

- پهنه‌بندی خطر سیل در زیر حوزه آبریز لومار سیمره با استفاده از روش شاخص خطر سیل (FHI)
- تحلیل موانع و راهکارهای ارتقای کیفی تمرین‌های مدیریت بحران مناطق ۲۲ گانه شهر تهران با استفاده از مدل‌سازی ساختاری-تفسیری
- طراحی و اعتبارسنجی ابزار ارزیابی عملکرد HSE در تجمعات شهری: مطالعه موردی تهران
- شناسایی حفرات و شکستگی‌های زیرسطحی در راه‌ها و معابر به روش ژئورادار و با استفاده از آنتن‌های مرکزی ۱۷۰ و ۶۰۰ مگاهرتز
- ارزیابی تأثیر دقت مدل رقومی ارتفاعی بر شبیه‌سازی پهنه خطر سیل مطالعه موردی: بازه مکانی رودخانه پایین‌دست شهر خرم‌آباد
- تدوین راهبردهای تقویت رویکرد اجتماع‌محور در سیستم مدیریت بحران: مطالعه موردی: شهر اردبیل

- Flood Risk Zoning Using the Flood Hazard Index (FHI): Case Study of Lowmar Sub-Watershed of Seymareh, Ilam Province, Iran
- Barriers to disaster Management Exercises in Iran Using Interpretive Structural Modeling, and the Solutions for Improving their Quality: Case Study of 22 Districts in Tehran
- Design and Validation of an HSE Evaluation Checklist for Urban Mass Gatherings: A Case Study in Tehran, Iran
- Identifying Subsurface Cavities and Fractures in Roads Using the Ground Penetrating Radar With Two 170-and 600-MHz Central Antennas: A Case Study in Iran
- Impact of Digital Elevation Model Resolution on Flood Hazard Simulation: A Case Study of the River Downstream of Khorramabad City, Iran
- Developing Strategies to Strengthen the Community-based Approach to Risk Management; Case Study: Ardabil City



فصلنامه علمی دانش پیشگیری و مدیریت بحران

پاییز ۱۴۰۴، دوره ۱۵، شماره ۳، شماره پیاپی: ۵۷

دکتر محسن غفوری گشتیانی

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.

دکتر مسعود خوش سیم

دانشیار پژوهشگاه فضایی ایران، تهران، ایران.

هیأت تحریریه بین المللی

دکتر علی عسگری

استاد مدیریت بالیا و فوریت های دانشگاه یورک کاتارا

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 فغانستان.

یادکها 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 کورنیکوس

دفتر نشریه

لدرس: تهران، ختبه های غربی یزرگراه جلال آل احمد، نرسیده به یزرگراه آیت ا-

شرقی اصفهانی، نیش خیابان نهج سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران

تلفن: ۰۲۱۴۴۲۴۴۰۴۰، ۰۲۱۹۶۰۲۴۲۱۷

نمایر: ۰۲۱۴۴۲۶۷۳۶۵، کد پستی: ۱۴۶۳۶۱۳۱۱۱

سایت: www.dpmk.ir

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

صحافی و چاپ: چاپخانه همشهری



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 دریالیا

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

اسوکیور

دکتر مهدی زارع

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

مدیر اجرایی

دکتر مرفیه 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 آقا کوچک

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

دکتر محمود رضا 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 ماشاله خامه چیان

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

دکتر ایرج محمدقاسم

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

دکتر علی مرادی

دانشیار موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، تهران، ایران.

دکتر رضا پورحسین

دانشیار روششناسی 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

پاییز ۱۴۰۴، دوره ۱۵، شماره ۳، شماره پیاپی: ۵۷

اسامی داوران

- مهدی زارع**
استاد پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله تهران، ایران.
- علی نصیری**
استادیار دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج) تهران، ایران.
- محمدحسین یارمحمدیان**
استاد دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی و درمانی اصفهان، ایران.
- محمدرضا قائم مقامیان**
استاد پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله تهران، ایران.
- علی مرادی**
دانشیار موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، تهران، ایران.
- رئوف مصطفی زاده**
دانشیار گروه صنایع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
- علی یاقری**
دانشیار گروه مهندسی و مدیریت آب دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
- محسن کلاقری**
دانشیار گروه جغرافیا دانشگاه رتجان، رتجان، ایران.
- مهری اکبری**
دانشیار گروه آموزش جغرافیای طبیعی، دانشگاه علوم جغرافیایی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
- اکبر تقی پور**
استادیار گروه جغرافیا دانشکده علوم زمین دانشگاه دلفان، دلفان، ایران.
- فرشته اصلانی**
استادیار گروه منظر و بازسازی دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهیدبهنشتی، تهران، ایران.
- جلال سمیعا**
استادیار سنجش از دور دانشگاه مازندران، مازندران، ایران.
- سیدعظیم حسینی**
دانشیار گروه مهندسی عمران دانشگاه آزاد اسلامی تهران جنوب، تهران، ایران.
- امیرعباس فاطمی**
استادیار گروه مهندسی عمران دانشگاه آزاد اسلامی پردیس، تهران، ایران.
- محبوبه پیری زاده**
استادیار گروه مهندسی عمران دانشگاه آزاد اسلامی تهران غرب، تهران، ایران.
- ایوب پژوهان**
استادیار گروه مدیریت دولتی، دانشگاه پیام‌تور، تهران، ایران.
- اسماعیل نجفی**
استادیار ژئومورفولوژی دانشکده علوم زمین دانشگاه دلفان، دلفان، ایران.
- علیرضا سعیدی**
گروه برتله‌ریزی منطقه‌ای و شهرسازی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران.
- حمیدرضا ضرغامی**
استادیار، دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری، تهران، ایران.
- داریوش مهری**
استادیار، دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری، تهران، ایران.
- صادق صیدپیگی**
عضو هیات علمی گروه جغرافیا و برتله‌ریزی شهری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران.
- سیده سمانه میراسماعیلی**
دکتری سلامت در بالیا و فیزیوتراپی دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
- مهراب شریفی سده**
دکتری سلامت در بالیا و فیزیوتراپی دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.
- فاطمه فالاحتی**
عضو هیات علمی گروه مداخلات هیپرولوژیکی، پژوهشکده سونچ طبیعی، تهران، ایران.
- کیوان کریم لو**
دکتری مهندسی محیط زیست دانشگاه شهیدبهنشتی، تهران، ایران.
- اسماعیل سلیمی**
گروه مهندسی معماری و شهرسازی دانشگاه شهیدبهنشتی، تهران، ایران.
- ژوئوب نصیری ماهیتی**
گروه مدارکری اجتماعی دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.
- عزیزاله سلیمی طاری**
دکتری مدیریت محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران.
- زهرا ماله‌محمدی**
پسادکتری مهندسی صنایع دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
- مرضیه صمدی فروشانی**
دکتری مدیریت تحقیق در عملیات دانشگاه تهران، تهران، ایران.
- کامران خلیفه‌ای**
دکتری مهندسی عمران دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.
- محمدجواد کیهان پور**
دکتری مهندسی عمران دانشگاه آزاد اسلامی تهران، تهران، ایران.
- فرگس راهک**
دکتری حقوق بین‌الملل دانشگاه آزاد تهران مرکزی، تهران، ایران.
- سونا رزاقی**
دکتری مهندسی صنایع دانشگاه یوفکی، یوفکی، ایران.
- سیدصادق عبدالهی**
دکتری مدیریت صنعتی دانشکده مدیریت دانشگاه تهران، تهران، ایران.
- اعظم کشاورزی**
دکتری روفشناسی تربیتی دانشگاه آزاد اسلامی تهران شمال، تهران، ایران.
- محسن مهرجو**
دکتری شهرسازی دانشگاه آزاد اسلامی شهرقدس، تهران، ایران.
- سمیه قساوت**
دکتری مدیریت صنعتی دانشگاه شهیدبهنشتی، تهران، ایران.
- شهاب تقی خانی**
دکتری مدیریت رسانه دانشگاه تهران، تهران، ایران.
- آیدا راوریان**
دکتری کاردرمانی دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران.
- محمدحسین مهدوی قهساره**
دکتری مرمت و احیای بناها و بافت‌های تاریخی، گروه مرمت دانشگاه مهندسی معماری و شهرسازی، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران.
- علی وجدانی نوذر**
دکتری مهندسی سوانح دانشگاه محیط زیست دانشگاه تهران، تهران، ایران.
- کیومرث ملکی**
پسادکتری جغرافیا و برتله‌ریزی شهری، دانشکده برتله‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.
- افراسیاب خیردست**
دکتری تخصصی مدیریت محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران.
- محمد طالبی**
پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله.
- ایرج محمد فام**
استاد دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران.
- جعفر یزدی**
دانشیار گروه مهندسی عمران آب و محیط زیست دانشگاه شهیدبهنشتی، تهران، ایران.
- سید سجاد موسوی**
گروه مهندسی صنایع دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه پلی‌تکنیک میلان، میلان، ایتالیا.

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، بیابان زایی، آتش سوزی جنگل ها و مراتع، خشک سالی، طوفان و ...)

۵.۳. مخاطرات شیمیایی (آلودگی محیطی، آتش سوزی صنعتی ساختمانی، پسماندهای شیمیایی و ...)

۵.۴. مخاطرات حمل و نقل (حوادث و سوانح جاده ای، ریلی، هوایی، مترو، ازدحام جمعیت و ...)

۵.۵. مخاطرات زیستی (اپیدمی ها، تهدیدهای زیستی و ...)

۶. آینده پژوهی بحران

۶.۱. تحلیل های کمی و کیفی روندها

۶.۲. شناسایی ریسک ها و مخاطرات آتی

۶.۳. طراحی آینده مطلوب، ممکن و محتمل

۶.۴. سیاست گذاری و برنامه ریزی تغییرات برای آینده مطلوب

۷. مدیریت دانش بحران

۷.۱. مستندسازی

۷.۲. ثبت درس آموخته ها

۷.۳. تحلیل ریشه ای علل حوادث

۸. هوشمندسازی و فناوری های نوین

۸.۱. دستاوردهای دانش بنیان

۸.۲. فناوری های مبتنی بر تحلیل داده ها

۸.۳. مدیریت سیستم های 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. اطلاع رسانی و رسانه در مدیریت بحران

۱۳. پدافند غیر عامل

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 احیاناً 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 نمونه‌گیری، ابزار تحقیق و روشن نمودن میزان روایی و پایایی ابزار و توضیح در خصوص چگونگی مراحل انجام پژوهش یا پروژه است.

نتایج یا یافته‌های تحقیق

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

۱. یافته‌های حاصل از پژوهش یا پروژه؛
۲. بیان یافته‌ها به شیوه‌ای 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 یافته‌های 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 یافته‌های حاصل از پژوهش یا پروژه با اهداف در نظر گرفته شده از انجام آن؛
- ۳- تعمیم‌پذیری یافته‌ها؛
- ۴- مقایسه یافته‌های پژوهش یا پروژه با پژوهش‌های قبلی و ذکر دلایل احتمالی برای توافق یا عدم توافق بین نتایج؛

نتیجه‌گیری

نتیجه نهایی به‌دست‌آمده از انجام پژوهش یا پروژه.

محدودیت‌های پژوهش یا پروژه؛

پیشنهاد برای پژوهش‌ها یا پروژه‌های 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 پراکنش 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 پراکنش 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
پاییز ۱۴۰۴، دوره ۱۵، شماره ۳

فهرست

۳۳۷	پهنه‌بندی خطر سیل در زیر حوزه آبریز لومار سیمره با استفاده از روش شاخص خطر سیل (FHI)	اسماعیل نجفی، فرزانه غلامی، اعظم غلامی
۳۰۵	تحلیل موانع و راهکارهای ارتقای کیفی تمرین‌های مدیریت بحران مناطق ۲۲ گانه شهر تهران با استفاده از مدل‌سازی ساختاری-تفسیری	سمیرا حسن‌زاده، عزیززاده سلیمی طاری، مرضیه صمدی فروشانی، حمید مرادی روزبهانی، سیده سمانه میراسماعیلی
۳۳۱	طراحی و اعتبار‌سنجی ابزار ارزیابی عملکرد HSE در تجمعات شهری؛ مطالعه موردی تهران	سید سجاد موسوی، مبین ابراهیمیان، محمد نجفی، محمد دلفان، حسین قهמי، معصومه تازیگه، نفیسه میرزاهاشمی
۳۵۳	شناسایی حفرات و شکستگی‌های زیرسطحی در رانها و معابر به روش ژئورادار و با استفاده از آنتن‌های مرکزی ۱۷۰ و ۶۰۰ مگاهرتز	شمس‌الدین اسماعیلی، مهدی بلبلوند، محسن احمدزاده ایران‌دوست، محمد طالبی
۳۳۳	ارزیابی آمادگی بیمارستان‌های استان تهران در حوادث و بلایا	معصومه عباس‌آبادی عرب، علی‌محمد مصدق‌راه، علی مشکیتی، لیلا گودرزی
۳۹۷	ارزیابی تأثیر دقت مدل رقومی ارتفاعی بر شبیه‌سازی پهنه خطر سیل مطالعه موردی: بازه مکانی رودخانه پایین‌دست شهر خرم‌آباد	ایرج ویسگرمی، علی حق‌زاده، ابوالحسن فتح‌آبادی
۴۳۷	تدوین راهبردهای تقویت رویکرد اجتماع‌محور در سیستم مدیریت بحران؛ مطالعه موردی: شهر اردبیل	هما واعظی، عطا غفاری گیالنده، علیرضا محمدی

Research Paper

Flood Risk Zoning Using the Flood Hazard Index: Case Study of Lowmar Sub-watershed of Seymareh, Ilam Province, Iran



Esmail Najafi¹, *Farzaneh Gholami², Azam Gholami³

1. Department of Geomorphology, School of Earth Sciences, Damghan University, Damghan, Iran.

2. Department of Geomorphology, Faculty of Geography and Planning, Isfahan University, Isfahan, Iran.

3. Department of Sociology, Faculty of Literature and Humanities, Kharazmi University, Tehran, Iran.



Citation Najafi, E., Gholami, F., & Gholami, A. (2025). Flood Risk Zoning Using the Flood Hazard Index: Case Study of Lowmar Sub-watershed of Seymareh, Ilam Province, Iran. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 15(3):266-291. <https://doi.org/10.32598/DMKP.15.3.292.2>

doi <https://doi.org/10.32598/DMKP.15.3.292.2>

ABSTRACT

Background and Objective Floods, as one of the most devastating natural disasters, can affect human life, infrastructure, environment, and economies. The Lowmar sub-watershed of Seymareh, located in Ilam Province, southwestern Iran, is one of the areas vulnerable to floods due to its specific geographical location and climatic conditions. This study aims to identify flood-prone areas within this sub-watershed and propose strategies to reduce flood-related risks.

Method This is a descriptive-analytical study. Flood-prone areas in the Lowmar sub-watershed were assessed using the flood hazard index (FHI), considering eight hydro-geomorphological and climatic parameters: Slope, drainage network density, distance from rivers, land use, lithology, elevation, rainfall, and normalized difference vegetation index (NDVI). The analytical hierarchy process (AHP) model was used to analyze the data and determine the weight of each parameter. The required data were prepared from satellite images, digital elevation models, and meteorological data, and processed in a geographic information system (GIS) environment. After integrating the maps of various parameters, a final flood zoning map was produced, categorizing the area into five risk severity levels: Very high, high, moderate, low, and very low.

Results The most critical factors influencing flood risk in the study area were slope, rainfall, vegetation cover, and land use type. Over 60% of the Sub-Watershed area falls within a flood risk range from moderate to very high, especially in the central and western areas. Additionally, 40.5% of the villages in this area, as well as three towns—Lowmar, Sarab-Kalan, and Siah-Siah—were located in regions with high and very high flood risk. Roads in the western part of the Sub-Watershed were also exposed to flood hazards, which require preventive and managerial actions.

Conclusion The findings highlight the importance of urban planning, preventive measures, and flood risk management in the Lowmar sub-watershed. The preventive measures include strengthening infrastructure, improving land-use planning, increasing vegetation cover, and educating local communities for flood preparedness.

Keywords Flood zoning, Hydro-geomorphological parameters, Geographic information system (GIS), Analytical hierarchy process (AHP), Lowmar sub-watershed of Seymareh

Article Info:

Received: 09 Dec 2024

Accepted: 15 Feb 2025

Available Online: 01 Oct 2025

* Corresponding Author:

Farzaneh Gholami

Address: Department of Geomorphology, Faculty of Geography and Planning, Isfahan University, Isfahan, Iran.

Tel: +98 (993) 0602052

E-mail: gholami.ff@gmail.com



Copyright © 2025 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.

English Version

Introduction

Floods are the most common type of natural disaster worldwide, causing significant environmental and socio-economic consequences (Heidari, 2014), increasingly affecting many people and their activities.

In recent decades, the world has been affected by severe floods (Pinos & Quesada-Román, 2022). Some of the deadliest floods have occurred in China (1935, 1931, 1887), Guatemala (1949), Bangladesh (1974), Venezuela (1999), Iran (1954), India (2013), Japan (1953), and Peru (1941) (Milliman & Farnsworth, 2011). Flood caused by heavy rainfall is one of the most challenging types (Aslani & Mehdipour, 2015). These natural disasters can be properly monitored using modern technologies and information systems (Giordan et al., 2018), including geographic Information Systems (GIS), remote sensing, and multi-criteria decision analysis (MCDA) (Pahlavani et al., 2017).

A flood is a sudden increase in water levels that exceeds the capacity of the river channel. This sudden increase causes the water to move out and flow into floodplains and surrounding lands, resulting in damage to residential areas and agricultural lands and endangering people's health (Rezaei-Moghaddam et al., 2015). Flood risk zoning is an important process in water resource management and flood damage prevention. This process involves identifying flood-prone areas and assessing the associated risks so that appropriate planning can be made to reduce damage and increase community resilience. The Flood Hazard Index (FHI) is a practical and systematic parameter for assessing and managing flood risks. This index helps decision-makers to identify areas with high flood risk and design appropriate preventive and management measures.

Various studies have been conducted to identify flood-prone areas in Iran (Abedini & Fathi, 2015; Ghorbanzadeh et al., 2017; Azizi et al., 2021; Esfandiari Darabad et al., 2021; Mirzaei et al., 2025). Hatami Nejad et al. (2017) used the analytic hierarchy process (AHP) method and 11 indicators, including aquifers, climate, vegetation cover, elevation, soil, distance from the waterway network, geological formations, land use, evaporation, rainfall, and temperature, to zone flood risk in Izeh County, Iran, using a GIS. Their results showed that approximately 60% of the study area was at a very high or high risk of flooding.

Najafi and Karimi Kordabadi (2019) assessed and zoned flood risk in district one of the Tehran metropolitan area using a hybrid AHP-FUZZY model with an emphasis on urban security. They identified very low, low, and medium risk zones in the north and center of the study area, as well as very high and high risk zones in the outlets and within urban areas. Hosseini (2021) used the AHP and flood-affecting indicators, including slope, curve number, distance from the river, watercourse erosion potential, elevation-slope-wetness index, slope direction, rainfall, and elevation, to zone flood risk in the Amughin watershed, Ardabil Province, Iran. Their results showed that 64% of the area was at high flood risk. In another study, Habibnejad Roshan et al. (2023) used the AHP model and flood-affecting indicators to identify areas with high flood risk in the Karun River watershed. Their results showed that about 10% of the watershed was located in the area with high and very high flood risk.

Hosseini et al. (2023) evaluated flood risks in the Hamoon-Jazmurian watershed using a fuzzy model and AHP and 13 flood-affecting indices, including height, slope, slope direction, topographic curvature, drainage density, distance from the watercourse, geology, vegetation, land use, rainfall, topographic wetness index, stream power index, and soil type. Their results showed that the risky areas were located near the main watercourses. Daneshparvar et al. (2021) used the AHP and the analytic network process (ANP) to zone flood risks in the Sabalan Dam watershed in Ardabil Province. Their results showed that in both methods, the elevation and slope factors had the greatest impact, while the number of curves and distance to the river had the least impact. Hassanloo et al. (2019) also conducted flood risk zoning in Maneh and Samalghan counties in northern Khorasan province.

There are also several related studies conducted in other countries. Nyarko (2000) integrated a hydrological model (modified rational model) in GIS software by the arithmetic overlay operation method to determine flood risk zones in Accra, Ghana, and its environs. Their results showed that the high flood risk zone covered 35.66% of the study area, while the low risk zone covered 26.85%. Samanta et al. (2016) used an MCDA to analyze flood risk in the Markham River, Morobe Province, Papua New Guinea. They suggested that the use of MCDA in GIS techniques is very useful for accurate and reliable flood risk analysis and mapping. Seejata et al. (2017) employed spatial analysis in a GIS environment, utilizing the AHP, to assess flood risk zones in Sukhothai Province, Thailand. The results showed that the Muang, Kongkrait, Khirimat, and Sisamrong districts were flood-prone areas.

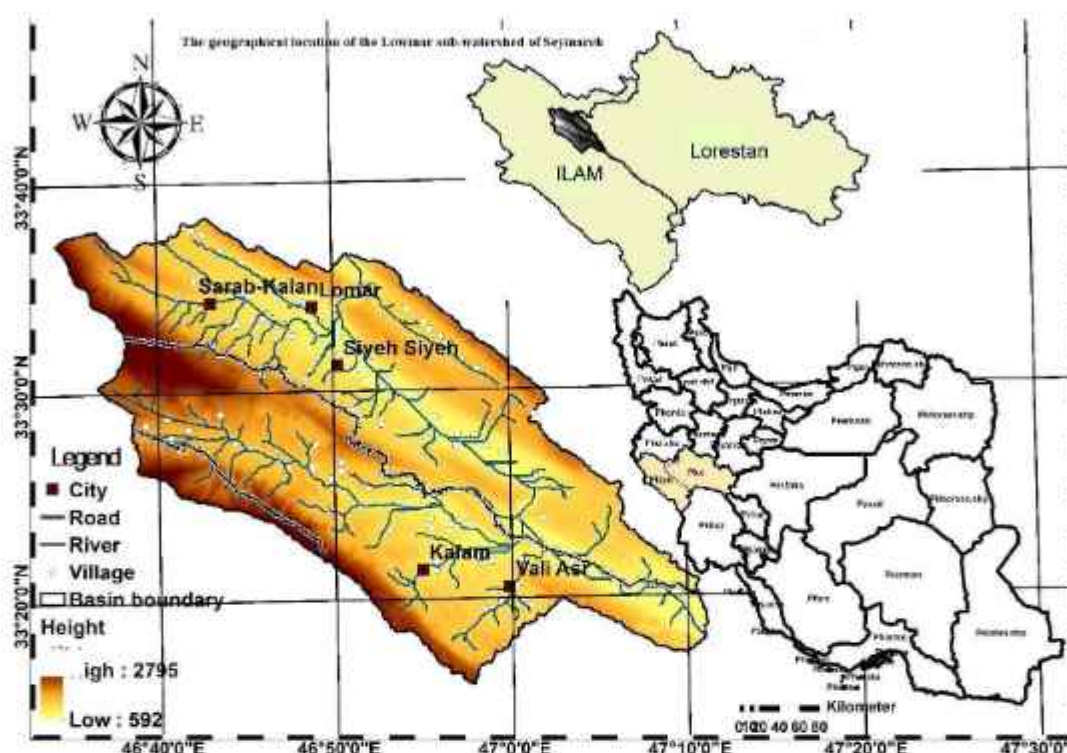


Figure 1. The geographical location of the Lowmar sub-watershed of Seymareh

Echogdali et al. (2018) used the watershed modeling system (WMS) and FHI models to map the floodplain of the El Maleh basin located in southeastern Morocco. The use of the WMS model allowed for the accurate mapping of the flood risk areas with precise flood heights at different levels. However, this method was only applicable for a small portion of the basin located downstream of the hydrological station. Swain et al. (2020) conducted a study using AHP, GIS, remote sensing, and Google Earth Engine software to investigate the flood-prone area of Bihar, India. The results showed that the highest and lowest flood susceptibility indices were attributed to hydrological (0.497) and human (0.037) factors, respectively. Also, about 12% of the region had very low flood susceptibility, and about 40.36% had high to very high flood susceptibility.

Karymbalis et al. (2021) used GIS-based MCDA to zone flood risks in the Megalo Rhema river watershed in eastern Attica. Their results indicate that about 22.7% of the total catchment area belonged to the high-risk flood zone, and about 15% was at very high flood risk. Ikirri et al. (2022) performed flood risk zoning using the FHI method in a GIS environment based on MCDA and considering seven parameters in the Taguenit Wadi water-

shed, southern Morocco. The results showed that about 28.67% were located in high and very high risk areas, and about 40% in low and very low risk areas. The aforementioned studies confirm the use of the AHP, MCDA, and GIS methods in identifying flood-prone areas. These studies generally emphasize the importance of creating flood risk maps for managing and reducing flood damage.

The Seymareh river watershed, located in Ilam province, southwest of Iran, is vulnerable to heavy rainfall and is a flood-prone area. This watershed was flooded in 2015, 2016, 2018, and 2019, causing extensive damage to infrastructure and rural residential areas. As part of the Seymareh watershed, Lowmar has faced climate challenges including heavy rainfall and rising temperatures. These changes could have significant impacts on the lives of local residents, agriculture, and infrastructure. Therefore, planning to manage water resources and reduce the risks of flash floods in this region is essential. In this regard, this study aims to identify areas prone to floods in the Lowmar sub-watershed of Seymareh and present a comprehensive flood hazard map, using the FHI and MCDA methods. This is the first study that combines FHI with MCDA. This research, covers the specific needs

of Lowmar sub-watershed and addresses practical applications and appropriate results in the field of flood risk management.

Materials and Methods

Study area

The Seymareh watershed is one of the headwaters of the Karkheh River, located in the southwest of Iran and in the Zagros Mountain Range. Among the important areas in this region are the towns of Valiasr, Lowmar, and Kolm. The study area, with an area of 1131 km², is part of the Seymareh watershed, which starts from the confluence of the Seymareh and Cherdavel rivers in the north of Lowmar town in Ilam province and ends in the south at the Seymareh Dam (Figure 1). The long-term average annual rainfall and temperature at Lowmar station are 412.8 mm and 20.9 °C, respectively.

Flood risk assessment

The FHI was used to identify areas vulnerable to flood risk. It is based on the MCDA of the AHP which considers eight hydrogeomorphic-climatic parameters including elevation, rainfall, slope, drainage network density (DND), distance from river (DFR), normalized difference vegetation index (NDVI), land use, and lithology (Abedini & Fathi, 2015). The selection of these factors was theoretically based on their relationship to flood risk. Each of the eight factors was classified based on the degree of impact on flood risk. The final flood risk map is prepared based on a combination of climatic and physical factors and elements (Esfandiari Darabad et al., 2021). Figure 2 presents a diagram of the steps involved in flood risk assessment.

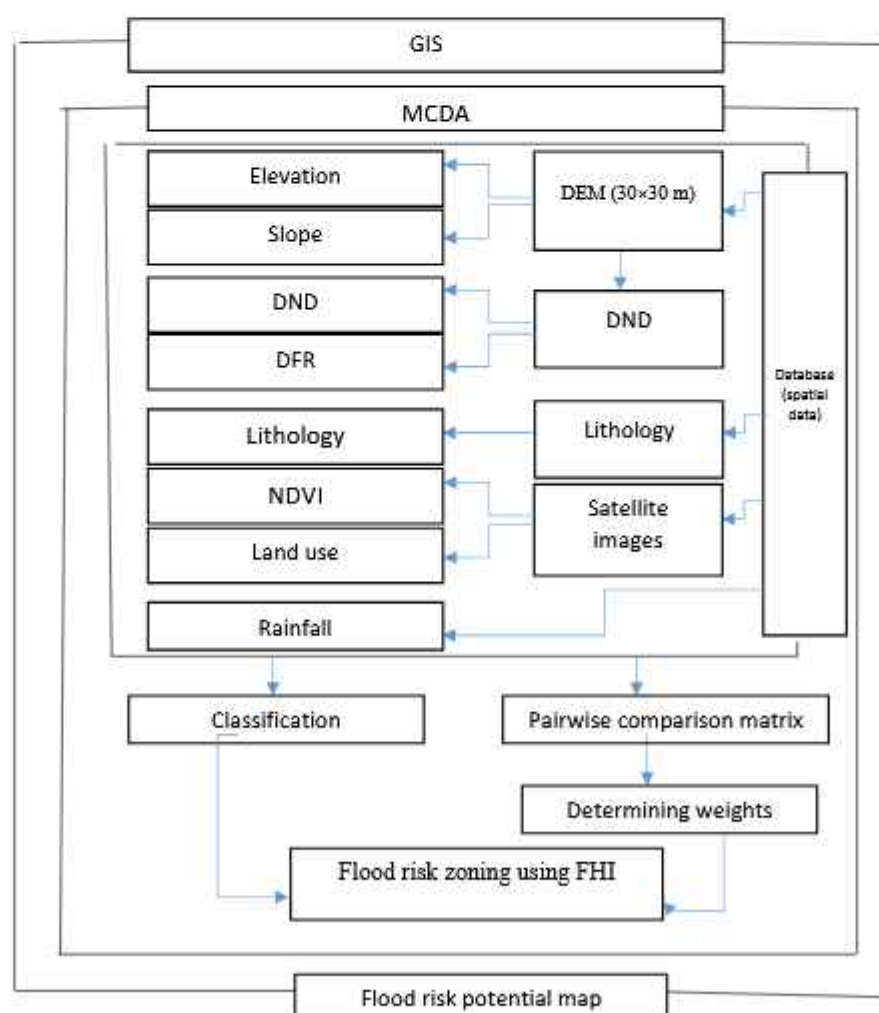


Figure 2. Schematic diagram of the steps involved in flood risk zoning

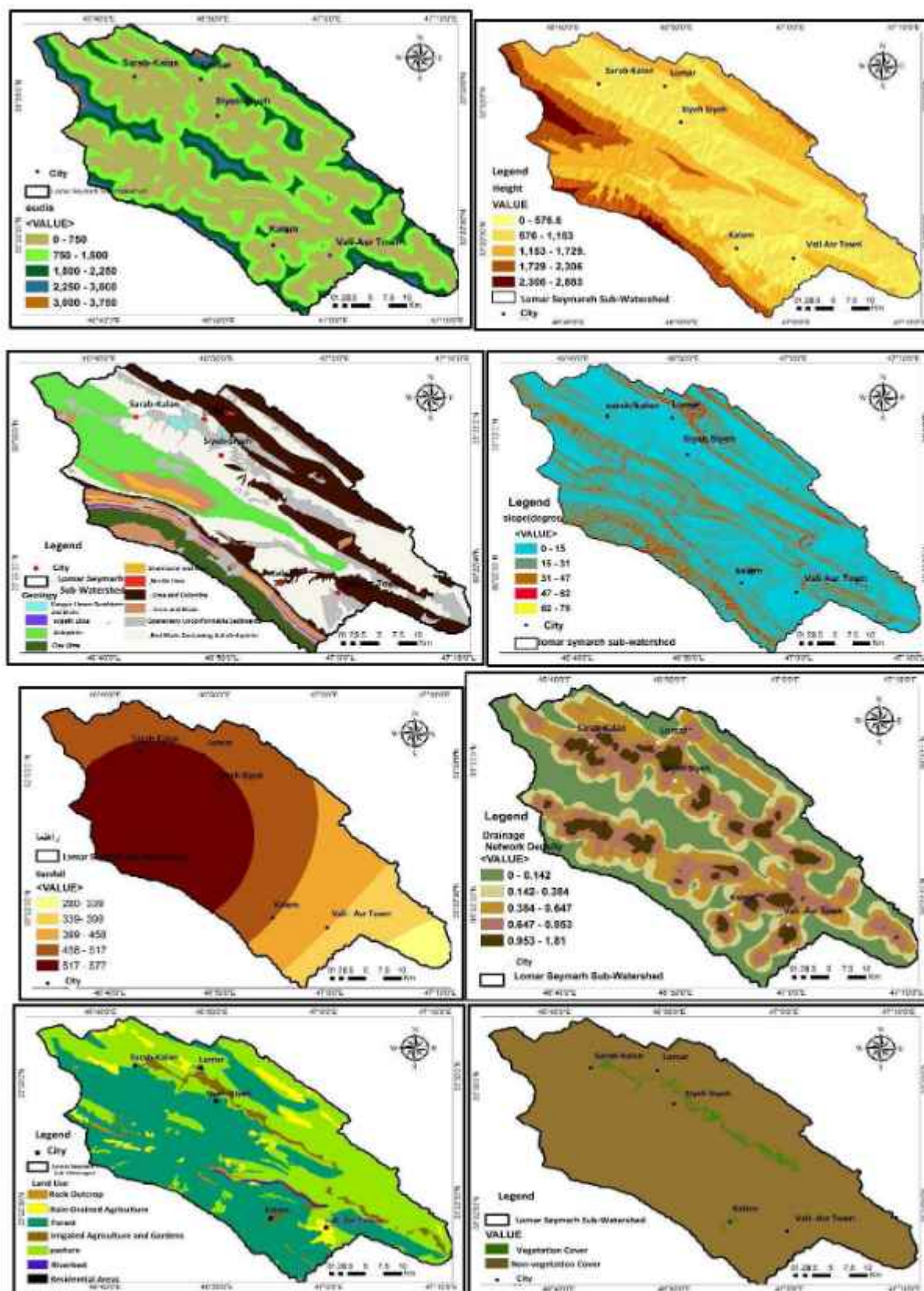


Figure 3. Spatial distribution of flood risk zoning factors

Distance from the river

The areas that are close to rivers are more prone to flooding in both normal and flash floods in the river basin, because water flows from higher elevations and accumulates at lower elevations. The areas close to other terrestrial water bodies, such as ponds, dams, and lakes, are also likely to be flooded in the event of heavy rains (Reager, 2014). The classification of DFR was estimated and performed using the Euclidean distance tool in the ArcGIS 10.3 environment and using a 1:50,000 scale topographic map (Figure 3).

Elevation

Elevation plays an important role in the spread and depth of floods in the downstream basin (Stieglitz et al., 1997). The elevation map of the study area was estimated from a digital elevation model (DEM) with a resolution of 30×30 m in the ArcGIS environment. The map is plotted in Figure 3, which shows that the highest elevation was in the northwest of the region.

Slope

Slope is an important indicator of a surface area that is highly susceptible to flooding (Regmi et al., 2010). A steeper slope indicates the influence of topography on flooding (Cai et al., 2021). Water flows from higher elevations to lower areas, so slope affects the amount of

surface runoff and infiltration (Rezaei Termehe et al., 2018). In this study, the slope map was prepared from the DEM. The map is shown in Figure 3, indicating that the highest slope was in the west of the area.

Land use

Land use directly or indirectly affects some hydrological factors such as runoff production, infiltration, and evapotranspiration (Rahmati et al., 2016). In other words, it can cause flooding in the basin by increasing the levels of barren land and similar uses, resulting in more water consumption and infiltration by increasing the levels of garden and similar uses, and plays an effective role in reducing discharge (Esfandiari Darabad et al., 2021; quoted by Rezaei Moghadam et al., 2014). In this study, land use maps were obtained from Landsat 8 satellite images (for 2021) using ArcGIS software (Figure 3) and supervised classification. For this study, land use types were divided into five different categories depending on the type of use.

Vegetation

Using Landsat 8 satellite images, a vegetation map was prepared in the ArcGIS environment (Figure 3), which was classified into areas with vegetation and without vegetation.

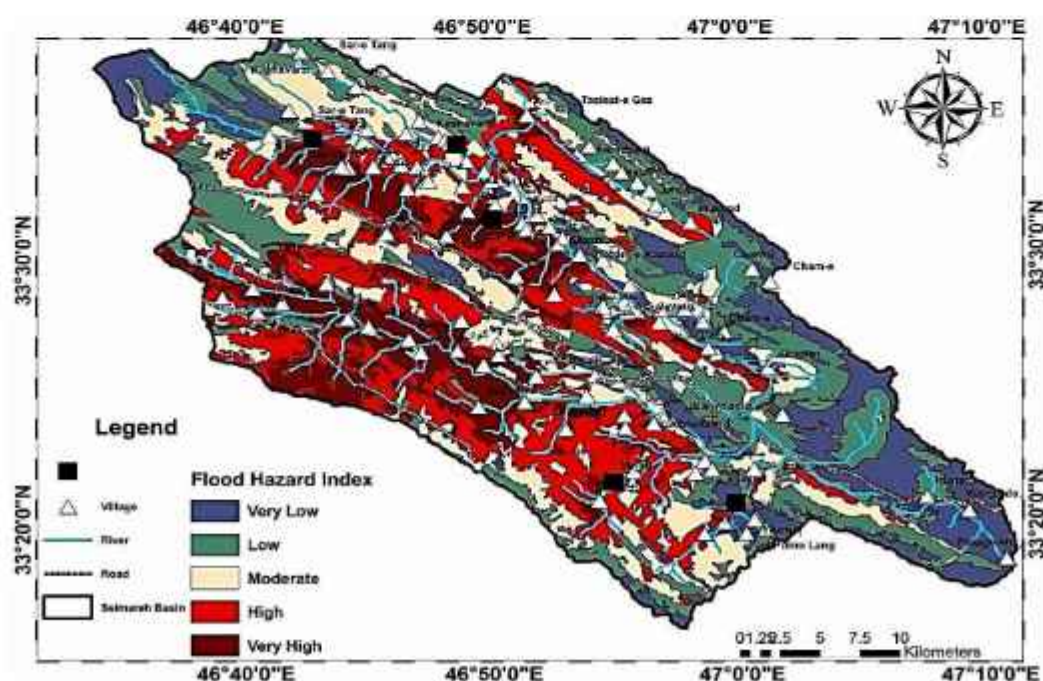


Figure 4. Flood risk map of the Lowmar sub-watershed

Table 1. Pairwise comparison matrix of flood risk zoning factors for AHP

Factors	Rainfall	Slope	Land Use	Lithology	DND	DFR	NDVI	Elevation
Rainfall	1	1.14	1.21	2.28	1.86	1.70	1	8.21
Slope	8.77	1	1.06	2	1.64	1.50	0.88	7.21
Land use	0.826	0.94	1	1.89	1.55	1.41	0.83	6.80
Lithology	0.439	0.50	0.53	1	0.82	0.75	0.44	3.60
DND	0.538	0.61	0.65	1.22	1	0.91	0.54	4.4
DFR	0.588	0.67	0.71	1.33	1.10	1	0.59	4.82
NDVI	1	14/1	1.21	2.27	1.85	1.70	1	8.21
Elevation	0.122	0.139	0.147	0.278	0.227	0.207	0.122	1

Table 2. Normalized pairwise comparison matrix of flood risk zoning factors

Factors	Rainfall	Slope	Land use	Lithology	DND	DFR	NDVI	Elevation
Rainfall	0.075	0.186	0.186	0.186	0.185	0.185	0.185	0.186
Slope	0.660	0.163	0.163	0.163	0.163	0.163	0.1630	0.163
Land use	0.062	0.153	0.154	0.154	0.154	0.154	0.154	0.154
Lithology	0.033	0.081	0.081	0.082	0.082	0.082	0.081	0.081
DND	0.041	0.099	0.099	0.099	0.100	0.099	0.100	0.099
DFR	0.044	0.109	0.109	0.108	0.109	0.109	0.109	0.109
NDVI	0.075	0.186	0.185	0.185	0.184	0.185	0.185	0.186
Elevation	0.009	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023

Rainfall

Rainfall is one of the most important factors affecting flood intensity (Adiat et al., 2012). Rainfall is the main source of surface runoff. The intensity and volume of channel discharge are largely controlled by rainfall (Hadian et al., 2022). In this study, the rainfall map was prepared by using the meteorological data for a period of 20 years (2002-2022) obtained from the Sarabeleh and Lowmar synoptic stations. The map is shown in Figure 3, indicating that the highest rainfall occurred in the western part of the region.

DND

Flood runoff varies directly with the square of the DND. In other words, the higher the DND, the greater the flood runoff (Carlston, 1963). DND is defined as the ratio of the length of the drainage network (in kilometers) to the

catchment area (in square kilometers). In this study, the DND map was obtained from a 1:50,000 scale topographic map of the National Mapping Organization (Azadtab et al., 2019). For this study, DND types were divided into five different classes that correspond to drainage networks and their adjacent areas.

Lithology

In this study, the lithology map was prepared from the 1:50,000 scale lithology map of the Geological Survey of Iran data. The geology of the region was classified into 10 classes according to the characteristics of the region. The score of each class was evaluated based on expert opinion.

Relative weight assessment

The weight of the factors applied for flood risk zoning in the Lowmar sub-watershed was determined using the

Table 3. The RI and n values for calculating the CR

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Table 4. Percentage and area of flood risk zones in the Lowmar sub-watershed

Flood Risk	Area (km ²)	%
Very high	180.62	15.53
High	244.12	21.15
Moderate	268.62	25.48
Low	257.10	22.30
Very low	180.61	15.15
Total	1131.07	100

determine the weights of the main criteria and sub-criteria. This method helps all decision makers to weigh their opinions and rank complex criteria (Ikram et al., 2020).

The eight factors were hierarchically constructed in Table 1. The applied matrix was 8x8 and the diagonal elements were equal to 1. The normalized weights for flood risk factors are presented in Table 2. Rainfall, vegetation, slope, and land use were identified as the most relevant factors in the FHI.

There are two main AHP consistency tests: Consistency index (CI) and consistency ratio (CR). The CI is obtained as: $(\lambda_{max}-n)/(n-1)$; the closer the λ_{max} (maximum value of the comparison matrix) is to n, the better the consis-

AHP model. The AHP is one of the most comprehensive systems designed for decision-making with multiple criteria, because this technique allows the problem to be formulated hierarchically and considers various quantitative and qualitative criteria in the problem (Ghorbanzadeh et al., 2017). This technique analyzes and weights parameters and helps researchers make better decisions about flood management. This method is based on pairwise comparisons and allows for relative evaluation and prioritization of options (Kamaruzzaman et al., 2018; Chen, 2016). The steps of AHP include: problem and goal definition, hierarchy construction, pairwise comparisons, weight calculation, consistency analysis, and best decision selection (decisions with the highest weight). The AHP pairwise comparison method is often used to

Table 5. Areas prone to flooding and the recommended strategies

Areas with Flood Risk	Name of Areas	Strategies
Areas with very low flood risk	Villages : Cham Jangal, Ghazi Khan-e Olya, Kolm-e Payin, Cheshme Mahi Bala, Cheshme Mahi Payin, Darbid, Shahrake Valiasr, Shileh, Imamzadeh Jaber, Pir Michael, Meleh Che Shureh, Hasan Gavdari, Ramavand Bord Ghabale, Ramavand, Cham Cheragh; Kolm town	Strengthening infrastructure (such as hydrological stations and communication routes), restrictions on building in flood-prone areas, education and increasing awareness, research and development
Areas with high flood risk	Villages: Sarab-Kalan, Lorini Olya, Lorini Sefli, Chegeni, Lala, Heyvand, Panzdah-e Khordad, Abbas Abad, Fatemiyeh, Kureh Vand, Darvishan, Vargach, Sarkan, Shourab Khanali, Buzhan, Kakavand, Abzar, Torshak, Mian Rah-e Jaber, Pelk-e Shabab, Ganjeh, Meyl Ali, Mazraei Bord Sorkh, Sarab-Kolm, Chaman Gol, Zifal, Chalsar; Sarab-Kalan town, Lowmar town	Preventing the construction of communication roads in high-risk areas, restrictions on building in flood-prone areas, increasing vegetation cover, and strengthening land use planning
Areas with very high flood risk	Villages: Gurab-e Sefli, Negel, Gurab-e Olya, Baghleh, Sarab-e Gur Tuti, Dogar, Gavan, Talkhab, Khosh Ghadam, Kroza, Anar Har, Barik Ab, Cham Kabud, Pacol Gorab, Reza Abad, Chanar Bashi, Gahvareh, Darheleh; Sazbon dam facilities, and Siah-Siah town	Flood risk zoning, equipping hydrological and hydraulic infrastructure; regular monitoring of water flow, and estimating economic losses

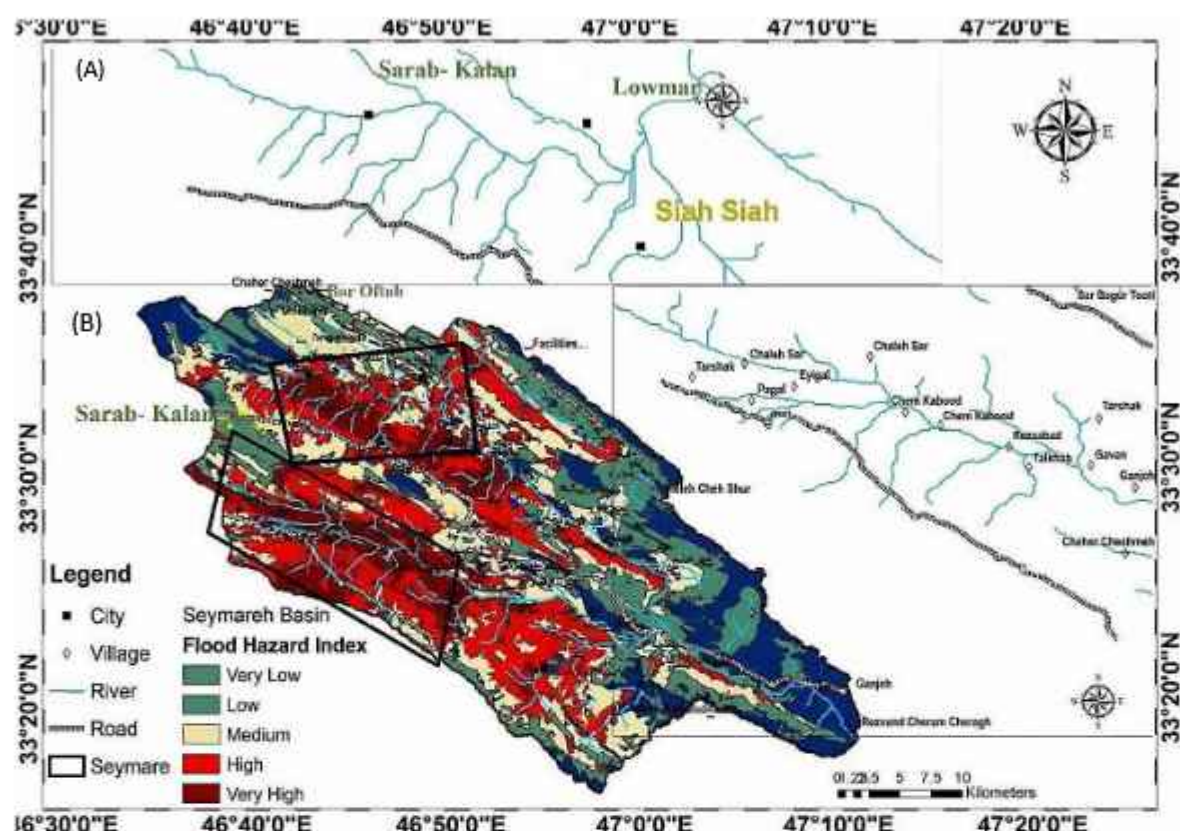


Figure 5. A) Map of Sarab-Kalan, Lowmar, and Siah-Siah towns that are at high and very high food risk, B) Roads in the western part of the Seymareh watershed, located in a high-flood risk area

15.53% at very low risk. The names of the different areas within each flood risk zone, along with the proposed measures, are listed in Table 5. Most of the flood-prone areas were located in the western part of the sub-watershed. in the Seymareh watershed, 45 of 111 villages (40.5%) and 3 towns were located in areas at high and very high flood risk, and roads in the western part of the watershed were located in areas with high flood risk (Figure 5). The results of this study are consistent with the findings of Eguaroje et al. (2018), given that important factors (average slope, annual rainfall, vegetation, and land use) had the greatest impact on flood risk severity.

