sayeh Abidi Hamlabad
178	Relationship of Work Safety Climate With Organizational Cynicism and Career Resilience of Firefighters	Afrasiab Kheirdast, Esmaeil Sadri Demirchi, Amin Padash, Eslam Ali khodabandehlou, Zahra Mohammadi Jahdi
192	Designing an Interpretative Structural Model of the Antecedents of Employees' Morally Courageous Behaviors in Pervasive Crises (Case Study: Kerman University of Medical Sciences)	Hamid Taboli, Mahboobeh Askari Bagherabadi, Elaheh Sheybani
208	The Structural Equation Modeling of the Relationship Between Insight and Crisis Management Mediated by Passive Defense: A Case Study of Isfahan Police Department, Iran	Sayyed Hassan Khalili Hosseinabadi
222	Spatial Pathology of Earthquake Management in Salas Babajani County, Kermanshah, Iran	Saman Heydari, Taher Parizadi, Mousa Kamanroudi Kojouri, Ahmad Zanganeh
238	Designing a Temporary Camp for Accommodation After an Earthquake in a Multi-purpose Open Space Located in Shahid Beheshti University in Tehran, Iran	Mobin Ghaderi, Sadaf Ezatpoor

Aims and Scope:

Promotion and expansion of disaster management knowledge in the specialized fields of risk prevention, preparedness, response, and recovery;

Promotion and expansion of passive defense knowledge

Promotion and expansion of Health, Safety and Environment (HSE) knowledge;

Publishing the latest research results and creating an environment for constructive criticism and exchange of ideas;

Establishing cooperation and scientific interaction between scholars at the national and international levels;

Creating a suitable platform for identifying and providing solutions related to crisis management issues at local, regional, national, and international levels;

Transferring knowledge and innovations in disaster management with an emphasis on the role of urban management;

Helping to create a scientific communication network between scholars, policymakers, and disaster management planners of the country;

Creating a suitable platform to use the experiences of other countries for localizing the international experiences of crisis management.

Topics include but are not limited to:

1. Safety and risk prevention and reduction

1.1. Risk prevention

1.2. Safety

1.3. Risk reduction planning

2. Risk assessment

2.1. Risk identification

2.2. Risk assessment

3. Preparation and planning

3.1. Incident command system

3.2. Planning response in emergency situations

3.3. operational plan in emergency situations

3.4. Evacuation and emergency accommodation

3.5. Help and rescue

4. Reconstruction and rehabilitation in disaster

4.1. Demolition and debris management

4.2. Restoration of infrastructure, transportation system, housing system, environment

4.3. Physical, psychological, social, and economic rehabilitation

4.4. People with special needs in crisis (elderly, children, women, people with disabilities, special patients, etc.)

5. Natural and man-made hazards

5.1. Ground-related hazards (earthquake and landslide, subsidence and collapse of the ground, **volcano**, etc.)

5.2. Meteorological hazards (climate changes, flood, soil erosion, desertification, fires, drought, **storms**, etc.)

5.3. Chemical hazards (environmental pollution, industrial buildings' fire, chemical waste, etc.)

5.4. Transportation hazards (road accidents, railway accidents, airway accidents, subway accidents, crowd crushes, etc.)

5.5. Biological hazards (epidemics, biological threats, etc.)

6. Future studies of the disaster

6.1. Quantitative and qualitative analyses of trends

6.2. Identification of future risks and hazards

6.3. Designing the desired, possible and probable future

6.4. Politicizing and planning changes for the desired future

7. Disaster knowledge management

7.1. Documentation

7.2. Lessons Learned Register

7.3. Root cause analysis of accidents

8. Intelligence and new technologies

- 8.1. Knowledge-based achievements
- 8.2. Technologies based on data analysis
- 8.3. Information systems management

9. Social and cultural

- 9.1. Local communities and community-based participation in disaster management
- 9.2. Social responsibility (individual, corporate and organizational) in disaster management
- 9.3. Social capital and disaster

9.4. Disaster culture

- 9.5. Empowerment, safety training, and disaster management
- 10. Economy of disaster and insurance

11. Laws, regulations, standards and legal requirements of disaster management

12. Information and media in disaster management

13. Passive defense

14. Health, Safety and Environment (HSE)



Disaster Prevention and Management Knowledge

Summer 2024. Vol 14. Issue 2, Serial No. 52

Editorial Advisory Board

Ali Nasiri

Assistant Professor, Department of Health in Emergency and Disasters.
Faculty of Health, Baghiyatallah University of Medical Sciences, Tehran. Iran.