Discussion

This study examined flood risk zoning in the Lowmar sub-watershed of Seymareh river by a combination of FHI and AHP methods in the GIS environment. More than 60% of the sub-watershed area had moderate to very high susceptibility to flooding, which is consistent with the results of other studies. Hatami Nejad et al. (2017) also reported that about 60% of the study area in Izeh County was at very high and high flood risk. This consistency indicates a common pattern of vulner-

tency and the smaller the CI value. The CR is obtained as CI/RI , where RI is the consistency index of a random matrix that randomly generates a cross-correlation matrix and is dependent on the order. When the order of n is larger, the value increases. When the CR value is ≤ 0.1 , the consistency of the matrix is acceptable (Chen, 2020). Table 3 provides the RI and n values used to calculate the CR. For eight factors, the λ_{max} was 8.897 and RI was 1.41. The CR was obtained as 0.09, which is less than 0.1; therefore, the consistency of the matrix was acceptable. The FHI was then calculated as Equation 1 :

$$1. \text{ FHI} = [0.172 \times (\text{rainfall})] + [0.224 \times (\text{slope})] + [0.142 \times (\text{land use})] + [0.075 \times (\text{Lithology})] + [0.092 \times (\text{DND})] + [0.101 \times (\text{DFR})] + [0.171 \times (\text{NDVI})] + [0.021 \times (\text{elevation})]$$

Results

Figure 4 shows the flood risk map of the Lowmar sub-watershed. The map illustrates five distinct classes of FHI, ranging from very low to very high, based on the AHP model. Based on the results presented in Table 4, 15.53% of the study area was at very high risk, 21.15% at high risk, 25.48% at moderate risk, 22.30% at low risk, and

ability in the Zagros mountainous regions, which are due to similar topographic, climatic, and hydrological characteristics. Rainfall, slope, lack of vegetation, and land use were the most important factors affecting flood risk in the region. These results are consistent with the findings of [Eguaroje et al. \(2015\)](#) who confirmed the key role of slope, rainfall, and vegetation in increasing flood risk. [Hosseini \(2021\)](#) also reached similar results in the Amughin watershed. The high weight of the slope parameter in our study is considerable because steep slopes in the western and central regions of the sub-watershed increase runoff velocity and reduce concentration time. [Cai et al. \(2021\)](#) also emphasized that elevation and steep slope indicate a strong influence of topography on flood occurrence. The concentration of high-risk areas in the western and central parts of the sub-watershed is consistent with the rainfall pattern, topography, and DND. Consistent with our results, the study by [Karymbalis et al. \(2021\)](#) and [Hosseini et al. \(2023\)](#)'s study in the Hamoon-Jazmurian watershed, showed that high-risk areas are located near the main waterways. The location of 40.5% of villages and three towns (Lowmar, Sarab-Kalan, and Siah-Siah) in high and very high risk areas indicates serious vulnerability of human settlements. This result is consistent with the findings of [Swain et al. \(2020\)](#) in Bihar, India, who reported 40.36% of the area was at high to very high flood risk.

The high weight of vegetation and land use in our study demonstrates the importance of land management in reducing flood risk. [Rezaei-Moghaddam et al. \(2015\)](#) also showed that changes in land use and land cover have a direct impact on the hydrological regime of the basin. Reduction in vegetation cover and increase in barren areas cause increased surface runoff and flooding. [Rahmati et al. \(2016\)](#) emphasized that land use directly or indirectly affects hydrological factors such as runoff production, infiltration, and evapotranspiration. Therefore, proper land use planning and increasing vegetation cover can play an important role in reducing flood risk. The increase in the frequency and severity of floods in recent years (2015, 2016, 2017, and 2018) in the Lowmar region is consistent with the global trend of climate change. [Pinos and Quesada-Román \(2022\)](#) reported that climate change has increased the occurrence of extreme rainfall events worldwide. The average annual rainfall of 412.8 mm at Lowmar station, along with the steep topography, provides favorable conditions for flash floods.

[Ikirri et al. \(2022\)](#) also used the FHI method for flood risk zoning in the Taguenit Wadi watershed, southern

Morocco, and suggested that this method is an efficient tool for flood risk zoning in case of lack of hydrometric data. However, it requires datasets with high resolution and accuracy, which may not be readily available. Additionally, this model does not consider social, economic, and cultural factors. However, information obtained from this model can help increase public awareness of flood risks and how to manage them. Therefore, it is advisable to utilize alternative models for flood risk zoning in watersheds. [Najafi and Karimi Kordabadi \(2020\)](#) used a hybrid AHP-FUZZY model that allows for consideration of uncertainty. [Habibnejad Roshan et al. \(2023\)](#) also used the AHP model, which better models the interrelationships between criteria. However, the simplicity and applicability of the FHI method in data-poor conditions make it a suitable tool for initial evaluation. Combining the FHI method with AHP in a GIS environment, as used in our study, is also an efficient method for flood risk zoning in data-poor conditions. However, to improve the accuracy and comprehensiveness of the assessment, future studies are recommended to use combined methods, hydraulic models, and hydrometric data, and that consider socio-economic factors.

Conclusion

In this study, flood risk zoning in the Lowmar sub-watershed within the Seymareh watershed in Ilam Province, Iran, was performed using the FHI-MCDA method to determine the extent of flood-prone areas that should be considered in future land use plans. More than 60% of the sub-watershed area had moderate to very high susceptibility to flooding, especially in the central and western parts. Additionally, 45(40.5%) villages and three towns in the Seymareh watershed were found to be located in areas with high or very high flood risk. The roads in the western part of the Seymareh watershed were located in an area with high flood risk. Approximately 37% of the watershed area was classified as having a very low to low flood risk, primarily located in the southeast and north. The factors that most significantly affected flood risk severity were rainfall, slope, lack of vegetation, and land use. Topography could also be effective, considering the condition of the valleys and their effect on the spread of floods in the watershed.

The following recommendations are provided for reducing potential flood risks in the study area:

- Hydrometric data collection: Establishing hydrometric stations to collect accurate and up-to-date data that helps improve the accuracy of the FHI model



- Strengthening land use planning: Using the results of this study in land use design and planning, especially in areas at risk, to reduce damage

- Increasing vegetation cover: Implementing programs to increase vegetation cover can help reduce the negative effects of rainfall and floods

- Education: Conducting educational courses for local communities about flood risks and preventive measures to increase their awareness

- Research and development: Invest in further research to improve flood prediction models and better understand the factors affecting their occurrence

Economic loss estimation: Accurate assessment of economic losses caused by floods for better planning and damage reduction.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles were considered 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

All authors contributed equally to the conception and design of the study, data collection and analysis, interpretation of the results, and drafting of the manuscript. Each author approved the final version of the manuscript for submission.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.



مقاله پژوهشی

پهنه‌بندی خطر سیل در زیر حوزه آبریز لومار سیمره با استفاده از روش شاخص خطر سیل (FHI)

اسماعیل نجفی^۱، فرزانه غلامی^۲، اعظم غلامی^۳

۱. گروه ژئومورفولوژی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه دلمغان، دلمغان، ایران.
۲. گروه ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.
۳. گروه جامعه‌شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.



Citation Najafi, E., Gholami, F., & Gholami, A. (2025). Flood Risk Zoning Using the Flood Hazard Index: Case Study of Lowmar Sub-watershed of Seymareh, Ilam Province, Iran. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 15(3):266-291. <https://doi.org/10.32598/DMKP.15.3.292.2>

doi <https://doi.org/10.32598/DMKP.15.3.292.2>

چکیده

پهنه‌بندی خطر سیل در دهه اخیر، تغییرات اقلیمی باعث افزایش وقوع رویدادهای شدید بارندگی در سراسر جهان شده است که به سیلاب‌های ناگهانی و مخرب منجر شده‌اند. سی، به‌عنوان یکی از مخرب‌ترین بلایای طبیعی، تأثیرات گسترده‌ای بر زندگی انسان‌ها، زیرساخت‌ها، محیط زیست و اقتصاد جوامع دارد. زیرحوزه آبریز لومار سیمره، واقع در جنوب غربی ایران و در مرز استان‌های لرستان و ایلام، به‌دلیل موقعیت جغرافیایی و شرایط اقلیمی خاص، به‌عنوان یکی از مناطق آسیب‌پذیر در برابر سیلاب‌ها شناخته می‌شود. این پژوهش با هدف شناسایی پهنه‌ها و مناطق سیل‌خیز در این زیرحوزه و ارائه راهکارهایی برای کاهش خطرات ناشی از سیلاب انجام شده است.

این پژوهش از نوع کاربردی و با رویکرد توصیفی-تحلیلی انجام شده است. پهنه‌های سیلابی زیرحوزه لومار سیمره با استفاده از روش شاخص خطر سیل (FHI) و با در نظر گرفتن هشت پارامتر هیدروژئومورفو-اقلیمی مؤثر شامل ارتفاع، شیب، تراکم شبکه زهکشی، فاصله از رودخانه، کاربری زمین، زمین‌شناسی، بارش و پوشش گیاهی، مورد بررسی قرار گرفته است. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و تعیین وزن هر یک از پارامترها، از مدل فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شده است. داده‌های موردنیاز از طریق تصاویر ماهواره‌ای، مدل رقومی ارتفاع (DEM) و داده‌های هواشناسی جمع‌آوری و در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) پردازش شده‌اند.

مهم‌ترین عوامل مؤثر بر خطر سیلاب در این حوزه شامل شیب، بارش، پوشش گیاهی و نوع کاربری اراضی هستند. پس از ترکیب نقشه پارامترهای مختلف، نقشه نهایی پهنه‌بندی سیلاب تهیه و در پنج دسته ریسک بسیار زیاد، زیاد، متوسط، پایین و بسیار پایین طبقه‌بندی شد. نتایج نشان می‌دهد بیش از ۶۰ درصد از سطح حوزه در محدوده حساسیت متوسط تا بسیار بالا نسبت به سیلاب قرار دارد که با بخش‌های مرکزی و غربی حوزه مطابقت دارد. همچنین، ۴۰/۵ درصد از روستاهای این ناحیه و شهرهای لومار، سراب کلان و سیمره در مناطق با ریسک سیل‌خیزی بالا و بسیار بالا واقع شده‌اند. جاده‌های بخش غربی حوزه نیز در معرض خطر سیلاب قرار دارند و نیازمند اقدامات پیشگیرانه و مدیریتی هستند.

نتایج این پژوهش بر لزوم برنامه‌ریزی شهری و مدیریت ریسک سیلاب در زیرحوزه لومار سیمره تأکید می‌کند. با توجه به اینکه بیش از ۶۰ درصد از سطح حوزه در معرض خطر سیلاب متوسط تا بسیار بالا قرار دارد، ضروری است که اقدامات پیشگیرانه و مدیریتی در این مناطق به‌طور جدی پیگیری شود. این اقدامات شامل تقویت زیرساخت‌ها، بهبود برنامه‌ریزی کاربری اراضی، افزایش پوشش گیاهی و آموزش جوامع محلی برای مقابله با سیلاب است. همچنین نتایج این مطالعه می‌تواند به‌عنوان پایه‌ای علمی برای تصمیم‌گیری‌های آینده در راستای کاهش خطرات و خسارات ناشی از سیلاب‌ها مورد استفاده قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها: پهنه‌بندی سیلاب، پارامترهای هیدروژئومورفو-اقلیمی، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، زیرحوزه لومار سیمره

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۹ آذر ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش: ۲۷ دیمن ۱۴۰۳

تاریخ انتشار: ۰۹ بهار ۱۴۰۴

* نویسنده مسئول:

فرزانه غلامی

نشانی: اصفهان، دانشگاه اصفهان، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی، گروه ژئومورفولوژی.

تلفن: ۰۶۰۲۰۵۲ (۹۹۳) +۹۸

پست الکترونیکی: gholami.fff@gmail.com

Copyright © 2025 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

طی دهه‌های گذشته سیل به‌عنوان شایع‌ترین بلای طبیعی در سراسر جهان در نظر گرفته می‌شود که پیامدهای زیست محیطی و اجتماعی-اقتصادی زیادی را در دشت سیل زده به همراه داشته است (حیدری، ۱۳۹۲) که به‌طور فزاینده‌ای بر زندگی مردم و فعالیت‌های آن‌ها تأثیر می‌گذارد. در دهه‌های اخیر، جهان تحت تأثیر سیل‌های شدید قرار گرفته است (پینوس و کسادارومان، ۲۰۲۲). برخی از مرگبارترین سیل‌ها در چین (۱۸۸۷، ۱۹۳۱، ۱۹۳۵)، گواتمالا (۱۹۴۹)، بنگلادش (۱۹۷۴)، ونزوئلا (۱۹۹۹)، ایران (۱۹۵۴)، هند (۲۰۱۳)، ژاپن (۱۹۵۳)، و پرو (۱۹۴۱) رخ داده است (میلیمن و فارتزورث، ۲۰۱۱).

براساس جغرافیای طبیعی کشور ایران، عدم توجه به اثرات سوء ناشی از سیلاب، می‌تواند خسارات جانی و مالی جبران‌ناپذیری را بر جای گذارد که در این میان رخداد سیلاب ناشی از بارش، یکی از چالش‌برانگیزترین موضوعات است (اصلاتی و مهدی‌پور، ۱۳۹۴). این پلایای طبیعی را می‌توان با استفاده از فناوری‌های مدرن و سیستم‌های اطلاعاتی به‌درستی رصد کرد (جوردان و همکاران، ۲۰۱۸). سیستم اطلاعات جغرافیایی^۱ (GIS)، سنجش از دور^۲ (RS) و تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره، تکنیک‌ها و روش‌هایی را برای حل مسائل پیچیده پیشنهاد می‌کنند که معیارهای آن‌ها اغلب قابل مقایسه نیستند (پهلوانی و همکاران، ۲۰۱۷).

سیل به‌عنوان یک مخاطره ژئومورفیک، افزایش ناگهانی در میزان آب است که مقدار آن بیش از ظرفیت کانال رودخانه است. این افزایش ناگهانی در مقدار آب، طغیانی شدن رودخانه را به دنبال دارد که باعث می‌شود آب از بستر اصلی خود خارج شده و در دشت‌های سیلابی و زمین‌های اطراف رودخانه جریان پیدا کند. خروج آب از بستر اصلی و جریان یافتن آن در زمین‌های اطراف باعث وارد آمدن خسارات زیادی به مناطق مسکونی و زمین‌های کشاورزی شده و سلامت مردم را به خطر می‌اندازد (رضائی مقدم و همکاران، ۱۳۹۹). پهنه‌بندی خطر سیل یک فرآیند مهم در مدیریت منابع آب و پیشگیری از آسیب‌های ناشی از سیل است. این فرآیند شامل شناسایی مناطق مستعد سیل و ارزیابی خطرات مرتبط با آن می‌شود تا بتوان برنامه‌ریزی‌های مناسب برای کاهش آسیب‌ها و افزایش تاب‌آوری جوامع انجام داد. روش شاخص خطر سیل (FHI)^۳ یک ابزار کاربردی و سیستماتیک برای ارزیابی و مدیریت خطرات ناشی از سیل است. این روش به تصمیم‌گیران کمک می‌کند تا مناطق با ریسک بالای سیل را شناسایی کنند و اقدامات پیشگیرانه و مدیریتی مناسب را طراحی کنند.

در ارتباط با موضوع و روش پژوهش، تحقیقات مرتبط در ایران انجام شده است که می‌توان پژوهش‌های (عابدینی و فتحی، ۱۳۹۴؛ قربان‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶؛ عزیزی و همکاران، ۱۴۰۰؛ اسفندیاری درآباد و همکاران، ۱۴۰۰؛ میرزایی و همکاران، ۱۴۰۴) را نام برد.

حاتمی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۶) با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی^۴ (AHP) و ۱۱ شاخص شامل آبخوان‌ها، اقلیم، پوشش گیاهی، ارتفاع، خاکشناسی، فاصله از شبکه آبراهه‌ها، سازندهای زمین‌شناسی، کاربری اراضی، تبخیر، بارش و دما، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی به پهنه‌بندی ریسک سیل در شهرستان ایذه پرداختند. نتایج نشان داد حدود ۶۰ درصد از منطقه مورد مطالعه در خطر سیل خیلی زیاد و زیاد واقع شده است. نجفی و کریمی‌کردآبادی (۱۳۹۹)، به ارزیابی و پهنه‌بندی خطر سیلاب با استفاده از مدل ترکیبی AHP-FUZZY با تأکید بر امنیت شهری پرداختند. نتایج پژوهش نشان داد پهنه‌های خطر خیلی کم، خطر کم و متوسط در شمال و مرکز محدوده مورد مطالعه قرار دارند و پهنه‌های خطر خیلی زیاد و زیاد، منطبق بر نقاط خروجی حوزه‌ها و در محدوده شهری منطقه قرار دارند.

حسینی (۱۴۰۰) با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی و شاخص‌های مؤثر بر سیلاب شامل شیب، شماره منحنی، فاصله از رودخانه، توان فرسایش آبراه، شاخص رطوبت پستی‌بلندی، جهت شیب، بارندگی و ارتفاع به پهنه‌بندی سیلاب در آبریز عموقین، استان اردبیل پرداخته شد. نتایج آن نشان داد ۶۴ درصد از منطقه سیل‌خیزی بالایی دارد. در تحقیقی دیگر **حبیب نژاد روشن و همکاران (۱۴۰۲)** با مدل AHP و شاخص‌های مؤثر بر سیلاب به شناسایی مناطق با سیل‌خیزی بالا در حوزه آبریز کارون پرداختند. نتایج نشان داد حدود ۱۰ درصد از حوزه در منطقه با سیل‌خیزی زیاد و خیلی زیاد واقع شده است.

حسینی و همکاران (۱۴۰۲) در حوضه آبریز هامون-جازموریان با مدل فازی و AHP و ۱۳ شاخص مؤثر بر سیل شامل ارتفاع، شیب، جهت شیب، انحنای توپوگرافی، تراکم زهکشی، فاصله از آبراهه، زمین‌شناسی، پوشش گیاهی، کاربری اراضی، بارندگی، شاخص رطوبت توپوگرافی، شاخص قدرت جریان و نوع خاک به ارزیابی مخازرات سیل پرداختند. نتایج تجزیه و تحلیل‌ها نشان داد مناطق مخاطره‌آمیز در نزدیک آبره‌های اصلی واقع شده است.

دانش‌پرو و همکاران (۲۰۲۱) با استفاده فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و فرآیند شبکه تحلیلی^۵ (ANP) به پهنه‌بندی

1. Geographic Information System (GIS)

2. Remote Sensing (RS)

3. Flood Hazard Index (FHI)

4. Analytical Hierarchy Process (AHP)

5. Analytic Network Process (ANP)

بسیار زیاد بوده است.

کاریمبالیس و همکاران (۲۰۲۱) با استفاده از تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDA) و سیستم اطلاعات جغرافیایی به پهنه‌بندی خطرات سیل در حوزه آبریز مگالو رما^{۱۶} واقع در شرق آتیکا^{۱۷} پرداختند. نتایج حاکی از آن است حدود ۲۲/۷ درصد از کل مساحت حوزه آبریز متعلق به منطقه پرخطر سیل و حدود ۱۵ درصد از حوزه، در معرض خطر سیل بسیار زیاد واقع شده بود. **ایکیری و همکاران (۲۰۲۲)** به پهنه‌بندی سیلاب با استفاده از روش شاخص خطر سیل (FHI) در محیط سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی GIS براساس تحلیل چند معیاره و با در نظر گرفتن هفت پارامتر در حوزه تاگنیت^{۱۸}، واقع در جنوب مراکش پرداختند. نتایج نشان داد حدود ۲۸/۶۷ درصد در مناطق با ریسک بسیار زیاد، زیاد و حدود ۴۰ درصد در مناطق ریسک پایین‌تر و بسیار پایین‌تر واقع شده‌اند. مطالعات مذکور، مؤید استفاده و به‌کارگیری روش (AHP) و تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDA) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در شناسایی مناطق مستعد سیل را نشان می‌دهند. این مطالعات به‌طور کلی اهمیت ایجاد نقشه‌های خطر سیلاب برای مدیریت و کاهش خسارات سیلابی را تأکید می‌کنند.

حوزه آبریز سیمره در جنوب غربی کشور واقع شده است و به‌صورت متناوب درگیر بارش‌های شدید است و از لحاظ توپوگرافی هم از نواحی مستعد سیل است. این حوزه در استان ایلام در سال‌های ۱۳۹۴، ۱۳۹۵، ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ دچار سیل شد. خسارت زیادی به زیرساخت‌ها و مناطق مسکونی روستایی وارد شد. لومار به‌عنوان بخشی از حوزه آبریز سیمره، با چالش‌های اقلیمی از جمله بارش‌های شدید و افزایش دما مواجه است. این تغییرات می‌تواند تأثیرات قابل توجهی بر زندگی ساکنان محلی، کشاورزی و زیرساخت‌ها داشته باشد. بنابراین برنامه‌ریزی برای مدیریت منابع آب و کاهش خطرات ناشی از سیل‌های ناگهانی در این منطقه ضروری است. هدف اصلی این پژوهش، شناسایی مناطق آسیب‌پذیر در زیرحوزه آبریز لومار سیمره و ارائه یک نقشه خطر سیلابی جامع است که از روش شاخص خطر سیلاب (FHI) و تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره برای اولین بار در این حوزه استفاده شده است، زیرا ترکیب FHI با MCDA برای شرایط جغرافیایی و اقلیمی خاص منطقه طراحی شده است. تاریخچه سیل‌های شدید در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۸ که خسارات فراوانی را به همراه داشتند، نشان‌دهنده اهمیت این پژوهش است. این پژوهش با تأکید بر حوزه آبریز لومار، نیازهای خاص این منطقه را پوشش می‌دهد و به کاربردهای عملی و نتایج مناسبی در زمینه مدیریت خطر سیل می‌پردازد.

خطرات سیل حوزه سد سبلان^۶ در استان اردبیل^۷ پرداختند. نتایج نشان داد در هر دو روش عوامل ارتفاع و شیب بیشترین تأثیر و تعداد منحنی و فاصله تا عوامل رودخانه کمترین اثر داشت. همچنین **حسن‌لو و همکاران (۲۰۱۹)** در شهرستان مانه و سملقان^۸ در استان خراسان شمالی به پهنه‌بندی خطر سیلاب پرداختند.

نیارکو (۲۰۰۰) جهت تعیین مناطق خطر سیل در آکرا و اطراف آن (از بوتیانور تا ساکومو و جیمز تاون تا اویاریفا امتداد دارد)، یک مدل هیدرولوژیکی (مدل منطقی اصلاح‌شده) با روش عملیات همپوشانی حسابی در نرم‌افزار GIS ادغام کرد. نتایج نشان داد منطقه پرخطر سیل ۳۵/۶۶ درصد و منطقه کم‌خطر ۲۶/۸۵ درصد را دربر گرفت. **سلاماتا و همکاران (۲۰۱۶)** با استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDA) به تجزیه و تحلیل خطر سیل در بخش پایینی رودخانه مارکهام^۹ در استان موروب^{۱۰}، پاپوا گینه نو^{۱۱} پرداختند. نتایج نشان داد MCDA در تکنیک‌های GIS در تجزیه و تحلیل دقیق و قابل اعتماد خطر سیل و نقشه‌برداری بسیار مفید است. **سیجتا و همکاران (۲۰۱۷)** با استفاده از تحلیل مکانی در محیط GIS با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) به ارزیابی مناطق مخاطره‌آمیز سیل در استان سوکوتای تایلند پرداختند. نتایج آن نشان داد مناطق موانگ، کنگکریلات، خریمت و سیسامرونک^{۱۲} به‌عنوان مناطق پرخطر سیل شناخته شدند.

اکوگدالی و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از مدل WMS و FHI به نقشه‌برداری سیل حوزه الماله^{۱۳} واقع در جنوب شرقی مراکش^{۱۴} پرداختند. نتایج آن نشان داد مدل WMS به ما این امکان را می‌دهد تا مناطق خطر سیل را با ارتفاع دقیق سیل در سطوح مختلف به‌طور دقیق نقشه‌برداری کنیم، تنها برای بخش کوچکی از حوزه واقع در پایین دست ایستگاه هیدرولوژیکی قابل استفاده بود. **اسوین و همکاران (۲۰۲۰)** در تحقیقی با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش از راه دور (RS) و نرم‌افزار Google Earth En-gine به بررسی منطقه سیل خیز بیهار، هند^{۱۵} پرداختند. نتایج نشان داد بیشترین و کمترین شاخص سیل‌زایی به ترتیب عوامل هیدرولوژیکی (۰/۴۹۷) و انسانی (۰/۰۳۷) تعلق گرفت و حدود ۱۲ درصد از منطقه دارای حساسیت سیلابی بسیار پایینی و حدود ۴۰/۳۶ درصد از منطقه دارای حساسیت به سیل زیاد تا

6. Sabalan

7. Ardabil

8. Maneh and Samalghan

9. Markham

10. Morobe

11. Papua New Guinea

12. Muang, Kongkraitat, Khirimat and Sisamrong

13. El Male

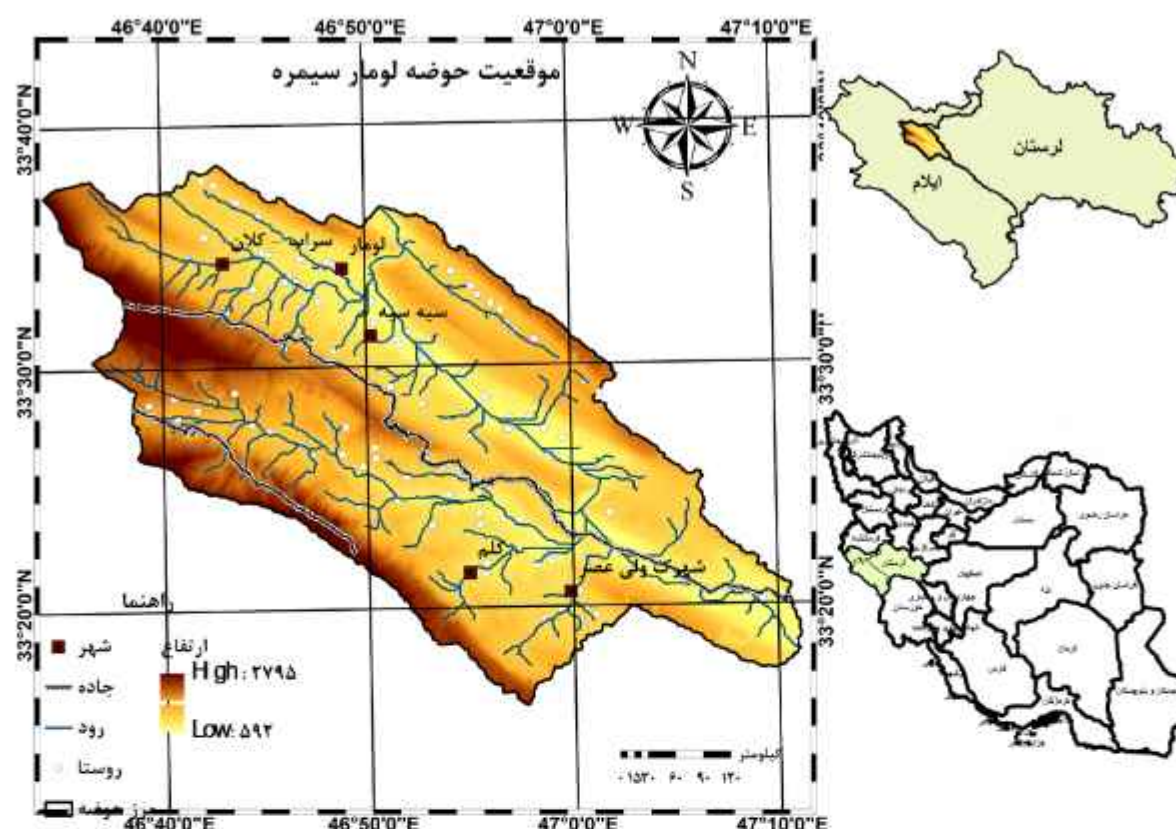
14. Morocco

15. Bihar, India.

16. Megalo Rema

17. Attica

18. Taguenit



تصویر ۱. موقعیت جغرافیایی زیر حوزه لومار سیمره

(تصویر شماره ۲). نقشه نهایی خطر سیل خیزی بر پایه ترکیبی از عوامل و عناصر اقلیمی و فیزیکی تهیه شد (اسفندیاری درآباد و همکاران، ۱۴۰۰).

روش

معرفی محدوده مورد مطالعه

فاصله از رودخانه

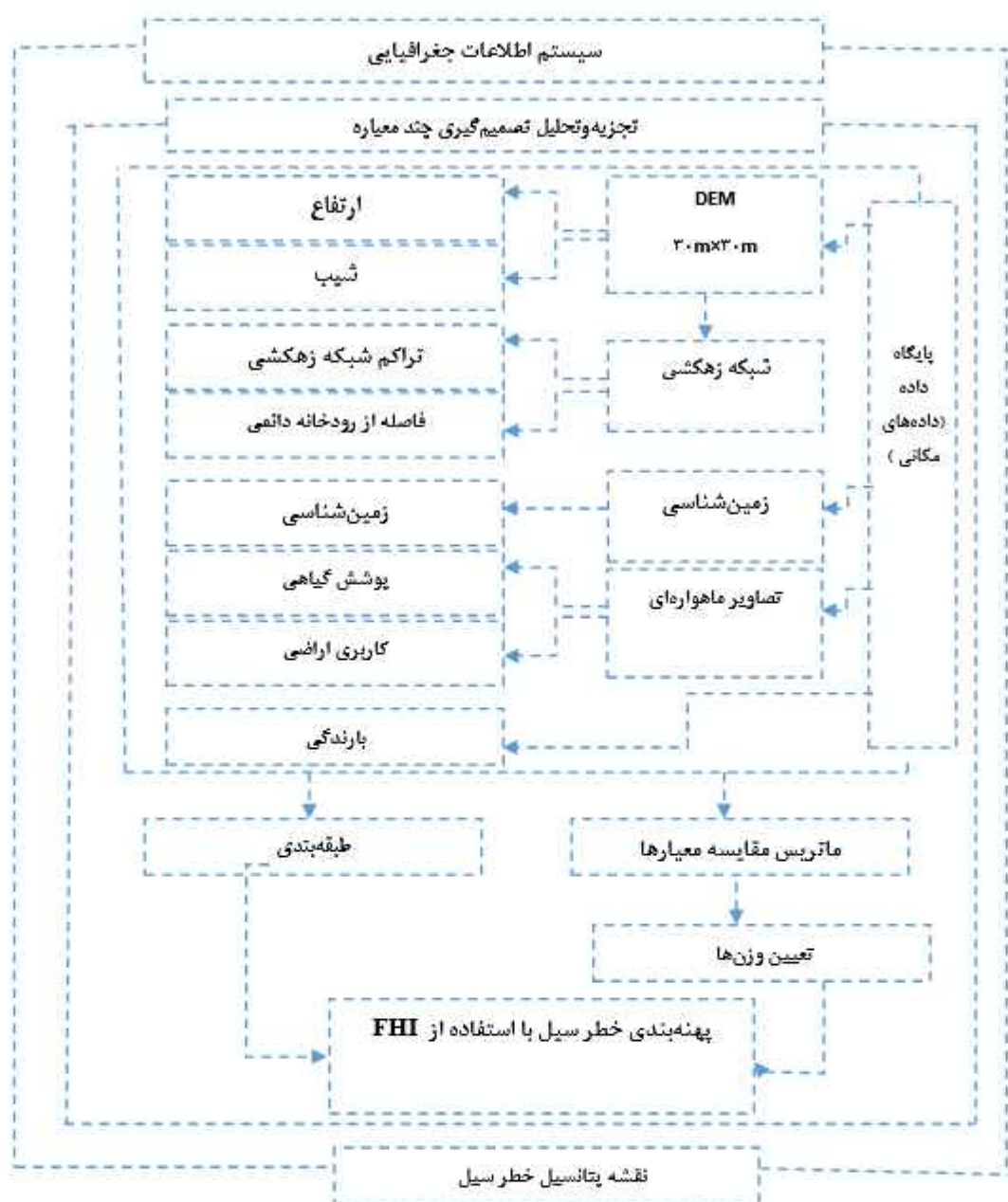
به طور کلی، منطقه‌ای که نزدیک به رودخانه‌ها است، در هر دو حالت سیل معمولی و سیلاب ناگهانی در حوزه رودخانه بیشتر مستعد سیل است، زیرا آب از ارتفاعات بالاتر جریان می‌یابد و در ارتفاعات پایین‌تر تجمع می‌یابد، نواحی نزدیک به سایر آب‌های زمینی مانند حوضچه‌ها، سدها و دریاچه‌ها نیز احتمالاً در صورت بارندگی‌های شدید دچار سیل می‌شوند (۲۰۱۴، ریجر). طبقه‌بندی «فاصله از رودخانه‌ها» با استفاده از ابزار «فاصله اقلیدسی» در محیط نرم‌افزار ArcGIS و با استفاده از نقشه توپوگرافی رقومی ۱:۵۰,۰۰۰ برآورد و انجام شد. در تصویر شماره ۳ نقشه آن نمایش داده شده است.

ارتفاع

ارتفاع نقش مؤثری در گسترش و عمق سیل در حوزه پایین دست دارد (استیگلیتز و همکاران، ۱۹۹۷). نقشه ارتفاعی منطقه مورد مطالعه با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی (DEM) با وضوح ۳۰ متر × ۳۰ متر در محیط نرم‌افزار ArcGIS برآورد شد. در تصویر

حوزه آبریز سیمره یکی از سرشاخه‌های پایاب رودخانه کرخه است که در جنوب غرب کشور و در سلسله جبال زاگرس واقع شده است. از مناطق مهم منطقه مورد مطالعه، می‌توان شهرک ولیمصر، شهرک لومار و کلم نام برد. منطقه مورد مطالعه به مساحت ۱۱۳۱ کیلومتر مربع بخشی از حوزه آبریز سیمره است که از نقطه تلاقی رودخانه سیمره و چرداول در شمال شهرک لومار آغاز شده و در جنوب به سد سیمره منتهی می‌شود (تصویر شماره ۱). میانگین بارندگی و دمای بلندمدت سالانه ایستگاه لومار به ترتیب ۴۱۲/۸ میلی‌متر و ۲۰/۹ سانتی‌گراد است.

شاخص خطر سیل (FHI) برای شناسایی مناطق آسیب‌پذیر خطر سیل در نظر گرفته شده است. (FHI) براساس تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) است که سهم وزن ۸ پارامتر هیدروژئومورفولوژی را در نظر می‌گیرد. عواملی مانند ارتفاع، بارندگی، شیب، تراکم شبکه زهکشی (DND)، فاصله از رودخانه‌ها (DFR)، پوشش گیاهی، کاربری زمین و زمین‌شناسی (عابدینی و فتحی، ۱۳۹۴). انتخاب این عوامل از لحاظ نظری براساس ارتباط آن‌ها با خطر سیل است



تصویر ۲. نمودار شماتیک مراحل انجام پهنه بندی خطر سیل در زیر حوزه آبریز لومار سیمره

شماره ۳ نقشه آن نمایش داده شده است و بیشترین ارتفاع در شمال غربی منطقه است.

شماره ۲ نقشه آن نمایش داده شده است و بیشترین میزان شیب در غرب منطقه است.

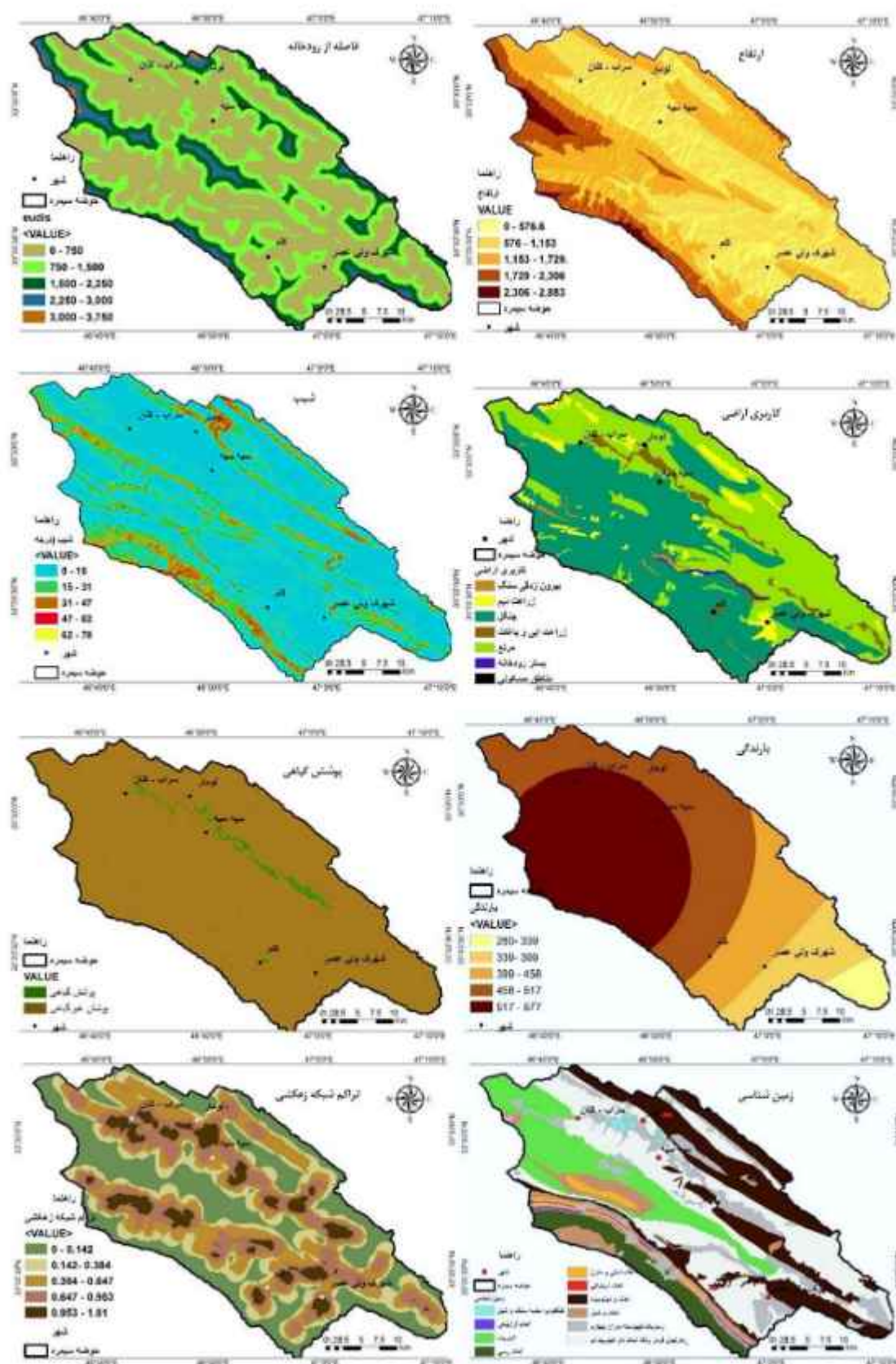
کاربری زمین

شیب یک شاخص مهم از یک ناحیه سطحی است که به شدت مستعد سیل است (رگمی و همکاران، ۲۰۱۰). ارتفاع و شیب تندتر نشان دهنده تأثیر توپوگرافی بر سیل است (کای و همکاران، ۲۰۲۱). آب از ارتفاعات به سمت مناطق پایین تر جریان می یابد، بنابراین شیب بر میزان رواناب سطحی و نفوذ تأثیر می گذارد

کاربری اراضی به طور مستقیم یا غیرمستقیم بر برخی عوامل هیدرولوژیکی مانند تولید رواناب، نفوذ و تبخیر و تعرق تأثیر می گذارند (رحمتی و همکاران، ۱۳۹۴). تغییرات کاربری

شیب

استماعیل نجفی و همکاران، پهنه بندی خطر سیل در زیر حوزه آبریز لومار سیمره با استفاده از روش شاخص خطر سیل



تصویر ۳. توزیع مکانی عوامل ارزیابی سیل در حوزه لومار: قاصه از رودخانه (شبهه زهکشی)، ارتفاع، شیب، کاربری اراضی، پوشش گیاهی، بارندگی، تراکم شبکه زهکشی، زمین شناسی

کارشناسان ارزیابی شد. هریک از هشت عامل براساس میزان تأثیر بر خطر سیل، طبقه‌بندی شدند. مقادیر هر طبقه براساس نظرات کارشناسان تعیین شد.

وزن نسبی عوامل

وزن عوامل اعمال شده در زیر حوزه لومار سیمره با استفاده از مدل AHP تعیین شد. فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است، زیرا این تکنیک امکان فرموله کردن مسئله را به صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مسئله دارد (قربانزاده و همکاران، ۱۳۹۶). این تکنیک به تجزیه و تحلیل و وزن‌دهی به پارامترها می‌پردازد و به پژوهشگران کمک می‌کند تا تصمیم‌گیری‌های بهتری در هنگام مدیریت سیل انجام دهند. این روش مبتنی بر مقایسه‌های زوجی است و امکان ارزیابی نسبی و اولویت‌بندی گزینه‌ها را فراهم می‌کند (کاماروزامان و همکاران، ۲۰۱۸؛ چن، ۲۰۱۶). مراحل AHP شامل موارد تعریف مشکل و هدف، ساخت سلسله مراتب، مقایسات زوجی، محاسبه وزن‌ها، تحلیل سازگاری و درنهایت، گزینه با بالاترین امتیاز براساس وزن‌ها (انتخاب بهترین گزینه) انتخاب می‌شود. اساساً از روش مقایسه زوجی AHP برای تعیین وزن معیارها و زیرمعیارهای اصلی استفاده می‌شود. این روش به همه تصمیم‌گیران کمک می‌کند تا نظرات خود را بررسی و معیارهای پیچیده را رتبه‌بندی کنند (اکرام و همکاران، ۲۰۲۰).

ماتریس اعمال شده به ابعاد 8×8 است و عناصر مورب برابر با ۱ هستند. فاکتورها به صورت سلسله مراتبی در جدول شماره ۱ ساختار یافته‌اند. وزن‌های نرمال شده برای عوامل سیل در جدول شماره ۲ ارائه شده است. میانگین ردیف‌های ماتریس نرمال شده نشان‌دهنده وزن مربوطه هر عامل است. بارش و پوشش گیاهی و شیب و کاربری اراضی به ترتیب به عنوان مرتبط‌ترین عامل در شاخص FHI شناخته شدند.

دو آزمون اصلی سازگاری AHP وجود دارد: یکی آزمون شاخص سازگاری (CI) و دیگری آزمون نسبت سازگاری (CR).

(۱) تست CI

CI به معنای $(\lambda_{max} - n) / (n - 1)$ است که هرچه مقدار λ_{max} به n نزدیک‌تر باشد، قوام بهتر و مقدار CI کوچک‌تر است.

(۲) تست CR

CR به معنای CI/RI است که در آن RI یک شاخص سازگاری و تصادفی است که به طور تصادفی یک ماتریس متقابل ایجاد می‌کند و تحت تأثیر ترتیب قرار می‌گیرد. وقتی مرتبه n بزرگ‌تر باشد، مقدار افزایش می‌یابد. زمانی که مقدار CR برابر یا کمتر از

و پوشش اراضی تأثیر مستقیمی بر تغییر رژیم هیدرولوژیکی حوضه دارد. به عبارتی می‌تواند با افزایش سطوح زمین‌های بایر و کاربری‌های مشابه آن باعث سیل‌خیزی حوضه شده، با افزایش سطوح کاربری باغ و کاربری‌های مشابه آن باعث مصرف و نفوذ بیشتر آب شود و بر کاهش دبی، نقش مؤثری داشته باشد (اسفندیاری درآباد و همکاران، ۱۴۰۰) به نقل از (رضایی مقدم و همکاران، ۱۳۹۳) در این پژوهش برای تهیه نقشه کاربری اراضی از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ (در سال ۲۰۲۱) با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS و طبقه‌بندی نظارت‌شده استخراج شده است. برای این مطالعه انواع کاربری زمین بسته به نوع کاربری به پنج دسته مختلف تقسیم شدند.

پوشش گیاهی

با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ نقشه پوشش گیاهی در محیط نرم‌افزار ArcGIS تهیه شد که به مناطق پوشش گیاهی و غیرپوشش گیاهی طبقه‌بندی شد.

بارندگی

بارندگی یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر شدت سیل است (آدیات و همکاران، ۲۰۱۲). بارندگی منبع اصلی رواناب سطحی است. شدت و حجم تخلیه کانال تا حد زیادی توسط بارندگی کنترل می‌شود (هادیان و همکاران، ۱۴۰۰). در این مطالعه از داده‌های هواشناسی ۲۰ ساله (۱۳۸۱-۱۴۰۱) از ایستگاه‌های سینوپتیک سربله و لومار استفاده شد. در تصویر شماره ۳ نقشه آن نمایش داده شده و بیشترین بارندگی در غرب منطقه است.

فاصله از شبکه زهکشی

رابطه بین تراکم زهکشی و رواناب سیلاب نشان می‌دهد رواناب سیلاب به طور مستقیم با مربع تراکم زهکشی تغییر می‌کند. تراکم زهکشی به عنوان نسبت طول شبکه زهکشی (برحسب کیلومتر) به مساحت حوزه (برحسب کیلومتر مربع) تعریف می‌شود. به عبارت دیگر، هرچه تراکم زهکشی بیشتر باشد، میزان رواناب سیلاب نیز به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد (کارلستون، ۱۹۶۳). نقشه تراکم شبکه زهکشی با استفاده از نقشه توپوگرافی رقومی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور تهیه گردید (آزاد طلب و همکاران، ۱۳۹۹). برای این مطالعه انواع تراکم زهکشی به پنج دسته مختلف تقسیم شد که منطبق بر شبکه‌های زهکشی و مناطق مجاور آن‌ها است.

زمین‌شناسی

از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور استفاده گردید. زمین‌شناسی منطقه با توجه به ویژگی‌های منطقه به ۱۰ کلاس طبقه‌بندی شد که امتیاز هر کلاس براساس نظر



جدول ۱. ماتریس مقایسه زوجی عوامل مؤثر بر سیل برای λ_{max} PHA حداکثر مقدار ماتریس مقایسه، IR شاخص های تصادفی، RC نسبت سازگاری (منبع: یافته‌های پژوهش)

عوامل	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
بارش	۱	۱/۱۴	۱/۲۱	۲/۲۸	۱/۸۶	۱/۷۰	۱	۸/۲۱
شیب	۸/۷۷	۱/۰۰	۱/۰۶	۲	۱/۶۴	۱/۵۰	-۱/۸۸	۷/۲۱
کاربری ارضی	-۱/۸۲۶	-۰/۹۴	۱	۱/۸۹	۱/۵۵	۱/۴۱	-۱/۸۳	۶/۸۰
زمین شناسی	-۰/۴۳۹	-۰/۵۰	-۰/۵۳	۱	-۱/۸۲	-۰/۷۵	-۰/۴۴	۳/۶۰
تراکم زهکشی	-۰/۵۳۸	-۰/۶۱	-۰/۶۵	۱/۲۲	۱	-۰/۹۱	-۰/۵۴	۴/۴
فاصله از رودخانه	-۰/۵۸۸	-۰/۶۷	-۰/۷۱	۱/۳۳	۱/۱۰	۱	-۰/۵۹	۴/۸۲
پوشش گیاهی	۱	۱/۱۴	۱/۲۱	۲/۲۷	۱/۸۵	۱/۷۰	۱	۸/۲۱
ارتفاع	-۱/۱۲۲	-۱/۱۳۹	-۱/۱۴۷	-۱/۲۷۸	-۱/۲۲۷	-۱/۲۰۷	-۱/۱۲۲	۱

۰/۱ باشد، ثبات این ماتریس قابل قبول است (جدول شماره ۳) (چن، ۲۰۲۰).

برای هشت عامل، حداکثر مقدار ماتریس مقایسه (λ_{max}) ۸/۸۹۷ و نسبت سازگاری ۰/۰۹، شاخص تصادفی ۱/۴۱ است. از آنجایی که مقدار $CR=0/09$ که کمتر از آستانه (۰/۱) است، ثبات وزن‌ها ثابت است هشت عامل انتخاب شده به صورت خطی با وزن آن‌ها روی هم قرار گرفتند قبلاً محاسبه شده است. شاخص خطر سیل با استفاده از فرمول شماره ۱ محاسبه شد.

۱.

$$FHI = (0/172 \times \text{بارش}) + (0/224 \times \text{شیب}) + (0/142 \times \text{کاربری ارضی}) + (0/075 \times \text{زمین شناسی}) + (0/092 \times \text{تراکم شبکه}$$

جدول ۲. ماتریس نرمال مقایسه زوجی (منبع: یافته‌های پژوهش)

عوامل	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
بارش	۱	۰/۷۵	۰/۱۸۶	۰/۱۸۶	۰/۱۸۶	۰/۱۸۵	۰/۱۸۵	۰/۱۸۶
شیب	۰/۶۶۰	۱	۰/۱۶۳	۰/۱۶۳	۰/۱۶۳	۰/۱۶۳	۰/۱۶۳	۰/۱۶۳
کاربری ارضی	۰/۰۶۲	۰/۱۵۳	۱	۰/۱۵۴	۰/۱۵۴	۰/۱۵۴	۰/۱۵۴	۰/۱۵۴
زمین شناسی	۰/۰۳۳	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱	۱	۰/۰۸۲	۰/۰۸۲	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱
تراکم زهکشی	۰/۰۴۱	۰/۰۹۹	۰/۰۹۹	۰/۰۹۹	۱	۰/۰۹۹	۰/۱۰۰	۰/۰۹۹
فاصله از رودخانه	۰/۰۳۴	۰/۱۰۹	۰/۱۰۹	۰/۱۰۹	۰/۱۰۸	۰/۱۰۹	۰/۱۰۹	۰/۱۰۹
پوشش گیاهی	۰/۰۷۵	۰/۱۸۶	۰/۱۸۵	۰/۱۸۵	۰/۱۸۴	۰/۱۸۵	۰/۱۸۵	۰/۱۸۶
ارتفاع	۰/۰۰۹	۰/۰۲۳	۰/۰۲۳	۰/۰۲۳	۰/۰۲۳	۰/۰۲۳	۰/۰۲۳	۱

زهکشی) + [(۰/۱۰۱) × (فاصله از رودخانه)] + [(۰/۱۷۱) × (پوشش گیاهی)] + [(۰/۰۲۱) × (ارتفاع)]

یافته‌ها

تجزیه و تحلیل شاخص خطر سیل (FHI)

در ادامه در تصویر شماره ۴ نقشه خطر سیل در زیر حوزه لومار سیمره آورده شده است. نقشه خطر سیلاب زیر حوزه لومار سیمره به پنج کلاس متفاوت از خیلی کم تا خیلی زیاد (تصویر شماره ۴) تعریف شد. زیرحوزه لومار به درجات مختلف خطر سیل از ۱۵/۵۳ درصد (خطر بسیار بالا)، ۲۱/۱۵ درصد (خطر زیاد)، ۲۵/۴۸ درصد (خطر متوسط)، ۲۲/۳۰ درصد (خطر کم) و

جدول ۳. شاخص‌های تصادفی (RI) مورد استفاده برای محاسبه نسبت سازگاری (CR) و n تعداد عوامل انتخاب شده (منبع: یافته‌های پژوهش)

n	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
RI	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۵۸	۰/۹۰	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵	۱/۴۹

جدول ۴. درصد و مساحت خطر سیل در حوزه آبریز لومار (منبع: یافته‌های پژوهش)

درصد	مساحت (km ^۲)	خطر سیل
۱۵/۵۳	۱۸۰/۶۲	بسیار بالا
۲۱/۱۵	۲۴۴/۱۲	بالا
۲۵/۴۸	۲۶۸/۶۲	متوسط
۲۲/۳۰	۲۵۷/۱۰	کم
۱۵/۵۳	۱۸۰/۶۱	خیلی کم
۱۰۰	۱۱۳۱/۰۷	جمع

این مطالعه با استفاده از تلفیق شاخص خطر سیل (FHI) و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در محیط GIS، به پهنه‌بندی خطر سیل در زیرحوزه لومار سیمره پرداخت. نتایج این پژوهش نشان داد بیش از ۶۰ درصد از سطح زیرحوزه لومار سیمره در کلاس‌های خطر متوسط تا بسیار بالا قرار دارد که این یافته با نتایج مطالعات مشابه در سایر نقاط ایران و جهان همخوانی دارد. **حاتمی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۶)** در شهرستان ایزه نیز گزارش کردند که حدود ۶۰ درصد از منطقه مورد مطالعه در خطر سیل خیلی زیاد و زیاد واقع شده است. این تشابه نشان‌دهنده الگوی مشترک آسیب‌پذیری در مناطق کوهستانی زاگرس است که ناشی از ویژگی‌های توپوگرافی، اقلیمی و هیدرولوژیکی مشابه هستند.

یافته‌های این مطالعه نشان داد بارش، شیب، پوشش گیاهی و کاربری اراضی به ترتیب مهم‌ترین عوامل مؤثر بر خطر سیلاب در منطقه هستند. این نتایج با یافته‌های **اگواروجه و همکاران**

درصد (خطر بسیار کم) براساس مدل AHP طبقه‌بندی شد (**جدول شماره ۴، ۵**). بیشتر مناطق سیل‌خیز در سمت غرب حوزه واقع شده است. از ۱۱۱ روستای موجود در حوزه سیمره ۴۵ (۴۰/۵ درصد) روستا و ۳ شهر در مناطق با ریسک سیل‌خیزی بالا و خیلی بالا واقع شده‌اند و جاده‌ها در بخش غربی حوزه در منطقه با خطر سیل‌خیزی بالا واقع شده‌اند و جاده‌ها در بخش غربی حوزه در منطقه با خطر سیل‌خیزی بالا واقع شده‌اند و اقدامات پیشنهادی برای آن‌ها ارائه گردید (**تصویر شماره ۵**). نتایج این مطالعه با توجه به اینکه، عوامل مهم (میانگین شیب، بارندگی سالانه، پوشش گیاهی و کاربری اراضی) بیشترین تأثیر را بر شدت سیل داشته باشند، با یافته‌های **اگواروجه و همکاران** هم‌راستا و تأیید می‌شود (**اگواروجه و همکاران، ۲۰۱۸**).

بحث

جدول ۵. مناطق در معرض سیل‌خیزی و اقدامات پیشنهادی برای آن‌ها (منبع: یافته‌های پژوهش)

پهنه‌های سیل	نام مناطق	اقدامات پیشنهادی
پهنه‌های با سیل‌خیزی خیلی پایین	روستاهای چم جنگل، قاضی خان علیا، کلم پایین، چشمه ماهی بالا، چشمه ماهی پایین، داربید، شهرک ولی عصر سرتنگ، بهرام خانی، شيله، امامزاده جابر، پیرمکاتیل، مله چه شور، حسن گاونداری، رماوند برد قیاله، رماوندچم چراغ و شهر کلم	تقویت زیرساخت‌ها (مانند ایستگاه‌های هیدرولوژیکی و راه‌های ارتباطی)؛ ممنوع کردن ساخت و ساز جدید در مناطق سیل‌خیز؛ آموزش و آگاهی‌بخشی، تحقیق و توسعه
پهنه‌های با سیل‌خیزی بالا	روستاهای سراب کلان، لرنی علیا، لرنی سفلی، چگنی، لالا، هیوند، پاتزده خردک، عباس آباد، فاطمیه، کوره وند، درویشان، ورگچ، سرکان‌شوراب خاتلی، پوژان، کاکاوند، ایزار، ترشکه، میان راه جابر، پلک شیب، گنجه، میل علی، مزرعه پرد سرخ، سراب کلم، چمن گل، ریفل، چال سر و شهر سراب کلان و لومار	جلوگیری از ساخت راه‌های ارتباطی در مناطق خطر زیاد؛ ممنوع کردن ساخت و سازهای جدید در مناطق سیل‌خیز؛ افزایش پوشش گیاهی، تقویت برنامه‌ریزی کاربری اراضی
پهنه‌های با سیل‌خیزی خیلی بالا	روستاهای گوراب سفلی، نگل، گوراب علیا، باغله، سراب گور طوطی، دوگر، گاون، تلخاب، خوش قدم، کروژا، انارهر، باریک آب، چم کبود، پاگل گراب، رضاآباد، چنارباشی، گهواره، دارحله، تأسیسات سد سازینو شهر سیه سیه	پهنه‌بندی خطر سیلاب، تجهیز زیرساخت‌های هیدرولوژیکی و هیدرولیکی؛ نظارت منظم بر جریان آب، برآورد خسارت‌های اقتصادی

مجموعه داده‌ها با وضوح و دقت بالا که ممکن است در دسترس نباشند. همچنین بررسی عوامل اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی در ارزیابی خطر در این مدل وجود ندارد. باوجوداین، اطلاعات به‌دست‌آمده از این مدل می‌تواند به افزایش آگاهی عمومی در مورد خطرات سیل و نحوه مقابله با آن کمک کند. بنابراین بهتر است از مدل‌های مختلف دیگر، در پهنه‌بندی خطر سیل در حوزه‌های آبریز نیز استفاده کرد.

نجفی و کریمی‌کرلادی (۱۳۹۹) از مدل ترکیبی AHP-FUZZY استفاده کردند که امکان در نظر گرفتن عدم قطعیت را فراهم می‌کند. **حبیب‌نژاد روشن و همکاران (۱۴۰۲)** نیز از مدل AHP استفاده کردند که روابط متقابل بین معیارها را بهتر مدل‌سازی می‌کند. با این حال، سادگی و قابلیت اجرای روش FHI در شرایط کمبود داده، آن را به ابزاری مناسب برای ارزیابی اولیه تبدیل می‌کند. ترکیب روش FHI با AHP در محیط GIS، ابزاری کارآمد برای پهنه‌بندی خطر سیلاب در شرایط کمبود داده است. با این حال، برای بهبود دقت و جامعیت ارزیابی، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی از روش‌های ترکیبی، مدل‌های هیدرولیکی و داده‌های هیدرومتری استفاده شود و عوامل اجتماعی-اقتصادی نیز در نظر گرفته شود.

نتیجه‌گیری

پهنه‌بندی خطرات سیل در زیر حوزه لومار سیمره با استفاده از روش تحلیل چند معیاره شاخص خطر سیل (FHI)، تعیین محدوده مناطق در معرض خطر سیل را امکان‌پذیر کرده است که باید در برنامه‌های کاربری اراضی آینده مورد توجه قرار گیرد. بیش از ۶۰ درصد از سطح زیر حوزه به‌عنوان منطقه‌ای با حساسیت متوسط تا بسیار بالا به سیل در نظر گرفته می‌شود، به‌ویژه در قسمت‌های مرکزی و غرب حوزه که در معرض تهدید سیل واقع شده است و ۴۵ و ۴۰/۵ درصد) روستا و ۳ شهر در مناطق با ریسک سیل خیزی بالا و خیلی بالا واقع شده‌اند و جاده‌های بخش غربی حوزه در منطقه با خطر سیل خیزی بالا واقع شده است. حدود ۳۷ درصد از سطح حوزه با سیل خیزی خیلی پایین و پایین که بیشتر جنوب شرقی و شمال حوزه را دربر می‌گیرد. عواملی که بیشتر بر این سیلاب‌ها تأثیر می‌گذارد، بارندگی و شیب زیاد و همچنین نبود پوشش گیاهی و کاربری اراضی است. همچنین می‌توان به عامل توپوگرافی باتوجه به وضعیت دره‌ها و تأثیر آن‌ها در گسترش سیلاب‌های حوزه اشاره کرد.

راهکارهای پیشنهادی

اجرای این راهکارها می‌تواند با کاهش خطرات احتمالی ناشی از سیلاب، به حفاظت از جوامع محلی و زیرساخت‌ها کمک کند.

(۲۰۱۸) که نقش کلیدی شیب، بارندگی و پوشش گیاهی را در افزایش پتانسیل سیل‌خیزی تأیید کردند، همسو است. همچنین **حسینی (۱۴۰۰)** نیز در حوزه آبریز عموقین به نتایج مشابهی دست یافته است. وزن بالای پارامتر شیب در این مطالعه قابل توجه است، زیرا شیب‌های تند در مناطق غربی و مرکزی حوزه باعث افزایش سرعت رواناب و کاهش زمان تمرکز می‌شود. **کای و همکاران (۲۰۲۱)** نیز تأکید کردند که ارتفاع و شیب تندتر نشان‌دهنده تأثیر قوی توپوگرافی بر وقوع سیل است.

تمرکز مناطق پرخطر در بخش‌های غربی و مرکزی حوزه با الگوی بارش، توپوگرافی و تراکم شبکه زهکشی مطابقت دارد. این یافته با نتایج **کاریم‌بالیس و همکاران (۲۰۲۱)** و همچنین پژوهش **حسینی و همکاران (۱۴۰۲)** در حوزه آبریز هامون جازموریان که نشان دادند مناطق مخاطره‌آمیز در نزدیکی آبراهه‌های اصلی واقع شده‌اند، همخوانی دارد. واقع شدن ۴۰/۵ درصد از روستاها و سه شهر (لومار، سراب کلان و سیه‌سیه) در مناطق با ریسک بالا و بسیار بالا، نشان‌دهنده آسیب‌پذیری جدی سکونتگاه‌های انسانی است. این وضعیت با یافته‌های **اسوین و همکاران (۲۰۲۰)** در بیهار هند که ۴۰/۳۶ درصد از منطقه را دارای حساسیت سیلابی زیاد تا بسیار زیاد گزارش کردند، قابل مقایسه است. وزن قابل توجه پوشش گیاهی و کاربری اراضی در این مطالعه، اهمیت مدیریت اراضی را در کاهش خطر سیلاب نشان می‌دهد.

رضایی‌مقدم و همکاران (۱۳۹۳) نیز نشان دادند تغییرات کاربری و پوشش اراضی تأثیر مستقیمی بر تغییر رژیم هیدرولوژیکی حوزه دارد. کاهش پوشش گیاهی و افزایش سطوح بایر باعث افزایش رواناب و سیل‌خیزی می‌شود. **رحمتی و همکاران (۲۰۱۶)** تأکید کردند که کاربری اراضی به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر عوامل هیدرولوژیکی مانند تولید رواناب، نفوذ و تبخیر و تعرق تأثیر می‌گذارد. بنابراین، برنامه‌ریزی صحیح کاربری اراضی و افزایش پوشش گیاهی می‌تواند نقش مهمی در کاهش خطر سیلاب ایفا کند. افزایش فراوانی و شدت سیلاب‌ها در سال‌های اخیر (۱۳۹۴، ۱۳۹۵، ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸) در منطقه لومار، با روند جهاتی تغییرات اقلیمی همخوانی دارد.

پینوس و کسادا-رومان (۲۰۲۲) گزارش کردند تغییرات اقلیمی باعث افزایش وقوع رویدادهای شدید بارندگی در سراسر جهان شده است. میانگین بارندگی سالانه ۸/۴۱۲ میلی‌متر در ایستگاه لومار، همراه با توپوگرافی پرشیب، شرایط مساعدی برای وقوع سیلاب‌های ناگهانی فراهم می‌کند.

ایکیری و همکاران (۲۰۲۲) در حوزه تاگنیت مراکش نیز از روش FHI استفاده کردند و نشان دادند این روش در شرایط کمبود داده‌های هیدرومتری، ابزاری کارآمد برای پهنه‌بندی خطر سیلاب است. اگرچه این مدل دارای محدودیت‌هایی است از جمله، نیاز به



جمع‌آوری داده‌های هیدرومتری

ایجاد ایستگاه‌های هیدرومتری برای جمع‌آوری داده‌های دقیق و به‌روز که به بهبود دقت مدل FHI کمک می‌کند.

تقویت برنامه‌ریزی کاربری اراضی

استفاده از نتایج این مطالعه در طراحی و برنامه‌ریزی کاربری اراضی به‌ویژه در نواحی در معرض خطر به‌منظور کاهش آسیب‌ها.

افزایش پوشش گیاهی

اجرای برنامه‌هایی برای افزایش پوشش گیاهی که می‌تواند به کاهش اثرات منفی بارش‌ها و سیلاب‌ها کمک کند.

آموزش و آگاهی‌بخشی

برگزاری دوره‌های آموزشی برای جوامع محلی درباره خطرات سیل و تدابیر پیشگیرانه.

تحقیق و توسعه

سرمایه‌گذاری در تحقیقات بیشتر برای بهبود مدل‌های پیش‌بینی سیل و درک بهتر عوامل مؤثر بر رخداد آن.

برآورد خسارت‌های اقتصادی

ارزیابی دقیق خسارت‌های اقتصادی ناشی از سیلاب‌ها برای برنامه‌ریزی بهتر و کاهش آسیب‌ها.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاقی پژوهش

همه اصول اخلاقی پژوهش در این مقاله رعایت شده است.

حامی مالی

این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمانی‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت‌نویسندگان

همه نویسندگان به‌طور یکسان در مفهوم و طراحی مطالعه، جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها، تفسیر نتایج و تهیه پیش‌نویس مقاله مشارکت داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

References

- Abedini, M., & Fathi, M. H. (2015). [Flood Risk Mapping and Evaluation by using the Analytic Network Process Case Study: (Khaiyab Chai Catchment) (Persian)]. *Journal of Hydrosomorphology*, 2(3), 99-120. [Link]
- Adiat, K. A. N., Nawawi, M. N. M., & Abdullah, K. (2012). Assessing the accuracy of GIS-based elementary multi criteria decision analysis as a spatial prediction tool-a case of predicting potential zones of sustainable groundwater resources. *Journal of Hydrology*, 440-441, 75-89. [DOI:10.1016/j.jhydrol.2012.03.028]
- Anonymus, A. (2007). *Handbook on good practices for flood mapping in Europe*. Excinap (European exchange circle on flood mapping). [Link]
- Aslani, F., & Mehdiipour, H. (2015). [Planning for flood risk reduction by using GIS Technique in Tehran Province (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 5(3), 173-185. [Link]
- Azadtalab, M., Shahabi, H., Shirzadi, A. and Chapi, K. (2020). [Flood hazard mapping in Sanandaj using combined models of statistical index and evidential belief function (Persian)]. *Motaleate Shakeri*, 9(36), 27-40. [Link]
- Azizi, E., Mostafazadeh, R., Hazbavi, Z., Esmali Ouri, A., & Mirzaei S. (2021). [Introducing the Flood Vulnerability Index (FVI) as a flood crisis management tool (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 11 (2), 158-165. [Link]
- Cai, S., Fan, J., & Yang, W. (2021). Flooding risk assessment and analysis based on GIS and the TFN-AHP method: A case study of Chongqing, China. *Atmosphere*, 12(5), 623. [DOI:10.3390/atmos12050623]
- Carlston, C. W. (1963). *Drainage density and streamflow*. Washington, D.C: US Government Printing Office. [DOI:10.3133/pp422C]
- Chen, C. H. (2016). Evaluative model of projects of landscape ecological planning-application of AHP method. *Journal of Architecture and Planning*, 17, 117-136. [Link]
- Chen, C. H. (2020). A Novel Multi-Criteria Decision-Making Model for Building Material Supplier Selection Based on Entropy-AHP Weighted TOPSIS. *Entropy (Basel, Switzerland)*, 22(2), 259. [DOI:10.3390/e22020259] [PMID]
- Daneshparvar, B., Rasi Nezami, S., Feizi, A., & Aghlmand, R. (2022). Comparison of results of flood hazard zoning using AHP and ANP methods in GIS environment: A case study in Ardabil province, Iran. *Journal of Applied Research in Water and Wastewater*, 9(1), 1-7. [DOI:10.22126/arww.2022.6667.1218]
- Echogdali, F. Z., Boutaleb, S., Elmouden, A., & Ouchchen, M. (2018). Assessing flood hazard at river basin scale: Comparison between HECRAS-WMS and flood hazard index (FHI) methods applied to el maleh basin, Morocco. *Journal of Water Resources and Protection*, 10(9), 957-977. [DOI:10.4236/jwarp.2018.109056]
- Eguaroje, O., Alaga, T., Ogbale, J., Omolere, S., Alwadood, J., & Kola-wole, I., et al. (2015). Flood vulnerability assessment of Ibadan city, Oyo state, Nigeria. *World Environment*, 5(4), 149-159. [Link]
- Esfandiary Darabab, F., Layeghi, S., Mostafazadeh, R., & Haji, K. (2021). [The zoning of flood risk potential in the Ghotorchay watershed with ANP and WLC multi-criteria decision making methods (Persian)]. *Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards*, 8(2), 135-150. [Link]
- Ghorbanzade, M., Azarakhshi, M., Mosaedi, A., & Rostami Khalaj, M. (2017). [Evaluation of the efficiency of Analytic Hierarchy Process (AHP) to specify the areas with urban flood risk potential, case study: the central part of Torbat Heydarieh (Persian)]. *Physical Geography Research*, 49(4), 645-656. [DOI:10.22059/jph-gr.2018.231371.1007037]
- Giordan, D., Notti, D., Villa, A., Zucca, F., Calò, F., & Pepe, A., et al. (2018). Low cost, multiscale and multi-sensor application for flooded area mapping. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 18(5), 1493-1516. [Link]
- Habibnejad Roshan, M., Shahedi, K., & Roshun, S. H. (2023). [Identification and prioritization of flooding areas using GIS-based analytical hierarchy process, case study: Karun Watershed (Persian)]. *Watershed Engineering and Management*, 15(3), 367-385. [DOI:10.22092/jwme.2022.356749.1929]
- Hadian, S., Afzalimehr, H., Soltani, N., Tabarestani, E. S., Karakouzian, M., & Nazari-Sharabian, M. (2022). Determining flood zonation maps, using new ensembles of multi-criteria decision-making, bivariate statistics, and artificial neural network. *Water*, 14(11), 1721. [DOI:10.3390/w14111721]
- Hasanloo, M., Pahlavani, P., & Bigdeli, B. (2019). Flood risk zonation using a multi-criterion spatial group fuzzy-AHP decision making and fuzzy overlay analysis. *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42, 455-460. [Link]
- Hatami Nejad, H., Atashafrooz, N., & Arvin M. (2017). [Flood hazard zonation using multi-criteria analysis and GIS (case study: Izeh Township) (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 7(2), 44-57. [Link]
- Heidari, A. (2014). Flood vulnerability of the Karun River system and short-term mitigation measures. *Journal of Flood Risk Management*, 7(1), 65-80. [DOI:10.1111/jfr3.12032]
- Hosseini, S. M., Mohamadi, S., Hassanzadeh, R., & Honarmand, M. (2023). [Assessment of flood risk using GIS and RS in the south of Kerman province (case study: Hamoon- Jazmoorian catchment) (Persian)]. *Journal of Ecohydrology*, 10(1), 33-47. [DOI:10.22059/jje.2023.354747.1712]
- Hoseini, Y. (2021). [Assessing the flooding susceptibility in the amuqin watershed using the analytical hierarchy process method (Persian)]. *Watershed Management Research*, 34(2), 108-123. [DOI:10.22092/wmrj.2021.128834.1295]
- Ikiri, M., Faik, F., Echogdali, F. Z., Antunes, I. M. H. R., Abioui, M., & Abdelrahman, K., et al. (2022). Flood hazard index application in arid catchments: Case of the taguenit wadi watershed, Lakhassas, Morocco. *Land*, 11(8), 1178. [DOI:10.3390/land11081178]
- Ikram, M., Zhang, Q., & Sroufe, R. (2020). Developing integrated management systems using an AHP-Fuzzy VIKOR approach. *Business Strategy and the Environment*, 29(6), 2265-2283. [DOI:10.1002/bse.2501]
- Kamaruzzaman, S. N., Lou, E. C. W., Wong, P. F., Wood, R., & Che-Ani, A. I. (2018). Developing weighting system for refurbishment building assessment scheme in Malaysia through analytic hierarchy process (AHP) approach. *Energy Policy*, 112, 280-290. [DOI:10.1016/j.enpol.2017.10.023]
- Karymbalis, E., Andreou, M., Batzakis, D. V., Tsanakis, K., & Karalis, S. (2021). Integration of GIS-based multicriteria decision analysis and analytic hierarchy process for flood-hazard assessment in the megalo rema river catchment (East Attica, Greece). *Sustainability*, 13(18), 10232. [DOI:10.3390/su131810232]

- Milliman, J. D., & Farnsworth, K. L. (2011). Appendices. Global river data base. In: *River Discharge to the Coastal Ocean: A Global Synthesis*. Cambridge: Cambridge University Press; 2011. [DOI:10.1017/CBO9780511781247.006]
- Mirzaei, S., Sadoddin, A., Bahremand, A., Ownegh, M., & Mostafazadeh, R. (2025). [Direct-tangible costs in flood zones simulated using the HEC-RAS 2-D hydraulic model - the Arazkuseh River, Golestan Province (Persian)]. *Water and Soil Management and Modelling*, 5(1), 57-74. [DOI:10.22098/nmws.2024.14501.1410]
- Najafi, E., & Karimi Kerdabadi, M. (2020). [Flood Risk Evaluation and Zoning using with AHP-Fuzzy Combined Model with Emphasis on Urban Safety (Case Study: Region 1 of Tehran Municipality) (Persian)]. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 9(2), 43-60. [DOI:10.22067/geo.v9i2.86110]
- Nyarko, B. K. (2000). Flood risk zoning of Ghana: Accra experience. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, XXX-III, 1039-1050. [Link]
- Pahlavani, P., Sheikhan, H., & Bigdeli, B. (2017). Assessment of an air pollution monitoring network to generate urban air pollution maps using Shannon information index, fuzzy overlay, and Dempster-Shafer theory, A case study: Tehran, Iran. *Atmospheric Environment*, 167, 254-269. [DOI:10.1016/j.atmosenv.2017.08.039]
- Pinos, J., & Quesada-Román, A. (2022). Flood risk-related research trends in Latin America and the Caribbean. *Water*, 14(1), 10. [DOI:10.3390/w14010010]
- Rahmati, O., Pourghasemi, H. R., & Zeinivand, H. (2016). Flood susceptibility mapping using frequency ratio and weights-of-evidence models in the Golestan Province, Iran. *Geocarto International*, 31(1), 42-70. [DOI:10.1080/10106049.2015.1041559]
- Razavi Termeh, S. V., Kornejady, A., Pourghasemi, H. R., & Keesstra, S. (2018). Flood susceptibility mapping using novel ensembles of adaptive neuro fuzzy inference system and metaheuristic algorithms. *The Science of The Total Environment*, 615, 438-451. [DOI:10.1016/j.scitotenv.2017.09.262] [PMID]
- Reager, J. T., Thomas, B. F., & Famiglietti, J. S. (2014). River basin flood potential inferred using GRACE gravity observations at several months lead time. *Nature Geoscience*, 7(8), 588-592. [DOI:10.1038/ngeo2203]
- Regmi, N. R., Giardino, J. R., & Vitek, J. D. (2010). Modeling susceptibility to landslides using the weight of evidence approach: Western Colorado, USA. *Geomorphology*, 115(1-2), 172-187. [DOI:10.1016/j.geomorph.2009.10.002]
- Rezayi Moghadam, M., Andaryani, S., Almaspour, F., Valizade, Kh., & Mokhtari, A. (2015). [Investigation Effects of Landuse and Land Cover Changes on Flooding and Runoff Discharge (Case Study: Alavyan Dam Basin) (Persian)]. *Journal of Hydrogeomorphology*, 1(1), 41-57. [Link]
- Rezayi Moghadam, M. H., & Rahimpour, I. (2024). [Evaluating of Flood hazard potential using bivariate statistical analysis method (Case study: Aji Chai basin) (Persian)]. *Quantitative Geomorphological Research*, 12(4), 91-107. [Link]
- Samanta, S., Koloa, C., Kumar Pal, D., & Palsamanta, B. (2016). Flood risk analysis in lower part of Markham River based on a multi-criteria decision approach (MCDA). *Hydrology*, 3(3), 29. [DOI:10.3390/hydrology3030029]
- Seejata, K., Yodying, A., Wongthadam, T., Mahavik, N., & Tantane, S. (2018). Assessment of flood hazard areas using analytical hierarchy process over the Lower Yom Basin, Sukhothai Province. *Procedia Engineering*, 212, 340-347. [DOI:10.1016/j.proeng.2018.01.044]
- Stieglitz, M., Rind, D., Famiglietti, J., & Rosenzweig, C. (1997). An efficient approach to modeling the topographic control of surface hydrology for regional and global climate modeling. *Journal of Climate*, 10(1), 118-137. [DOI:10.1175/1520-0442(1997)010<0118:AEA TMT>2.0.CO;2]
- Swain, K. C., Singha, C., & Nayak, L. (2020). Flood susceptibility mapping through the GIS-AHP technique using the cloud. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(12), 720. [DOI:10.3390/ijgi9120720]

This Page Intentionally Left Blank

Research Paper

Barriers to Disaster Management Exercises in Iran Using Interpretive Structural Modeling, and the Solutions for Improving Their Quality: Case Study of 22 Districts in Tehran



Samira Hasanzadeh^{1,2} , *Azizollah Salimi Tari^{3,3} , Marzieh Samadi Foroushani^{2,4} , Samim Moradi Rouzbahani² ,
Seyedeh Samaneh Miresmaeeli⁵ 

1. Department of Disaster Management, Faculty of Passive Defense Engineering, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran.
2. Tehran Disaster Mitigation and Management Organization, Tehran, Iran.
3. Department of Environmental Management, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
4. Department of Industrial Engineering, University of Eyvanekey, Eyvanekey, Iran.
5. Department of Health in Disasters and Emergencies, Faculty of Medical Management and Informatics, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Use your device to scan
and read the article online



Citation Hasanzadeh, S., Salimi Tari, A., Samadi Foroushani, M., Moradi Rouzbahani, S., & Miresmaeeli, S.S. (2025). Barriers to Disaster Management Exercises in Iran Using Interpretive Structural Modeling, and the Solutions for Improving Their Quality: Case Study of 22 Districts in Tehran. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 15(3):292-319. <https://doi.org/10.32598/DMKP.15.3.455.2>

 <https://doi.org/10.32598/DMKP.15.3.455.2>

ABSTRACT

Background and Objective Various disaster management exercises are planned and implemented annually in Tehran, Iran, for increasing the knowledge and practice of staff in responding to emergencies. This study aimed to identify the barriers to disaster management exercises in Iran based on the exercises conducted in 22 districts of Tehran for continuous improvement planning.

Method This is a mixed-method study, comprising three approaches: Qualitative analysis, fuzzy Delphi approach, and interpretive structural modeling (ISM). The participants included experts, managers, and planners from the Tehran Disaster Prevention and Management Organization, who were selected purposefully based on their expertise and membership in the disaster exercise planning and execution team. First, 10 themes and 27 sub-themes were extracted based on qualitative analysis of disaster management exercise reports of 22 districts of Tehran. After two rounds of Fuzzy Delphi technique, 14 key barriers were agreed upon by the experts. Then, based on the ISM method, the structural self-interaction matrix (SSIM) and the initial and final reachability matrices were formed, barriers were partitioned into different levels, and finally, the ISM diagram was drawn.

Results Level 4 barriers included: Insufficient knowledge and skills of exercise planners and actors, failure to identify vulnerable areas for the exercise, failure to identify priority risks, and failure to assess disaster based on priority risks. Level 3 barriers included: Insufficient monitoring of environmental conditions to ensure safety and security of the exercise area, insufficient participation of some key actors (government, private sector, institutions, public volunteers, citizens), inadequate financial resources, support services, and equipment for the exercise; failure to implement incident command system (ICS) and incident management system (IMS), and insufficient information to actors and limited area for exercises. Level 2 barriers included: Inadequate communications (wireless or video) between operational actors and disaster management exercise headquarters, poor quality of immediate debriefing group sessions after exercise, and weakness in the evaluation process of exercises. Level 1 barriers included: Weakness in managing lessons learned from exercises, and improper implementation of exercise guidelines.

Conclusion The identified barriers and provided solutions can improve policymakers' and planners' understanding of disaster management exercises and help prioritize areas for improvement and to achieve the goals of disaster management preparedness.

Keywords Disaster preparedness, Disaster response, Disaster management, Interpretive structural modeling (ISM)

Article Info:

Received: 07 May 2025

Accepted: 08 Jul 2025

Available Online: 01 Oct 2025

* Corresponding Author:

Azizollah Salimi Tari, PhD.

Address: Tehran Disaster Mitigation and Management Organization, Tehran, Iran.

Tel: +98 (912) 6056435

E-mail: operation@tdmmo.ir



Copyright © 2025 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.

English Version

Introduction

Natural disasters result in high casualties and cause serious damage to the environment, economy, and security of countries (Wentworth, 2021). Disasters and crises are special situations that involve time pressure, unclear or conflicting objectives, risk, uncertainty, and limited and contradictory information. These events usually occur without warning and require rapid and extensive delivery of resources through police, fire, health departments, local authorities, and related agencies. When a disaster or disaster occurs, organizations must be able to quickly coordinate their response to address common goals such as saving lives, evacuating, and treating the injured. Therefore, they should have a good knowledge of emergency plans and procedures and know how to implement them (Skryabina et al., 2020; Waring et al., 2024). They also need to demonstrate a wide range of complex skills including problem solving, critical thinking, decision-making, communication, coordination, leadership, adaptability, and resilience to stress (Waring et al., 2018; Albanese & Patoras, 2018). Iran faces a variety of natural and man-made disasters, such as earthquakes, floods, subsidence, fires, and hazardous materials incidents, that have widespread impacts, especially in metropolitan cities such as Tehran, given their population density and complex infrastructure.

One of the key steps in disaster management is preparedness, which refers to a set of measures and actions that enhance the capacity of society and responsible agencies to respond effectively to incidents and accidents, thereby minimizing the human and material damage they cause (National Disaster Management Law, 2019). Despite the measures taken to increase preparedness, it is necessary to hold regular maneuvers tailored to the characteristics of different regions. Previous studies have shown that countries with well-structured training programs perform better during crises and suffer fewer losses (Turkian et al., 2022). Holding regular disaster management exercises enables organizations to enhance their preparedness in dealing with critical situations, helps identify areas for improvement in existing programs, provides opportunities to refine processes, strengthens coordination between

units, and accelerates the speed of emergency response in the event of disasters and crises (Alexander, 2020). On the other hand, diversity in disaster management exercises gives organizations the opportunity to prepare for different scenarios (Mizrak, 2024). Exercises that involve cooperation between various organizations and groups can be effective in managing large and complex crises.

Given the diversity of population contexts and different hazards in urban areas, it is necessary to conduct disaster management exercises regionally, tailored to local needs (Zabetian et al., 2014). In this regard, in Iran, various exercises (tabletop and operational) are planned and implemented annually at different levels (district, region, city) by the Tehran Disaster Mitigation and Management (TDMMO) and with the participation of the 22 district disaster management headquarters and specialized organizations, for empowering disaster management staff to learn and practice the roles and functions expected in responding to disasters and enhancing the capacities of the organizations and the actors involved. Over the past three decades, more than a thousand exercises have been conducted in the form of discussion-based and operational exercises at the regional level, encompassing 22 districts in Tehran. In 2023, 410 exercise stages were held at the regional and district levels, comprising 187 tabletop exercises and 223 operational exercises. Figure 1 shows the number of exercises held in the 22 districts of Tehran. The exercises were planned and implemented based on the prioritization of disasters. Table 1 presents the number of exercises categorized by disasters.

Holding an exercise alone does not provide all of its potential benefits; rather, these benefits are created through the careful design and implementation of the exercise, its systematic evaluation, and the follow-up of its implementation and the plans made in response to the results. One of the main challenges in implementing disaster management exercises is the lack of a suitable structural model for design, evaluation, and continuous improvement (Khan et al., 2023).

Literature review

One of the methods commonly used for the development of knowledge and skills in disaster responders is the holding of emergency planning exercises, which can be

Table 1. Number of disaster management exercises held in Tehran, categorized by disasters

Disasters	Earthquake	Fire	Hazardous Materials	Ponding	Flood	Storm	Subsidence	Environmental	Debris Flow
N	156	85	58	38	28	14	15	9	7



divided into two forms: discussion-based and operational (Berlin & Carlstrom, 2014; Sinclair et al., 2012). Since operational exercises are able to simulate real-life situations, many emergency risk managers believe that only these types of exercises are helpful; however, this is not true! Some of these exercises are costly and often unrealistic and ineffective. Of course, discussion-based exercises also have their drawbacks and weaknesses, but to strengthen coordination and increase the ability to make major and vital decisions during emergencies and disasters, costly and complex simulations are not necessarily needed (National Disaster Management Law, 2019). Discussion-based exercises include orientation seminars, workshops, tabletop exercises, games, simulation-based exercises, modeling-based exercises, and computer simulations. Operational exercises include drills, functional exercises, and full-scale exercises.

Torpan et al. (2025) discussed how tabletop exercises can be used as part of a vulnerability assessment to systematically identify a wide range of communication barriers to a disaster that may put people at risk. They used a complex scenario that included risks from extreme weather conditions, disruption of vital services, and the spread of misinformation about the disaster. Their results showed that the proposed tabletop exercise could help anticipate potential barriers to accessing disaster information and uncover capacity gaps in officials responsible for managing communications during a disaster. Waring et al. (2024) evaluated the learning benefits of full-scale emergency exercises, after studying the evidence from 31 articles published since 2000, and found several learning benefits, including improved critical thinking, knowledge of roles and responsibilities, how to implement emergency plans, communication and collaboration, confidence in ability to respond, and reduced stress. These benefits are facilitated by exercise realism, exercise duration, pre-exercise preparation activities, and debriefing. Abualenain et al. (2024) addressed this issue in a systematic review of the effectiveness of full-scale simulation exercises in improving hospital disaster preparedness. The focus was on hospital staff involved in disaster and emergency preparedness training. They found that the studies consistently demonstrated a positive impact on participants' skills, as well as identifying safety issues in hospital settings. Moreover, they revealed that simulations effectively addressed crucial areas for improvement in disaster response, including communication breakdowns, equipment deficiencies, and flaws in emergency plans. They concluded that full-scale simulation exercises are a preparatory learning tool to test facility and staff readiness for complex emergencies.

Moss and Gaarder (2022) examined exercises for mass casualty preparedness, finding that conducting discussion-based and operational exercises made employees feel better prepared. Exercising should be tailored to the needs and likely challenges of each healthcare system. They showed that small repetitive exercises would be beneficial because most organizations would not be able to conduct large-scale repetitive exercises. The best result of holding exercises is the ability of the organization and individuals to detect and address errors that are occurring in real time. McElroy et al. (2019) identified several opportunities for improvement in full-scale exercises as a regional preparedness test. The major weaknesses noted in communication and coordination from event sites to the regional trauma organizations and hospitals. The size and complexity of the exercise provides the experience and knowledge needed to prepare for future disasters and reveal the weaknesses. Sheikhbardsiri et al. (2020) addressed this issue in their study of an operational exercise for disaster assessment and emergency preparedness in south of Iran. Their research revealed that the universities of medical sciences in the southeastern hub of Iran are properly prepared for emergencies and disasters. This included the Disaster Medical Assistance Teams and the response operational comprehensive plan for emergencies and disasters. Their findings indicated a preparedness score of 79.8%. The mean arrival time at exercise area (Jiroft City) was 4 hours 35 minutes despite the wide area of Kerman and Sistan & Baluchistan provinces. Personnel safety and security, rapid assessment, communications, logistics, warnings, and news confirmation functions showed higher levels of preparedness.

Khairilmizal et al. (2020) conducted a study on dissecting the challenges of the lead responding agency during disaster management exercises. They found challenges in each element of effective disaster management including command structure, planning and information management, communication, situation awareness and finally resources and logistics. Donevant et al. (2019) conducted a study on designing and executing a functional exercise to test a novel informatics tool for mass casualty triage. Their purpose was to validate an informatics tool specifically designed to identify and triage victims of irritant gas syndrome agents. Skryabina et al. (2020) assessed the role of emergency preparedness exercises in the response to a mass casualty terrorist incident. The reported benefits including improved coordination of the response through adherence to recently practiced incident plans; confidence with response roles; real-time modifications of the response and support provided to staff who did not take part in exercises. Exercise recency was highlighted as an important facilitating factor. Kim (2013) explored

the current practices of simulation exercises in Korea and made desirable recommendations for the future of Korean simulations to increase their learning effectiveness.

Among studies in Iran, [Kolahi Dehkordi and Gholami \(2017\)](#) examined and prioritized the problems in conducting operational exercises and maneuvers for disaster preparedness. They reported that the most significant barriers were management issues and a lack of scenario preparation. Lack of coordination in carrying out operations and the lack of appropriate facilities and equipment, due to lack of proper management, were other problems in carrying out operations. [Farhadi et al. \(2017\)](#) presented a model for developing emergency scenarios and examining the compliance of implemented scenarios, emphasizing the need to use a single model for developing emergency response scenarios and training the people involved.

The literature review shows that most studies and evaluations have focused on the health and hospital sectors, and studies on exercises in urban management are less considered and the related studies in Iran are very limited. We found no study on finding the barriers to exercises held in Tehran, specifically in its 22 districts. In this regard, the present study aimed to identify barriers and areas in need of improvement by reviewing documents, instructions, and reports from exercises held in 22 districts of Tehran, and to propose solutions for improving exercises in disaster management and passive defense departments.

Materials and Methods

This is a mixed-method study, comprising three approaches: qualitative analysis, fuzzy Delphi approach, and interpretive structural modeling (ISM). In the first

stage, barriers and areas for improvement were identified through a qualitative content analysis of the performance reports from the exercises in 22 districts. After two stages of monitoring using the Fuzzy Delphi technique, key barriers were agreed upon by the experts. [Table 2](#) presents the set of fuzzy numbers and the corresponding verbal expression and the defuzzification method. Next, based on the effectiveness of key barriers, a questionnaire was designed and completed by the experts. Then, the structural self-interaction matrix (SSIM) and the final reachability matrix (RM) were formed, the relationships between barriers were determined, and finally, the ISM diagram was drawn. [Figure 2](#) presents the flowchart of the study process. The participants included experts, managers, and planners from the [Tehran Disaster Mitigation and Management \(TDMMO\)](#), who were selected purposefully based on their expertise and membership in the disaster exercise planning and execution team. [Table 3](#) shows the characteristics of the participants.

Results

After reviewing and analyzing the content of the exercise documents and reports, a list of barriers and areas for improvement in the exercises held was first identified and categorized. The extracted barriers were classified into 10 themes and 27 sub-themes as shown in [Table 4](#).

Based on the two-stage fuzzy Delphi technique, experts were asked to determine the level of effectiveness of the identified barriers by designing a questionnaire based on a five-point fuzzy spectrum ([Table 1](#)). After making some modifications, the key barriers were agreed upon by the experts. Finally, after screening and eliminating less important barriers, 14 key barriers were selected ([Table 5](#)).