Mehdi Zare

Professor, International Research Institute of Seismology and Earthquake
Management, Tehran, Iran.

Iraj Mohammadfam

Professor, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran,
Iran.

Mohamad Hossein Yarmohamadian

Professor, Isfahan University of Medical Science, Isfahan, Iran.

Mohammad Reza Ghayamqamian

Professor, Research Institute of Seismology and Earthquake Management,
Tehran, Iran.

Ali Moradi

Associate Professor, Institute of Geophysics, University of Tehran, Tehran,
Iran.

Raouf Mostafazadeh Mostafazadeh

Associate Professor, Department of Natural Resources, Faculty of
Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili,
Ardabil, Iran.

Ali Bagheri

Associate Professor, Department of Water Resources Engineering, Faculty
of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

Mohsen Kalantari

Associate Professor, Department of Geography, Zanjan University, Zanjan,
Iran.

Mehry Akbary

Associate professor of Climatology, Department of Physical Geography
(Climatology), Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University,
Tehran, Iran.

Allakbar Taghipour

Assistant Professor, Department of Geography, Faculty of Earth Sciences,
Damghan University, Damghan, Iran.

Fereshteh Aslani

Faculty of Architecture and Urbanism, Shahid Beheshti University, Tehran,
Iran.

Jalal Samia

Assistant Professor, GIS and Remote sensing, University of Mazandaran,
Mazandaran, Iran.

Seyed Azim Hosseini

Associate Professor, Civil Engineering Department, Islamic Azad University,
South Tehran Branch, Tehran, Iran.

Amirabbas Fatemi

Assistant Professor, Department of Civil Engineering, Pardis Branch,
Islamic Azad University, Pardis, Iran.

Mahboobeh Pirzadeh

Assistant Professor, Faculty of Engineering, Department of Civil
Engineering, Islamic Azad University, West Tehran Branch, Tehran, Iran.

Ayoub Pazhouhan

Assistant Professor, Department of Public Administration and Tourism,
Payame Noor University, Tehran, Iran.

Esmail Najafi

Assistant professor of Earth Sciences Faculty, Geomorphology
Department, Damghan University, Damghan, Iran.

Alireza Saeidi

Department of Regional Planning and Urban Planning, Islamic Azad
University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.

Hamidreza Zarghami

Assistant Professor, Shahid Sattari University of Aeronautical Sciences and
Technology, Tehran, Iran.

Dariussh Mehri

Assistant Professor, Shahid Sattari University of Aeronautical Sciences and
Technology, Tehran, Iran.

Sadegh Syedbeighi

Department of Geography and Urban Planning, Islamic Azad University,
Science and Research Branch, Tehran, Iran.

Seyedeh Samaneh Mirasmaeili

Ph.D. in Health in Disasters and Emergencies, School of Health
Management and Information, University of Iran Medical Sciences, Tehran,
Iran.

Mehrab Sharifi Sadeh

Ph.D. in Health in Disasters and Emergencies, Tehran University of Medical
Sciences, Tehran, Iran.

Fatemeh Falahati

Hydrological Hazards Department, Natural Disasters Research Institute,
Tehran, Iran.

Kelvan Karimlou

Ph.D. in Environmental Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran,
Iran.



Disaster Prevention and Management Knowledge

Summer 2024. Vol 14. Issue 2, Serial No. 52

Editorial Advisory Board

Esmail Salimi

Department of Architectural and Urban Planning Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Zeinab Nasiri Mahini

Department of Social Work, Social Sciences Faculty, Allameh Tabatabai University, Tehran, Iran.

Azizolah Salimi Tari

Ph.D. in Environmental Management, Faculty of Natural Resources and Environment Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Zohreh Molamohamadi

Ph.D. in Industrial Engineering, Kharazmi University, Tehran, Iran.

Marzieh Samadi-Foroushani

Ph.D. in Operations Research Management, University of Tehran, Iran.

Kamran Khalifehei

Ph.D. in Civil Engineering, University of Sistan and Baluchistan, Zahedan, Iran.

Mohammad Javad Keyhanpour

Ph.D. in Civil Engineering, Department of Civil Engineering, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Narges Ramak

Ph.D. in Public International Law, Azad University, Central Tehran Branch, Tehran, Iran.