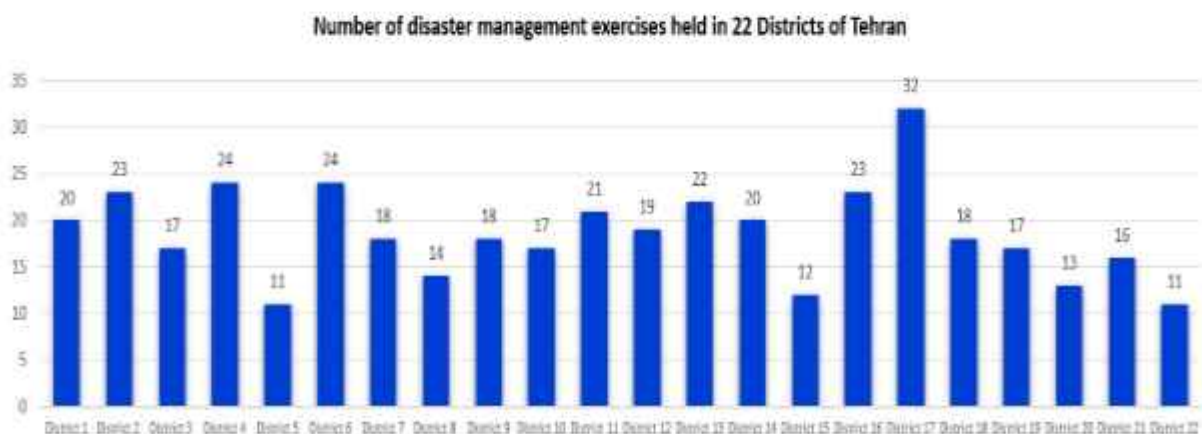


Figure 1. Number of disaster management exercises held in 2023 in Tehran categorized by districts ([Disaster Prevention and Management Organization, 2021](#))

Table 2. Fuzzy verbal expressions, corresponding fuzzy numbers, and the defuzzification method

Impact Range	Actual Value	Rectangular Fuzzy Numbers	Centroid Defuzzification
No impact	0	$X1 = (L1, M1, U1) = (0, 0, 0.25)$	$XM1 = (L1 + M1 + U1) / 3$
Very little impact	1	$X2 = (L2, M2, U2) = (0, 0.25, 0.5)$	$XM2 = (L2 + 2M2 + U2) / 4$
Little impact	2	$X3 = (L3, M3, U3) = (0.25, 0.5, 0.75)$	$XM3 = (L3 + 4M3 + U3) / 6$
High impact	3	$X4 = (L4, M4, U4) = (0.5, 0.75, 1)$	$Z^* = \text{MAX} (XM1, MM2, MM2)$
Very high impact	4	$X5 = (L5, M5, U5) = (0.75, 1, 1)$	$X = ((L1 + L2 + L3)/3, (M1 + M2 + M3)/3, (U1 + U2 + U3)/3)$

Next, based on the ISM, a questionnaire was designed to extract and determine the effectiveness and susceptibility of barriers, and experts were asked to examine the effective barriers in pairs, and based on this comparison, a SSIM was created. Based on this matrix, the respondent determined the relationships between the variables using the following symbols: V= variable i helps to realize variable j; A= variable j helps to realize variable i; X= variables i and j both help to realize each other; O= variables i and j are not related to each other. Table 6 presents the results.

In the next step, the SSIM was converted into an initial RM, shown in Table 7. Then, by including the transitivity of variable relations, the final RM was formed (Table 8).

In the next step, using the final RM, the input, output, and intersection sets of each barrier were obtained (Table 9). The barriers whose reachability and intersection sets were completely similar were placed at the top of the ISM

hierarchy. This operation was repeated until the components of all levels were determined.

By considering the levels of variables and the final RM, the initial ISM diagram was drawn. After removing the transitivity from the initial diagram, the final diagram was drawn as shown in Figure 3.

Discussion

In this study, the barriers to disaster management exercises in Tehran's 22 districts were categorized into four levels based on the ISM approach. Level 4 barriers, as the most fundamental ones indicating the areas requiring improvement in disaster management exercises, included: Insufficient knowledge and skills of exercise planners and actors, failure to identify vulnerable areas for the exercise, failure to identify priority risks, and failure to assess disaster based on priority risks. These barriers have a high impact on the effectiveness of disaster management exer-

Table 3. Characteristics of the participants

No.	Educational Level	Expertise	Work Experience (y)	Organizational Area
1	Master's degree	Strategic management	>20	Disaster management - operations and preparedness
2	PhD	Health and safety executive (HSE)	>20	Health, safety, and environment management
3	PhD	Health in disasters and emergencies	>15	Management of disaster management evaluators network
4	PhD	Health in disasters and emergencies	>20	Disaster management system command
5	PhD	Industrial and systems engineering	<10	Disaster documentation system management
6	PhD	Operations research management	<10	Disaster learning and lessons learned system management
7	Master's degree	Urban management and planning	>20	Improving disaster management processes
8	PhD	Information and Communication technology	>20	Disaster information and communication management - spatial information systems
9	PhD	Disaster management	<5	Disaster management - operations and preparedness
10	PhD	Environmental management	>15	Disaster management - operations and preparedness

Table 4. Findings of the qualitative content analysis of the exercise reports for 22 districts of Tehran

Theme	Sub-theme	Extracted Codes
Knowledge and skills	Lack of knowledge and insufficient skills of citizens and volunteers	The need for training in working with rescue and relief equipment for the district's emergency forces; the need to hold supplementary training courses on maintaining rescue and relief equipment for warehousemen in 22 districts; citizens' lack of awareness about identifying various hazards and how to deal with them; insufficient skills in operating the water tank for new valves; the need for training in setting up relief tents.
	Insufficient knowledge of organizations and improper implementation of exercise instructions and scenario development	Insufficient familiarity of managers and representatives of specialized organizations at the regional level with the exercise implementation process; insufficient familiarity of managers with the incident command system (ICS); improper scenario development by experts from regional disaster management headquarters.
Risk assessment of 22 districts	Failure to identify vulnerable areas for disaster exercise	The need to identify vulnerable and unsafe areas in the district; the need to hold joint meetings with specialized organizations to know the status of unsafe buildings; the need to identify the risk area before holding the exercise.
	Failure to assess the priority risks	Lack of a fire hazard map at the regional level; the need to be familiar with the nature of some potential hazards, including the release of hazardous materials; failure to reconstruct parts of the school that pose a high risk, such as the engine room and electrical cables.
	Failure to identify the priority risks	Failure to hold exercises based on priority risks; failure to examine the potential available at the regional level in dealing with accidents caused by these risks; failure to update existing equipment in accordance with priority risks; failure to prepare a database on priority risks at the regional level; failure to develop an operational plan in accordance with priority risks in a location-based manner.
Observing safety principles	Weakness in the safety of the area for exercise	Inadequate identification of unsafe areas in the exercise site; inadequate compliance with safety requirements in some school spaces; inadequate monitoring of compliance with safety principles in all buildings, and inadequate elimination of existing deficiencies; Failure to install danger tape and warn citizens during the operational exercise.
	Safety of exercise participants	Insufficient attention to safety principles by exercise participants
Assessment of environmental conditions and information	Insufficient environmental information about the exercise area	Insufficient environmental information at operational exercise locations for citizen participation; the need for accurate and timely information about the exercise to prevent traffic chaos
	Field visit to the exercise area	Inadequate assessment of environmental conditions through field visits; need for field visits by representatives of organizations to the site of the hypothetical accident.
Specialized activities (firefighting, emergency evacuation, emergency transportation, safety, security, etc.)	Poor quality of firefighting and safety services	Poor conditions of firefighting equipment; insufficient number of fire extinguishers in schools; lack of smart fire alarm and extinguishing systems in residential complexes.
	Poor quality of security activities	Utilizing traffic management instructions at the scene to prevent interference in operations and the presence of people unrelated to the exercise at the scene; the presence of security forces to ensure security during the exercise
	Poor quality of emergency transportation	Failure to provide alternative routes for emergency vehicles in emergency situations
	Poor quality of emergency evacuation	Insufficient familiarity of officials with the safe emergency evacuation plan in Tehran; school students' unfamiliarity with how to properly take shelter and safely evacuate; the need to prepare a building evacuation map and provide information to know how to exit in emergency situations
	Poor quality of hazardous material spill management	Insufficient firefighting and first aid skills; lack of awareness of safety principles for hazardous material spills
	Poor quality of HSE management	Insufficient mastery of safety principles; insufficient first aid skills



Theme	Sub-theme	Extracted Codes
Participation of actors	Weakness in utilizing the participation capacities of public volunteers and partner institutions	The necessity of the presence of some neighborhood emergency response volunteers (DAWAM members) in operational exercises
	Non-participation or insufficient participation of key actors in the exercise	Non-presence of members of specialized headquarters such as the Red Crescent, police commanders (FARAJA), and traffic police and their non-participation in the implementation of the exercise; non-presence of the district mayor in coordination meetings; non-presence of representatives of service-providing departments and organizations; lack of presence and participation of organizations affiliated with specialized working groups in exercises
Equipment and service support	Inadequate exercise support services such as financing, insurance, etc.	Necessity of insurance coverage for participants in the exercise
	Inadequate equipment for exercise	Inadequate forecasting and provision of integrated and sustainable communication equipment; the need to update medical and first aid kit equipment in all schools; the need to reconsider the equipment for the regional disaster management headquarters and update existing equipment tailored to potential hazards and incidents at the regional level.
Headquarters and operational communications	No wireless communication during exercise	Lack of an integrated communication network (e.g. shared wireless network) between members of regional disaster management headquarters; necessity of establishing wireless communication between the district and the Tehran Emergency Operations Center; development of instructions to improve command communications with officials and representatives
	Lack of video communication infrastructure	Pursuing the video communication infrastructure in the district in order to facilitate communication during real crises; predicting the video communication platforms needed between the regional disaster management base and other specialized agencies.
Command and coordination	Failure to implement the ICS	Lack of formation of an ICS structure in the exercise; lack of familiarity of some members participating in the exercise with the IMS
	Failure to implement an IMS	
Continuous improvement process	Weakness in the exercise evaluation process	Failure to form a network of evaluators for systematizing the evaluation processes; failure to hold an immediate reporting session and review the strengths and weaknesses of the exercise; failure to manage the lessons learned from the exercise based on scientific approaches; weakness in documenting the various stages of the exercise
	Poor quality of group debriefing immediately after the exercise	
	Lack of management of lessons learned from the exercise	
	Weakness in documenting exercises	

cises. Level 3 barriers included: Insufficient monitoring of environmental conditions to ensure safety and security of the exercise area, insufficient participation of some key actors (government, private sector, institutions, public volunteers, citizens), inadequate financial resources, support services, and equipment for the exercise; failure to implement (ICS) and incident management system (IMS), and insufficient information to actors and limited area for exercises. Level 2 barriers included: Inadequate communications (wireless or video) between operational actors and disaster management exercise headquarters, poor quality of immediate debriefing group sessions after exercise, and weakness in the evaluation process of exercises. Level 1 barriers included: Weakness in managing lessons learned from exercises, and improper implementation of exercise guidelines.

Conclusion

Considering the identified barriers to disaster management exercises in Tehran's 22 districts, following recommendations are provided:

Planning exercises based on the risk assessment results: After the identification of priority risks in Tehran, their assessment should be done in 22 districts, and the topic, learning objectives, exercise scenarios, and vulnerable areas should be determined based on the results of this risk assessment for the districts.

Educational planning to improve the knowledge and skills of exercise actors: Improving the knowledge and skills of actors requires needs assessment, training planning tailored to the roles of actors, and retraining courses. Training in general and specialized areas (firefighting, emergency evacuation, emergency transportation, safety,

Table 5. Key barriers to disaster management exercises in Tehran's 22 districts

Code	Barriers
A	Insufficient knowledge and skills of exercise planners and actors
B	Failure to identify vulnerable areas for the exercise
C	Failure to identify priority risks
D	Failure to assess disaster based on priority risks
E	Insufficient monitoring of environmental conditions to ensure safety and security of the exercise area
F	Insufficient participation of some key actors (government, private sector, institutions, public volunteers, citizens)
G	Inadequate financial resources, support services, and equipment for the exercise
H	Inadequate communications (wireless or video) between operational actors and disaster management exercise headquarters
I	Failure to implement ICS and IMS
J	Poor quality of immediate debriefing group sessions after exercise
K	Weakness in the evaluation process of exercises
L	Weakness in managing lessons learned from exercises
M	Improper implementation of exercise guidelines
N	Insufficient information to actors and limited area for exercises

Table 6. A SSIM of key barriers to disaster management exercises

	N	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A
A	V	V	X	V	V	V	V	V	X	V	V	V	V	V
B	V	O	A	V	O	O	O	V	V	V	A	A		
C	V	X	X	V	V	V	V	V	O	O	V			
D	V	V	V	V	V	V	V	O	V	O				
E	V	O	O	O	O	O	O	X	A					
F	O	O	O	O	O	X	O	A						
G	V	V	V	V	A	A	V							
H	O	X	X	1	X	1								
I	O	V	X	X	V									
J	O	X	X	X										
K	A	X	X											
L	O	X												
M	X													
N														

Table 7. The initial RM of key barriers to disaster management exercises

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
B	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1
C	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
D	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
E	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
F	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
G	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
H	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
I	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
L	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
M	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

Table 8. The final RM of key barriers to disaster management exercises

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Driving Power
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Σ
A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
B	2	0	1	0	0	1	1	1	0	1*	0	1	0	0	7
C	3	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
D	4	0	1	1*	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	11
E	5	1*	0	0	0	1	1*	1	0	0	0	0	0	1	5
F	6	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	6
G	7	1*	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	9
H	8	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	6
I	9	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	7
J	10	0	0	0	0	0	0	0	1*	0	1	1	1	0	5
K	11	0	1*	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	5
L	12	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	11
M	13	1*	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	11
N	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1*	1*	4
Dependence Power	Σ	6	7	5	6	5	8	7	9	9	9	12	11	11	8

*The altered state of consciousness in the process of transmissibility

Table 9. Partitioning of key barriers into different levels

Barriers	Input Set	Output Set	Intersection Set	Level
A (1)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14	1,5,6,7,12,13	1,5,6,7,12	Level 4
B (2)	2,5,7,9,11,14	1,2,3,4,5,11,12	2,5,11	Level 4
C (3)	2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13,14	1,3,4,5,6,12,13	4,3,6,12	Level 4
D (4)	2,3,4,6,8,9,10,11,12,13,14	1,3,4,5,6,12,13	3,4,6,12	Level 4
E (5)	1,4,5,6,7,14	1,2,5,6,7	1,5,7,6	Level 3
F (6)	1,3,4,5,6,9	1,2,3,4,5,6,7,9	1,3,4,5,6,9	Level 3
G (7)	1,5,6,7,8,11,12,13,14	1,2,3,5,7,12,13	7,5,12,13	Level 3
H (8)	8,9,10,11,12,13	1,3,4,7,8,9,10,12,13	8,9,12,13	Level 2
I (9)	6,8,9,10,11,12,13	1,2,3,4,6,8,9,12,13	6,9,12,13	Level 3
J (10)	8,10,11,12,13	1,3,4,8,9,10,11,12,13	8,10,11,12,13	Level 2
K (11)	2,10,11,12,13	1,2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14	2,10,11,12,13	Level 2
L (12)	1,2,3,4,7,8,9,10,11,12,13	1,3,4,7,8,9,10,11,12,13	1,3,4,7,8,9,10,11,12,13	Level 1
M (13)	1,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14	1,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14	1,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14	Level 1
N (14)	12,11,13,14	1,2,3,4,5,7,13,14	13,14	Level 3

**Figure 2.** Flowchart of the study process

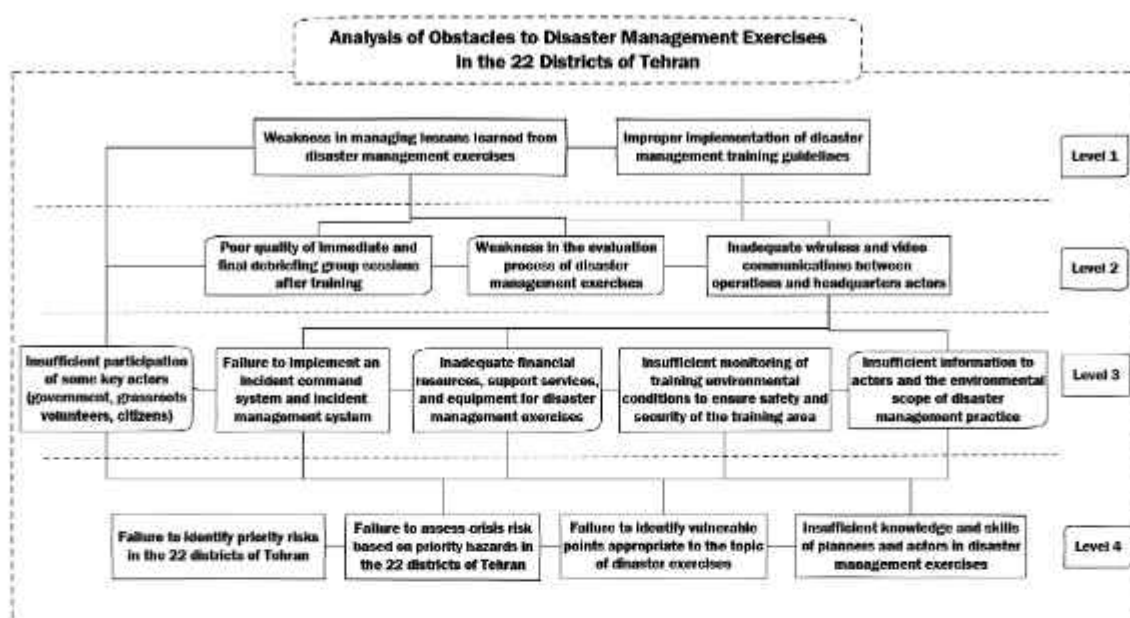


Figure 3. The final ISM diagram of barriers to disaster management exercises in Tehran's 22 districts

Strengthening the infrastructure of an integrated communication network for disaster management headquarters: Given the inadequate video communication infrastructure and the lack of an integrated communication network (shared wireless network) between members of disaster management headquarters and the Tehran Emergency Operations Center, it is necessary to prepare the required communication platforms at the regional level.

Investing and providing financial resources to update equipment and support services: Reviewing and updating the equipment required for disaster management commensurate with the risks and results of the risk assessment requires investment and funding planning. In addition, it is recommended to consider the budget line and finance the exercise support services.

Improving the compliance with safety principles and environmental information within the exercise site: It is recommended that participants in the exercise observe safety principles, provide environmental information about the exercise area, conduct a field visit to the exercise site and identify insecurities in the site, and install danger tapes and caution citizens during the exercise operation.

Streamlining exercise learning processes, including documentation, evaluation, and management of lessons learned: In order to streamline the learning processes of exercises, designing evaluation frameworks based on the learning objectives of the exercise, systematizing the

first aid, security, etc.) for organizational representatives and other participants in the exercise such as DAWAM members, citizens, etc., are needed.

Ensuring that planners and organizers have a common understanding and awareness of the exercise implementation process: Given the insufficient familiarity of managers and representatives of specialized organizations at the regional level with the exercise implementation process and the ICS, or the inappropriate development of scenarios by experts from regional disaster management headquarters, it is recommended that training seminars and briefing sessions be planned to ensure a common understanding of the exercise implementation process.

Increasing the participation of key actors and partner institutions in the implementation of exercises: In addition to requiring the presence of key actors from the municipalities of 22 districts, it is recommended to increase the participation of members of specialized working groups of the Tehran Disaster Management Headquarters, such as the Red Crescent, FARAJA, the Traffic Police, and other representatives of service organizations.

Strengthening the functioning and coordination of disaster management exercises: Given the lack of ICS and IMS, it is necessary to strengthen the function and coordination of exercises.



evaluation activities, documenting, and managing the lessons learned from the exercise based on scientific approaches are recommended.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

Ethical requirements were met. Participants' consent was obtained verbally.

Funding

This article is part of a research project conducted at the [Tehran Disaster Mitigation and Management \(TDMMO\)](#). 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 article.

Conflicts of interest

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgements

The authors would like to thank the participants, disaster management departments of 22 districts, Ali Nasiri (Deputy Mayor in Disaster Management and Passive Defense), and the Head of [Tehran Disaster Mitigation and Management \(TDMMO\)](#) for their assistance and cooperation.

This Page Intentionally Left Blank



مقاله پژوهشی

تحلیل موانع و راهکارهای ارتقای کیفی تمرین‌های مدیریت بحران مناطق ۲۲ گانه شهر تهران با استفاده از مدل‌سازی ساختاری-تفسیری

سمیرا حسن‌زاده^{۱*}، عزیزاله سلیمی طاری^{۲،۳}، مرضیه صمدی فروشانی^{۴،۵}، صمیم مرادی روزبهانی^۶، سیده سمانه میراسماعیلی^۷

۱. گروه مدیریت بحران، دانشکده مهندسی پدافند غیر عامل، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران.

۲. سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران، تهران، ایران.

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

۴. گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه ایوان کی، ایوان کی، ایران.

۵. گروه سلامت در یلایا و فوریت‌ها، دانشکده مدیریت و اطلاع‌رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.



Citation: Hasanzadeh, S., Salimi Tari, A., Samadi Froushani, M., Moradi Rouzbahani, S., & Miresmaeeli, S.S. (2025). Barriers to Disaster Management Exercises in Iran Using Interpretive Structural Modeling, and the Solutions for Improving Their Quality: Case Study of 22 Districts in Tehran. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 15(3):292-319. <https://doi.org/10.32598/DMKP.15.3.455.2>

doi: <https://doi.org/10.32598/DMKP.15.3.455.2>

چکیده

زمینه و هدف: سالانه تمرین‌های متنوع و در سطوح ناحیه، منطقه و شهر تهران با هدف توانمندسازی کارکنان مدیریت بحران برای یادگیری و تمرین نقش‌ها و عملکردهای موردانتظار در پاسخ به شرایط اضطراری و ارتقای ظرفیتهای سازمان‌ها و کنشگران درگیر برای پاسخ مؤثر، برنامه‌ریزی و اجرا می‌گردد. پژوهش حاضر به شناسایی و تحلیل موانع و نقاط نیازمند بهبود تمرین‌های برگزار شده مناطق ۲۲ گانه شهر تهران به‌منظور برنامه‌ریزی بهبود مستمر پرداخته است.

روش پژوهش: ترکیبی از تحلیل محتوای کیفی، رویکرد دلفی فازی و مدل‌سازی ساختاری تفسیری است. بدین منظور پس از مرور اسناد و تحلیل محتوای کیفی گزارش‌های تمرین، فهرستی از موانع و نقاط نیازمند بهبود شناسایی و باتوجه به مضامین مشترک مقوله‌بندی گردید. موانع استخراجی در ۱۰ محور موضوعی و ۲۷ زیرموضوع طبقه‌بندی گردید. در ادامه مبتنی بر رویکرد دلفی فازی پرسش‌نامه نیمه‌ساختاریافته طراحی و پس از دو مرحله پایش ۱۴ مانع و نقاط قابل بهبود تمرین‌ها مورد توافق مشارکت‌کنندگان قرار گرفت و مبتنی بر رویکرد مدل‌سازی ساختار تفسیری اثرگذاری و اثربخیری موانع به‌صورت دوبعدی بررسی و ماتریس خودتعلیمی ساختاری، ماتریس دسترسی اولیه و دسترسی نهایی تنظیم گردید. در مرحله بعد باتوجه به مجموعه ورودی و خروجی، سطح‌بندی موانع اجرای تمرین مدیریت بحران مناطق ۲۲ گانه شهر تهران انجام و در نهایت مدل ساختار تفسیری طراحی شد. مشارکت‌کنندگان پژوهش ترکیبی از خبرگان و مدیران و برنامه‌ریزان سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران به‌صورت هدفمند باتوجه به تسلط موضوعی و عضویت در تیم برنامه‌ریزی و اجرای تمرین‌های بحران انتخاب شدند.

نتیجه: مبتنی بر یافته‌های مدل راهکارهای بهبود تمرین‌های بحران مناطق ۲۲ گانه شهر تهران شامل برنامه‌ریزی تمرین‌ها مبتنی بر نتایج ارزیابی خطر مناطق ۲۲ گانه شهر تهران، برنامه‌ریزی آموزشی در راستای ارتقای دانش و مهارت کنشگران تمرین، اطمینان‌بخشی از آگاهی و درک مشترک برنامه‌ریزان و برگزارکنندگان از فرایند اجرایی تمرین، تقویت مشارکت کنشگران کلیدی و نهادهای همکار در اجرای تمرین‌های مناطق ۲۲ گانه شهر تهران، تقویت کارکرد و هماهنگی تمرین‌های بحران مناطق ۲۲ گانه شهر تهران، تقویت زیرساخت‌های شبکه ارتباطاتی یکپارچه ستادهای مدیریت بحران مناطق ۲۲ گانه شهر تهران، سرمایه‌گذاری و تأمین منابع مالی به‌روزرسانی تجهیزات و خدمات پشتیبانی تمرین مناطق ۲۲ گانه شهر تهران، تقویت رعایت اصول ایمنی و اطلاع‌رسانی محیطی محدوده سایت تمرین، کارآمدسازی فرایندهای یادگیری تمرین شامل مستندسازی، ارزشیابی و مدیریت درس‌آموخته‌ها پیشنهاد می‌گردد.

پیشنهادهای پژوهش: پژوهش حاضر تلاشی در راستای شناخت سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان تمرین‌های مدیریت بحران است که به‌منظور شناسایی موانع کلیدی و اولویت‌بندی زمینه‌های بهبود و در راستای تحقق اهداف آمادگی مدیریت بحران مناطق ۲۲ گانه شهر تهران انجام شده و می‌تواند پیاده‌سازی راهکارهای ارائه‌شده به افزایش کارایی و اثربخشی فعالیت‌های تمرین‌های بحران در مناطق شهر تهران منجر گردد.

کلیدواژه‌ها: تمرین، آمادگی و پاسخ به بحران، مدیریت بحران، مناطق ۲۲ گانه شهر تهران، مدل ساختاری تفسیری

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۷ دی‌ماه ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۷ تیر ۱۴۰۴

تاریخ انتشار: ۹ مهر ۱۴۰۴

* نویسنده مسئول:

دکتر عزیزاله سلیمی طاری

نشانی: تهران، سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران.

تلفن: ۶۰۵۶۴۳۵ (۹۱۲) ۹۸+

پست الکترونیکی: operation@tdmmo.ir



Copyright © 2025 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 طرفی تنوع در تمرین‌های مدیریت بحران به سازمان‌ها این فرصت را می‌دهد تا برای سناریوهای مختلف آماده شوند (میزراک، ۲۰۲۴). همچنین برخی پژوهش‌ها نشان داده‌اند تمرین‌های مبتنی بر همکاری بین سازمان‌ها و گروه‌های مختلف می‌تواند برای مدیریت بحران‌های بزرگ و پیچیده مؤثر باشد (آلبانیز و پاتوراس، ۲۰۱۸). باتوجه به تنوع بافت‌های جمعیتی و مخاطرات مختلف در مناطق شهری، ضرورت دارد تمرین‌های مدیریت بحران به‌صورت منطقه‌ای و متناسب با نیازها تمرکز یابند (ضابطیان و همکاران، ۱۴۰۳).

در این راستا سالانه تمرین‌های متنوع (دورمیزی و عملیاتی) و در سطوح مختلف (ناحیه، منطقه و شهر تهران) با محوریت سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران و مشارکت‌های ستادهای مدیریت بحران مناطق ۲۲ گانه و سازمان‌های تخصصی زیرمجموعه کارگروه‌های تخصصی ستاد مدیریت بحران کلان‌شهر تهران با هدف عمده توانمندسازی کارکنان مدیریت بحران برای یادگیری و تمرین نقش‌ها و عملکردهای موردانتظار در پاسخ به فوریت‌ها و ارتقای ظرفیت‌های سازمان و کنشگران درگیر برای پاسخ مؤثر برنامه‌ریزی و اجرا می‌گردد. در طول سه دهه گذشته بیش از هزار تمرین، در قالب تمرین‌های مباحثه‌محور و عملیاتی در سطح مناطق ۲۲ گانه برگزار گردیده، در سال ۱۴۰۲، ۴۱۰ مرحله تمرین در سطح مناطق و نواحی برگزار شده است که از این تعداد، ۱۸۷ تمرین مربوط به تمرین دورمیزی و ۲۲۳ تمرین مربوط به تمرین عملیاتی است. **تصویر شماره ۱** تعداد تمرین‌های برگزار شده در مناطق ۲۲ گانه شهر تهران را نشان می‌دهد. تمرین‌ها براساس مخاطرات اولویت‌دار شهر تهران برنامه‌ریزی و اجرا شده است. **جدول شماره ۱** تعداد تمرین‌ها را برحسب مخاطرات نشان می‌دهد.

برگزاری تمرین به تنهایی همه مزایای بالقوه آن را فراهم نمی‌کند، بلکه این مزایا از طریق طراحی و اجرای دقیق تمرین، ارزشیابی اصولی آن و همچنین پیگیری اجرای برنامه‌های بهبود و تغییراتی که در پاسخ به یافته‌های تمرین به دست می‌آید، ایجاد می‌گردند. یکی از چالش‌های اصلی در اجرای تمرین‌های مدیریت بحران، فقدان مدل ساختاری مناسب برای طراحی، ارزشیابی و بهبود مستمر است (خان و همکاران، ۲۰۲۳). در این راستا پژوهش حاضر ضمن مرور ادبیات موضوعی و بررسی پیشینه، با بررسی اسناد و دستورالعمل‌ها و گزارش‌های تمرین‌های برگزار شده مناطق ۲۲ گانه شهر تهران، به شناسایی و تحلیل موانع و نقاط نیازمند بهبود پرداخته و بر مبنای مدلسازی ساختاری تفسیری راهکارهای بهبود تمرین‌های مدیریت بحران در ادارات مدیریت بحران و پدافند غیرعامل را پیشنهاد داده است.

سوانح طبیعی مانند زلزله، سیل و آتش‌سوزی‌های بزرگ به تلفات بسیاری منجر شده و آسیب‌های جدی به محیط زیست، اقتصاد و امنیت کشورها وارد می‌کنند (ونتورث، ۲۰۲۱). سوانح و بحران‌ها شرایطی خاص بوده که با فشار زمانی، اهداف نامشخص یا متضاد، خطر، عدم قطعیت و اطلاعات محدود و متناقض همراه می‌باشند. این رویدادها معمولاً بدون هشدار رخ داده و نیازمند استقرار سریع و وسیع منابع از طریق پلیس، آتش‌نشانی، خدمات بهداشتی، مقامات محلی و دستگاه‌های مرتبط هستند. وقتی یک سانحه یا بحران رخ می‌دهد، سازمان‌ها باید بتوانند به‌سرعت واکنش خود را هماهنگ کنند تا به اهداف مشترکی مانند نجات جان افراد و تخلیه و درمان مصدومین بپردازند. بنابراین، پاسخ‌دهندگان باید دانش خوبی از طرح‌ها و رویه‌های اضطراری داشته و نحوه اجرای آن‌ها را بدانند (وارینگ و همکاران، ۲۰۲۴؛ اسکریابینا و همکاران، ۲۰۲۰). آن‌ها همچنین نیاز به نشان دادن طیف وسیعی از مهارت‌های پیچیده از جمله حل مساله، تفکر انتقادی، تصمیم‌گیری، ارتباطات، هماهنگی، رهبری، انطباق‌پذیری و تاب‌آوری در برابر استرس را دارند (وارینگ و همکاران، ۲۰۱۸؛ آلبانیز و پاتوراس، ۲۰۱۸).

ایران به‌عنوان یکی از کشورهای حادثه‌خیز جهان با انواع مخاطرات طبیعی و انسان ساخت مواجه است. زلزله، سیل، فرونشست، آتش‌سوزی و حوادث مواد خطرناک از جمله بحران‌هایی هستند که به‌ویژه در کلان‌شهرهایی همچون تهران باتوجه به تراکم جمعیتی و زیرساخت‌های پیچیده، تأثیرات گسترده‌ای دارند (شفیعی و همکاران، ۲۰۲۰). یکی از مراحل کلیدی در چرخه مدیریت بحران آمادگی است که مجموعه تدابیر و اقداماتی است که ظرفیت جامعه و دستگاه‌های مسئول را برای پاسخ مؤثر به حوادث و سوانح افزایش می‌دهد، به‌طوری‌که خسارات انسانی و مادی ناشی از آن را به حداقل برساند (**قانون مدیریت بحران کشور**، ۱۳۹۸). در ایران علی‌رغم اقداماتی که در زمینه افزایش آمادگی انجام شده، لیکن ضرورت دارد تمرین‌های منظم و متناسب با ویژگی‌های مناطق مختلف برگزار شود (طاهری تفتی و همکاران، ۲۰۲۱).

مطالعات گذشته نشان داده‌اند کشورهای دارای برنامه‌های منسج تمرین، در هنگام بحران عملکرد بهتری دارند و خسارات کمتری متحمل می‌شوند (**ترکیان و همکاران**، ۱۴۰۱). برگزاری تمرین‌های منظم مدیریت بحران به سازمان‌ها این امکان را می‌دهد تا آمادگی خود را در مواجهه با شرایط بحرانی افزایش داده و به شناسایی نقاط قابل‌بهبود در برنامه‌های موجود کمک کرده و فرصت بهبود فرایندها را فراهم می‌کند و موجب تقویت هماهنگی بین واحدها و افزایش سرعت واکنش اضطراری در مواجهه با سوانح و بحران‌ها می‌گردد (**پلینگ**، ۲۰۱۸).

تعداد تمرین‌های برگزار شده مناطق ۲۲ گانه در سال ۱۴۰۲



تصویر ۱. تعداد تمرین‌های برگزار شده در سال ۲۰۴۱ (سازمان پیشگیری و مدیریت بحران، ۱۴۰۳)

مرور ادبیات و پیشینه پژوهش

یکی از ابزارهایی که معمولاً برای حمایت از توسعه دانش و مهارت‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، برگزاری تمرین‌ها در جهت برنامه‌ریزی شرایط اضطراری است که می‌تواند به یکی از دو فرم مباحثه‌محور و عملیات‌محور اختصاص یابد (برلین و کارلستروم، ۲۰۱۴؛ سینکدر و همکاران، ۲۰۱۲). تمرین‌ها در دو دسته کلی طبقه‌بندی می‌شوند: ۱. تمرین‌های مباحثه‌محور^۱، تمرین‌های عملیاتی^۲ (یا زنده) از آنجایی که تمرین‌های عملیاتی قادرند شرایط واقعی را شبیه‌سازی کنند، بسیاری از دست‌اندرکاران مدیریت خطر شرایط اضطراری بر این باورند که فقط این نوع تمرین‌ها کمک کننده‌اند؛ در حالی که این استنباط صحیح نیست. برخی از این‌گونه تمرین‌ها پرهزینه و معمولاً غیرواقعی و کم اثر هستند. البته تمرین‌های غیرعملیاتی و مباحثه‌محور هم فاقد ایراد و ضعف نیستند ولی جهت تقویت هماهنگی و افزایش توانایی

اخذ تصمیمات بزرگ و حیاتی در زمان وقوع شرایط اضطراری (حوادث و سوانح)، الزاماً به شبیه‌سازی‌های پرخرج و پیچیده نیاز نیست (برنامه ملی آمادگی و پاسخ، ۱۳۹۸).

تمرین‌های مباحثه‌محور می‌توانند شامل سمینار توجیهی^۳، کارگاه^۴، تمرین دورمیزی^۵، بازی^۶، تمرین از طریق شبیه‌سازی^۷، تمرین از طریق مدل‌سازی^۸، شبیه‌سازی رایانه‌ای^۹، تمرین‌های عملیاتی شامل موارد زیر است: مشق^{۱۰}، تمرین عملکردی (کارکردی)^{۱۱} و تمرین در مقیاس کامل یا تمام‌عیار^{۱۲}.

3. Orientation Seminar
4. Workshop
5. Tabletop Exercises
6. Game
7. Simulation Based Exercises
8. Modeling Based Exercises
9. Computer Simulation
10. Drill
11. Functional Exercise (FE)
12. Full-scale Exercise (FSE)

1. Discussion-Based Exercises
2. Operational Exercises

جدول ۱. مخاطرات تمرین شده (گزارش تحلیلی تمرین‌های برگزار شده ادارات مدیریت بحران و پدافند غیرعامل، ۱۴۰۳)

مخاطره	تعداد
زلزله	۱۵۶
حریق	۸۵
مواد خطرناک	۵۸
آب گرفتگی	۳۸
سیل	۲۸
طوفان	۱۴
فروپاشی	۱۵
محیط زیستی	۹
ریزش آوار	۷



غیر فنی، ارتباطات، کارگروهی، تصمیم‌گیری و آمادگی عملیاتی استفاده کردند. در واقع تمرینات شبیه‌سازی تمام عیار، یک ابزار یادگیری مقدماتی برای آزمایش امکانات و آمادگی کارکنان برای شرایط اضطراری پیچیده است.

ماس و گارد (۲۰۲۲) به بررسی تمرین برای آمادگی در برابر حوادث، به این مطالعه پرداختند که برگزاری تمرین‌های مباحثه‌محور و کارکردی باعث می‌شود کارکنان احساس آمادگی بهتری داشته باشند. تمرین باید متناسب با نیازها و چالش‌های احتمالی هر سازمان باشد. آن‌ها نشان دادند تمرین‌های کوچک‌تر و مکرر مفید خواهند بود، زیرا اغلب سازمان‌ها قادر به انجام تمرین‌های مکرر در مقیاس بزرگ نخواهند بود. بهترین نتیجه کسب‌شده از برگزاری تمرین‌ها در توانایی سازمان و افراد برای تشخیص و رسیدگی به خطاهایی است که در زمان واقعی هم در حال رخ دادن هستند.

مک‌الروی و همکاران (۲۰۱۹) در تمرین تمام عیار به‌عنوان آزمون آمادگی منطقه‌ای، فرصت‌های متعددی را برای بهبود شناسایی کردند. عمده نقاط قابل‌بهبود در ارتباطات و هماهنگی فی‌مابین سازمان‌ها و بیمارستان‌های منطقه‌ای با محل حادثه می‌باشد. اندازه و پیچیدگی تمرین، تجربه و دانش لازم برای آمادگی در برابر سوانح و حوادث آینده و بهبود ارتباطات و هماهنگی، ایجاد فرصت‌هایی برای کنترل استرس و ارزیابی فراهم می‌نماید.

شیخ‌بردسیری و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهش تمرین عملیاتی برای ارزیابی فاجعه و آمادگی اضطراری در جنوب ایران به این موضوع پرداختند. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد دانشگاه‌های علوم پزشکی در مرکز جنوب شرقی ایران به‌درستی برای سوانح و شرایط اضطراری آماده شده‌اند. تیم‌های کمک‌رسانی پزشکی سانحه و برنامه جامع عملیاتی پاسخ در شرایط اضطراری از جمله این موارد بودند. یافته‌های تحقیق نشان‌دهنده نمره آمادگی ۷۹/۸ درصد بود. میانگین زمان ورود به محل تمرین (شهر جیرفت) علی‌رغم وسعت استان‌های کرمان و سیستان و بلوچستان، ۴ ساعت و ۳۵ دقیقه بود. کارکردهای ایمنی و امنیت پرسنل، ارزیابی سریع، ارتباطات، پشتیبانی، هشدارها و اطلاع‌رسانی، سطوح بالاتری از آمادگی را نشان دادند.

تورپان و همکاران (۲۰۲۵) در خصوص کاربرد تمرین دورمیزی برای شناسایی آسیب‌پذیری مربوط به ارتباطات در برابر بلایا به این موضوع پرداختند که چگونه تمرین‌های دورمیزی می‌توانند به‌عنوان بخشی از ارزیابی آسیب‌پذیری برای شناسایی سیستماتیک طیف وسیعی از موانع ارتباطی با بحران که ممکن است مردم را در معرض خطر قرار دهد، مورد استفاده قرار گیرند. آن‌ها با استفاده از یک سناریوی پیچیده که شامل خطرات ناشی از آب‌وهوای شدید، اختلال در خدمات حیاتی و انتشار اطلاعات نادرست در مورد بحران می‌باشد، یک تمرین دورمیزی با کارشناسان مدیریت حوادث و سوانح انجام داده‌اند. نتایج نشان داد تمرین دورمیزی پیشنهادشده به پیش‌بینی موانع بالقوه برای دسترسی به اطلاعات بحران و کشف شکاف‌های ظرفیت در مقامات مسئول مدیریت ارتباطات در طول یک سانحه کمک می‌نماید.

لارینگ و همکاران (۲۰۲۴) به ارزیابی مزایای یادگیری تمرین‌های تمام عیار، پس از مطالعه ۳۱ مقاله منتشر شده از سال ۲۰۰۰ به چندین مزیت یادگیری از جمله بهبود تفکر انتقادی، آگاهی از نقش‌ها و مسئولیت‌ها، چگونگی اجرای طرح‌های اضطراری، ارتباطات و همکاری، اعتماد به توانایی پاسخگویی و کاهش استرس دست یافتند. این مزایا با شبیه‌سازی واقعی تمرین، مدت‌زمان تمرین، فعالیت‌های آماده‌سازی پیش از تمرین و گزارش‌گیری پس از تمرین تسهیل می‌شوند.

ابوالنین و همکاران (۲۰۲۴) به مرور سیستماتیک اثربخشی تمرین‌های شبیه‌سازی تمام عیار در بهبود آمادگی سوانح بیمارستان پرداختند. تمرکز این مطالعه بر روی کارکنان بیمارستان بود که در آموزش‌های آمادگی اضطراری و بلایای طبیعی شرکت داشتند. با جمع‌آوری طیف گسترده‌ای از تمرینات تمام عیار به‌منظور آمادگی در برابر بلایا، به‌طور مداوم تأثیر مثبتی بر مهارت‌های شرکت‌کنندگان و همچنین شناسایی مسائل ایمنی در محیط بیمارستان را نشان دادند. علاوه‌براین، آن‌ها آشکار کردند که شبیه‌سازی‌ها به‌طور مؤثر به حوزه‌های حیاتی برای بهبود پاسخ به فاجعه، از جمله قطعی ارتباطات، کمبود تجهیزات و نقص در برنامه‌های اضطراری می‌پردازند. در این مطالعات از یک رویکرد چند بعدی برای معیارهای ارزیابی، شامل مهارت‌های

جدول ۲. مجموعه اعداد فازی و بیان کلامی مربوطه و روش غیرفازی‌سازی

بازه اثرگذاری	مقدار واقعی	اعداد فازی مستطیلی	فازی زدایی مرکز ثقل
بدون تأثیر	۰	$X_1 = (L_1, M_1, U_1) = (0, 0, 0.25)$	$XM_1 = (L_1 + M_1 + U_1) / 3$
تأثیرگذاری خیلی کم	۱	$X_2 = (L_2, M_2, U_2) = (0, 0.25, 0.5)$	$XM_2 = (L_2 + 2M_2 + U_2) / 4$
تأثیرگذاری کم	۲	$X_3 = (L_3, M_3, U_3) = (0.25, 0.5, 0.75)$	$XM_3 = (L_3 + 4M_3 + U_3) / 6$
تأثیرگذاری زیاد	۳	$X_4 = (L_4, M_4, U_4) = (0.5, 0.75, 1)$	$Z^* = \max(XM_1, XM_2, XM_3)$
تأثیرگذاری خیلی زیاد	۴	$X_5 = (L_5, M_5, U_5) = (0.75, 1, 1)$	$X = ((L_1 + L_2 + L_3) / 3, (M_1 + M_2 + M_3) / 3, (U_1 + U_2 + U_3) / 3)$



تصویر ۲. فرایند اجرایی پژوهش حاضر

اسکریابینا و همکاران (۲۰۲۰) پژوهشی با عنوان نقش تمرین‌های آمادگی در پاسخ به یک حادثه تروریستی با روش‌های ترکیبی انجام دادند، طرح مطالعه شامل ترکیبی از یک نظرسنجی آنلاین و پیگیری مصاحبه‌های فردی بود؛ نتایج نظرسنجی هانشان داد شرکت در تمرین‌ها باعث بهبود هماهنگی پاسخ از طریق پایبندی به تمرین‌های انجام شده، افزایش اعتمادبه‌نفس، پشتیبانی از کارکنانی که در تمرینات شرکت نکرده‌اند شد و طی این پژوهش، تمرین به‌عنوان یک عامل تسهیل‌کننده بسیار مهم شناخته شد.

کیم (۲۰۱۳) در مقاله بهبود تمرین‌های شبیه‌سازی در کره برای آمادگی در برابر سوانح و حوادث طبیعی، به بررسی شیوه‌های فعلی تمرین‌های شبیه‌سازی در کره و ارائه پیشنهادهاى مطلوب به‌منظور افزایش اثربخشی یادگیری آن‌ها پرداختند.

خاریل میزال و همکاران (۲۰۲۰) مطالعه‌ای با عنوان تشریح چالش‌های آژانس پاسخ‌دهنده اصلی در طول تمرین‌های مدیریت سوانح انجام داده‌اند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد در هریک از عناصر مدیریت مؤثر سوانح یعنی؛ ساختار فرماندهی، برنامه‌ریزی و مدیریت اطلاعات، ارتباطات، آگاهی از وضعیت و در نهایت منابع و تدارکات، مشکلاتی وجود دارد.

ذنوونت و همکاران (۲۰۱۹)، مطالعه‌ای با عنوان طراحی و اجرای یک تمرین کارکردی برای بررسی و صحت‌سنجی یک ابزار اطلاعاتی در حوادث پر تلفات در ایالت کارولینای شمالی انجام دادند. هدف این مطالعه توصیف فرایند طراحی، برنامه‌ریزی و اجرای یک تمرین کارکردی برای معرفی و بررسی اعتبار ابزار اطلاعاتی بود.

جدول ۳. مشخصات مشارکت‌کنندگان منتخب پژوهش

ردیف	سطح تحصیلات	دانش تخصصی	سابقه (سال)	حوزه سازمانی
۱	کارشناسی ارشد	مدیریت استراتژیک	>۲۰	مدیریت بحران - عملیات و آمادگی
۲	دکتری تخصصی (PhD)	HSE	>۲۰	مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط زیست
۳	دکتری تخصصی (PhD)	سلامت در بلایا و فوریت‌ها	>۱۵	مدیریت شبکه ارزشیابان مدیریت بحران
۴	دکتری تخصصی (PhD)	سلامت در بلایا و فوریت‌ها	>۲۰	فرماندهی سیستم مدیریت بحران حادثه
۵	دکتری تخصصی (PhD)	مهندسی صنایع و سیستم‌ها	<۱۰	مدیریت سیستم مستندسازی بحران
۶	دکتری تخصصی (PhD)	مدیریت تحقیق در عملیات	<۱۰	مدیریت سیستم یادگیری و درس آموخته‌های بحران
۷	کارشناسی ارشد	مدیریت و برنامه‌ریزی شهری	>۲۰	بهبود فرایندهای مدیریت بحران
۸	دکتری تخصصی (PhD)	فناوری اطلاعات و ارتباطات	>۲۰	مدیریت اطلاعات و ارتباطات بحران-سیستم‌های اطلاعات مکانی
۹	دکتری تخصصی (PhD)	مدیریت بحران	<۵	مدیریت بحران - عملیات و آمادگی
۱۰	دکتری تخصصی (PhD)	مدیریت محیط زیست	>۱۵	مدیریت بحران - عملیات و آمادگی



است. مشارکت‌کنندگان پژوهش ترکیبی از خبرگان و مدیران و برنامه‌ریزان سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران به‌صورت هدفمند باتوجه به تسلط موضوعی و عضویت در تیم برنامه‌ریزی و اجرای تمرین‌های بحران انتخاب شدند. **جدول شماره ۳** مشخصات مشارکت‌کنندگان پژوهش حاضر را نشان می‌دهد.

یافته‌ها

پس از مرور اسناد و تحلیل محتوای کیفی مستندات و گزارش‌های تمرین ابتدا فهرستی از موانع و نقاط نیازمند بهبود تمرین‌های برگزارشده شناسایی و باتوجه به مضامین مشترک مقوله‌بندی گردید. موانع استخراجی در ۱۰ محور موضوعی و ۲۷ زیرموضوع به شرح **جدول شماره ۴** طبقه‌بندی گردید.

در ادامه بر مبنای تکنیک دلفی فازی دو مرحله‌ای، موانع شناسایی‌شده با طراحی پرسش‌نامه‌ای براساس طیف پنج‌تایی فازی (**جدول شماره ۱**) از خبرگان خواسته شد میزان تأثیرگذاری موانع را مشخص نمایند. بعد از جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل اولیه داده‌ها، در مرحله دوم پس از ارائه نتایج به خبرگان، پس از انجام تعدیلاتی موانع کلیدی مورد اجماع خبرگان قرار گرفت و در نهایت پس از اجرای عملیات غربالگری و حذف موانع کم اهمیت همان‌طور که در **جدول شماره ۵** مشاهده می‌شود، ۱۴ مانع کلیدی مورد اجماع گروه خبرگان قرار گرفت. در ادامه مبتنی بر رویکرد ساختار تفسیری (ISM) پرسش‌نامه‌ای برای استخراج و تعیین اثرگذاری و اثرپذیری موانع طراحی گردید و از خبرگان خواسته شد تا موانع مؤثر را به‌صورت دوبعدی بررسی کنند و براساس این مقایسه ماتریس خودتعاملی ساختاری تنظیم گردید. بر این مبنای پاسخ‌دهنده با استفاده از نماد (V): متغیر i به تحقق متغیر j کمک می‌کند؛ A: متغیر j به تحقق متغیر i کمک می‌کند؛ X: متغیر i و j هر دو به تحقق هم کمک می‌کنند؛ 0: متغیر i و j با هم ارتباط ندارند. به تعیین روابط بین متغیرها پرداخته است. **جدول شماره ۶** نتایج را ارائه کرده است.

در مرحله بعد ماتریس خودتعاملی ساختاری به یک ماتریس دودویی تبدیل می‌شود. باتوجه به قواعد گفته‌شده ماتریس خودتعاملی به ماتریس دسترسی اولیه تبدیل شد. **جدول شماره ۷** ماتریس دسترسی اولیه موانع را نشان می‌دهد. پس از تشکیل ماتریس دسترسی اولیه با دخیل نمودن انتقال‌پذیری در روابط متغیرها، ماتریس دسترسی نهایی تشکیل شد. **جدول شماره ۸** ماتریس دسترسی نهایی را ارائه کرده است. و در مرحله بعد به کمک ماتریس دسترسی نهایی مجموعه ورودی و خروجی هر مانع به دست آمد، به‌طوری که موانعی که مجموعه خروجی و مشترک آن‌ها کاملاً مشابه بود در بالاترین سطح از سلسله مراتب مدل سازی ساختاری تفسیری قرار گرفتند. این عملیات تا آنجا تکرار شد که اجزای تشکیل‌دهنده کلیه سطوح مشخص گردید.

کلامی دهکردی و غلامی (۱۳۹۶) به بررسی و اولویت‌بندی مشکلات موجود در اجرای تمرین‌های عملیاتی و مانور برای آمادگی در برابر بلایا، به این نتایج دست یافتند که مهم‌ترین و عمده‌ترین مشکل در برگزاری تمرینات عملیاتی و مانورها، مشکلات مدیریتی و عدم تهیه سناریو می‌باشد. همچنین بی‌نظمی در انجام عملیات و نبود امکانات و تجهیزات مناسب که از عدم مدیریت صحیح ناشی می‌شود نیز از دیگر مشکلات موجود در انجام عملیات می‌باشد. باتوجه به یافته‌های تحقیق لازم است قبل از اجرای تمرین عملیاتی و مانور، سطوح مختلف تمرین‌های گفته‌شده به‌صورت مرتب و در سطح مدیران و برنامه‌ریزان و عوامل اجرایی برگزار گردد و همچنین با تهیه یک سناریوی کامل و مناسب و با تعیین دقیق نقش افراد اقدام به برگزاری تمرین در سطح عملیاتی شود.

فرهادی و همکاران (۱۳۹۶) به ارائه الگویی جهت تدوین سناریوی شرایط اضطراری و بررسی انطباق سناریوهای اجرا شده پرداخته و لزوم استفاده از یک الگوی واحد را برای تدوین سناریوهای واکنش در شرایط اضطراری و آموزش افراد درگیر را مورد تأکید قرار می‌دهد.

نتایج بررسی پیشینه نشان می‌دهد اغلب مطالعات و ارزیابی‌های صورت گرفته با محوریت حوزه‌های سلامت و بیمارستانی انجام شده است و مطالعات تمرین‌های بحران در مدیریت شهری کمتر مورد توجه است. علاوه بر آن در مطالعات داخلی نیز مطالعات تمرین‌های مدیریت بحران در شهرهای کشور بسیار محدود است و تاکنون تحلیل موانع تمرین‌های برگزارشده در شهر تهران و به‌طور مشخص در مناطق ۲۲گانه انجام نشده است. بر این مبنای نوآوری پژوهش از منظر کاربرد مدیریت تمرین‌های بحران در حوزه مدیریت شهری و نیز تحلیل موانع و پیشنهادهای بهبود در سطح مناطق شهری مطرح است.

روش

باتوجه به هدف پژوهش، روش‌شناسی پژوهش ترکیبی از سه رویکرد تحلیل محتوای کیفی، رویکرد دلفی فازی و مدلسازی ساختاری تفسیری انتخاب شده است. در مرحله اول به شناسایی موانع و نقاط قابل‌بهبود با استفاده از تحلیل محتوای کیفی گزارش‌های عملکردی تمرین مناطق ۲۲ گانه پرداخته شد. پس از دو مرحله پایش با استفاده از تکنیک دلفی فازی موانع کلیدی مورد توافق مشارکت‌کنندگان قرار گرفت. **جدول شماره ۲** مجموعه اعداد فازی و بیان کلامی مربوطه و روش غیرفازی سازی را ارائه کرده است. پس از آن به تحلیل موانع کلیدی و طراحی مدل ساختاری پرداخته شد، به‌طوری که با مشارکت گروهی خبرگان ماتریس اثرگذاری و اثرپذیری موانع کلیدی به‌صورت پرسش‌نامه تدوین و با مشارکت خبرگان تکمیل و در ادامه مراحل تشکیل ماتریس خودتعاملی ساختاری، تشکیل ماتریس نهایی، تعیین روابط و سطح‌بندی بین موانع و نهایتاً ترسیم شبکه تعاملات به‌صورت مدل طراحی گردید. **تصویر شماره ۲** فرآیند اجرایی مراحل پژوهش حاضر را ارائه داده

جدول ۴. یافته‌های تحلیل محتوای کیفی گزارش‌های تمرین‌های مدیریت بحران مناطق ۲۲ گانه شهر تهران

موضوع	محورهای موضوعی	نمونه گدهای استخراجی از گزارش‌ها
دانش و مهارت	ناآگاهی و مهارت ناکافی شهروندان و نیروهای داوطلب مردمی دانش ناکافی سازمان‌ها و اجرای نامناسب دستورالعمل تمرین و تدوین ستاریو	نیاز به آموزش کار با تجهیزات امداد و نجات برای نیروهای دوام منطقه؛ نیاز به برگزاری دوره‌های آموزشی تکمیلی نگهداری از تجهیزات امداد و نجات برای قیارداران مناطق ۲۲ گانه؛ ناآگاهی شهروندان درخصوص شناسایی مخاطرات مختلف و نحوه مقابله با آن‌ها؛ مهارت ناکافی درخصوص بهره‌برداری از مخزن آب برای میراب‌های جدید؛ نیاز به آموزش برایی چادر امدادی. آشنایی ناکافی مدیران و نمایندگان سازمان‌های تخصصی در سطح منطقه با فرایند اجرایی تمرین، آشنایی ناکافی مدیران با سامانه فرماندهی حادثه؛ تدوین نامناسب ستاریو توسط کارشناسان ستادهای مدیریت بحران نواحی.
ارزیابی خطر مناطق ۲۲ گانه	عدم شناسایی نقاط آسیب‌پذیر متناسب با موضوع تمرین بحران عدم ارزیابی ریسک بحران مخاطرات اولویت‌دار	نیاز به شناسایی نقاط آسیب‌پذیر و خطرناک منطقه؛ ضرورت برگزاری جلسات مشترک با سازمان‌های تخصصی به منظور آگاهی از وضعیت ساختمان‌های ناایمن و پرخطر؛ ضرورت شناسایی محدوده خطر قبل از برگزاری تمرین. فقدان نقشه خطر حریق در سطح منطقه؛ ضرورت آشنایی با ماهیت برخی از مخاطرات محتمل از جمله انتشار مواد خطرناک؛ عدم بازسازی قسمت‌هایی از مدرسه که امکان خطر بالایی دارند از قبیل: موتورخانه، کابل‌های برق. عدم برگزاری تمرین بر اساس مخاطرات اولویت‌دار؛ عدم بررسی پتانسیل‌های موجود در سطح منطقه در مواجهه با حوادث ناشی از این مخاطرات؛ عدم بروزرسانی تجهیزات موجود متناسب با مخاطرات اولویت‌دار؛ عدم تهیه بانک اطلاعاتی در زمینه مخاطرات اولویت‌دار در سطح منطقه؛ عدم تدوین برنامه عملیاتی متناسب با مخاطرات اولویت‌دار به‌صورت مکان محور.
رعایت اصول ایمنی	ضعف در ایمنی محدوده سایت تمرین ایمنی مشارکت‌کنندگان عملیات تمرین	شناسایی ناکافی ناایمنی‌های واقع شده در محدوده سایت تمرین؛ رعایت ناکافی الزامات ایمنی در برخی از فضاهای مدرسه؛ نظارت ناکافی بر رعایت اصول ایمنی در کلیه ساختمان‌ها و رفع نواقص موجود؛ عدم نصب نوار خطر و هشدار به شهروندان در زمان اجرای عملیاتی تمرین. توجه ناکافی به رعایت اصول ایمنی از سوی مشارکت‌کنندگان تمرین
ارزیابی شرایط و اطلاع‌رسانی محیطی	اطلاع‌رسانی محیطی ناکافی محدوده تمرین بازدید میدانی مکان تمرین	اطلاع‌رسانی ناکافی محیطی در مکان‌های برگزاری تمرین‌های عملیاتی به‌منظور مشارکت شهروندان؛ نیاز به اطلاع‌رسانی صحیح و به موقع برگزاری تمرین به‌منظور پیشگیری از هرج‌ومرج در تردد. ارزیابی ناکافی شرایط محیطی از طریق بازدید میدانی؛ نیاز به بازدید میدانی نمایندگان سازمان‌های تخصصی از محل حادثه فرضی.
فعالیت‌های تخصصی (اطفای حریق، تخلیه اضطراری، حمل و نقل اضطراری، ایمنی، امنیت و غیره)	کیفیت نامناسب اجرای فعالیت‌های آتش‌نشانی و خدمات ایمنی کیفیت نامناسب اجرای فعالیت‌های تأمین امنیت کیفیت نامناسب اجرای فعالیت‌های حمل و نقل اضطراری کیفیت نامناسب اجرای فعالیت‌های تخلیه اضطراری کیفیت نامناسب اجرای فعالیت‌های نشت مواد خطرناک کیفیت نامناسب اجرای فعالیت‌های ایمنی، سلامت و محیط زیست ضعف در بهره‌مندی از ظرفیت‌های مشارکت داوطلبان مردمی و نهادهای همکار	به روز نبودن تجهیزات اطفای حریق؛ تمداد ناکافی کپسول اطفای حریق در مدارس؛ عدم وجود سیستم‌های اعلام و اطفاء حریق هوشمند در مجتمع مسکونی. بهره‌گیری از دستورالعمل مدیریت تردد در صحنه حوادث به منظور جلوگیری از تداخل در انجام عملیات و عدم حضور افراد غیرمرتبط با تمرین در صحنه؛ حضور نیروهای یگان حفاظت به‌منظور بررسی تأمین امنیت در زمان تمرین عدم پیش‌بینی مسیرهای جایگزین جهت تردد خودروهای امدادی در شرایط اضطراری آشنایی ناکافی مسئولان با طرح تخلیه امن اضطراری شهر تهران؛ ناآشنایی نقش آموزان با نحوه پناه‌گیری صحیح و تخلیه امن؛ ضرورت تهیه نقشه تخلیه ساختمان و اطلاع‌رسانی جهت آشنایی با نحوه خروج در شرایط اضطراری مهارت ناکافی اطفاء حریق و کمک‌های اولیه؛ ناآگاهی از اصول ایمنی نشت مواد خطرناک. تسلط ناکافی به اصول ایمنی؛ مهارت ناکافی کمک‌های اولیه؛ ضرورت حضور برخی از نیروهای دوام در تمرین‌های عملیاتی عدم اعضای ستاد تخصصی همچون هلال احمر، فراجا، پلیس راهور و مشارکت در اجرای فرایند تمرین؛ عدم حضور شهردار ناحیه در جلسات هماهنگی؛ عدم حضور نمایندگان ادارات و سازمان‌های خدمات‌رسان؛ عدم حضور و مشارکت سازمان‌های زیرمجموعه کارگروه‌های تخصصی در تمرین‌ها
مشارکت کنشگران	عدم حضور و مشارکت ناکافی کنشگران کلیدی تمرین	عدم اعضای ستاد تخصصی همچون هلال احمر، فراجا، پلیس راهور و مشارکت در اجرای فرایند تمرین؛ عدم حضور شهردار ناحیه در جلسات هماهنگی؛ عدم حضور نمایندگان ادارات و سازمان‌های خدمات‌رسان؛ عدم حضور و مشارکت سازمان‌های زیرمجموعه کارگروه‌های تخصصی در تمرین‌ها



موضوع	محورهای موضوعی	نمونه گندهای استخراجی از گزارش‌ها
پشتیبانی تجهیزات و خدمات	ناکافی بودن خدمات پشتیبان تمرین نظیر تامین مالی، بیمه و غیره ناکافی بودن تجهیزات متناسب با تمرین	ضرورت پوشش بیمه‌ای مشارکت کنندگان در تمرین پیش‌بینی ناکافی و تامین تجهیزات ارتباطی یکپارچه و پایدار؛ نیاز به بروزرسانی تجهیزات دارویی و امدادی چیه کمک‌های اولیه در تمامی مدارس؛ بازبینی تجهیزات در اختیار ستادهای مدیریت بحران مناطق و بروزرسانی تجهیزات موجود متناسب با مخاطرات و حوادث محتمل در سطح منطقه
ارتباطات ستادی و عملیاتی	عدم برقراری ارتباطات بی‌سیم در تمرین عدم وجود زیرساخت های ارتباط تصویری در تمرین	فقدان شبکه ارتباطی یکپارچه (بیسیم مشترک) بین اعضای ستادهای مدیریت بحران مناطق؛ ضرورت برقراری ارتباط بی‌سیم منطقه با EOC شهر تهران؛ تدوین دستورالعمل بهبود ارتباطات فرماندهی با مسئولین و نمایندگان پیگیری زیرساخت ارتباطات در مناطق و نواحی به منظور تسهیل در امر ارتباطات در زمان بحران‌های واقعی؛ پیش‌بینی بسترهای ارتباطی مورد نیاز بین پایگاه ویژه مدیریت بحران منطقه با سایر دستگاه‌های تخصصی
فرماندهی و هماهنگی	عدم اجرای سیستم فرماندهی حادثه عدم اجرای سیستم مدیریت حادثه	فقدان تشکیل ساختار نظام فرماندهی حادثه در تمرین؛ عدم آشنایی برخی از اعضای مشارکت کننده در تمرین با نظام مدیریت حادثه
فرایندهای بهبود مستمر	ضعف در فرایند ارزشیابی تمرین‌ها کیفیت نامناسب جلسات گروهی گزارش‌گیری فوری پس از تمرین فقدان مدیریت درس‌آموخته‌های تمرین ضعف در مستندسازی تمرین‌ها	عدم تشکیل شبکه ارزشیابان یا هدف نظام بخشی به فرایندهای ارزشیابی؛ عدم برگزاری جلسه گزارش‌گیری فوری و بررسی نقاط ضعف و قوت تمرین؛ عدم مدیریت درس آموخته‌های تمرین مبتنی بر رویکردهای علمی؛ ضعف در مستندسازی مراحل مختلف تمرین

جدول ۵. موانع و نقاط نیازمند بهبود تمرین‌های مدیریت بحران مناطق ۲۲ گانه شهر تهران

نماد	موانع کلیدی تمرین‌های مدیریت بحران مناطق ۲۲ گانه شهر تهران
A	دانش و مهارت ناکافی برنامه‌ریزان و بازیگران تمرین
B	عدم شناسایی نقاط آسیب‌پذیر متناسب با موضوع تمرین بحران
C	عدم شناسایی مخاطرات اولویت‌دار مناطق ۲۲ گانه شهر تهران
D	عدم ارزیابی ریسک بحران بر مبنای مخاطرات اولویت‌دار مناطق ۲۲ گانه شهر تهران
E	بررسی ناکافی شرایط محیطی تمرین در راستای برقراری ایمنی و امنیت محدوده تمرین
F	مشارکت ناکافی برخی کنشگران کلیدی (دستگاهی، بخش خصوصی، نهادهای داوطلبان مردمی، شهروندان)
G	ناکافی بودن منابع مالی، خدمات پشتیبانی و تجهیزات تمرین‌های مدیریت بحران
H	ارتباطات ناکافی (بیسیم و تصویری) بین کنشگران عملیات و ستادی تمرین‌های مدیریت بحران
I	عدم اجرای سیستم فرماندهی حادثه (ICS) و سیستم مدیریت حادثه (IMS)
J	کیفیت نامناسب جلسات گروهی گزارش‌گیری فوری و نهایی پس از تمرین
K	ضعف در فرایند ارزشیابی تمرین‌های مدیریت بحران
L	ضعف در مدیریت درس آموخته‌های تمرین‌های مدیریت بحران
M	اجرای نامناسب دستورالعمل تمرین مدیریت بحران
N	اطلاع‌رسانی ناکافی به کنشگران و محدوده محیطی تمرین مدیریت بحران

جدول ۶ ماتریس خودتعلیمی ساختاری موانع کلیدی تمرین‌های مدیریت بحران مناطق ۲۲ گانه شهر تهران

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
	V	V	V	V	X	V	V	V	V	V	X	V	V	A
		A	A	V	V	V	O	O	O	V	A	O	V	B
			V	O	O	V	V	V	V	V	X	X	V	C
				O	V	O	V	V	V	V	V	V	V	D
					A	X	O	O	O	O	O	O	V	E
						A	O	X	O	O	O	O	O	F
							V	A	A	V	V	V	V	G
								X	X	X	X	O	H	
								V	X	X	V	O	I	
									X	X	X	O	J	
										X	X	A	K	
											X	O	L	
												X	M	
													N	

خدمات پشتیبانی و تجهیزات تمرین‌های بحران؛ مشارکت ناکافی برخی کنشگران کلیدی، دستگاهی، داوطلبان و شهروندان؛ عدم اجرای سیستم فرماندهی حادثه و سیستم مدیریت حادثه؛ بررسی ناکافی شرایط محیطی تمرین در راستای برقراری ایمنی و امنیت محدوده تمرین و اطلاع‌رسانی ناکافی به کنشگران و محدوده محیطی شناسایی شدند.

در سطح دوم نیز موانع ارتباطات ناکافی بی سیم و تصویری بین کنشگران عملیاتی و ستادی؛ ضعف در فرایند ارزشیابی تمرین‌های مدیریت بحران و کیفیت نامناسب جلسات گروهی گزارش‌گیری فوری و نهایی پس از تمرین قرار دارد و در سطح یک اجرای نامناسب دستورالعمل تمرین مدیریت بحران و ضعف در مدیریت درس آموخته‌های تمرین‌های مدیریت بحران به‌عنوان اثرپذیرترین موانع شناسایی شد.

نتیجه‌گیری

منطبق با یافته‌های مدل راهکارهای بهبود تمرین‌های مدیریت بحران در راستای رفع موانع کلیدی و نقاط نیازمند بهبود تمرین‌های مدیریت بحران به شرح ذیل پیشنهاد می‌گردد:

جدول شماره ۹ سطح‌بندی موانع اجرای تمرین مدیریت بحران مناطق ۲۲ گانه شهر تهران را ارائه داده است. در نهایت باتوجه به سطوح متغیرها و ماتریس دسترسی نهایی یک مدل اولیه رسم و از طریق حذف انتقال‌پذیری‌ها در مدل اولیه، مدل نهایی ساختار تفسیری مطابق **تصویر شماره ۳** ترسیم گردید.

بحث

همان‌طور که در **تصویر شماره ۳** مشاهده می‌شود موانع کلیدی مدیریت تمرین‌های مدیریت بحران مناطق ۲۲ گانه در چهار سطح طبقه‌بندی شده است.

موانع سطح چهارم به‌عنوان ریشه‌ای‌ترین موانع و نقاط نیازمند بهبود تمرین‌های مدیریت بحران شامل عدم شناسایی مخاطرات اولویت‌دار مناطق ۲۲ گانه شهر تهران؛ عدم ارزیابی خطر بحران بر مبنای مخاطرات اولویت‌دار مناطق ۲۲ گانه شهر تهران؛ عدم شناسایی نقاط آسیب‌پذیر متناسب با موضوع تمرین بحران و دانش و مهارت ناکافی برنامه‌ریزان و بازیگران تمرین‌های مدیریت بحران شناسایی گردید که این امر به معنای تأثیرگذاری بالای این موانع بر مسیر تحقق کارآمدی تمرین‌های مدیریت بحران می‌باشند.

در سطح سوم عوامل مرتبط با تأمین مالی و خدمات پشتیبانی و مشارکت کنشگران و اطلاع‌رسانی و ایمنی و امنیت تمرین مورد توجه قرار گرفت و موانع سطح سوم شامل ناکافی بودن منابع مالی،



جدول ۷. ماتریس دسترسی اولیه موانع کلیدی تمرین‌های مدیریت بحران مناطق ۲۲گانه شهر تهران

N	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	A
۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	B
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	C
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۰	D
۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	E
۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	F
۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	G
۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	H
۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	I
۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	J
۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	K
۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	L
۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۰	M
۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	N

لزوم برنامه‌ریزی تمرین‌ها مبتنی بر نتایج ارزیابی خطر مناطق ۲۲گانه شهر تهران

اطمینان بخشی از آگاهی و درک مشترک برنامه‌ریزان و برگزارکنندگان از فرایند اجرایی تمرین

باتوجه به شناسایی مخاطرات اولویت‌دار شهر تهران، ارزیابی ریسک مخاطرات اولویت‌دار در مناطق ۲۲گانه صورت گیرد و موضوع، اهداف یادگیری، سناریوهای تمرین و نقاط آسیب‌پذیر بر مبنای نتایج ارزیابی ریسک مناطق طرح‌ریزی گردد.

برنامه‌ریزی آموزشی در راستای ارتقای دانش و مهارت کنشگران تمرین

باتوجه به آشنایی ناکافی مدیران و نمایندگان سازمان‌های تخصصی در سطح منطقه با فرایند اجرایی تمرین، سامانه فرماندهی حادثه و یا تدوین نامناسب سناریو توسط کارشناسان ستادهای مدیریت بحران نواحی پیشنهاد می‌گردد ضمن برگزاری سمینارهای آموزشی، جلسات توجیهی جهت اطمینان بخشی از درک مشترک فرایند اجرایی تمرین برنامه‌ریزی گردد.

تقویت مشارکت کنشگران کلیدی و نهادهای همکار در اجرای تمرین‌های مناطق ۲۲گانه شهر تهران

ارتقای دانش و مهارت کنشگران مستلزم نیازسنجی و برنامه‌ریزی آموزشی متناسب با مسئولیت‌ها و نقش کنشگران و طرح‌ریزی دوره‌های بازآموزی است. آموزش‌ها در حوزه‌های عمومی و فعالیت‌های تخصصی (اطفای حریق، تخلیه اضطراری، اسکان اضطراری، حمل و نقل اضطراری، ایمنی، کمک‌های اولیه، امنیت و غیره) برای نقش آفرینان سازمانی و سایر مشارکت‌کنندگان در تمرین نظیر نیروهای داوطلب واکنش اضطراری محله (دوام)، شهروندان و غیره.

علاوه بر الزام حضور کنشگران اصلی در شهرداری مناطق ۲۲گانه، تقویت مشارکت اعضای کارگروه‌های تخصصی ستاد مدیریت بحران شهر تهران مانند هلال احمر، فراجا، پلیس راهور و دیگر نمایندگان سازمان‌های خدمت‌رسان پیشنهاد می‌گردد.

جدول ۸. ماتریس دسترسی نهایی موانع کلیدی تمرین‌های مدیریت بحران مناطق ۲۲ گانه شهر تهران

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	تعداد
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	Σ
A	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۳
B	۲	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۱*	۰	۱	۰	۰	۱	۷
C	۳	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۲
D	۴	۰	۱	۱*	۱	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۱
E	۵	۱*	۰	۰	۰	۱	۱*	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۵
F	۶	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۶
G	۷	۱*	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۹
H	۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۶
I	۹	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۷
J	۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱*	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۵
K	۱۱	۰	۱*	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۵
L	۱۲	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱۱
M	۱۳	۱*	۰	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۱
N	۱۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۱*	۱*	۱	۴
پیشگی	Σ	۶	۷	۵	۶	۵	۸	۷	۹	۹	۱۲	۱۱	۱۱	۸	

*درایه‌های تغییر یافته در فرایند انتقال‌پذیری

مناطق نیازمند سرمایه‌گذاری و برنامه‌ریزی تامین مالی است. علاوه بر آن در نظر گرفتن ردیف بودجه و تامین مالی خدمات پشتیبان تمرین نیز پیشنهاد می‌گردد.

تقویت رعایت اصول ایمنی و اطلاع‌رسانی محیطی محدوده سایت تمرین

رعایت اصول ایمنی توسط مشارکت‌کنندگان عملیات تمرین، اطلاع‌رسانی محیطی محدوده تمرین، بازدید میدانی مکان تمرین، شناسایی ناایمنی‌های واقع شده در محدوده سایت تمرین، نصب نوار خطر و هشدار به شهروندان در زمان اجرای عملیاتی تمرین پیشنهاد می‌گردد.

کارآمدسازی فرایندهای یادگیری تمرین شامل مستندسازی، ارزشیابی و مدیریت درس‌آموخته‌ها

در راستای کارآمدسازی فرایندهای یادگیری تمرین‌ها، طراحی چارچوب‌های ارزشیابی مبتنی بر اهداف یادگیری تمرین، نظام بخشی به فعالیت‌های ارزشیابی، مستندسازی و مدیریت درس‌آموخته‌های تمرین مبتنی بر رویکردهای علمی پیشنهاد می‌گردد.

تقویت کارکرد و هماهنگی تمرین‌های بحران مناطق ۲۲ گانه شهر تهران

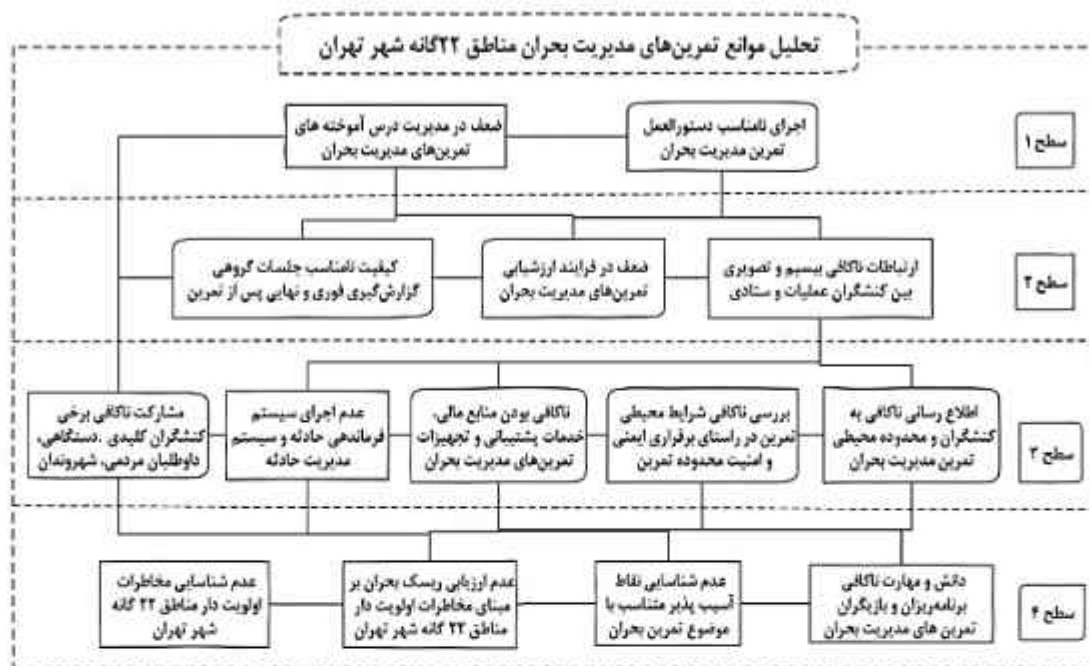
باتوجه به فقدان تشکیل ساختار نظام فرماندهی حادثه و نظام مدیریت حادثه، لازم است تقویت کارکرد و هماهنگی تمرین‌ها مورد توجه قرار گیرد.

تقویت زیرساخت‌های شبکه ارتباطاتی یکپارچه ستادهای مدیریت بحران مناطق ۲۲ گانه شهر تهران

باتوجه به زیرساخت‌های ارتباطی ناکافی و فقدان شبکه ارتباطی یکپارچه (بی‌سیم مشترک) بین اعضای ستادهای مدیریت بحران مناطق و ارتباط با مرکز عملیات اضطراری شهر تهران؛ پیش‌بینی بسترهای ارتباطی مورد نیاز در سطح مناطق و ارتباط با سایر دستگاه‌های تخصصی ضرورت دارد.

سرمایه‌گذاری و تامین منابع مالی به‌روزرسانی تجهیزات و خدمات پشتیبانی تمرین مناطق ۲۲ گانه شهر تهران

بازبینی و به‌روزرسانی تجهیزات مورد نیاز مدیریت بحران و به تبع آن تمرین‌ها متناسب با مخاطرات و نتایج ارزیابی خطر



تصویر ۳. مدل ساختاری تفسیری تحلیل موانع تمرین‌های مدیریت بحران مناطق ۲۲ گانه شهر تهران

جدول ۹. ماتریس سطح‌بندی موانع کلیدی تمرین‌های مدیریت بحران مناطق ۲۲ گانه شهر تهران

سطح	مجموعه مشترک	مجموعه خروجی	مجموعه ورودی	موانع
۳	۱۲، ۷، ۶، ۵، ۱	۱۳، ۱۲، ۷، ۶، ۵، ۱	۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۷، ۶، ۵، ۴، ۳، ۲، ۱	(۱) A
۴	۲، ۱۱، ۵	۱۲، ۱۱، ۵، ۴، ۳، ۲، ۱	۱۴، ۱۱، ۹، ۷، ۵، ۴	(۲) B
۴	۱۲، ۶، ۳، ۴	۱۲، ۶، ۵، ۴، ۳، ۱	۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۷، ۶، ۴، ۳، ۲	(۳) C
۴	۱۲، ۶، ۴، ۳	۱۳، ۱۲، ۶، ۵، ۴، ۳، ۱	۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۶، ۴، ۳، ۲	(۴) D
۳	۶، ۷، ۵، ۱	۷، ۶، ۵، ۲، ۱	۱۴، ۷، ۶، ۵، ۴، ۱	(۵) E
۳	۹، ۶، ۵، ۴، ۳، ۱	۹، ۷، ۶، ۵، ۴، ۳، ۲، ۱	۹، ۶، ۵، ۴، ۳، ۱	(۶) F
۳	۱۳، ۱۲، ۷، ۶	۱۳، ۱۲، ۷، ۵، ۴، ۳، ۱	۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۷، ۶، ۵، ۱	(۷) G
۲	۱۳، ۱۲، ۹، ۸	۱۳، ۱۲، ۱۰، ۹، ۸، ۷، ۴، ۳، ۱	۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸	(۸) H
۳	۱۳، ۱۲، ۹، ۶	۱۳، ۱۲، ۹، ۸، ۶، ۴، ۳، ۲، ۱	۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۶	(۹) I
۲	۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۸	۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۴، ۳، ۱	۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۸	(۱۰) J
۲	۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۴	۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۷، ۴، ۳، ۱	۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۴	(۱۱) K
۱	۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۷، ۴، ۳، ۱	۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۷، ۴، ۳، ۱	۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۷، ۴، ۳، ۱	(۱۲) L
۱	۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۷، ۴، ۳، ۱	۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۷، ۴، ۳، ۱	۱۴، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۱۰، ۹، ۸، ۷، ۴، ۳، ۱	(۱۳) M
۳	۱۴، ۱۳	۱۴، ۱۳، ۷، ۵، ۴، ۳، ۲، ۱	۱۴، ۱۳، ۱۱، ۱۲	(۱۴) N

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاقی پژوهش

الزامات اخلاقی رعایت شده است. رضایتمندی مشارکت کنندگان به صورت شفاهی انجام شده است.

حامی مالی

این مقاله بخشی از یک طرح تحقیقاتی است که در سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران انجام شده است و هیچ گونه کمک مالی از سازمانی های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان به طور یکسان در مفهوم و طراحی مطالعه، جمع آوری و تجزیه و تحلیل داده ها، تفسیر نتایج و تهیه پیش نویس مقاله مشارکت داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از همکاری ارزشمند مشارکت کنندگان سازمان و ادارات مدیریت بحران مناطق ۲۲ گانه شهر تهران، از جناب آقای دکتر علی نصیری، جانشین محترم شهردار در مدیریت بحران و پدافند غیرعامل و رئیس سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران به دلیل حمایت ها و راهنمایی های ارزشمندشان در روند تهیه و تدوین این مقاله صمیمانه تشکر و قدردانی می شود.



References

- Abualenain, J., Alhajaji, R., & Alsulimani, L. K. (2024). A systematic review of the efficacy of full-scale simulation exercises in enhancing hospital disaster preparedness. *The Journal of Medicine, Law & Public Health*, 4(3), 419-446. [DOI:10.52609/jmlph.v4i3.133]
- Albanese, J., & Paturas, J. (2018). The importance of critical thinking skills in disaster management. *Journal of Business Continuity & Emergency Planning*, 11(4), 326-334. [DOI:10.69554/TSSX1591]
- Alexander, D. (2020). Disaster risk reduction. In W. R. Thompson (Ed.), *Oxford Encyclopedia of Politics*. New York, NY: Oxford University Press. [Link]
- Berlin, J. M., & Carlström, E. D. (2014). Collaboration exercises—the lack of collaborative benefits. *International Journal of Disaster Risk Science*, 5, 192-205. [DOI:10.1007/s13753-014-0025-2]
- Country Disaster Management Organization. (2021). [National Preparedness and Response Plan. Appendix 6. National Exercise Plan (Tehran)]. Tehran: Country Disaster Management Organization.
- Donevant, S. B., Svendsen, E. R., Richter, J. V., Tavakoli, A. S., Craig, J. B. R., & Boltin, N. D., et al. (2019). Designing and executing a functional exercise to test a novel informatics tool for mass casualty triage. *Journal of the American Medical Informatics Association : JAMIA*, 26(10), 1091-1098. [DOI:10.1093/jamia/ocz087] [PMID]
- Farhadi, S., Mohammadfam, I., & Kalatpour, O. (2017). [Introducing a pattern for developing emergency scenarios in industries and studying the conformity of the exercised scenarios in the process industries with the presented pattern (Persian)]. *Iran Occupational Health*, 14 (2), 72-81. [Link]
- Khairilmizal, S., Yassin, A. M., Husna, K. A., Kasti, H., Saadun, J., & Hussin, M. F. (2020). Dissecting the Challenges of the Lead Responding Agency During Disaster Management Exercises. *Global Business & Management Research*, 12(1), 42-51. [Link]
- Khan, S. M., Shafi, I., Butt, W. H., Diez, I. D. L. T., Flores, M. A. L., & Galán, J. C., et al. (2023). A systematic review of disaster management systems: Approaches, challenges, and future directions. *Land*, 12(8), 1514. [DOI:10.3390/land12081514]
- Kim, H. (2013). Improving simulation exercises in Korea for disaster preparedness. *Disaster Prevention and Management*, 22(1), 38-47. [DOI:10.1108/09653561311301961]
- Kolahi Dehkordi, H., & Gholami, S. (2018). [The Investigation and Prioritization of current challenges in practical exercises and maneuver for preparation against natural disasters (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 7(4), 332-339. [Link]
- Laws and Regulations Portal of Islamic Republic of Iran.(2019). [National Crisis Management Law(Persian)]. Tehran: National Crisis Management Law. [Link]
- McElroy, J. A., Steinberg, S., Keller, J., & Falcone, R. E. (2019). Operation continued care: A large mass-casualty, full-scale exercise as a test of regional preparedness. *Surgery*, 166(4), 587-592. [DOI:10.1016/j.surg.2019.05.045] [PMID]
- Mizrak, K. C. (2024). Crisis management and risk mitigation: Strategies for effective response and resilience. In F. Mizrak (Ed.), *Trends, challenges, and practices in contemporary strategic management*(pp. 254-278). Turkey: Nisantasi University. [DOI:10.4018/979-8-3693-1155-4.ch013]
- Moss, R., & Gaarder, C. (2022). Exercising for mass casualty preparedness. *British Journal of Anaesthesia*, 128(2), e67-e70. [DOI:10.1016/j.bja.2021.10.016] [PMID]
- Sinclair, H., Doyle, E. E., Johnston, D. M., & Paton, D. (2012). Assessing emergency management training and exercises. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 21(4), 507-521. [DOI:10.1108/09653561211256198]
- Sheikhbardsiri, H., Yarmohammadian, M. H., Khankeh, H., Khamdempour, G., Moradian, M. J., & Rastegarfar, B., et al. (2020). An Operational Exercise for Disaster Assessment and Emergency Preparedness in South of Iran. *Journal of Public Health Management and Practice : JPHMP*, 26(5), 451-456. [DOI:10.1097/PHH.0000000000000815] [PMID]
- Skryabina, E. A., Betts, N., Reedy, G., Riley, P., & Amlôt, R. (2020). The role of emergency preparedness exercises in the response to a mass casualty terrorist incident: A mixed methods study. *International Journal of Disaster Risk Reduction : IJDRR*, 46, 101503. [DOI:10.1016/j.ijdr.2020.101503] [PMID]
- Torkian, M., Daneshfard, K., Vahkhani, M., & Pilevari, N. (2022). [Presenting a model of effective factors on the implementation of Iran's crisis management policies with an interpretive structural approach (Persian)]. *Housing and Rural Environment*, 41(178), 35-48. [DOI:10.22034/41.178.35]
- Torpan, S., Orru, K., Hansson, S., & Klaos, M. (2025). Using a tabletop exercise to identify communication-related vulnerability to disasters. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 119, 105264. [DOI:10.1016/j.ijdr.2025.105264]
- Waring, S., Moisi, I., Barrett, C., & Gordts, S. (2024). Identifying what components of full-scale emergency exercises improve disaster response learning: A rapid evidence assessment. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 104, 104390. [DOI:10.1016/j.ijdr.2024.104390]
- Waring, S., Alison, L., Carter, G., Barrett-Pink, C., Humann, M., & Swan, L., et al. (2018). Information sharing in interteam responses to disaster. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 91(3), 591-619. [DOI:10.1111/joop.12217] [PMID]
- Wentworth, J. (2021). *Horizon scanning: Preparing for more extreme climate impacts and disasters*. London: UK Parliament. [Link]
- World Health Organization. (2017). *WHO Simulation Exercise Manual*. Geneva: World Health Organization. [Link]
- Zabetian, R., Esmaeili, M. R., Haji Enzehaei, Z., & Manochehri, J. (2024). [Designing an Interpretive Structural Model for Managing the Effect of Economic Crisis on Sports (Persian)]. *Sport Management Journal*, 16(2), 179-156. [Link]

This Page Intentionally Left Blank

Research Paper

Design and Validation of an HSE Evaluation Checklist for Urban Mass Gatherings: A Case Study in Tehran, Iran



*Seyed Sajad Mousavi¹ , Mobin Ebrahimian² , Mohammad Najafi³ , Mohammad Delfan⁴, Hossein Fahmi⁵ , Masoumeh Tazikeh⁶, Nafiseh Mirzashemi⁷ 

1. Department of Industrial Engineering, School of Industrial Engineering, Politecnico di Milano, Milano, Italy.
2. Health In Emergency and Disaster Research Center, Social Health Research Institute, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran.
3. Department of Industrial Safety Engineering, Caspian Institute of Higher Education, Qazvin, Iran.
4. Tabarestan Institute of Higher Education, Chaloos, Iran.
5. Department of Civil Engineering, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
6. University of Applied Science and Technology, Tehran, Iran.
7. Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran.



Citation Mousavi, S. S., Ebrahimian, M., Najafi, M., Delfan, M., Fahmi, H., & Tazikeh, M., et al. (2025). Design and Validation of an HSE Evaluation Checklist for Urban Mass Gatherings: A Case Study in Tehran, Iran. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 15(3):320-343. <https://doi.org/10.32598/DMKP.15.3.980.1>

 <https://doi.org/10.32598/DMKP.15.3.980.1>

ABSTRACT

Background and Objective Considering the scale of mass gatherings in urban areas, systematic attention to health, safety, and environment (HSE) factors for these events has become important in urban governance. This study aimed to design and validate a tool for HSE evaluation in urban mass gatherings, tailored to the conditions of Tehran City, Iran.

Method Using a mixed-method approach (qualitative–quantitative), this research identified, categorized, and validated key indicators for assessing HSE in urban mass gatherings. Tool development was done by risk assessment, review of past events, opinions of experts, and field visits. The initial draft was tested in a pilot study for three selected mass gathering events in Tehran, Iran, and its psychometric properties (content validity, construct validity, and internal consistency) were evaluated.

Results The final version of the checklist included 14 operational indicators: 6 safety-related, 4 health-related, and 4 environmental indicators. It was found that 92% of the items had acceptable CVR (>0.62). The CVI for all items ranged from 0.80 to 1. The CVI average for the entire checklist was calculated to be 0.92, indicating an excellent content validity. Cronbach's α coefficient was calculated to be 0.86 for the entire checklist, indicating a favorable internal consistency. Regarding its subscales, Cronbach's α value was 0.83 for safety, 0.80 for health, and 0.78 for environment.

Conclusion The developed checklist is a valid and reliable tool for assessing HSE in urban mass gatherings. By focusing on neglected components and multidimensional risks, this checklist enables systematic analysis and targeted intervention from initial planning to implementation and collection. It can be used by urban management authorities, event organizers, and HSE researchers.

Keywords Mass gatherings, HSE, Urban safety, Performance evaluation, Urban risk management

Article Info:

Received: 25 Aug 2025

Accepted: 26 Oct 2025

Available Online: 01 Oct 2025

* Corresponding Author:

Seyed Sajad Mousavi, PhD.

Address: Department of Industrial Engineering, School of Industrial Engineering, Politecnico di Milano, Milano, Italy.

Tel: +98 (912) 4496809

E-mail: seyedsajad.mousavi@polimi.it



Copyright © 2025 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.

English Version

Introduction

Mass gatherings, as a social and urban phenomenon, have become one of the major challenges in urban management in recent decades due to population growth, the expansion of cultural and religious events, and increased social interactions (World Health Organization, 2008). These events, which include religious, sporting, political, and cultural gatherings, put significant pressure on urban infrastructure, service resources, and the health system by gathering large numbers of people in a specific time and place (Milsten et al., 2002). While managing mass gatherings requires a multidimensional and coordinated approach, previous studies have primarily focused on macro-level aspects, such as population dynamics, collective behaviors, and crowd modeling (Helbing et al., 2007). In contrast, micro-level aspects and operational issues such as electrical safety, food hygiene, and waste management have received less attention, even though these factors play a decisive role in maintaining the health and safety of participants (Thompson, 2008). The lack of structured frameworks for continuous monitoring and evaluation of health, safety, and environmental (HSE) performance in mass gatherings is considered a serious gap in the research literature. Many existing models lack operational capability in real-world situations and are unable to effectively identify and manage micro-risks and hidden threats (Safipour et al., 2023). Additionally, existing assessment tools are often designed in a non-comprehensive manner, unable to simultaneously cover the three dimensions of health, safety, and environment (AlMarri et al., 2025).

Given the complexity and diversity of threats in mass gatherings, there is a strong need to design a comprehensive and practical tool for evaluating HSE performance in an urban context; a tool that can monitor HSE indicators in a structured manner and help executive managers make quick and effective decisions. The present study, using expert opinions, field data, and practical experiences, aimed to design and validate a tool for evaluating HSE performance in mass gatherings that covers the three main dimensions of health, safety, and environment in an integrated manner. This tool can be used as a practical guide for city managers, event organizers, and responsible institutions in crisis management.