Sona Razzaghi

Ph.D. in Industrial Engineering, Eyvanekey University, Eyvanekey, Iran.

Seyyed Sadegh Abdulahi

Ph.D. in Industrial Management, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran.

Azam Keshavarzi

Ph.D. in Educational Psychology, North Tehran Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Mohsen Mehrjou

Ph.D. in Urban Planning, Islamic Azad University of Qods Branch, Tehran, Iran.

Somayeh Ghezavat

Ph.D. in Industrial Management, Department of Industry Management & Information, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Shahab Taghikhani

Ph.D. in Media Management, University of Tehran, Iran.

Aida Ravarian

Ph.D. in occupational therapy, University of Social Welfare and Rehabilitation, Tehran, Iran.

Mohammadhosein Mahdavi Ghahsareh

Ph.D. Candidate, Department of Restoration, Faculty of Architecture and Urban Planning, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran.

Ali Vajdani Nozar

Department of Disasters engineering, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran.

Kloumars maleki

Postdoctoral Researcher in Geography and Urban Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, Tabriz University, Tabriz, Iran

Afrasiab Khairdast

Ph.D. in Environmental Management, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran



Disaster Prevention and Management Knowledge

Summer 2024. Vol 14. Issue 2, Serial No. 52

Owner: Tehran Disaster Mitigation and Management Organization (TDMMO)

Frequency: Quarterly

P-ISSN: 2322-5955

E-ISSN: 2538-1814

Peer review: Double Blind

Publication Policy: Open Access

Director-in-Charge

Ali Nasiri, Assistant Professor

President of Tehran Disaster Mitigation and Management Organization (TDMMO), Department of Health in Emergency and Disasters, Faculty of Health, Baghiyatalah University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Editor in chief

Mehdi Zare, Professor

International Research Institute of Seismology and Earthquake Management, Tehran, Iran.

Executive Manager

Marzieh Samadi-Foroushani, PhD

Researcher in Tehran Disaster Mitigation and Management Organization (TDMMO) and PhD in Operations Research Management, University of Tehran, Iran.

Editorial Board

Mehdi Zare, Professor

International Research Institute of Seismology and Earthquake Management, Tehran, Iran.

Ali Akbar AghaKouchak, Professor

Structural Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

Mahmoudreza Delavar, Professor

School of Surveying and Geospatial Engineering, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran.

Mohammad Reza Ghayamqamian, Professor

Research Institute of Seismology and Earthquake Management, Tehran, Iran.

Mashaallah Khamechian, Professor

Engineering geology department of Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

Iraj Mohammadfam, Professor

University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran.

Ali Moradi, Associate Professor

Institute of Geophysics, University of Tehran, Tehran, Iran.

Reza Pourhossein, Associate Professor

Psychology and Educational Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.

Seyed Amirhossein Garakani, Associate Professor

Architecture and Urban Planning, Central Tehran Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Mohsen Ghafori Ashtiyani, Professor

International Institute of Earthquake Engineering and Seismology, IIEES, Tehran, Iran.

Iraj Mohammadfam, Professor

University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran.

Mohamad Hossein Yarmohamadian, Professor

Isfahan University of Medical Science, Isfahan, Iran.

Jafar Yazdi, Associate Professor

Faculty of Civil, Water and Environmental Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

International Editorial Board

Ali Asgary, Professor

Disaster and Emergency Management, York University, Toronto, Canada.

Fariborz M Tehrani, Professor

Civil engineering and geomatics, California State University, Fresno).

Amirhomayoun Safarzadeh, Associate Professor

Department of Urban and Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Kyushu University, Fukuoka, Japan.

Mahnaz Hosseinzadeh, Associate Professor

Operations Management and Decision Sciences, Sheffield Management School, University of Sheffield, United Kingdom.

Abstracts & Indexing:

Google Scholar, Academia, Islamic World Science & Technology Monitoring and Citation Institute (ISC), Scientific Information Database (SID), Magiran, Index Copernicus

Address: West Jalal-AI-E-Ahmad Ave, Tehran Disaster Mitigation and Management Organization (TDMMO), Tehran, Iran.

Tel: +98 (21) 96024217, +98 (21) 44244040

Fax: +98 (21) 44267365

Website: www.dpmk.ir

Email: dpmktdmmo@gmail.com, info@dpmk.ir



Tehran Disaster Mitigation and Management Organization