Literature review

The World Health Organization (2008) defines mass gatherings as “an organized or unplanned event where the number of people attending is sufficient to strain the planning and response resources of the community, state, or nation hosting the event”. Milsten et al. (2002) have reviewed medical experiences in major mass gathering events, emphasizing the need for health system preparedness and emergency response protocols. Thompson (2008) highlighted the critical role of public health planning and coordination for mass gatherings among organizations in reducing health risks.

Among studies related to the health domain, Hutton et al. (2024) examined the perspectives of managers, law enforcers, and medical staff involved in organizing mass gathering events and found that the lack of effective communication between these groups can lead to disruptions in the health and safety management of events. In another study, Hutton et al. used focus group discussions to highlight the differences in the understanding and practices of risk management by each group and emphasized the need to design common and understandable tools for all stakeholders involved in organizing mass gatherings (Hutton et al., 2025). Bahbouh et al. (2024) also presented a framework for health management in mass gatherings, which includes algorithms for population monitoring, early warning, and emergency response planning. These frameworks offer predictive capabilities and rapid response by leveraging new technologies, including image processing and social network data analysis.

Among studies related to the safety domain, Helbing et al. (2007) modeled collective behavior in panic situations and demonstrated that the absence of emergency exit routes, inadequate urban space design, and unpredictable population reactions can lead to humanitarian disasters. Safipour et al. (2023) designed a resilience model for religious gatherings, using indicators such as crisis severity, probability of occurrence, and response capability in risk assessment, which can be used in the safety management of urban events.

Among studies related to the environment domain, Johansson et al. (2012) showed a link between population density, increased pollution, and the prevalence of respiratory diseases in urban settings. Also, the Centers for Disease Control (CDC) guidelines emphasize the importance of controlling environmental factors such as ventilation, ambient temperature, and water quality in mass gatherings. Johansson et al. (2012) indicated the weakness in waste management and the lack of sustainable infrastructure in urban events, which can lead to pollution of natural resources and a threat to public health.

Table 1. Probability-severity matrix for risk assessment

Severity Rating	Consequence				Probability					
	People	Assets	Environment	Reputation	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5	Level 6
1	Zero injury	Zero damage	Zero effect	Zero impact	Manage for continual improvement					
2	Slight injury	Slight damage	Slight effect	Slight impact						
3	Minor injury	Minor damage	Minor effect	Limited impact						
4	Major injury	Local damage	Local effect	Considerable impact	ALARP					
5	Single fatality	Major damage	Major effect	Major national impact						
6	Multiple fatalities	Extensive damage	Massive effect	Major international impact	Intolerable					

Among studies related to HSE performance, [Sadoughi et al. \(2012\)](#) employed a fuzzy analytic hierarchy process (AHP) model to develop a performance evaluation model for HSE management systems, which includes both enabling and outcome-based indicators. This model can be applied in industrial settings but requires adaptation to the specific conditions of mass gatherings. Tools such as HSE-P10 and specialized HSE dashboards have also been developed to monitor HSE performance in large projects ([AlMarri et al., 2024](#)).

Despite these studies, the lack of a comprehensive, structured, and operational tool for evaluating HSE performance in mass gatherings, especially in urban settings, remains a serious research gap. Most of the existing models either partially address one of the HSE dimensions or are designed for industrial and non-urban environments and are not capable of adapting to the real conditions of urban events. Aiming to fill this gap, the present study seeks to design an HSE evaluation checklist for mass gatherings that covers the three main dimensions of health, safety, and environment in an integrated and practical manner.

Materials and Methods

This is a descriptive-analytical study conducted in Tehran, Iran. The process of designing and testing an HSE performance evaluation checklist was carried out in six stages.

Primary data collection

In the first stage, basic data for compiling checklist items were collected through field visits, risk assessment, analysis of past events, and review of non-compliance reports. The research team visited the religious and cultural gatherings, observed the environmental and operational conditions, and documented potential hazards. These hazards included non-standard wiring, lack of fire extinguishing equipment, poor food quality, improper waste disposal, and noise pollution. The identified risks were categorized and prioritized using a probability-severity matrix to form the basis for designing the tool items. The matrix used for risk assessment at this stage is shown in [Table 1](#). The history of previous incidents during mass gathering events in urban settings was reviewed to identify patterns and factors that contribute to the occurrence of incidents. During mass gatherings, minor incidents may occur, including people slipping, electrocution, falling scaffolding, and people falling from elevated surfaces such as performance stages, etc., which are analyzed for the 22 districts of Tehran. Only recorded incidents that were officially sent to the Tehran Municipality HSE Secretariat were analyzed. Data from HSE inspections of previous mass gatherings held in Tehran Municipality (Imam Reza Celebration, Ghadir Celebration, Arbāeen Remnants Walk) were analyzed to identify deficiencies in the management of mass gatherings.

Table 2. Characteristics of experts

Group	No.	Work Experience	Expertise
Executive managers	4	>15 years	Crisis management, urban planning
Technical experts	4	10-12 years	Safety, environmental health, risk assessment
Faculty members	2	>10 years	Education and research in the field of HSE

Table 3. Concepts, components, and associated national regulations for the HSE evaluation in mass gatherings in urban areas

Safety		
Concept	Component	National Regulations
Routes	Physical obstacles	
	Uneven pavements	Article 55 of the municipalities law, work at height safety regulations
	Slope differences	
	Traffic barriers	Regulations on transportation and traffic of Tehran
	Warning and guidance signs	Regulations on transportation and traffic of Tehran, topic 20 of the national building regulations
Fire	Cooking tools	Health regulations on food preparation and distribution centers, Ministry of Health and Medical Education's regulations on transporting food products, Iran Food and Drug Administration (IFDA)'s minimum requirements for packaging and labeling of food and beverage products, Topic 20 of the National Building Regulations, IFDA regulations on the establishment and operation of food processing plants
	Extinguishing equipment	
	Electrical fires	National building regulations of Iran, topic 3: Safety of buildings against fire, Occupational and Environmental Health Center (OEHC)'s regulations on occupational safety and health in the use of chemicals, Regulations on preventing and fighting fires in workshops
	Storage and handling of flammable materials	
	Fireworks and lighting equipment	
	Liquid petroleum gas (LPG) cylinders and associated fittings	Specifications and testing of LPG cylinder valves — manually operated; ID: 11350 and 11351
Permanent/ temporary modular structures	Fixed advertising structures	
	Temporary structures	
	Security and crowd control structures	National building regulations, topic 11: Industrial building design and construction
	Stages or performance platforms	
	Covering and shading structures	
	Decorative and interactive structures	
Electricity	Cables and wiring	
	Fuses and circuit breakers	
	Electric plugs and sockets	
	Lighting system	National building regulations, topic 13: Electrical installations in buildings
	Equipment earthing system	
	Diesel generators and electric motors	
	Electrical panels	



Safety		
Concept	Component	National Regulations
Heating and cooling equipment	Air coolers and fan coils	National building regulations, topic 14: Mechanical installations in buildings
	Heaters	
	Fans and jet fans	
	Fire pits	
Traffic	Parking	Workplace traffic safety guidelines
	Emergency and rescue access and routes	
	Traffic equipment	
	Warning and guidance signs	
	Emergency and operational vehicles	
Health		
Concept	Component	National Regulations
Environmental health	Toilets	National Standards Organization's Code of Conduct for Cold Storage/ Food Warehouse Buildings and Equipment, OEHC's Environmental Health Guide for Industries (Food Preparation and Distribution Centers and Public Places),IFDA's Pest Control Guidelines, Environmental Health Regulations for Buildings and Premises, IFDA's minimum technical and sanitary requirements for catering units
	Washbasins	
	Catering area	
	Drinking faucets	
	Sewage	
	Waste	
Food	Quality and safety of food and raw materials	Health regulations on food preparation and distribution centers, Ministry of Health and Medical Education's regulations on transporting food products, IFDA's minimum requirements for packaging and labeling of food and beverage products, National Building Regulations, Topic 12, IFDA's minimum technical and health requirements for the establishment and operation of food processing factories
	Storage of food products	
	Cooking and distributing food	
	Health card	
	Personal hygiene of cooks and distributors	
Drinking water	Drinking water tankers	IFDA's minimum technical and health requirements for units producing ready-to-eat and semi-prepared foods,OEHC's guidelines for water and wastewater health measures
	Mineral water bottles	
	Drinking fountains	
	Ice safety	
	Water used in tea and syrup distribution	
Mental health	Population stress management	
	Elderly and children	

Environment		
Concept	Component	National Regulations
Waste management	Waste collection and disposal	Waste management law passed by the Islamic consultative assembly
	Waste separation	
	Leachate leakage	
	Use of reusable dishware	
Air pollution	Gasoline and diesel equipment	Law on how to prevent air pollution
	Technical inspection of equipment	
Noise pollution	Sound systems	Executive regulations on how to prevent noise pollution
	Technical inspection of equipment	
	Diesel and gasoline generators	
Energy	Water consumption management	National building regulations, topic 19: Energy saving
	Electricity consumption management	
	Fossil fuel consumption management	

Refining items

Based on the collected data, an initial list of items related to the three main axes of health, safety, and environment in mass gatherings was prepared. To refine and complete this list, group meetings were held with the participation of 10 HSE experts. This panel of experts was purposefully selected from three groups of specialists (Table 2) to consider different executive, technical, and scientific perspectives in refining the items.

Preparation of the checklist

The final items were organized into three dimensions of health, safety, and environment and designed as an operational tool. For each item, the legal requirements and related upstream documents were included in a separate column, allowing users to cite and implement. This checklist was tailored to the specific conditions of Tehran and the needs of urban management.

Validation of the checklist

To determine the face validity of the checklist, the initial draft was presented to 10 experts. The items were reviewed for clarity, comprehensibility, and importance. At this stage, 5 items were revised, and two items were deleted.

To determine content validity, each expert rated the necessity of the items at three levels, and the content validity ratio (CVR) for each item was calculated using the Lawshe method. Items with a CVR ≥ 0.62 are acceptable. It was found that 92% of the items had acceptable CVR. Seven items with lower CVRs were modified or removed. Experts also rated each item on a 4-point scale for relevance, clarity, and simplicity, and the content validity index (CVI) for items and subscales was calculated. The CVI for all items ranged from 0.80 to 1. The CVI average for the entire checklist was calculated to be 0.92, indicating an excellent content validity.

To assess reliability, the final checklist was administered to 50 people in three urban gatherings. Cronbach's α coefficient was calculated to be 0.86 for the entire checklist. Regarding its subscales, Cronbach's α value was 0.83 for safety, 0.80 for health, and 0.78 for environment. All values are above the acceptable threshold (0.70) and indicate favorable internal consistency and adequate reliability of the checklist and its three subscales.

Results

In Table 3, the concepts and components extracted for developing the checklist are presented for three domains of safety, health, and environment. For each concept, the relevant national legal requirements and upstream documents are also listed. Using leading and lagging indicators, items were first formulated and the AHP method



was used to determine the relative importance (weight) of each question, rated as 1 (Full compliance with the regulations), 0.5 (Partial or incomplete compliance), or 0 (No compliance). The score for each item is calculated as: $\text{Weight\%} \times \text{Compliance level}$. Then, the scores of all items in each domain are summed and normalized to a scale of 0 to 100. The final HSE score is obtained by weighting the three domains of safety, health, and environment. The total score of the checklist is obtained by summing the total scores of three domains. The final version of the checklist is provided in the [Appendix 1](#).

Discussion

The results of using the checklist for HSE performance evaluation in mass gatherings in urban areas showed that many operational components in the field of HSE have been neglected in current planning. These findings are consistent with the previous studies that have shown existing shortcomings. Studies such as those by [Sadoughi et al. \(2012\)](#) and [Bahboub et al. \(2025\)](#) in Iran primarily focused on macro-level assessments in industrial settings or national crises. Some national studies have only addressed qualitative assessments of participant satisfaction or descriptive analyses (e.g. [Johansson et al., 2012](#)). Low attention has been paid to operational components in the urban context. The checklist designed in our study, using field visits, risk assessment data, and expert opinions, was able to identify and structure micro- and operational indicators at the local level, particularly in the areas of electrical safety, temporary structures, food hygiene, and waste management. The checklist had high validity and reliability. High Cronbach's α coefficients for all three dimensions of the checklist indicated the high internal consistency of the checklist. Overall, the checklist was able to reduce the gap between theory and practice in HSE of mass gatherings in urban areas, paving the way for improving the quality of HSE management in urban events. This tool can not only be used in the event planning phase, but can also be utilized as an implementation framework in the performance monitoring and auditing phases ([Appendix 1](#)).

Conclusion

By focusing on micro and operational components, including electrical safety, temporary structures, food hygiene, waste management, and legal requirements, the designed checklist can identify and address gaps in current planning for mass gatherings in urban areas in Iran. The checklist has high content validity and reliability (internal consistency). The following recommendations are provided:

Utilizing the designed checklist in the initial planning phase of mass gatherings by municipalities, crisis management organizations, and executive bodies

Training contractors and executive staff based on the items of the designed checklist, particularly in the areas of structural safety, environmental health, and waste management;

Development of digital systems for real-time monitoring of HSE indicators in mass gatherings and connecting them to management dashboards;

Utilizing the designed checklist in the audit and performance evaluation process after mass gatherings for continuous improvement

Future studies are recommended to:

Use the checklist in various cultural, religious, sporting, and commercial mass gatherings;

Conduct a comparative analysis of HSE performance using the checklist in different cities of Iran, which have different infrastructures and climatic conditions;

Develop smart versions of the checklist with the ability to connect to environmental systems, urban sensors, and early warning systems;

Assess the level of acceptance of /satisfaction with the checklist among users and explore the implementation barriers.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study did not involve human participants or identifiable personal data; therefore, no institutional ethical approval was required. Nevertheless, the authors adhered to all ethical guidelines for scholarly research, including transparency, integrity, proper citation, and responsible use of previously published data.

Funding

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



Authors' contributions

Conceptualization, methodology, review and editing: Seyed Sajad Mousavi and Mobin Ebrahimian; Supervision: Seyed Sajad Mousavi; Writing the original draft: All Authors.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to express their sincere appreciation to the [Tehran Disaster Mitigation and Management Organization](#) for their valuable collaboration and technical that supported the development of this study.



Appendix 1. The HSE evaluation checklist for mass gatherings in urban areas

Safety			
Concept	Component	Items	Weight
Routes	Physical obstacles	Are traffic routes free of dangerous obstacles and physical clutter? And is there a regular program to identify and remove these obstacles and clutter?	3.09
	Uneven pavements	Have pavements been inspected and made safe for unevenness or slipperiness? Are there periodic inspections and a specific plan to correct unevenness in pavements and prevent slipping?	2.83
	Slope differences	Are warning signs and guards installed for points with slope differences (stairs, ramps, precipices)?	2.98
	Traffic barriers	Are traffic barriers (such as New Jersey barriers) installed safely, visibly, and in accordance with regulations? And are there guidelines or a regular inspection program for the installation and maintenance of traffic barriers?	2.89
	Warning and guidance signs	Are clear, legible, and appropriately placed warning and directional signs installed on all routes?	2.94
Fire	Cooking tools	Are food preparation sites designed in accordance with safety requirements and using a safe heat source? Is there a regular inspection and control program in place to ensure the safety of food preparation sites?	3.06
	Extinguishing equipment	Are fire extinguishing equipment installed in sufficient numbers, in good condition, and accessible?	3.44
	Electrical fires	Are necessary measures taken to prevent electrical fires (e.g. using proper fuses and safe wiring)? Is there a program in place for periodic inspection and control of electrical systems to prevent fires?	3.39
	Storage and handling of flammable materials	Are flammable materials stored safely, away from heat sources, and in accordance with regulations?	3.08
	Fireworks and lighting equipment	Is the use of lighting equipment permitted and supervised by security forces?	3.15
	Liquid petroleum gas (LPG) cylinders and associated fittings	Do LPG cylinders meet standards, have a healthy valve, maintain a safe distance from the public, and undergo vertical storage?	3.37
	Fixed advertising structures	Have advertising boards been checked for strength, wind resistance, and ground connection?	2.82
Permanent/temporary modular structures	Temporary structures	Has the installation and erection of temporary structures been carried out in compliance with safety principles and under the supervision of a technical expert?	3.14
	Security and crowd control structures	Have crowd control structures been designed well to hold crowd pressure?	3.32
	Stages or performance platforms	Do the stages have guards, safe ladders, and a capacity appropriate to the crowd present?	3.05
	Covering and shading structures	Are awnings and tents resistant to wind and rain, and are they properly secured?	2.91
Electricity	Decorative and interactive structures	Do decorative structures not block the routes and not pose a risk of collapse or fire?	2.68
	Cables and wiring	Have the wiring been installed safely, insulated, and out of the way of traffic? Is there a plan in place for regular inspections and corrections of wiring defects?	3.30
	Fuses and circuit breakers	Have appropriate protective devices been installed to prevent overload or short circuit?	3.19
	Electric plugs and sockets	Are safe power strips and sockets used, and are there no overloads on the circuits?	3.07
	Lighting system	Is there adequate lighting on main routes, emergency exits, and gathering areas?	3.11
	Earthing system of the equipment	Has an earthing system for electrical equipment been installed and tested? Are periodic tests and documentation performed for the earthing system?	3.23
	Diesel generators and electric motors	Are generators safely shielded, properly ventilated, and located at an appropriate distance from the crowd?	2.98
	Electrical panels	Are electrical panels locked, marked, and accessible only to authorized persons?	3.19

Safety			
Concept	Component	Items	Weight
Heating and cooling equipment	Air coolers and fan coils	Has the cooling equipment been properly installed, secured, and wired?	3.68
	Heaters	Have heaters been installed in the proper location, at a safe distance from flammable materials?	2.91
	Fans and jet fans	Have the fans been installed properly with no risk of falling and injuring people?	2.68
	Fire pits	Is the use of fire pits carried out by considering safety measures, firefighting equipment, and constant supervision? Are there regulations and continuous supervision on the use of fire pits?	2.84
Traffic	Parking	Do parking lots have separate entrances and exits, directional signs, and crowd control?	2.79
	Emergency and rescue access and routes	Are access and emergency routes clear, unobstructed, and marked?	3.32
	Traffic equipment	Have cones, barriers, reflective signs, and other equipment been installed according to regulations?	2.82
	Warning and guidance signs	Are directional, emergency exit, and traffic warning signs clearly visible?	3.03
	Emergency and operational vehicles	Have the parking location, traffic route, and readiness of emergency vehicles been anticipated and specified in advance?	2.94
Health			
Concept	Component	Items	Weight
Environmental health	Toilets	Have the toilets been inspected and approved for cleanliness, ventilation, washable floors, and proper flushing? Is there a regular schedule for cleaning, inspecting, and repairing toilets?	6
	Washbasins	Do the washbasins have a pedal or sensor valve, liquid soap, and a proper sewage disposal system?	4.5
	Catering area	Has the catering area been assessed for washable surfaces, contamination protection, and cleanliness? Is there a specific cleaning program, ongoing supervision, and training for service personnel?	4.5
	Drinking faucets	Do the drinking faucets have clean water, angled spouts, with no mouth contact with the spout?	5.5
	Sewage	Is the sewage collection and disposal system proper, free of leaks and unpleasant odors?	7
	Waste	Is waste collected separately at the production site in washable bins with lids?	5.5
		Is a regular waste collection, separation, and management training program implemented?	5.5
Food	Quality and safety of food and raw materials	Have raw materials and food been checked for health, expiration date, and storage conditions?	8
	Storage of food products	Is food stored under appropriate conditions (controlled temperature, standard shelving, and separate from non-food items)?	7
	Cooking and distributing food	Is the cooking and food distribution process carried out in a clean environment, using appropriate equipment, and adhering to personal hygiene principles?	9
	Health card	Do all food service employees have a valid health card?	6
	Personal hygiene of cooks and distributors	Do cooking and food distribution staff follow personal hygiene principles, such as wearing clean work clothes, gloves, and hats, and practicing frequent hand washing?	7
Drinking water	Drinking water tankers	Are drinking water tankers capped, clean, and inspected and certified for non-contamination? Is a program for periodic tanker washing, water sampling, and quality control implemented?	5.5
	Mineral water bottles	Are mineral water bottles in good condition, sealed, and have a valid license?	3.5
	Drinking fountains	Are drinking water fountains regularly monitored for water quality and sanitary conditions?	5
	Ice safety	Is the ice used in the gathering areas hygienic, packaged in a safe and non-contaminated manner?	4
	Water used in tea and syrup distribution	Is the water used in preparing tea and syrup supplied from a safe and healthy source?	6



Health			
Concept	Component	Items	Weight
Mental health	Population Stress Management	Are measures in place to reduce crowd stress (such as clear information, discipline, and guidance officers)? Is there a pre-developed plan for information, crowd management, and crowd calming?	3.5
	Elderly and Children	Are there special facilities and measures provided to support the elderly and children (resting places, guidance, emergency assistance)?	2.5
Environment			
Concept	Component	Items	Weight
Waste management	Waste collection and disposal	Is production waste collected and disposed of in a regular, hygienic, and regulatory manner? Is there a scheduled plan for the collection and disposal of waste?	12
	Waste separation	Is waste collected separately (wet, dry, hazardous, and recyclable) at the source?	9
	Leachate leakage	Has leakage of leachate from bins or waste storage been prevented, and has proper drainage been provided?	7
	Use of reusable dishware	Are reusable or recyclable disposable dishware used?	6
Air pollution	Gasoline and diesel equipment	Do gasoline and diesel-powered equipment undergo technical inspections, have proper filters, and meet emission reduction standards?	12
	Technical inspection of equipment	Is the technical inspection of equipment performed periodically, and its documentation recorded? Is there a program for recording, monitoring, and periodically renewing the technical inspection of equipment?	10
Noise pollution	Sound systems	Are the sound levels of sound systems controlled in accordance with permitted limits and noise pollution regulations?	7
	Technical inspection of equipment	Have the audio and mechanical equipment been checked for sound leaks, and abnormal noise and performance?	5.5
	Diesel and gasoline generators	Are generators properly soundproofed, maintained, and installed in a standard location? Are maintenance instructions and a maintenance program implemented to control noise emissions from generators?	7.5
Energy	Water consumption management	Have the necessary measures been taken to save water consumption (e.g. installation of low-consumption faucets, leakage control, scheduling of consumption)?	8
	Electricity consumption management	Are lighting and electrical equipment managed optimally, using energy-efficient equipment and turning them off when not in use?	8
	Fossil fuel consumption management	Is fossil fuel consumption monitored, and are consumption reduction measures (e.g. proper maintenance and optimization of equipment function) implemented? Is a consumption reduction and optimal maintenance program for fuel equipment implemented?	8



مقاله پژوهشی

طراحی و اعتبارسنجی ابزار ارزیابی عملکرد HSE در تجمعات شهری: مطالعه موردی تهران

*سید سجاد موسوی^۱، مبین ابراهیمیان^۲، محمد نجفی^۳، محمد دلفان^۴، حسین فهمی^۵، معصومه تازیکه^۶، نفیسه میرزاهاشمی^۷

۱. گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه پلی تکنیک میلان، میلان، ایتالیا.

۲. مرکز تحقیقات سلامت در حوادث و بلایا، پژوهشکده سلامت اجتماعی، دانشگاه علوم توانبخشی و سلامت اجتماعی، تهران، ایران.

۳. گروه مهندسی ایمنی صنعتی، موسسه آموزش عالی کاسپین، قزوین، ایران.

۴. موسسه آموزش عالی طبرستان، چالوس، ایران.

۵. گروه مهندسی عمران، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۶. دانشگاه علمی و کاربردی، تهران، ایران.

۷. دانشکده محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

Use your device to scan
and read the article online



Citation: Mousavi, S. S., Ebrahimian, M., Najafi, M., Delfan, M., Fahmi, H., & Tazikeh, M., et al. (2025). Design and Validation of an HSE Evaluation Checklist for Urban Mass Gatherings: A Case Study in Tehran, Iran. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 15(3):320-343. <https://doi.org/10.32598/DMKP.15.3.980.1>

doi: <https://doi.org/10.32598/DMKP.15.3.980.1>

حکایت

پیشینه و هدف: با افزایش فروانی و مقیاس تجمعات شهری، توجه نظام‌مند به ابعاد سلامت، ایمنی و محیط‌زیست (HSE) به یک اولویت راهبردی در مدیریت شهری تبدیل شده است. با وجود افزایش آگاهی، چارچوب‌های ارزیابی موجود اغلب فاقد ویژگی‌های عملیاتی و قابلیت انطباق با زمینه‌های محلی هستند. این مطالعه با هدف طراحی و اعتبارسنجی یک ابزار ساختاریافته برای ارزیابی عملکرد HSE در تجمعات شهری، شناسایی خلأهای روش‌شناختی در مطالعات پیشین، و ارائه راهکارهای اجرایی متناسب با شرایط تهران انجام شده است.

روش: این پژوهش با رویکرد ترکیبی (کیفی-کمی) به شناسایی، دسته‌بندی و اعتبارسنجی شاخص‌های کلیدی ارزیابی عملکرد HSE در تجمعات شهری پرداخته است. طراحی ابزار براساس تحلیل ریسک، مرور تجربیات گذشته، مشاوره با خبرگان HSE و مشاهدات میدانی صورت گرفت. ابزار اولیه در سه تجمع شهری منتخب در تهران به‌صورت آزمایشی اجرا شد و ویژگی‌های روان‌سنجی آن شامل روایی محتوا، روایی سازه و پایایی با روش‌های آماری استاندارد مورد بررسی قرار گرفت. نسخه نهایی ابزار شامل ۱۴ شاخص عملیاتی است: ۶ شاخص ایمنی، ۴ شاخص سلامت و ۴ شاخص محیط‌زیستی.

نتایج: نتایج حاصل از طراحی و اعتبارسنجی ابزار ارزیابی عملکرد HSE در تجمعات انبوه نشان داد برخی مؤلفه‌های کلیدی، از جمله ایمنی برق، بهداشت مواد غذایی و مدیریت پسماند، در برنامه‌ریزی‌های جاری به‌طور قابل‌توجهی نادیده گرفته شده‌اند. بررسی روایی ابزار حاکی از آن بود که بیش از ۹۰ درصد گویه‌ها پیشنهادی از نظر روایی صوری و محتوایی، مورد تأیید خبرگان قرار گرفته‌اند. ضریب آلفای کرونباخ ۰/۸۶، بیانگر سطح پایایی قابل‌قبول ابزار در شرایط اجرایی واقعی است. براساس این نتایج، ابزار طراحی‌شده از حساسیت بالایی در شناسایی نقاط ضعف عملکردی برخوردار بوده و قابلیت مداخله هدفمند برای ارتقای وضعیت ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست در مدیریت تجمعات انبوه را فراهم می‌سازد. این ابزار می‌تواند به‌عنوان یک چارچوب عملیاتی در فرآیندهای نظارت، ارزیابی و بهبود عملکرد HSE در رویدادهای شهری مورد استفاده قرار گیرد.

نتیجه‌گیری: ابزار طراحی و اعتبارسنجی‌شده در این مطالعه، یک چارچوب ساختاریافته، قابل‌تکرار و مقیاس‌پذیر برای ارزیابی عملکرد HSE در تجمعات شهری ارائه می‌دهد. این ابزار با تمرکز بر مؤلفه‌های مغفول‌مانده و ریسک‌های چندبعدی، امکان تحلیل نظام‌مند و مداخله هدفمند در تمامی مراحل چرخه رویداد از برنامه‌ریزی اولیه تا اجرا و جمع‌آوری را فراهم می‌سازد. کاربرد این ابزار در سطوح مختلف مدیریتی، از جمله توسط مدیران شهری، برگزارکنندگان رویدادها و پژوهشگران حوزه ایمنی، می‌تواند منجر به ارتقاء کیفیت تصمیم‌گیری، برنامه‌ریزی و افزایش هم‌راستایی اقدامات اجرایی با استانداردهای سلامت، ایمنی، سلامت و زیست‌محیطی در برگزاری تجمعات انبوه شود.

کلیدواژه‌ها: تجمعات انبوه، سلامت، ایمنی و محیط‌زیست، ایمنی شهری، ارزیابی عملکرد، مدیریت ریسک شهری

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۳ شهریور ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۴ آبان ۱۴۰۴

تاریخ انتشار: ۹ مهر ۱۴۰۴

* نویسنده مسئول:

سید سجاد موسوی

نشانی: ایتالیا، میلان، دانشگاه پلی تکنیک میلان، دانشکده مهندسی صنایع، گروه مهندسی صنایع

تلفن: +۹۸ (۹۱۲) ۴۴۹۶۸۰۹

پست الکترونیکی: seyedsajad.mousavi@polimi.it



Copyright © 2025 The Author(s).

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<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.



پیشینه پژوهش

مقدمه

مطالعات پیشین در زمینه تجمعات انبوه نشان می‌دهند این پدیده به‌عنوان یکی از چالش‌های مهم در مدیریت شهری، نیازمند بررسی چندبُعدی در حوزه‌های سلامت عمومی، ایمنی فیزیکی و محیط زیست است. سازمان بهداشت جهانی^۱ (سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۰۸) تجمعات انبوه را موقعیتهایی تعریف می‌کند که در آن‌ها تراکم جمعیت به‌گونه‌ای است که ظرفیت پاسخ‌دهی خدمات عمومی تحت فشار قرار می‌گیرد و خطر بروز بحران‌های انسانی افزایش می‌یابد. در همین راستا، میلسون و همکاران (۲۰۰۲) با مرور تجربیات پزشکی در رویدادهای بزرگ، بر ضرورت آمادگی نظام سلامت و وجود پروتکل‌های واکنش اضطراری تأکید کرده‌اند. تامپسون، ۲۰۰۸ نیز نقش حیاتی برنامه‌ریزی سلامت عمومی و هماهنگی میان نهادهای اجرایی را در کاهش ریسک‌های بهداشتی برجسته کرده است.

مطالعات جدیدتر مانند (هاتون و همکاران، ۲۰۲۵) با بررسی دیدگاه‌های مدیران، نیروهای انتظامی و کادر درمانی مشارکت‌کننده در برگزاری رویدادها، نشان داده‌اند نبود ارتباط مؤثر میان این گروه‌ها می‌تواند به اختلال در مدیریت سلامت و ایمنی رویدادها منجر شود. همچنین در تحقیق هاتون و همکاران (۲۰۲۵) با استفاده از گروه‌های متمرکز، تفاوت در درک و شیوه‌های مدیریت ریسک توسط هر گروه را برجسته کرده و بر لزوم طراحی ابزارهای مشترک و قابل فهم برای همه ذی‌نفعان ذخیل در برگزاری تجمعات انبوه تأکید دارند. باهیو و همکاران (۲۰۲۴) نیز چارچوبی برای مدیریت سلامت در تجمعات انبوه ارائه داده‌اند که شامل الگوریتم‌های پایش جمعیت، هشدارهای زودهنگام و برنامه‌ریزی واکنش اضطراری است. این چارچوب‌ها با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین مانند پردازش تصویر و تحلیل داده‌های شبکه‌های اجتماعی، قابلیت پیش‌بینی و واکنش سریع را فراهم می‌کنند.

از منظر ایمنی هلبینگ و همکاران (۲۰۰۷)، با مدل‌سازی رفتار جمعی در شرایط اضطراری، نشان داده‌اند که نبود مسیرهای خروج اضطراری، طراحی نامناسب فضاهای شهری و واکنش‌های غیرقابل پیش‌بینی جمعیت می‌تواند به فجایع انسانی منجر شود. در مطالعات داخلی نیز، صفی‌پور و همکاران (۱۴۰۲) با طراحی مدل تاب‌آوری برای تجمعات مذهبی، شاخص‌هایی مانند شدت بحران، احتمال وقوع و توانمندی واکنش را در ارزیابی ریسک به‌کار گرفته‌اند که می‌تواند در مدیریت ایمنی رویدادهای شهری مورد استفاده قرار گیرد.

در حوزه محیط زیست، جوهانسون و همکاران (۲۰۱۲) به ارتباط میان تراکم جمعیت، افزایش آلودگی و شیوع بیماری‌های تنفسی در محیط‌های شهری اشاره کرده‌اند. همچنین، راهنمای

تجمعات انبوه به‌عنوان پدیده‌ای اجتماعی و شهری، در دهه‌های اخیر به‌واسطه رشد جمعیت، گسترش مناسبت‌های فرهنگی و مذهبی، و افزایش تعاملات اجتماعی، به یکی از چالش‌های مهم در مدیریت شهری تبدیل شده‌اند (سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۱۵). این رویدادها که شامل گردهمایی‌های مذهبی، ورزشی، سیاسی و فرهنگی هستند، با تمرکز بالای جمعیت در یک محدوده مکانی و زمانی، فشار قابل‌توجهی بر زیرساخت‌های شهری، منابع خدماتی و نظام سلامت وارد می‌کنند (میلسون و همکاران، ۲۰۰۲). در شرایطی که مدیریت تجمعات انبوه نیازمند رویکردی چندبُعدی و هماهنگ است، مطالعات پیشین عمدتاً بر جنبه‌های کلان مانند دینامیک جمعیت، رفتارهای جمعی، و مدل‌سازی ازدحام تمرکز داشته‌اند (هلبینگ و همکاران، ۲۰۰۷). در مقابل، موضوعات خرد و عملیاتی نظیر ایمنی برق، بهداشت مواد غذایی، مدیریت پسماند، کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند، درحالی‌که این عوامل نقش تعیین‌کننده‌ای در حفظ سلامت و ایمنی شرکت‌کنندگان دارند (تامپسون، ۲۰۰۸).

نبود چارچوب‌های ساختارمند برای پایش مستمر و ارزیابی عملکرد سلامت، ایمنی و محیط زیست (HSE) در تجمعات انبوه، یکی از خلأهای جدی در ادبیات پژوهش محسوب می‌شود. بسیاری از مدل‌های موجود فاقد قابلیت عملیاتی در شرایط واقعی هستند و نمی‌توانند به‌طور مؤثر ریسک‌های خرد و تهدیدهای پنهان را شناسایی و مدیریت کنند (صفی‌پور و همکاران، ۱۴۰۱). همچنین، ابزارهای ارزیابی موجود اغلب به‌صورت بخشی و غیرجامع طراحی شده‌اند و توانایی پوشش هم‌زمان سه بُعد سلامت، ایمنی و محیط زیست را ندارند (صدوقی و همکاران، ۱۳۹۵).

با توجه به پیچیدگی و تنوع تهدیدات در تجمعات انبوه، نیاز به طراحی ابزاری جامع و کاربردی برای ارزیابی عملکرد HSE به‌شدت احساس می‌شود؛ ابزاری که بتواند به‌صورت ساختارمند، شاخص‌های سلامت، ایمنی و محیط زیست را در بستر شهری پایش کرده و به مدیران اجرایی در تصمیم‌گیری‌های سریع و مؤثر کمک کند.

پژوهش حاضر با بهره‌گیری از نظرات خبرگان، داده‌های میدانی، و تجربیات عملی، اقدام به طراحی و اعتبارسنجی ابزار ارزیابی عملکرد HSE در تجمعات انبوه کرده است که سه بُعد اصلی سلامت، ایمنی و محیط زیست را به‌صورت یکپارچه پوشش می‌دهد. این ابزار می‌تواند به‌عنوان راهنمایی کاربردی برای مدیران شهری، برگزارکنندگان رویدادها، و نهادهای مسئول در مدیریت بحران مورد استفاده قرار گیرد.

1. World health Organization (WHO)

جدول ۱. شدت و احتمال محاسبه ارزیابی خطر

شدت	پیامد			افزایش احتمال					
	انسان	سرمایه	محیط زیست	اعتبار	سطح ۱	سطح ۲	سطح ۳	سطح ۴	سطح ۵
۱	جراحات و آسیب جزئی	بدون آسیب	بدون اثر	بدون اثر	برنامه‌ریزی در جهت بهبود مستمر				
۲	جراحات یا اثرات بهداشتی سبکی	آسیب خفیف	اثرات خفیف	اثرات خفیف					
۳	جراحات یا اثرات بهداشتی جدی	آسیب جزئی	اثرات جزئی	اثرات جزئی					
۴	جراحات یا اثرات بهداشتی عمده	آسیب موضعی	اثرات موضعی	اثرات قابل توجه	ALARP				
۵	نقص عضو و ناتوانی دائمی	آسیب شدید	اثرات عمده	اثرات ملی	غیرقابل تحمل				
۶	مرگ‌ومیر	آسیب گسترده	اثرات وسیع	اثرات بین‌المللی					

میدانی، نظرات خبرگان و اعتبارسنجی علمی، می‌تواند به‌عنوان راهنمایی مؤثر برای مدیران شهری، برگزارکنندگان رویدادها و نهادهای مسئول در مدیریت بحران مورد استفاده قرار گیرد.

روش

این پژوهش از نوع توصیفی-تحلیلی با رویکرد ابزارسازی بوده و با هدف طراحی و اعتبارسنجی چک‌لیست ارزیابی عملکرد سلامت، ایمنی و محیط‌زیست (HSE) در تجمعات انبوه شهری در تهران انجام شده است. فرآیند طراحی و آزمون ابزار در شش مرحله اصلی صورت گرفت:

گردآوری داده‌های اولیه

در مرحله نخست، داده‌های پایه برای تدوین آیتم‌های چک‌لیست از منابع مختلف گردآوری شد:

بازدیدهای میدانی

تیم پژوهش با حضور در محل برگزاری تجمعات مذهبی و فرهنگی، شرایط محیطی و عملیاتی را مشاهده کرده و مخاطرات بالقوه را مستند نمودند. این مخاطرات شامل مواردی چون سیم‌کشی‌های غیراستاندارد، نبود تجهیزات خاموش‌کننده، کیفیت پایین مواد غذایی، دفع نامناسب پسماند و آلودگی صوتی بودند.

مراکز کنترل بیماری‌ها (CDC) بر اهمیت کنترل عوامل محیطی مانند تهویه، دمای محیط و کیفیت آب در تجمعات انبوه تأکید دارد. در مطالعات داخلی، یوهانسون و همکاران (۱۳۹۰) به ضعف در مدیریت پسماند و نبود زیرساخت‌های پایدار در رویدادهای شهری اشاره کرده‌اند که می‌تواند منجر به آلودگی منابع طبیعی و تهدید سلامت عمومی شود.

در زمینه ارزیابی عملکرد صدوقی و همکاران (۱۳۹۵)، HSE مدلی مبتنی بر تحلیل سلسله‌مراتبی فازی ارائه داده‌اند که شامل شاخص‌های توانمندسازی و نتیجه‌محور است. این مدل در محیط‌های صنعتی کاربرد داشته اما برای شرایط خاص تجمعات شهری انبوه نیاز به تطبیق دارد. همچنین، ابزارهایی مانند HSE-P10 و داشبوردهای تخصصی برای پایش شاخص‌های ایمنی، سلامت و محیط زیست در پروژه‌های بزرگ توسعه یافته‌اند (المری، ۲۰۲۵).

با وجود این مطالعات، همچنان فقدان یک ابزار جامع، ساختارمند و عملیاتی برای ارزیابی عملکرد HSE در تجمعات انبوه، به‌ویژه در بستر شهری، به‌عنوان یک شکاف جدی در ادبیات پژوهش باقی مانده است. بیشتر مدل‌های موجود یا به‌صورت بخشی به یکی از ابعاد HSE پرداخته‌اند یا در محیط‌های صنعتی و غیرشهری طراحی شده‌اند و قابلیت تطبیق با شرایط واقعی رویدادهای شهری را ندارند. پژوهش حاضر با هدف پر کردن این خلأ، اقدام به طراحی یک ابزار ارزیابی عملکرد HSE کرده است که سه بُعد اصلی سلامت، ایمنی و محیط زیست را به‌صورت یکپارچه و کاربردی پوشش می‌دهد. این ابزار با بهره‌گیری از داده‌های



جدول ۲. مشخصات جمعیت‌شناختی خبرگان

حوزه فعالیت اصلی	میانگین سابقه کاری	تعداد	گروه تخصصی
مدیریت بحران، برنامه‌ریزی شهری	بیش از ۱۵ سال	۴ نفر	مدیران اجرایی
ایمنی، بهداشت محیط، ارزیابی ریسک	۱۰ تا ۱۲ سال	۴ نفر	کارشناسان فنی
آموزش و پژوهش در حوزه HSE	بیش از ۱۰ سال	۲ نفر	اعضای هیئت علمی

ارزیابی ریسک

مخاطرات شناسایی شده با استفاده از ماتریس احتمال - شدت طبقه‌بندی و اولویت‌بندی شدند تا مبنای طراحی آیتم‌های ابزار قرار گیرند. ماتریس مورد استفاده برای ارزیابی خطر در این مرحله مطابق جدول شماره ۱ است

تحلیل حوادث گذشت

سوابق رخدادها پیشین در تجمعات شهری مرور شد تا الگوهای آسیب‌پذیری و عوامل مؤثر در بروز حوادث مشخص گردد. در برگزاری تجمعات انبوه ممکن است حوادث کوچکی شامل لیز خوردن افراد، برق گرفتگی، سقوط داربست‌ها، اسپیس‌ها و سقوط افراد از روی سطوح دارای ارتفاع مانند استیج اجرا، و غیره رخ بدهد که توسط مناطق ۲۲ گانه مربوطه مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. برای همین منظور در این پژوهش فقط حوادث ثبت‌شده‌ای که به‌صورت رسمی به دبیرخانه HSE شهرداری تهران ارسال شده است مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

بررسی گزارش‌های عدم انطباق

داده‌های حاصل از بازرسی‌های HSE از تجمعات انبوه قبلی برگزار شده در شهرداری تهران (جشن امام رضایی‌ها، جشن غدیر، پیاده‌روی جاماندگان اربعین) تحلیل شد تا نقایص موجود در مدیریت تجمعات انبوه شناسایی شود.

تدوین و پالایش گویه‌ها

براساس داده‌های گردآوری‌شده، فهرستی اولیه از گویه‌های مرتبط با سه محور اصلی سلامت، ایمنی و محیط‌زیست در تجمعات انبوه تهیه شد. برای اصلاح و تکمیل این فهرست، جلسات گروهی با مشارکت ۱۰ نفر از خبرگان حوزه HSE برگزار شد. ترکیب این گروه به‌صورت هدفمند از سه دسته تخصصی انتخاب گردید تا تنوع دیدگاه‌های اجرایی، فنی و علمی در بررسی آیتم‌ها لحاظ شود (جدول شماره ۲):

همگی خبرگان دارای مدرک کارشناسی ارشد یا دکتری در رشته‌های مرتبط با HSE، مهندسی بهداشت محیط، مدیریت بحران یا مهندسی صنایع بودند. همچنین ۸ نفر از آن‌ها تجربه

مستقیم در ارزیابی یا مدیریت تجمعات شهری داشتند. این ترکیب جمعیت‌شناختی موجب شد تا اعتبارسنجی ابزار از منظر اجرایی، علمی و فنی به‌صورت جامع و چندبُعدی انجام شود.

ساختاردهی نهایی چکلیست

آیتم‌های نهایی در سه بُعد سلامت، ایمنی و محیط‌زیست سازمان‌دهی شده و در قالب یک ابزار عملیاتی طراحی شدند. برای هر آیتم، الزامات قانونی و اسناد بالادستی مرتبط در ستون مجزا درج گردید تا امکان استناد و اجرا برای کاربران فراهم شود. این چکلیست متناسب با شرایط خاص شهر تهران و نیازهای مدیریت شهری تدوین گردید.

اعتبارسنجی ابزار

روایی صوری

نسخه اولیه چکلیست به همان ۱۰ نفر از خبرگان ارائه شد. گویه‌ها از نظر وضوح، سادگی و اهمیت بررسی شدند. در این مرحله، ۵ آیتم اصلاح نگارشی و ۲ گویه حذف گردید.

روایی محتوایی

نسبت روایی محتوا (CVR) هر خبره ضرورت گویه‌ها را در سه سطح ارزیابی کرد و CVR برای هر آیتم طبق فرمول لاوشه محاسبه شد. گویه‌هایی با $CVR \geq 0.62$ پذیرفته شدند. ۹۲ درصد گویه‌ها این معیار را کسب کردند و ۷ آیتم با CVR پایین‌تر بازنگری یا حذف شدند.

شاخص روایی محتوا (CVI): خبرگان هر آیتم را از نظر ارتباط، وضوح و سادگی در مقیاس ۴ امتیازی ارزیابی کردند.

شاخص CVI-1 برای همه آیتم‌ها بین ۰/۸۰ تا ۰/۱۰۰ بود.

شاخص S-CVI/Ave برای کل ابزار برابر با ۰/۹۲ محاسبه شد که نشان‌دهنده روایی بسیار مطلوب ابزار است.

آزمون پایایی

برای سنجش پایایی، چکلیست نهایی در قالب ۵۰ فرم در سه تجمع شهری اجرا شد.

جدول ۳. دسته بندی موضوعات ESH در تجمعات انبوه

عنوان	موارد	الزامات قانونی
معاير	ژوالت فیزیکی	ماده ۵۵ قانون شهرداری ها آیین نامه ایمنی کار در ارتفاع
	سطوح ناهموار	
	اختلاف ارتفاع	
تابلوها و علايم هشدار دهنده و هدايت كننده	محدود كننده های ترافیکی	آیین نامه بهبود وضعیت حمل و نقل و ترافیک شهر تهران آیین نامه بهبود وضعیت حمل و نقل و ترافیک شهر تهران - میح ۲۰ مقررات ملی ساختمان آیین نامه مقررات بهداشتی مراکز تهیه و توزیع مواد غذایی دستور العمل نحوه صدور مجوز جهت حمل و نقل مواد غذایی وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی حداقل ضوابط بسته بندی و برچسب گذاری فرآورده های غذایی و آشامیدنی سازمان غذا و دارو میح ۱۲ مقررات ملی ساختمان حداقل ضوابط فنی و بهداشتی برای تاسیس و بهره برداری کارخانه های فرآورده های غذایی سازمان غذا و دارو
	ملازومات طبع غذا	
	تجهيزات خاموش كننده	
حریق	حریق های الکتریکی	مقررات ملی ساختمان ایران میح سوم حفاظت ساختمانها در مقابل حریق ایمنی و بهداشت کار در استفاده از مواد شیمیایی مرکز سلامت محیط و کار آیین نامه پیشگیری و مبارزه با آتش سوزی در کارگاه ها
	انبارش و نگهداری مواد قابل اشتعال	
	تجهيزات آتش بازی و نور افشانی	
ایمنی	سیلندرهای گاز مایع و اتصالات مربوطه	استاندارد شیرهای سیلندر گاز مایع با عملکرد دستی - سوئیگی و آزمون ۱۱۳۵۰-۱۱۳۵۱
	سازه های تبلیغاتی ثابت	
	سازه های موقت	
سازه های ثابت و موقت	سازه های امنیتی و هدايت جمعیت	طرح و اجرای صمتهی ساختمان ها میح ۱۱ مقررات ملی ساختمان
	استیج ها یا سکوی اجرا	
	سازه های پوششی و سایه بان	
برق	سازه های تزئینی و تاملی	میح سیزدهم مقررات ملی ساختمان (طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان ها)
	کابل ها و سیمکشی ها	
	فیوز ها و قطع كننده ها	
برق	پریر ها و مصرف كننده های الکتریکی	
	سیستم روشنایی	
	سیستم ارتینگ تجهیزات	
برق	دیزل ژنراتور ها و موتور برقی ها	
	تابلو های برق	



عنوان	موارد	الزامات قانونی
تجهیزات گرمایش و سرمایش	کولرها و فن کویل‌ها	مبحث چهاردهم مقررات ملی ساختمان تاسیسات مکانیکی ساختمان
	هیترها	
	پنکها و جت فن‌ها	
	آتش‌های رپاز	
ایمنی	پارکینگ	
ترافیکی	دسترس‌ها و مسیرهای امدادی و اضطراری	دستورالعمل ایمنی ترافیک محیط کار برای پروژه‌های معابر شهری
	تجهیزات ترافیکی	
	تابلوها و علائم هشداردهنده و هدایت‌کننده	
	خودروهای امدادی و عملیاتی	
بهداشت محیط	سرویس‌های بهداشتی	آیین کار ساختمان و تجهیزات سردخانه‌لانیار مواد خوراکی سازمان ملی استاندارد
	روشنایی‌ها	
	ایستگاههای پذیرایی	
	آبخوری‌ها	
مواد غذایی	فاضلاب	راهنمای بهداشت محیط صنف (مراکز تهیه و توزیع مواد غذایی و اماکن عمومی) مرکز سلامت محیط و کار دستورالعمل کنترل آفات سازمان غذا و دارو مقررات بهداشت محیط ساختمان‌ها و اماکن حداقل ضوابط فنی و بهداشتی واحدهای کترینگ سازمان غذا و دارو
	پسماند	
	کیفیت و سلامت مواد غذایی و مواد اولیه	
	اتبارش مواد غذایی مصرفی	
آب آشامیدنی	طبخ و توزیع مواد غذایی	حداقل ضوابط پسته‌بندی و برچسب گذاری فرآورده‌های غذایی و آشامیدنی سازمان غذا و دارو مبحث ۱۲ مقررات ملی ساختمان حداقل ضوابط فنی و بهداشتی برای تأسیس و بهره‌برداری کارخانه‌های فرآورده‌های غذایی سازمان غذا و دارو
	کارت سلامت	
	بهداشت فردی طبخ و توزیع کنندگان	
	تانکرهای آب شرب	
بهداشت روانی	آب معدنی	حداقل ضوابط فنی و بهداشتی واحدهای تولیدکننده انواع غذاهای آماده مصرف و نیمه آماده سازمان غذا و دارو بهداشت آب و فاضلاب دستورالعمل اقدامات بهداشت آب و فاضلاب مرکز سلامت محیط و کار
	آبخوری‌ها	
	یخ بهداشتی	
	آب مصرفی در توزیع چای و شربت	
مدیریت پسماند	مدیریت استرس جمعیت	قانون مدیریت پسماندها مصوبه مجلس شورای اسلامی
	سالمندان و کودکان	
	جمع‌آوری و دفع پسماند	
	تفکیک زباله	
محیط زیست	نشت شیرابه	استفاده از ظروف یک بار مصرف تجدیدپذیر
آلودگی هوا	تجهیزات پزنی و دیزلی	قانون نحوه جلوگیری از آلودگی هوا
	معاینه فنی تجهیزات	

عنوان	موارد	الزامات قانونی
آلودگی صوتی	سیستم های صوتی ممانعت فنی تجهیزات	آیین نامه اجرایی نحوه جلوگیری از آلودگی صوتی
محیط زیست	ژنراتور های دیزلی و بنزینی مدیریت مصرف آب	
انرژی	مدیریت مصرف برق	مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان صرف جویی در مصرف انرژی
	مدیریت مصرف در سوخت های فسیلی	

همسایه درونی

بحث

نتایج حاصل از طراحی و اعتبارسنجی ابزار ارزیابی عملکرد HSE در تجمعات انبوه شهری نشان داد بسیاری از مؤلفه های عملیاتی در حوزه ایمنی، سلامت و محیط زیست در برنامه ریزی های فعلی مغفول مانده اند. این یافته ها با مرور مطالعات پیشین هم راستا بوده و در برخی موارد، خلأ های موجود را به صورت ساختاریافته پوشش داده اند.

مطالعاتی نظیر صدوقی و همکاران (۲۰۱۷) و باهرو و همکاران (۲۰۲۵) عمدتاً بر ارزیابی های کلان نگر در محیط های صنعتی یا بحران های ملی تمرکز داشته اند و کمتر به مؤلفه های اجرایی در بستر شهری پرداخته اند. در مقابل، ابزار طراحی شده در این پژوهش با بهره گیری از داده های میدانی، تحلیل ریسک و نظرات خبرگان، توانسته است شاخص های خرد و قابل اجرا را در سطح محلی شناسایی و ساختاردهی کند. به ویژه در حوزه ایمنی برق، سازه های موقت، بهداشت مواد غذایی و مدیریت پسماند، این ابزار توانسته است نقاط ضعف موجود در رویکردهای پیشین را به صورت عملیاتی هدف گذاری کند.

از منظر روش شناسی، استفاده از ترکیب داده های میدانی، تحلیل حوادث گذشته، گزارش های عدم انطباق و اعتبارسنجی علمی (روایی و پایایی) موجب شده تا ابزار نهایی از انسجام مفهومی و قابلیت اجرایی بالایی برخوردار باشد. ضریب آلفای کرونباخ بالا در هر سه بُعد ابزار، نشان دهنده همسانی درونی مطلوب و قابلیت اعتماد آن در شرایط واقعی است.

همچنین، برخلاف برخی مطالعات داخلی که صرفاً به ارزیابی کیفی رضایت شرکت کنندگان یا تحلیل های توصیفی پرداخته اند (مانند یوهانسون و همکاران، ۱۳۹۰)، این پژوهش با رویکرد ساختاریافته و مبتنی بر شاخص های قانونی و فنی، امکان پایش ممیزی و سیاست گذاری دقیق را فراهم کرده است.

در مجموع، ابزار ارائه شده در این مطالعه توانسته است شکاف میان نظریه و عمل در حوزه HSE تجمعات شهری را کاهش دهد و زمینه ساز ارتقای کیفیت مدیریت ایمنی، سلامت و

ضریب آلفای کرونباخ برای کل ابزار و ابعاد مختلف آن محاسبه شد: آلفای کل ابزار: ۰/۸۶، آلفای ایمنی: ۰/۸۳، آلفای سلامت: ۰/۸۰، آلفای محیط زیست: ۰/۷۸. تمام مقادیر بالاتر از آستانه قابل قبول (۰/۷۰) بوده و نشان دهنده همسانی درونی مطلوب و پایایی مناسب ابزار در هر سه بُعد و در کل مقیاس هستند.

یافته ها

در جدول شماره ۳، گویه های نهایی چکلیست در سه دسته ایمنی، سلامت و محیط زیست ارائه شده اند. برای هر آیتم، الزامات قانونی و اسناد بالادستی مرتبط در ستون مجزا درج شده اند تا امکان استناد و اجرای دقیق توسط پیمانکاران، مدیران اجرایی و نهادهای نظارتی فراهم گردد.

پس از این دسته بندی، در نهایت چکلیست تهیه گردید که با بهره گیری از شاخص های پیشرو^۲ و پسرو^۲ ابتدا سؤالات تدوین گردید و به منظور تعیین اهمیت نسبی (وزن) هر یک از سؤالات از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP استفاده گردید. برای هر سؤال یکی از مقادیر زیر انتخاب می گردد:

۱ = رعایت کامل الزامات، ۰/۵ = رعایت نسبی یا ناقص، ۰ = عدم رعایت الزامات. امتیاز هر سؤال از رابطه فرمول شماره ۱ محاسبه می شود:

۱. امتیاز سؤال = وزن / امتیازان رعایت

سپس امتیازهای تمامی سؤالات در هر حوزه جمع شده و با نرمال سازی به مقیاس ۰ تا ۱۰۰ تبدیل می شود. در نهایت، امتیاز نهایی HSE از طریق وزن دهی به سه بخش ایمنی، بهداشت و محیط زیست به دست می آید و با جمع نهایی میزان امتیاز کل چکلیست به دست می آید. فایده نهایی چکلیست در پیوست شماره ۱ ارائه شده است.

2. Leading
3. Lagging



- ارزیابی میزان پذیرش و رضایت کاربران اجرایی از کاربرد ابزار در محیط‌های واقعی و بررسی موانع اجرایی آن.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در این مطالعه هیچ‌گونه مشارکت انسانی یا داده شخصی قابل شناسایی به کار گرفته نشده است؛ از این رو، دریافت تأییدیه اخلاق پژوهشی الزامی نبود. با وجود این، نویسندگان تمام اصول اخلاق پژوهش شامل شفافیت، امانت‌داری علمی، استناددهی صحیح و استفاده مسئولانه از داده‌های منتشرشده را رعایت کرده‌اند.

حامی مالی

این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمانی‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت‌نویسندگان

مفهوم‌سازی، روش‌شناسی و نگارش سب‌ببینی و ویرایش: سید سجاد موسوی، مبین ابراهیمیان؛ نظارت: سید سجاد موسوی؛ نگارش پیش‌نویس اولیه: همه نویسندگان.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران به‌منظور همکاری ارزشمند و ارائه حمایت‌های فنی مؤثر در پیشبرد این مطالعه تقدیر و تشکر می‌کنند.

محیط‌زیست در رویدادهای شهری گردد. این ابزار نه تنها قابلیت استفاده در فاز برنامه‌ریزی رویدادها را دارد، بلکه می‌تواند در مراحل پایش عملکرد و ممیزی نیز به‌عنوان یک چارچوب اجرایی مورد بهره‌برداری قرار گیرد.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف طراحی و اعتبارسنجی یک ابزار ساختارمند برای ارزیابی عملکرد سلامت، ایمنی و محیط‌زیست (HSE) در تجمعات انبوه شهری، توانست با بهره‌گیری از رویکرد ترکیبی و داده‌های میدانی، چک‌لیستی جامع و قابل اجرا تدوین کند. این ابزار با تمرکز بر مؤلفه‌های خرد و اجرایی، از جمله ایمنی برق، سازه‌های موقت، بهداشت مواد غذایی، مدیریت پسماند و الزامات قانونی، توانست خلأهای موجود در برنامه‌ریزی‌های فعلی را شناسایی و پوشش دهد.

اعتبارسنجی علمی ابزار از طریق شاخص‌های روایی (CVR) و پایایی (آلفای کرونباخ) نشان داد چک‌لیست طراحی‌شده از انسجام مفهومی، دقت اجرایی و قابلیت اعتماد بالایی برخوردار است. همچنین، مقایسه با مطالعات پیشین نشان داد ابزار حاضر توانسته است فاصله میان نظریه و عمل را در حوزه HSE تجمعات شهری کاهش داده و زمینه‌ساز ارتقای کیفیت مدیریت رویدادها گردد.

پیشنهادهای کاربردی

- استفاده از چک‌لیست در فاز برنامه‌ریزی اولیه رویدادها توسط شهرداری‌ها، سازمان‌های مدیریت بحران و نهادهای اجرایی.

- آموزش پیمانکاران و کارکنان اجرایی بر اساس الزامات مندرج در ابزار، به‌ویژه در حوزه‌های ایمنی سازه‌ها، بهداشت محیط و مدیریت پسماند.

- توسعه سامانه‌های دیجیتال برای پایش لحظه‌ای شاخص‌های HSE در رویدادهای شهری و اتصال آن به داشبوردهای مدیریتی.

- بهره‌گیری از ابزار در فرآیند ممیزی و ارزیابی عملکرد پس از برگزاری رویدادها برای بهبود مستمر.

پیشنهادهایی برای تحقیقات آینده

- بررسی اثربخشی ابزار در انواع رویدادهای شهری با ماهیت فرهنگی، مذهبی، ورزشی و تجاری.

- تحلیل تطبیقی عملکرد ابزار در شهرهای مختلف با زیرساخت‌های متفاوت و شرایط اقلیمی گوناگون.

- توسعه نسخه‌های هوشمند ابزار با قابلیت اتصال به داده‌های محیطی، حسگرهای شهری و سامانه‌های هشدار سریع.



References

- AlMarri, M., Al-Ali, M., Alzarooni, M., AlTeneiji, A., Al-Ali, K., & Bahrour, Z. (2025). Enterprise resource planning systems for health, safety, and environment management: Analyzing critical success factors. *Sustainability*, 17(7), 2947. [DOI:10.3390/su17072947]
- Bahboub, N. M., Sendra, S., & Sen, A. A. A. (2025). Designing a comprehensive framework for health management in crowded events. *International Journal of Information Technology*, 17(3), 1641-1651. [DOI:10.1007/s41870-024-02051-1]
- Books, H. S. (1999). *The Event Safety Guide*. Merseyside: HSE Publications. [Link]
- Helbing, D., Farkas, I., & Vicsek, T. (2007). Crowd disasters and simulation of panic situations. In: *The Science of Disasters*. Berlin, Heidelberg: Springer. [DOI:10.1007/978-3-642-56257-0_11]
- Hutton, A., Robertson, M., & Ranse, J. (2025). Exploring safety at mass gathering events through the lens of three different stakeholders. *Frontiers in Public Health*, 12, 1451891. [DOI:10.3389/fpubh.2024.1451891] [PMID]
- Johansson, A., Helbing, D., & Shukla, P. K. (2007). Specification of the social force pedestrian model by evolutionary adjustment to video tracking data. *Advances in Complex Systems*, 10(supp02), 271-288. [DOI:10.1142/S0219525907001355]
- National Center for Immunization and Respiratory Diseases., & Division of Viral Diseases. (2020). *Interim guidance for mass gatherings during pandemics*. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention. [Link]
- Milsten, A. M., Maguire, B. J., Bissell, R. A., & Seaman, K. G. (2002). Mass-gathering medical care: A review of the literature. *Pre-hospital and Disaster Medicine*, 17(3), 151-162. [DOI:10.1017/S1049023X00000388] [PMID]
- Johansson, A., Batty, M., Hayashi, K., Al Bar, O., Marozzi, D., & Memish, Z. A. (2012). Crowd and environmental management during mass gatherings. *The Lancet Infectious Diseases*, 12(2), 150-156. [Link]
- Peyravi, M., Ahmadi Marzaleh, M., & Najafi, H. (2020). An overview of health-related challenges in a mass gathering. *Trauma Monthly*, 25(2), 78-82. [DOI:10.30491/tm.2020.213574.1022]
- Sadoughi, S., Yarahmadi, R., Taghdisi, M. H., & Mehrabi, Y. (2012). Evaluating and prioritizing of performance indicators of health, safety, and environment using fuzzy TOPSIS. *African Journal of Business Management*, 6(5), 2026. [Link]
- Safipour, M., Zaeemdar, M., Omidvari, M., & Nasrifer, R. (2023). Designing and validating a resilience model for mass gatherings with HSE strategies (Persian). *Journal of Safety Promotion and Injury Prevention*, 11(3), 184-195. [Link]
- Thompson, B. G. (2008). *Public Health, Safety, and Security for Mass Gatherings*. Florida: CRC Press. [Link]
- World Health Organization. (2015) *Public health for mass gatherings: Key considerations*. Geneva: WHO. [Link]

پیوست ۱. چک لیست ارزیابی عملکرد HSE در تجمعات انبوه

ایمنی			
عنوان	موارد	سؤالات	وزن
معابر	زوائد فیزیکی	آیا مسیرهای عبور و مرور شرکت کنندگان عاری از موانع و زوائد فیزیکی خطرناک است؟ و برنامه منظم برای شناسایی، رفع و کنترل موانع و زوائد فیزیکی وجود دارد؟	۳/۰۹
	سطوح ناهموار	آیا سطوح پیاده‌رو و معابر از نظر ناهمواری یا لغزدگی بررسی و ایمن‌سازی شده‌اند؟ و بازدید دورهای و برنامه مشخص برای اصلاح ناهمواری‌ها و پیشگیری از لغزش وجود دارد؟	۲/۸۱
	اختلاف ارتفاع	آیا برای نقاط دارای اختلاف سطح (پله، رمپ و پرتگاه) علائم هشدار و محافظ نصب شده است؟	۲/۹۸
	محدودکننده‌های ترافیکی	آیا محدودکننده‌های ترافیکی (مثل نیوجرسی یا موانع) به‌صورت ایمن، قابل‌رویت و استاندارد نصب شده‌اند؟ و استانداردها و برنامه بازبینی منظم برای نصب و نگهداری موانع ترافیکی وجود دارد؟	۲/۸۹
حریق	تابلوها و علائم هشداردهنده	آیا در تمام مسیرها تابلوهای هشداردهنده و هدایت‌کننده واضح، خوانا و در محل مناسب نصب شده است؟	۲/۹۴
	ملزومات طبخ غذا	آیا محل‌های طبخ غذا مطابق با الزامات بهداشتی و ایمنی طراحی و از منبع حرارتی ایمن استفاده می‌کنند؟ و برنامه بازدید منظم و برنامه کنترلی برای ایمنی محل‌های طبخ وجود دارد؟	۳/۰۶
	تجهیزات خاموش‌کننده	آیا تجهیزات اطفای حریق به تعداد کافی، سالم و در دسترس نصب شده‌اند؟	۳/۳۴
	خریق‌های الکتریکی	آیا اقدامات لازم برای جلوگیری از حریق الکتریکی (مثل فیوز مناسب و سیم‌کشی ایمن) انجام شده است؟ و برنامه بازبینی و کنترل دوره‌ای سیستم‌های الکتریکی جهت پیشگیری از حریق وجود دارد؟	۳/۱۹
سازه‌های	اتبارش و نگهداری مواد قابل‌اشتعال	آیا مواد قابل‌اشتعال به‌صورت ایمن، با فاصله از منابع حرارتی و طبق استاندارد نگهداری می‌شوند؟	۳/۰۸
	تجهیزات آتش‌بازی و نورافشانی	آیا استفاده از تجهیزات نورافشانی با مجوز و تحت نظارت نیروهای ایمنی انجام می‌شود؟	۳/۱۵
	سیلنדרهای گاز مایع و اتصالات مربوطه	آیا سیلنדרهای گاز مایع دارای استاندارد، شیر سالم، فاصله ایمن از جمعیت و نگهداری عمودی هستند؟	۳/۳۷
	سازه‌های تبلیغاتی ثابت	آیا سازه‌های تبلیغاتی از نظر استحکام، مقاومت در برابر باد و اتصال به زمین کنترل شده‌اند؟	۲/۸۲
سازه‌های ثابت و موقت	سازه‌های موقت	آیا نصب و برپایی سازه‌های موقت با رعایت اصول ایمنی و زیر نظر کارشناس فنی انجام شده است؟	۳/۱۴
	سازه‌های امنیتی و هدایت جمعیت	آیا سازه‌های هدایت جمعیت به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که از ازدحام و فشار جمعیت جلوگیری کنند؟	۳/۳۳
	استیج‌ها یا سکوی اجرا	آیا سکوها دارای جان‌پناه، نردبان ایمن و ظرفیت متناسب با جمعیت حاضر هستند؟	۳/۰۵
	سازه‌های پوششی و سایه‌بان	آیا سایه‌بان‌ها و چادرها در برابر باد و باران مقاوم و به‌درستی مهار شده‌اند؟	۲/۹۱
برق	سازه‌های تزئینی و تعاملی	آیا سازه‌های تزئینی مسیر عبور را مسدود نمی‌کنند و خطر سقوط یا آتش‌سوزی ندارند؟	۲/۶۸
	کابل‌ها و سیم‌کشی‌ها	آیا سیم‌کشی‌ها به‌صورت ایمن، عایق‌شده و بدون عبور از محل تردد نصب شده‌اند؟ برنامه بازبینی منظم و اصلاح نواقص در سیم‌کشی وجود دارد؟	۳/۳۰
	فیوزها و قطع‌کننده‌ها	آیا تجهیزات حفاظتی مناسب برای پیشگیری از اضافه‌بار یا اتصال کوتاه نصب شده است؟	۳/۱۹
	پریزها و مصرف‌کننده‌های الکتریکی	آیا از چندراهی‌های ایمن و پریزهای سالم استفاده می‌شود و بار اضافی روی مدارها وجود ندارد؟	۳/۰۷
تجهیزات گرمایش و سرمایش	سیستم روشنایی	آیا روشنایی کافی در مسیرهای اصلی، خروج اضطراری و محل تجمع وجود دارد؟	۳/۱۱
	سیستم ارتینگ تجهیزات	آیا سیستم ارتینگ برای تجهیزات برقی نصب و تست شده است؟ تست‌های دوره‌ای و ثبت مستندات ارتینگ انجام می‌شود؟	۳/۳۳
	دیزل ژنراتورها و موتور برقی‌ها	آیا ژنراتورها دارای حفاظ ایمن، تهویه مناسب و فاصله از جمعیت هستند؟	۲/۹۸
	تابلوهای برق	آیا تابلوهای برق قفل‌شده، علامت‌گذاری شده و فقط برای افراد مجاز قابل دسترسی هستند؟	۳/۱۹
تجهیزات گرمایش و سرمایش	کولرها و فن‌کویل‌ها	آیا تجهیزات سرمایشی به‌درستی نصب، ایمن‌سازی و سیم‌کشی شده‌اند؟	۲/۶۸
	هیترها	آیا هیترها در محل مناسب با فاصله ایمن از مواد قابل‌اشتعال نصب شده‌اند؟	۲/۹۱
	پنکه‌ها و جت فن‌ها	آیا نصب فن‌ها به‌گونه‌ای است که احتمال سقوط یا آسیب به افراد وجود ندارد؟	۲/۶۸
	آتش‌های رویاژ	آیا استفاده از آتش رویاژ با رعایت حریم ایمنی، تجهیزات اطفاء و نظارت دائم صورت می‌گیرد؟ دستورالعمل و نظارت مستمر بر استفاده از آتش رویاژ وجود دارد؟	۲/۸۴

اهمیتی			
عنوان	موارد	سوالات	وزن
ترافیکی	پارکینگ	آیا پارکینگ‌ها دارای ورودی و خروجی مجزا، علائم راهنمایی و کنترل ازدحام هستند؟	۲/۷۹
	دسترسی‌ها و مسیرهای امدادی و اضطراری	آیا مسیرهای دسترسی و امدادی مشخص، آزاد و علامت‌گذاری شده‌اند؟	۳/۳۲
	تجهیزات ترافیکی	آیا مخروط‌ها، مانع، تابلوهای بازتابی و سایر تجهیزات مطابق با استاندارد نصب شده‌اند؟	۲/۸۲
	تابلوها و علائم هشداردهنده و هدایت‌کننده	آیا تابلوهای هدایت مسیر، خروج اضطراری و هشدار ترافیکی به شکل واضح قابل رؤیت هستند؟	۳/۰۳
	خودروهای امدادی و عملیاتی	آیا محل پارک، مسیر تردد و آمادگی خودروهای امدادی از قبل پیش‌بینی و مشخص شده است؟	۲/۹۴
سلامت			
عنوان	موارد	سوالات	وزن
بهداشت محیط	سرویس‌های بهداشتی	آیا سرویس‌های بهداشتی از نظر نظافت، تهویه، کف قابل شست‌وشو و سیفون مناسب بررسی و تأیید شده‌اند؟ آیا برنامه منظم برای نظافت، بازدید و تعمیرات سرویس‌های بهداشتی وجود دارد؟	۶
	روشویی‌ها	آیا روشویی‌ها دارای شیر پدالی یا سنسوردار، صابون مایع و سیستم دفع فاضلاب مناسب هستند؟	۴/۵
	ایستگاه‌های پذیرایی	آیا محل پذیرایی از نظر سطح قابل شست‌وشو، حفاظت از آلودگی و تمیزی مورد ارزیابی قرار گرفته است؟ برنامه مشخص برای تمیزکاری، نظارت مستمر و آموزش پرسنل خدمات وجود دارد؟	۴/۵
	آبخوری‌ها	آیا آبخوری‌ها دارای آب سالم، شیر زاپه‌دار و بدون تماس دهان با خروجی هستند؟	۵/۵
	فاضلاب	آیا سیستم جمع‌آوری و دفع فاضلاب اصولی، بدون نشت و بوی نامطبوع است؟	۷
مواد غذایی	پسماند	آیا پسماند به‌صورت تفکیک‌شده در محل تولید و در سطل‌های درب‌دار قابل شست‌وشو جمع‌آوری می‌شود؟	۵/۵
	کیفیت و سلامت مواد غذایی و مواد اولیه	برنامه جمع‌آوری منظم، تفکیک و آموزش مدیریت پسماند اجرا می‌شود؟	
	اتبارش مواد غذایی مصرفی	آیا مواد اولیه و مواد غذایی از نظر سلامت، تاریخ مصرف و شرایط نگهداری بررسی شده‌اند؟	۸
	طبخ و توزیع مواد غذایی	آیا مواد غذایی در شرایط مناسب (دمای کنترل‌شده، قفسه‌بندی استاندارد و مجزا از مواد غیرخوراکی) انبار می‌شوند؟	۷
	کارت سلامت	آیا فرایند طبخ و توزیع در محیط بهداشتی، با تجهیزات مناسب و رعایت اصول بهداشت فردی انجام می‌شود؟	۹
آب آشامیدنی	توزیع آب شرب	آیا تمام کارکنان مرتبط با مواد غذایی دارای کارت سلامت معتبر هستند؟	۶
	آب معدنی	آیا کارکنان بخش طبخ و توزیع اصول بهداشت فردی مانند لاس کار تمیز، دستکش، کلاه و شست‌وشوی مکرر دست‌ها را رعایت می‌کنند؟	۷
	آبخوری‌ها	آیا تانکرهای آب شرب دارای درپوش، تمیز و از نظر آلودگی بررسی و تأیید شده‌اند؟ برنامه شست‌وشوی دوره‌ای، نمونه‌برداری و کنترل کیفی تانکرها اجرا می‌شود؟	۵/۵
	بخ بهداشتی	آیا بطری‌های آب معدنی سالم، پلمپ و دارای مجوز معتبر هستند؟	۳/۵
	آب مصرفی در توزیع چای و شربت	آیا آبخوری‌ها از نظر کیفیت آب و شرایط بهداشتی به‌طور منظم کنترل می‌شوند؟	۵
بهداشت روانی	مدیریت استرس جمعیت	آیا بخ مصرفی در محل از نوع بهداشتی، دارای پسته‌بندی سالم و بدون آلودگی است؟	۴
	سالمندان و کودکان	آیا آب مصرفی در تهیه و توزیع چای و شربت از منبع مطمئن و سالم تأمین می‌شود؟	۶
		آیا تمهیداتی برای کاهش استرس جمعیت (مانند اطلاع‌رسانی واضح، نظم محیطی و نیروهای راهنما) در نظر گرفته شده است؟ برنامه از پیش تدوین‌شده برای اطلاع‌رسانی، مدیریت شلوغی و آرام‌سازی جمعیت وجود دارد؟	۳/۵
		آیا تسهیلات و تدابیر ویژه‌ای برای حمایت از سالمندان و کودکان (محل استراحت، راهنمایی، کمک اضطراری) فراهم شده است؟	۲/۵



محیط زیست			
عنوان	موارد	سوالات	وزن
مدیریت پسماند	جمع‌آوری و دفع پسماند	آیا پسماندهای تولیدی به‌صورت منظم، بهداشتی و مطابق مقررات جمع‌آوری و دفع می‌شوند؟ برنامه مدون و زمان‌بندی‌شده برای جمع‌آوری، انتقال و دفع اصولی پسماند وجود دارد؟	۱۲
	تفکیک زباله	آیا زباله‌ها در مبدأ به‌صورت تفکیک‌شده (تر، خشک، خطرناک و قابل بازیافت) جمع‌آوری می‌شوند؟	۹
	نشت شیرابه	آیا از نشت شیرابه از سطل‌ها یا محل نگهداری زباله جلوگیری شده و زهکشی مناسب پیش‌بینی شده است؟	۷
آلودگی هوا	استفاده از ظروف یک‌بار مصرف تجدیدپذیر	آیا از ظروف یک‌بار مصرف تجدیدپذیر یا قابل بازیافت استفاده می‌شود؟	۶
	تجهیزات بنزینی و دیزلی	آیا تجهیزات بنزینی و دیزلی دارای معاینه فنی، فیلتر مناسب و استانداردهای کاهش آلایندگی هستند؟	۱۲
	معاینه فنی تجهیزات	آیا معاینه فنی تجهیزات به‌صورت دوره‌ای انجام و مستندات آن نگهداری می‌شود؟ برنامه ثبت، پایش و تمدید دوره‌ای معاینه فنی تجهیزات وجود دارد؟	۱۰
	سیستم‌های صوتی	آیا سطح صدای سیستم‌های صوتی مطابق با حدود مجاز و آیین‌نامه آلودگی صوتی کنترل شده است؟	۷
آلودگی صوتی	معاینه فنی تجهیزات	آیا تجهیزات صوتی و مکانیکی از نظر نشت صدا، صدای غیرعادی و عملکرد بررسی شده‌اند؟	۵/۵
	ژنراتورهای دیزلی و بنزینی	آیا ژنراتورها دارای عایق صوتی مناسب، نگهداری صحیح و محل نصب استاندارد هستند؟ دستورالعمل و برنامه نگهداری برای کنترل انتشار صوت از ژنراتورها اجرا می‌شود؟	۷/۵
انرژی	مدیریت مصرف آب	آیا اقدامات لازم برای صرفه‌جویی در مصرف آب (نصب شیرهای کم‌مصرف، کنترل نشت، زمان‌بندی مصرف) انجام شده است؟	۸
	مدیریت مصرف برق	آیا روشنایی و تجهیزات برقی به‌صورت بهینه، با استفاده از تجهیزات کم‌مصرف و خاموشی در زمان عدم استفاده مدیریت می‌شوند؟	۸
	مدیریت مصرف در سوخت‌های فسیلی	آیا مصرف سوخت‌های فسیلی پایش می‌شود و اقدامات کاهش مصرف (مانند نگهداری مناسب و بهینه‌سازی کارکرد تجهیزات) اجرا شده است؟ برنامه کاهش مصرف و نگهداری بهینه تجهیزات سوختی اجرا می‌شود؟	۸

This Page Intentionally Left Blank

Research Paper

Identifying Subsurface Cavities and Fractures in Roads Using the Ground Penetrating Radar With Two 170-and 600-MHz Central Antennas: A Case Study in Iran



*Shamseddin Esmaili¹, Mehdi Bolbolvand², Mohsen Ahmadzadeh Irandoust³, Mohammad Talebi^{2, *}

1. Department of Sciences, Faculty of Physics, Razi University, Kermanshah, Iran.
2. Tehran Disaster Mitigation and Management Organization (TDMMO), Tehran, Iran.
3. Department of Earth and Space Sciences, Southern University of Science and Technology (SUSTech), Shenzhen, China.
4. International Institute of Earthquake Engineering and Seismology (IIEES), Tehran, Iran.



Citation Esmaili, Sh., Bolbolvand, M., Ahmadzadeh Irandoust, M., & Talebi, M. (2025). Identifying Subsurface Cavities and Fractures in Roads Using the Ground Penetrating Radar With Two 170-and 600-MHz Central Antennas: A Case Study in Iran. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 15(3):344-363. <https://doi.org/10.32598/DMKP.15.3.985.1>

 <https://doi.org/10.32598/DMKP.15.3.985.1>

ABSTRACT

Background and Objective This study aimed to investigate the effectiveness of ground-penetrating radar (GPR) for identifying subsurface cavities and fractures in roads.

Method Data were collected using a GPR system (model 1760, ImpulseRadar Co., Sweden), which had two central antennas with frequencies of 170 and 600 MHz. Data acquisition was carried out in three areas: A road under construction in the Gachsaran Formation, a section of an asphalt-paved street in Ilam province, and an area including an old, small, buried tunnel in Kermanshah City. The geology of these areas is different and ranges from the Gachsaran Formation to Holocene sediments. The distance determined for the data acquisition step was 4 centimeters. The wave penetration depth in both antennas varied by geology type in these areas. The data after different processing steps were examined using wave-spectrum analysis, characteristics, and evidence of anomalies to distinguish cavities and fractures.

Results After performing all the processing steps, the results confirmed the presence of cavities and fractures. Also, the high agreement in the overlapping areas between the two antennas was clearly visible.

Conclusion Since choosing the appropriate antenna frequency for GPR plays a key role in the ability to properly detect the electrical properties of materials, the results show the proper efficiency of the GPR method with the aforementioned antennas in identifying subsurface cavities and fractures in roads.

Keywords Georadar, Subsurface drilling, Multi-frequency antenna, Signal processing, Roads and passages

Article Info:

Received: 10 Aug 2025

Accepted: 18 Sep 2025

Available Online: 01 Oct 2025

* Corresponding Author:

Shamseddin Esmaili, Assistant Professor.

Address: Department of Sciences, Faculty of Physics, Razi University, Kermanshah, Iran.

Tel: +98 (918) 3034470

E-mail: s.esmaili@razi.ac.ir



Copyright © 2025 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.

English Version

Introduction

Today, identifying subsurface discontinuities such as cavities and fractures in roads and passages is considered one of the important challenges (Bendetto et al., 2017). These discontinuities can reduce the resistance of road structures, cause collapses, create dangerous subsidence and surface depressions that give the roadway an unsightly appearance and generate high costs for roadway repairs. One of the issues that challenges the construction and maintenance of this type of infrastructure is the lack of sufficient knowledge of the subsurface layers, which sometimes causes extensive damage during construction or operation. Conventional methods for identifying subsurface discontinuities are often destructive and based on drilling and sampling, which, despite their high reliability, are costly and time-consuming. Therefore, geophysical methods can be used for road studies due to being cost-effective and time-efficient (Hosaini et al., 2017). Among these geophysical methods, ground-penetrating radar (GPR) is of great importance due to its high accuracy and speed, and non-destructiveness. It is considered one of the electromagnetic methods (Slob et al., 2010). The use of high-frequency electromagnetic waves for subsurface exploration dates back to 1904 when Hulsmeier, a German inventor, invented a radar device (Parasnis, 1997). The use of radar became popular in 1956 and was developed more widely from 1970 onwards. GPR is able to detect changes in the electrical properties of materials. However, the selection of the appropriate antenna frequency is considered to be one of the key parameters in the success of this method (Daniels, 2004).

Although several studies have investigated the effectiveness of GPR in identifying subsurface discontinuities, systematic comparison of the capabilities of antennas with different frequencies (especially 170 and 600 MHz) in environments with different soil types, as well as targeted processing and wavefront spectrum analysis for optimal interpretation to distinguish between types of discontinuities, requires further research. Therefore, this study aims to investigate the capability of GPR with 170- and 600-MHz antennas in detecting subsurface cavities and fractures.

Materials and Methods

Ground penetrating radar

The GPR method is the most widely used geophysical shallow technique that requires high-resolution accuracy (Annán, 2009). The basis of this method is the reflection of electromagnetic waves at the boundary of layers with different resistivity and magnetization. In this method, the radio waves are generated by special transmitters (antennas) and, after penetrating into the ground and reflecting from the boundary of the layers, are recorded by inductive receivers. Since the transmitter and receivers are mounted side by side on a portable setup, the data acquisition speed in this method is very high. The accuracy of this method ranges from a few centimeters to several meters, depending on the frequency of the antenna used. Ground-based radar operates by transmitting electromagnetic waves (10-1000 MHz) into the ground and receiving reflected pulses when encountering discontinuities (Ahmadi et al., 2014). The discontinuity can be a boundary between layers, an impurity, boundary between materials with different dielectric properties, a buried object (e.g. pipe) or delamination of that cross section (Figure 1). The amplitude of the received echoes and their corresponding arrival times can be used for subsurface modeling to determine the nature and location of the discontinuity.

Compared to other non-destructive techniques such as infrared, ultrasonic, or microwave thermography, GPR offers greater penetration power and can therefore model at greater depths. High-frequency antennas (800 MHz and above) are used in shallow areas (<2 m depth) to achieve high accuracy, while lower-frequency antennas (300, 250, 100, and 50 MHz) are used for deeper depths.

GPR is a real-time method that uses high-frequency radio waves to acquire data at very high velocity and resolution (Neal, 2004). Changes in the velocity of wave propagation due to differences in the electrical properties of materials will result in differences in the time it takes for the waves to travel and return. As the antennas move along the survey line, they collect a time series of received data at specific points along the line. These time series are then combined to create a subsurface scan view. Figure 2 shows a schematic diagram of the GPR wave propagation and recording. The data is recorded in specific formats. After going through various processing steps, this information is transformed into georadar sections that are used to identify various targets.

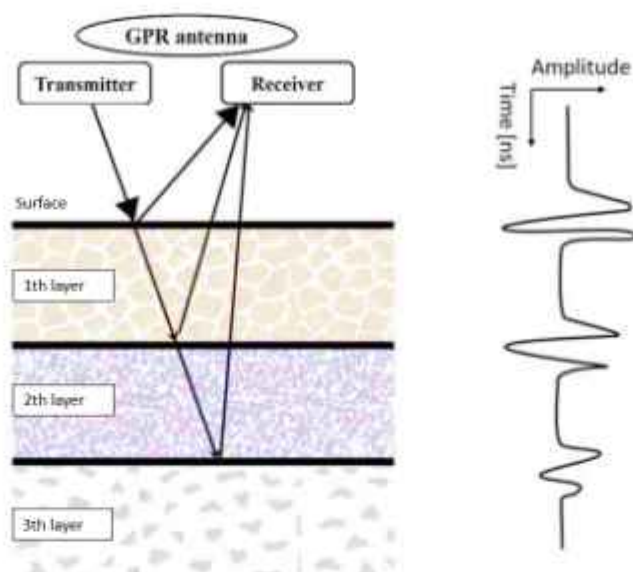


Figure 1. Schematic diagram of the GPR method in a 3-layer ground cross-section: Transmitted and received radar signals from the layers (left) and speedometer timeline history (right)

Data collection and study area

In this study, data were collected in designated sections within the target areas using a radar (model 1760, ImpulseRadar Co., Sweden), shown in Figure 3. This model has two antennas with frequencies of 170 and 600 MHz. The data collected with this tool, with high resolution, al-

lows us to identify layers, cavities, and fractures near the surface (<12 meters) (Goodman & Piro, 2013).

Data collection was carried out in three areas, including a road under construction (first area), an asphalt-covered street and road (second area), and the road on a small old tunnel (third area). Figure 4 shows a satellite image of the

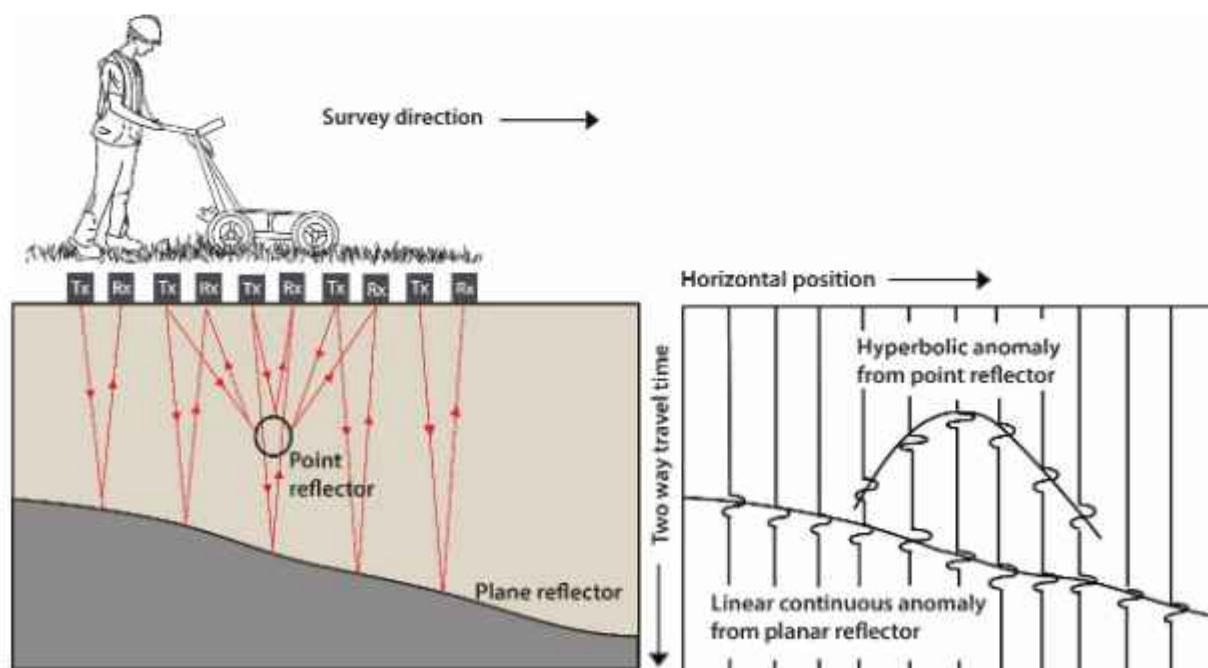


Figure 2. Schematic diagram of GPR wave generation and recording (left) and recorded signals in a survey direction (right). Tx= Transmitter, and Rx= Receiver.



Figure 3. The used GPR device

selected areas as well as a view of the profiles taken in these areas. These areas were selected in such a way that the cavities and fractures in them were visible or obvious. Geologically, these areas contain Holocene sediments. Two areas were in Ilam Province and one area on the outskirts of Kermanshah City, all of which were located in the Zagros geological zone. The road under construction was

in the Gachsaran Formation. One of the characteristics of this Formation is its high susceptibility to erosion, especially erosion caused by water. This formation consists of more than 500 meters of alternating red to blue-gray gypsum and marl, interbedded with cream-colored marly limestone. In fact, the dissolution rate of these materials is much higher than other rocks. Accordingly, karsts, cavi-



Figure 4. A satellite image of the study areas (upper) and survey lines (blue lines) in each study area (lower)



Figure 5. Image of the study areas: The road under construction (upper), the asphalt-covered road with cavities (lower right), and the road on a small old tunnel (lower left)

ties, frequent fractures, foliation, and spongy conditions in areas close to the surface are observed in this formation. Figure 5 shows the study area and the cavities and fractures on the surfaces.

Data processing

In this study, data acquisition was performed with two antennas with center frequencies of 170 and 600 MHz

and a horizontal sampling distance of 4 cm. Reflexw and CrossPoint were used to process the data. The data processing steps included automatic gain control (AGC), bandpass filtering, Dewow filtering, static correction, subtract-DC-shift, and background removal. It should be noted that after data processing, only the results of the identified anomalies are presented. The values of the parameters used in different stages of data processing are

Table 1. Values of the parameters used in different steps of data processing

Processing	Value	Unit
AGC	55-300	Nanosecond
bandpass filtering	42-350 (Antenna 170 MHz) 150-950 (Antenna 600 MHz)	MHz
Dewow filtering	10 (Antenna 170 MHz) 3 (Antenna 600 MHz)	Nanosecond
Static correction	First received	-
Subtract-DC-shift	Removing the mean	-
Background removal	1-2 (Antenna 170 MHz) 2-6 (Antenna 600 MHz)	Meter

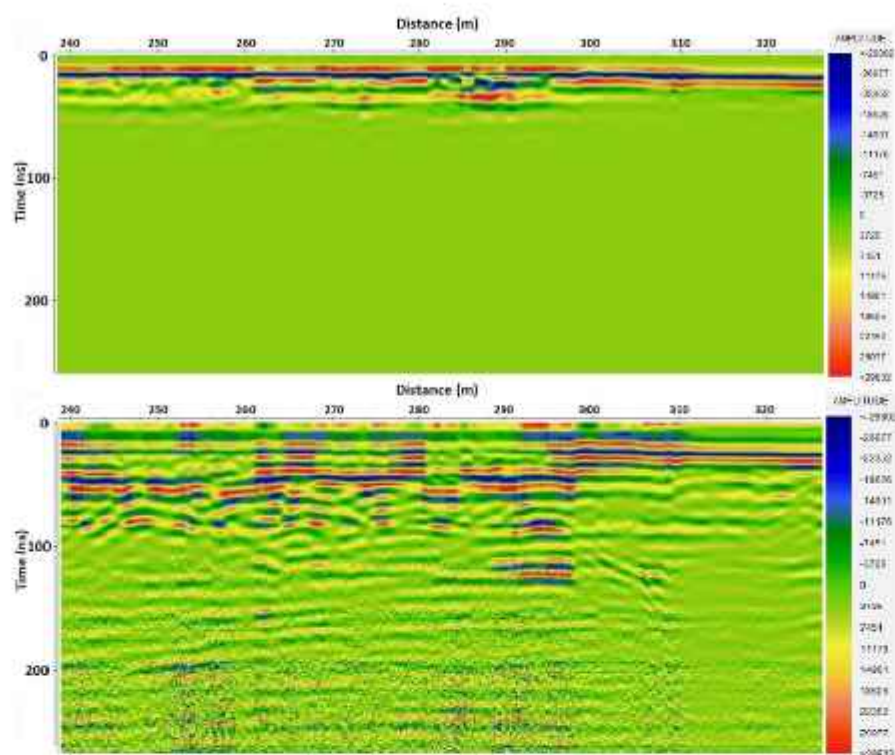


Figure 6. A sample of data before (upper image) and after applying the processing steps (lower image)

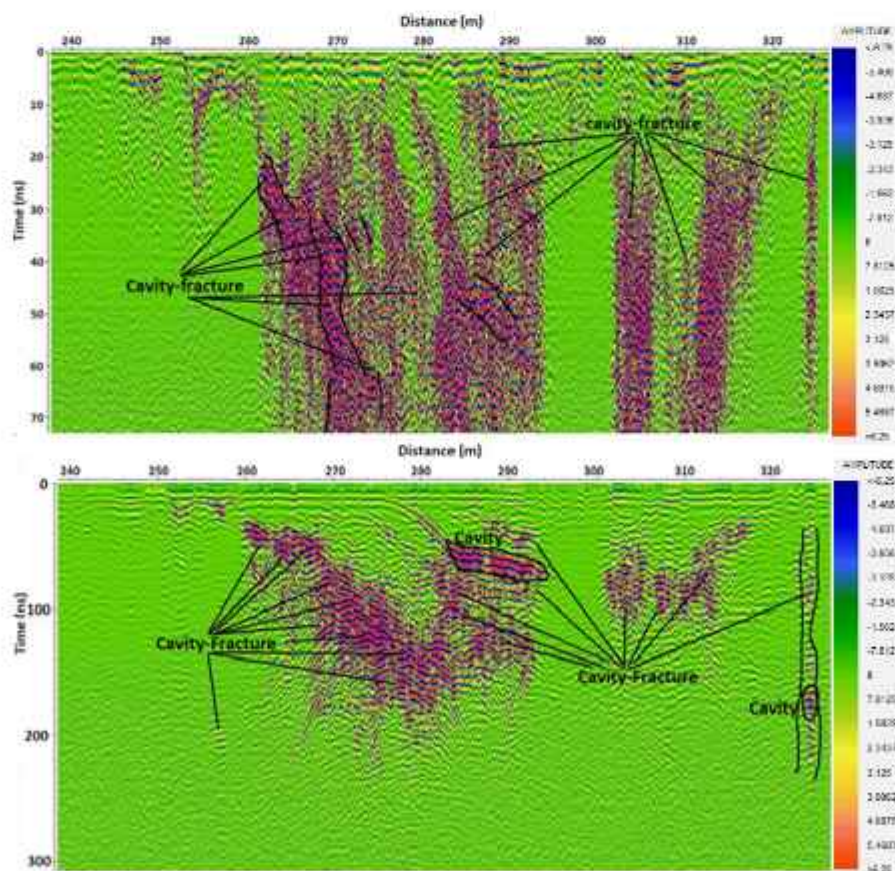


Figure 7. Results obtained for processed data from the first study area for two antennas of 600 MHz (upper image) and 170 MHz (lower image)

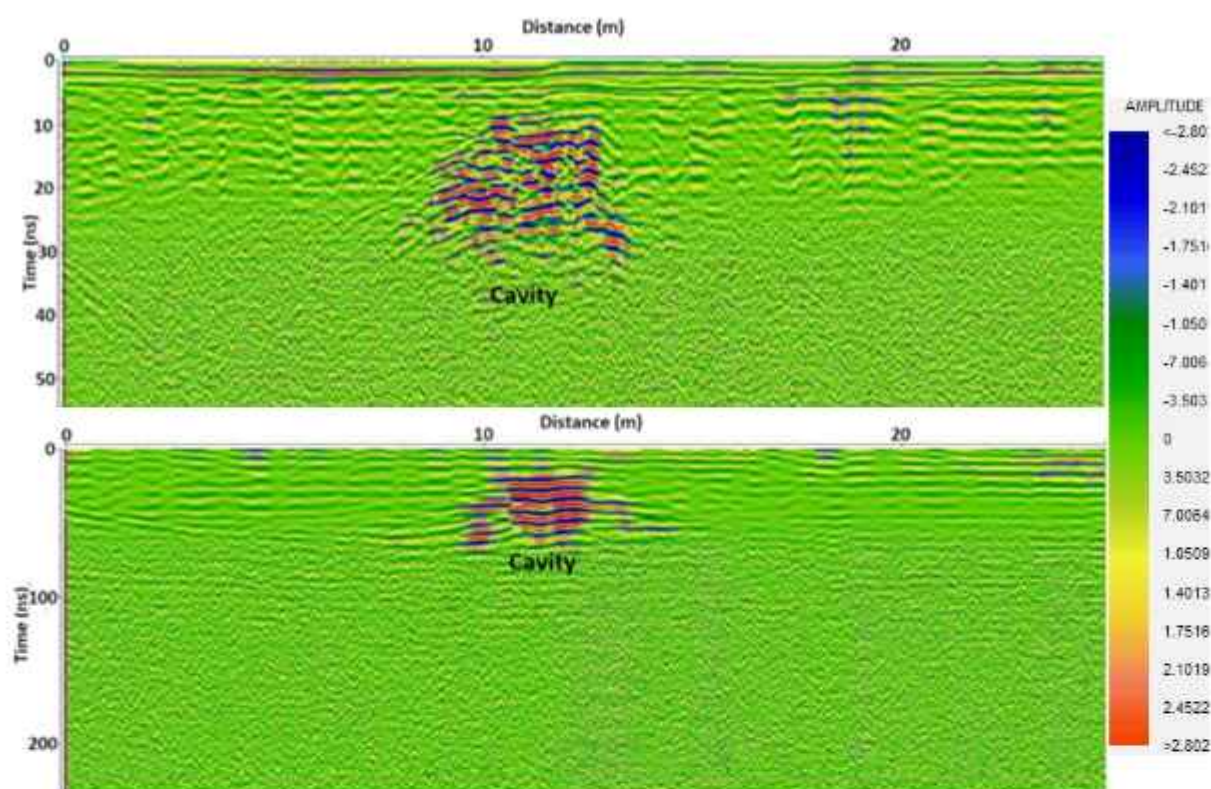


Figure 8. Results obtained for processed data from the second study area for two antennas of 600 MHz (upper image) and 170 MHz (lower image)

presented in Table 1. Figure 6 shows an example of the data obtained before and after processing.

Data analysis

After data processing, velocity analysis and wave spectrum analysis were performed, taking into account the characteristics of subsurface cavities and fractures in the GPR data, as well as examining the reflection coefficient and phase of the waves returning from the anomalies observed in the data, and the results were interpreted.

Results

Figure 7 shows the results of the processed data for the first study area using both the 600 and 170 MHz antennas. In this figure, the location of the cavities and fractures is depicted. The results indicate the presence of many cavities with different dimensions from one meter to several meters, which are located along the fractures (crushed area) and in combination with them. Due to the large number of small cavities in this area, only large cavities and fractures are shown in Figure 7. The area with these discontinuities is also shown well and with high resolution. The results obtained using the 600 MHz antenna

show more detail in the near-surface region and confirm the extension of the region to the ground surface.

Figure 8 shows the results after data processing for the second area, which was an asphalt-paved street with subsurface cavities. By using both the 600 and 170 MHz antennas, the presence of a cavity in the area was evident. It should be noted that the data in this area were collected in different parallel lines with a distance of one meter from each other, and the best profile for detecting the cavities was selected and presented. The void identified in these data is close to the surface and is in complete agreement with field observations. The cavities along the profile line were about 3 meters in length and about 1 meter in height.

For the third study area, where a small old buried tunnel is located, the results are shown in Figure 9 using both the 600- and 170-MHz antennas. In this survey, after finding the area and route of the tunnel, 15 profile lines were surveyed perpendicular to the possible road, with a distance of 3 meters from each other. In most of the results obtained for these profiles, the location of the tunnel was clearly visible. However, in two of these profiles, the anomaly related to the tunnel was lower, which could indicate local filling of the tunnel. Given that the tunnel was relatively deep (6-7 m depths), its presence was vis-

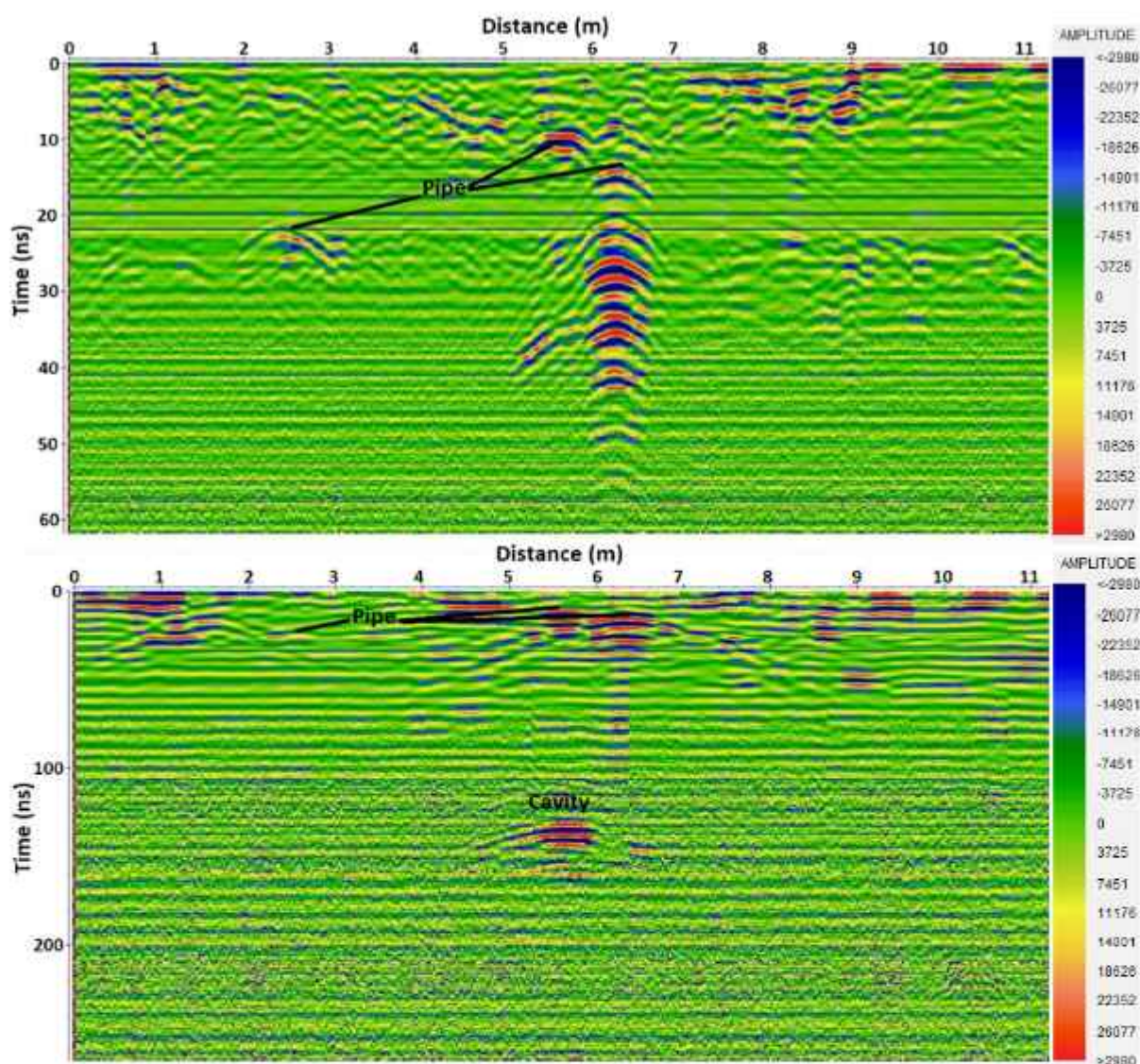


Figure 9. Results obtained for processed data from the third study area for two antennas of 600 MHz (upper image) and 170 MHz (lower image)

ible using the 170-MHz antenna. It should be noted that there were also underground facilities in this area, including several pipes, the image of which is well defined in the results using the 600-MHz antenna. Considering the profile passing in a direction almost perpendicular to the identified route for the tunnel, the tunnel cavity was about 80 centimeters in width and about 1 meter in height.

Conclusion

In this research, using a GPR device with two antennas with central frequencies of 170 and 600 MHz, subsurface studies of three areas with evidence of cavities and fractures were conducted. The first study area was in the Gachsaran Formation; it was a road under construction in Ilam Province. The second area was an asphalt-paved

street in Ilam Province. The third study area was in Kermanshah City; the area was a road on a small, old tunnel that was buried decades ago. All three areas had different dimensions, depths of placement, and geological conditions of the cavities, allowing the efficiency of the GPR method to be evaluated using 600- and 170-MHz antennas. Both antennas were used to collect data at their best penetration depth; for near the surface (<3-m depth) the 600-MHz antenna was used, while for greater depth (>14 meters) the 170-MHz antenna was used. The results from all three areas, after data processing and analysis, confirmed the presence of cavities and fractures at varying depths and dimensions. Overall, the results revealed the high capability of the GPR method to identify cavities and fractures, and, consequently, the presence of areas prone to collapse.



Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

There were no ethical considerations to be considered in this research.

Funding

A part of the data collection in this study was carried out with financial support from the [General Directorate of Roads and Urban Development of Ilam Province](#).

Authors' contributions

All authors contributed equally to the conception and design of the study, data collection and analysis, interpretation of the results, and drafting of the manuscript. Each author approved the final version of the manuscript for submission.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to acknowledge [Tehran Disaster Mitigation and Management Organization \(TDM-MO\)](#) and [Razi University](#), Kermanshah, Iran, for their help in providing research documents and methodological aspects of the job.



مقاله پژوهشی

شناسایی حفرات و شکستگی‌های زیرسطحی در راه‌ها و معابر به روش ژئورادار و با استفاده از آنتن‌های مرکزی ۱۷۰ و ۶۰۰ مگاهرتز

شمس‌الدین اسماعیلی^۱، مهدی بلبوند^۲، محسن احمدزاده ایران‌دوست^۳، محمد طالبی^{۴*}

۱. گروه علوم، دانشکده فیزیک، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

۲. سازمان پیشگیری و مدیریت بحران شهر تهران، تهران، ایران.

۳. گروه علوم زمین و فضای دانشگاه علوم و فناوری جنوبی ساسک، شئن، چین.

۴. پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله، تهران، ایران.

Scan your device to view
and read the article online

Citation: Esmaili, Sh., Bolbolvand, M., Ahmadzadeh Irandoust, M., & Talebi, M. (2025). Identifying Subsurface Cavities and Fractures in Roads Using the Ground Penetrating Radar With Two 170-and 600-MHz Central Antennas: A Case Study in Iran. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 15(3):344-363. <https://doi.org/10.32598/DMKP.15.3.985.1985.1>

doi: <https://doi.org/10.32598/DMKP.15.3.985.1985.1>

چکیده

زمینه و هدف: این پژوهش به بررسی کارایی روش ژئورادار در شناسایی حفرات و شکستگی‌های زیرسطحی در راه‌ها و معابر پرداخته است. **روش:** به منظور برداشت داده‌ها از دستگاه ژئورادار شرکت ایمپالس-رادار مدل ۱۷۶۰ که دارای آنتن‌های با فرکانس مرکزی ۱۷۰ و ۶۰۰ مگاهرتز است، استفاده شد. داده‌برداری در سه منطقه شامل یک جاده در دست احداث، بخشی از یک خیابان و یک محدوده شامل تونلی زیرسطحی و قدیمی با ابعاد کوچک انجام شد. زمین‌شناسی این محدوده‌ها متفاوت و از نوع سازند گچساران تا خاک‌های عهد حاضر است. فاصله تعیین شده برای گام داده‌برداری نیز ۴ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. عمق نفوذ امواج در هر دو آنتن در محدوده‌های مختلف، باتوجه به نوع زمین‌شناسی ناحیه متفاوت بوده است. محدوده‌های در نظر گرفته شده دارای رخنمون حفرات و شکستگی‌های زیرسطحی بوده و از آن‌ها به عنوان شواهدی در تأیید یا رد نتایج استفاده شده است. داده‌های برداشت شده پس از انجام مراحل مختلف پردازش، از نظر تحلیل طیف موج‌بری و ویژگی‌ها و شواهد وجود آنومالی‌ها برای تمایز حفرات و شکستگی‌ها مورد بررسی قرار گرفتند.

یافته‌ها: پس از انجام کلیه مراحل پردازش و تفسیر داده‌ها، نتایج به دست آمده به خوبی حضور حفرات و شکستگی‌ها را در داده‌های برداشت شده آشکارسازی نموده است. همچنین تطبیق بالای مناطق همپوشانی داده‌ها در هر دو آنتن به وضوح قابل مشاهده است.

نتیجه‌گیری: از آنجایی که انتخاب فرکانس مناسب آنتن نقشی کلیدی در توانایی تشخیص مناسب خواص الکتریکی مواد در روش ژئورادار دارد، نتایج حاصله کارایی قابل توجه این روش با آنتن‌های مذکور را در شناسایی حفرات و شکستگی‌های زیرسطحی موجود در راه‌ها و معابر نشان می‌دهند.

کلیدواژه‌ها: ژئورادار، حفره‌یابی زیرسطحی، آنتن چندفرکانسی، پردازش سیگنال، معابر و راه‌ها

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۹ مرداد ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۲۷ شهریور ۱۴۰۴

تاریخ انتشار: ۹ مهر ۱۴۰۴

* نویسنده مسئول:

دکتر شمس‌الدین اسماعیلی

نشانی: کرمانشاه، خیابان دانشگاه، دانشگاه رازی، دانشکده علوم، گروه فیزیک.

تلفن: ۳۴۳۰۴۷۰ (۹۱۸) ۹۸+

پست الکترونیکی: s.esmaeili@razi.ac.ir

Copyright © 2025 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

امروزه شناسایی ناپیوستگی‌های زیرسطحی مانند حفرات و شکستگی‌ها در راه‌ها و معابر به‌عنوان یکی از چالش‌های مهم در مبحث شریان‌های حیاتی مطرح است (بندتو و همکاران، ۲۰۱۷). این ناهنجاری‌ها می‌توانند موجب کاهش مقاومت سازه‌های راه‌سازی، فروریزش‌ها، ایجاد فرونشست‌های خطرناک، نشست‌ها و فرورفتگی‌های سطحی شوند که چهره نامناسبی از معابر را عرضه و هزینه‌های زیادی را برای اصلاح گذرها ایجاد می‌کنند. یکی از مسائلی که ساخت و نگهداری این دسته از زیرساخت‌ها را دچار چالش می‌کند، عدم شناخت کافی از لایه‌های زیرسطحی است که بعضاً در مدت ساخت و یا در زمان بهره‌برداری، سبب ایجاد خسارت‌های فراوان می‌شود. روش‌های متعارف شناسایی این ناهنجاری‌ها اغلب از نوع مخرب و مبتنی بر حفاری و نمونه‌برداری هستند که علی‌رغم قابلیت اطمینان بالا، هزینه‌بر و زمان‌بر می‌باشند.

براین اساس امروزه می‌توان با صرف هزینه و زمان مقرون به‌صرفه، از روش‌های ژئوفیزیکی برای مطالعات راه‌ها بهره گرفت (حسینی و همکاران، ۲۰۱۷). در میان روش‌های ژئوفیزیکی پرکاربرد، رادار نفوذی به زمین باتوجه به دقت و سرعت مناسب، غیر مخرب بودن و عملیات ساده در برداشت داده‌ها، از اهمیت بالایی برخوردار است. رادار نفوذی به زمین از جمله روش‌های الکترومغناطیسی محسوب می‌شود (اسلوب و همکاران، ۲۰۱۰). استفاده از امواج الکترومغناطیسی فرکانس بالا برای پی‌جویی‌های زیرسطحی به سال ۱۹۰۴ میلادی و اختراع هولسمیر^۱ آلمانی برمی‌گردد (پاراسنیس، ۱۹۹۷). سپس استفاده از این ابزار در سال ۱۹۵۶ رواج یافت و از سال ۱۹۷۰ به بعد به شکل گسترده‌تری توسعه پیدا نمود.

این روش قادر است تغییرات در خواص الکتریکی مواد را تشخیص دهد. باین حال، انتخاب فرکانس مناسب آنتن به‌عنوان یکی از پارامترهای کلیدی در موفقیت این روش محسوب می‌شود (دنیلز، ۲۰۰۴). مطالعات متعددی به بررسی کارایی ژئورادار در شناسایی ناهنجاری‌های زیرسطحی پرداخته‌اند، اما مقایسه سیستماتیک قابلیت‌های آنتن‌هایی با فرکانس‌های مختلف (به‌ویژه ۱۷۰ و ۶۰۰ مگاهرتز) در محیط‌هایی با جنس خاک متفاوت و همچنین پردازش هدفمند و بررسی ویژگی‌ها در کنار تحلیل طیف موجبری جهت تفسیر بهینه برای تمایز بین انواع ناپیوستگی‌ها نیاز به پژوهش بیشتری دارد. در این پژوهش سعی شده است قابلیت این روش با آنتن‌های مذکور در آشکارسازی حفرات و شکستگی‌های زیرسطحی بررسی شود. این مقاله در پنج بخش ارائه شده است: پس از مقدمه، بخش دوم به مبانی روش تحقیق اختصاص دارد. بخش سوم به ارائه عملیات برداشت داده‌ها

و در بخش چهارم نتایج حاصل از پردازش داده‌ها مورد بحث قرار گرفته‌اند. در بخش پنجم نیز نتیجه‌گیری ارائه شده است.

روش

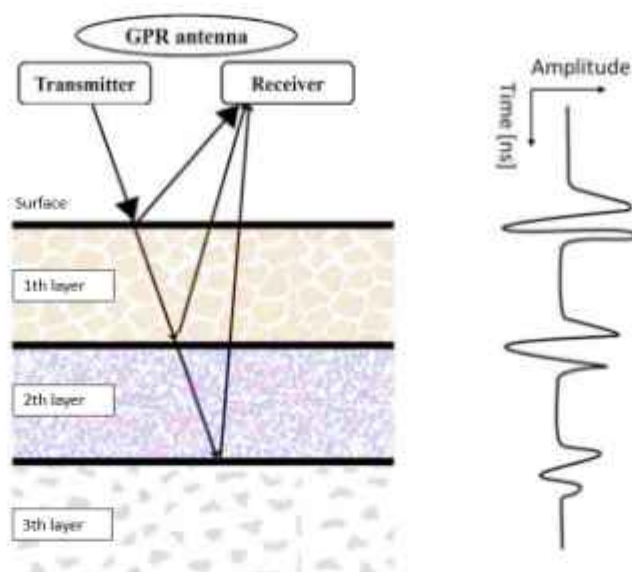
مبانی روش رادار نفوذی به زمین (ژئورادار)

روش ژئورادار پرکاربردترین تکنیک ژئوفیزیکی در مطالعات کم عمق است که به دقت تفکیک بالا نیاز دارند (آنان، ۲۰۰۹). مبنای این روش بازتاب امواج الکترومغناطیسی در مرز لایه‌هایی با مقاومت ویژه و مغناطیدگی متفاوت است. در این روش امواج توسط فرستنده‌های مخصوص (آنتن) تولید می‌شوند و پس از نفوذ به درون زمین و بازتاب از مرز لایه‌ها توسط گیرنده‌های القایی ثبت می‌شوند. از آنجایی که فرستنده و گیرنده‌ها در یک مجموعه قابل حمل در کنار یکدیگر نصب شده‌اند، سرعت داده‌برداری در این روش بسیار بالاست. دقت این روش بسته به فرکانس آنتن مورد استفاده از محدوده چند سانتی‌متر تا چندین متر است. رادار زمینی با انتقال امواج الکترومغناطیسی (در محدوده ۱۰۰۰ ~ ۱۰ مگاهرتز) به داخل زمین و دریافت پالس‌های منعکس شده هنگام مواجه شدن با ناپیوستگی‌ها عمل می‌کند (احمدی و همکاران، ۲۰۱۴). ناپیوستگی می‌تواند مرز لایه‌ها، ناخالصی، رابط بین مواد با دی الکتریک مختلف و یا یک جسم مدفون زیرسطحی مانند یک لوله یا لایه لایه شدن آن مقطع باشد (تصویر شماره ۱). برای تعیین ماهیت و محل انقطاع می‌توان از دامنه انعکاس دریافت‌شده و زمان رسید مربوط به آن برای مدل‌سازی زیرسطحی استفاده کرد.

در مقایسه با سایر تکنیک‌های غیرمخرب مانند ترموگرافی مادون قرمز، التراسونیک و یا مایکروویو، ژئورادار قدرت نفوذ بیشتری را ارائه می‌دهد و بنابراین می‌تواند مدل‌سازی را در اعماق بیشتری انجام دهد. در این میان برای انجام مطالعات نزدیک به سطح (کمتر از ۲ متر) و رسیدن به دقت‌های بالا از آنتن‌هایی با فرکانس بالا (۸۰۰ مگاهرتز و بالاتر) استفاده می‌شود. همچنین برای مدل‌سازی اعماق بالاتر (چند متر تا چند ۱۰ متر) از آنتن‌هایی با فرکانس کمتر (مانند ۳۰۰، ۲۵۰، ۱۰۰ و ۵۰ مگا هرتز) بهره‌برداری می‌شود.

رادار نفوذی به زمین یک روش وابسته به زمان واقعی است که در آن از امواج رادیویی فرکانس بالا به‌منظور داده‌برداری با سرعت و وضوح بسیار بالا استفاده می‌شود (نیل، ۲۰۰۴). در این روش از امواج الکترومغناطیسی استفاده می‌شود که سرعت آن باتوجه به ویژگی‌های مواد که از آن عبور می‌کند، تعیین می‌شود. تغییر در سرعت عبور امواج به دلیل تفاوت در خصوصیات الکتریکی مواد به اختلاف در زمان رفت و برگشت امواج منجر خواهد شد. چنانچه آنتن‌ها در امتداد خط برداشت حرکت می‌کنند، یک سری از ردهای زمانی (یک سری زمانی از داده‌های دریافتی) در نقاط خاصی از طول خط پروفیل، برداشت می‌کنند. سپس این

1. Hulsmeier

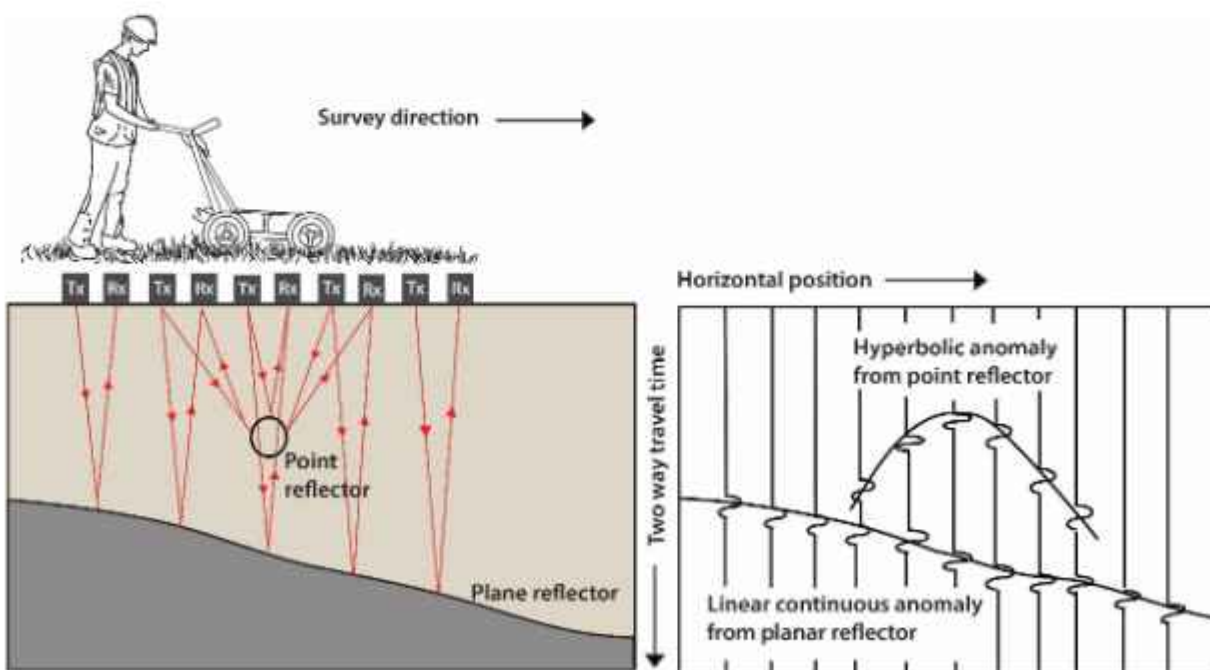


تصویر ۱. طرح شماتیک اصول کلی عملکرد ژئورادار در یک مقطع زمین ۳ لایه. (چپ) پرتوهای منتقل و منعکس شده از مرز لایه‌ها (راست) تاریخچه زمانی سنجه سرعت متناسب با شکل سمت چپ.

معرفی محدوده مورد مطالعه و عملیات برداشت داده

در این مطالعه با استفاده از یک دستگاه ژئورادار مدل ۱۷۶۰ (ساخت شرکت ایمپالس رادار کشور سوئد) اقدام به داده‌برداری در بخش‌های تعیین‌شده در محدوده‌های مورد نظر گردید. این مدل دارای ۲ آنتن با فرکانس‌های ۱۷۰ و ۶۰۰ مگاهرتز می‌باشد. داده‌های برداشت‌شده با این ابزار، با قدرت تفکیک بالا امکان

سری‌های زمانی در کنار هم قرار گرفته تا نمای اسکن زیرسطحی را ایجاد کنند. تصویر شماره ۲ طرح شماتیکی از انتشار و ثبت امواج در روش ژئورادار است. داده‌های ثبت‌شده با فرمت‌های خاص ثبت می‌شوند. این اطلاعات پس از طی مراحل مختلف پردازشی به شکل مقاطع ژئوراداری در می‌آیند که برای شناسایی اهداف مختلف استفاده می‌شوند.



تصویر ۲. طرح شماتیک تولید و ثبت امواج رادار (چپ) و سیگنال‌های ثبت‌شده در یک راستای اندازه‌گیری (راست). xR و xT به ترتیب مخفف فرستنده و گیرنده امواج هستند.



تصویر ۳. نمایی از دستگاه ژئورادار مدل ۱۷۶۰.

سازند بود. از این رو به عنوان یکی از موارد مطالعاتی مورد بررسی قرار گرفت. همچنین داده برداری در یک خیابان دارای علائم فرونشست و یک محدوده که دارای یک تونل کوچک قدیمی است، انجام شد. از نظر زمین شناسی این محدوده ها دارای رسوبات عهد حاضر می باشند. **تصویر شماره ۵** نمایی از محدوده مورد مطالعه و رخنمون حفرات و شکستگی ها در سطح را نشان می دهد. در محدوده های اشاره شده چندین برداشت در مسیرهای متفاوت انجام شد و نتایج پس از پردازش داده ها در هریک از این مناطق ارائه شده است. پس از پردازش داده ها، صرفاً نتایج آنومالی های شناسایی شده ارائه شده است.

پردازش و تفسیر داده ها

در این مطالعه داده برداری با دو آنتن دارای فرکانس مرکزی ۱۷۰ و ۶۰۰ مگاهرتز و با فاصله نمونه برداری افقی ۴ سانتی متر انجام رسید. به منظور پردازش داده ها از نرم افزارهای تخصصی Reflexw و CrossPoint استفاده شده است. از جمله مراحل پردازشی می توان به اعمال بهره تقویت دامنه^۲، فیلتر باند گذر^۲، تصحیح اشباع سیگنال^۳، تصحیح ایستا^۴، تصحیح خط مبنا^۵ و حذف نوفه پس زمینه^۶ اشاره نمود. در ادامه مقادیر پارامترهای مورد استفاده در مراحل مختلف پردازش داده ها در قالب **جدول شماره ۱** ارائه شده است.

2. AGC

3. Bandpass filter

4. Dewow filtering

5. Static Correction

6. Subtract-DC-shift

7. Background Removal

شناسایی لایه ها، حفرات و شکستگی های نزدیک به سطح (کمتر از ۱۲ متر) را در اختیار ما قرار می دهد (**گودمن و پیرو، ۲۰۱۳**). **تصویر شماره ۳** تصویر ژئورادار به کار برده شده را نشان می دهد.

به منظور بررسی قابلیت روش ژئورادار در شناسایی حفرات و شکستگی های زیر سطحی سعی شد با توجه به اهمیت این موضوع در معابر و راه ها، داده برداری در این محدوده ها انجام شود. در این راستا، داده برداری در سه محدوده شامل راه در دست احداث (محدوده اول)، خیابان و جاده دارای روکش آسفالت (محدوده دوم) و نیز یک ناحیه بر روی یک تونل قدیمی زیر سطحی (محدوده سوم) انجام شد.

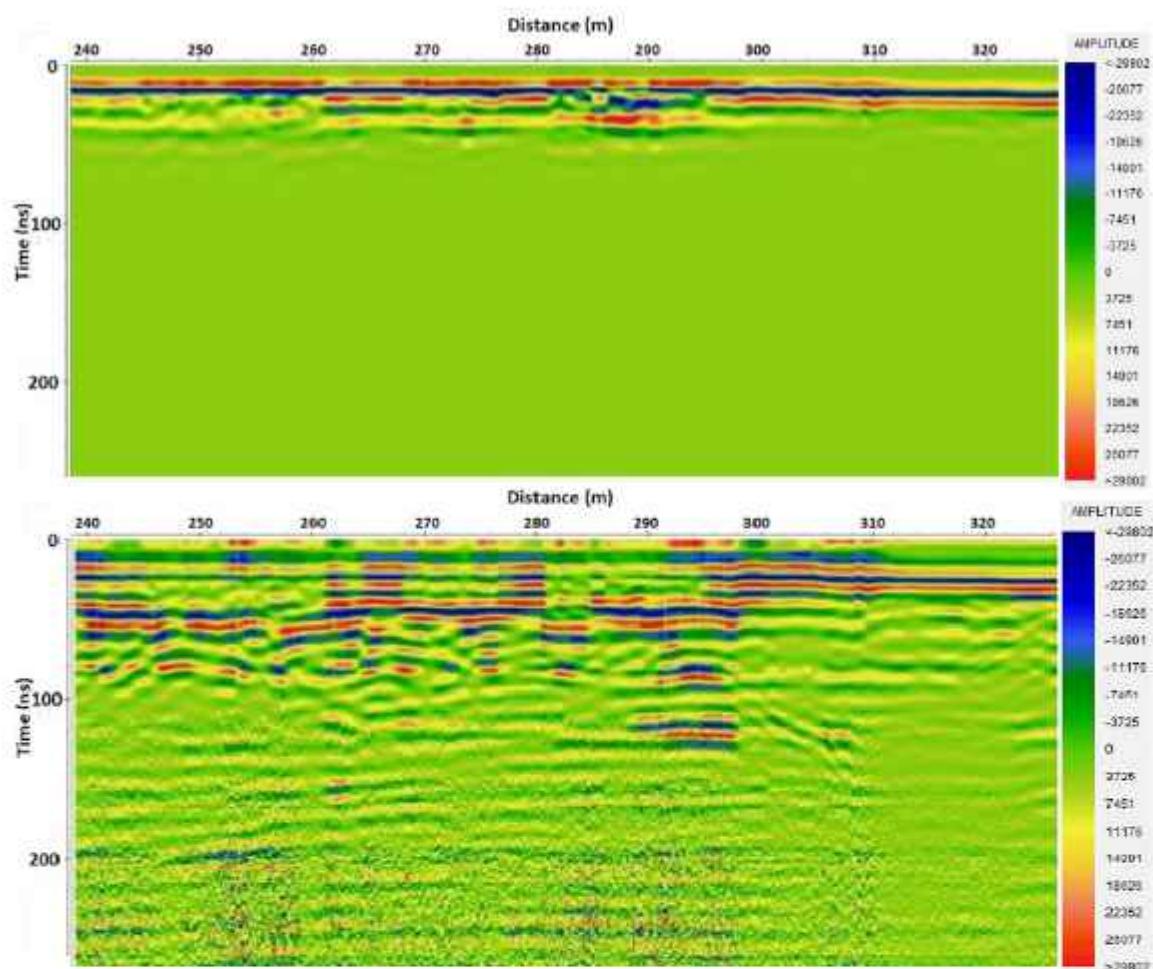
تصویر شماره ۴، تصویر ماهواره ای محدوده های انتخاب شده و نیز نمایی از پروفیل های برداشت شده در این محدوده ها را نشان می دهد. محدوده ها به گونه ای انتخاب شده اند تا وجود حفره و شکستگی در آن ها مشهود و یا معلوم باشد. محدوده های مورد مطالعه شامل دو محدوده در استان ایلام و یک محدوده در حاشیه شهر کرمانشاه و همگی در زون زمین شناسی زاگرس قرار دارند. ابتدا در یک جاده در دست احداث و در سازند گچساران داده برداری انجام شد. این سازند از بیش از ۵۰۰ متر، تناوب سنگ گچ و مارن قرمز تا آبی خاکستری و میان لایه های سنگ آهک مارنی کرم رنگ پدید آمده است. از جمله ویژگی های سازند گچساران با توجه به جنس مواد تشکیل دهنده آن که عمدتاً انیدرید و سنگ آهک می باشد، تأثیر پذیری زیاد آن از فرسایش به خصوص فرسایش ناشی از آب است. در واقع درصد انحلال مواد متشکل این سازند بسیار بالاتر از دیگر سنگ ها می باشد. بر این اساس می توان شاهد مناطق کارستی، حفرات، خردشدگی های مکرر، تورق و حالت اسفنجی در محدوده های نزدیک به سطح در این



تصویر ۴. تصویر ماهواره‌ای سه محدوده انتخاب شده یا خطوط قرمز (تصویر بالا) و نیز نمایی از پروقیل‌های برداشت شده (خطوط آبی) در هر یک از این محدوده‌ها (پایین). محدوده اول سمت چپ، محدوده دوم وسط و محدوده سوم سمت راست.



تصویر ۵. نمایی از محدوده‌های مورد مطالعه. شکل‌های بالا برای جاده در دست احداث و پایین سمت راست خیابان دارای حفرهای سطحی و سمت چپ نیز محدوده دارای یک تونل کوچک قدیمی.



تصویر ۶ نمونه‌ای از داده‌ها قبل (بالا) و بعد از اعمال مراحل پردازش (پایین)

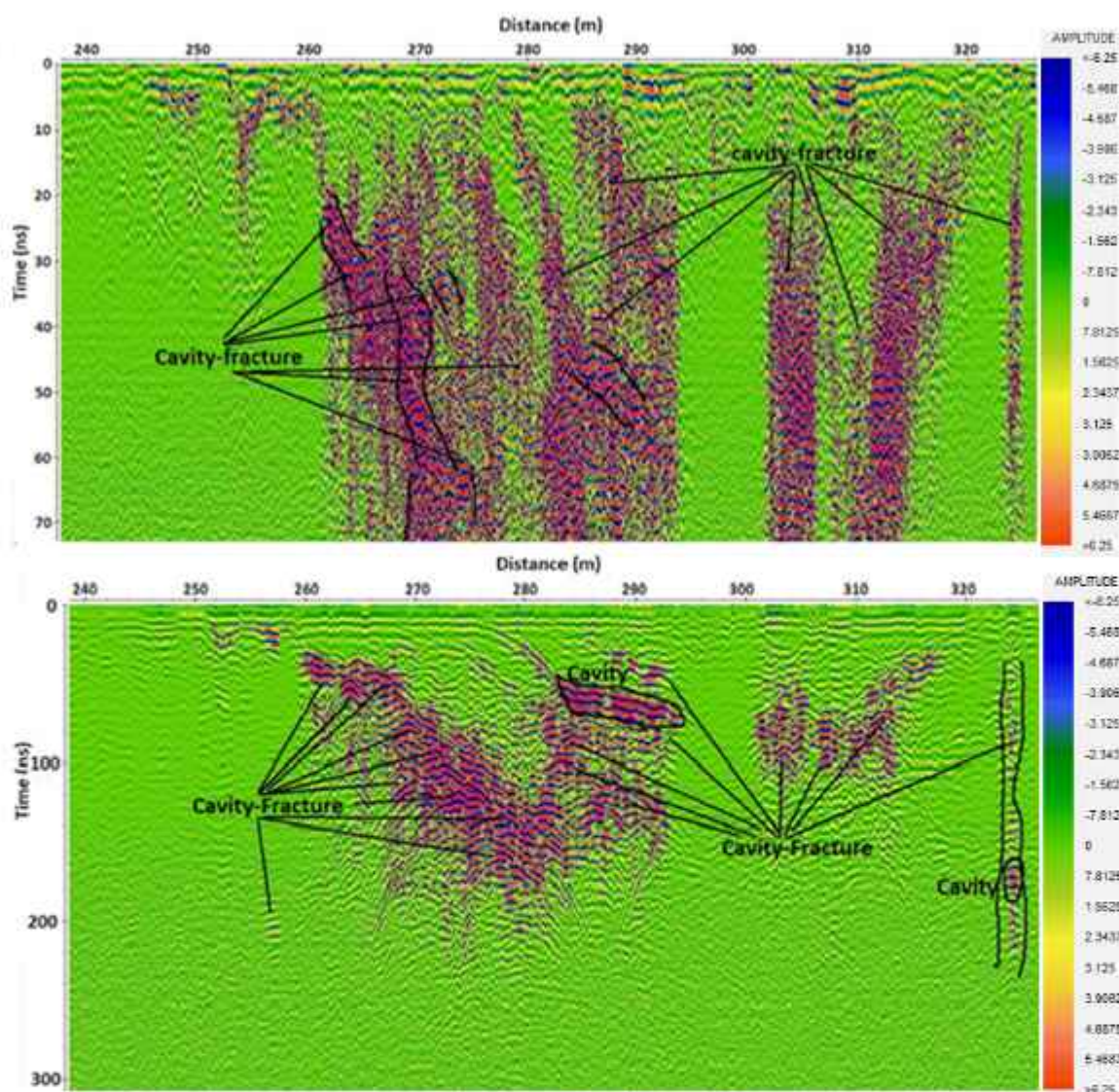
تصویر شماره ۶ یک نمونه از داده‌های به‌دست‌آمده قبل و بعد از پردازش را نشان می‌دهد.

در ادامه برای هر یک از محدوده‌های اشاره‌شده، نتیجه به‌دست‌آمده ارائه شده است. پس از پردازش داده‌ها، با در نظر گرفتن ویژگی‌شناختی حفرات و شکستگی‌های زیرسطحی در داده‌های ژئورادار و نیز بررسی ضریب بازتاب و فاز امواج برگشتی از آنومالی‌های مشاهده‌شده در داده‌ها، تحلیل سرعت و نیز تحلیل طیف موجبری صورت گرفت و نتایج تفسیر شدند.

تصویر شماره ۷ نتیجه به‌دست‌آمده از داده‌های پردازش‌شده برای محدوده اول برای هر دو آنتن ۶۰۰ و ۱۷۰ مگاهرتزی را نشان می‌دهد. در این شکل محل وجود حفرات و شکستگی‌ها به تصویر درآمده است. نتایج نشان‌دهنده وجود حفرات بسیار با ابعاد متفاوت از مرتبه ۱ متر تا چند متر است که در امتداد شکستگی‌ها (ناحیه خردشده) و در ترکیب با آن‌ها قرار دارند. باتوجه به تعداد بالای حفرات کوچک در محدوده، در این شکل تنها حفرات و شکستگی‌های بزرگ مشخص شده‌اند. ناحیه دارای

این آنومالی نیز به‌خوبی و با وضوح بالا نشان داده شده است. نتایج به‌دست‌آمده برای آنتن ۶۰۰ مگاهرتزی جزئیات بیشتری از ناحیه نزدیک به سطح را نشان می‌دهد و تأییدکننده گسترش ناحیه مذکور تا سطح زمین است. این موضوع در شکل ارائه‌شده برای محدوده داده‌برداری کاملاً مشهود است.

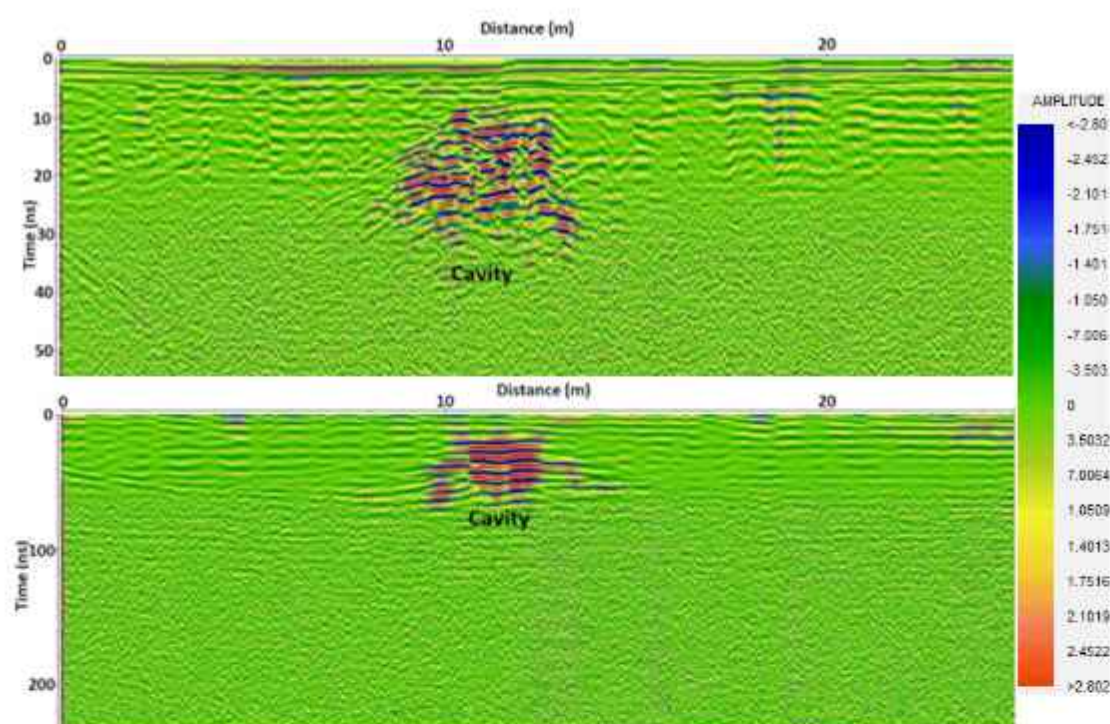
در **تصویر شماره ۸** نتایج به‌دست‌آمده برای محدوده دوم که در واقع یک خیابان با روکش آسفالت و دارای رخنمون حفرة زیرسطحی است، نشان داده شده است. براساس نتایج مربوط به هر دو آنتن ۶۰۰ و ۱۷۰ مگاهرتزی، وجود یک حفرة در محدوده مشهود است. این نتایج پس از انجام پردازش‌های ذکرشده و تحلیل‌های تفاسیر مربوطه ارائه شده‌اند. داده‌های این بخش در پروفیل‌های مختلف و موازی با فاصله عرضی ۱ متر از هم برداشت شده‌اند و بهترین پروفیل برای آشکارسازی حفرة انتخاب و ارائه شده است. فضای خالی مشخص‌شده در این داده‌ها نزدیک به سطح بوده و با مشاهدات میدانی تطابق کامل دارد. ابعاد حفرة از نظر طول در امتداد پروفیل حدود ۳ متر و از نظر ارتفاع حدود ۱ متر تخمین زده شده است.



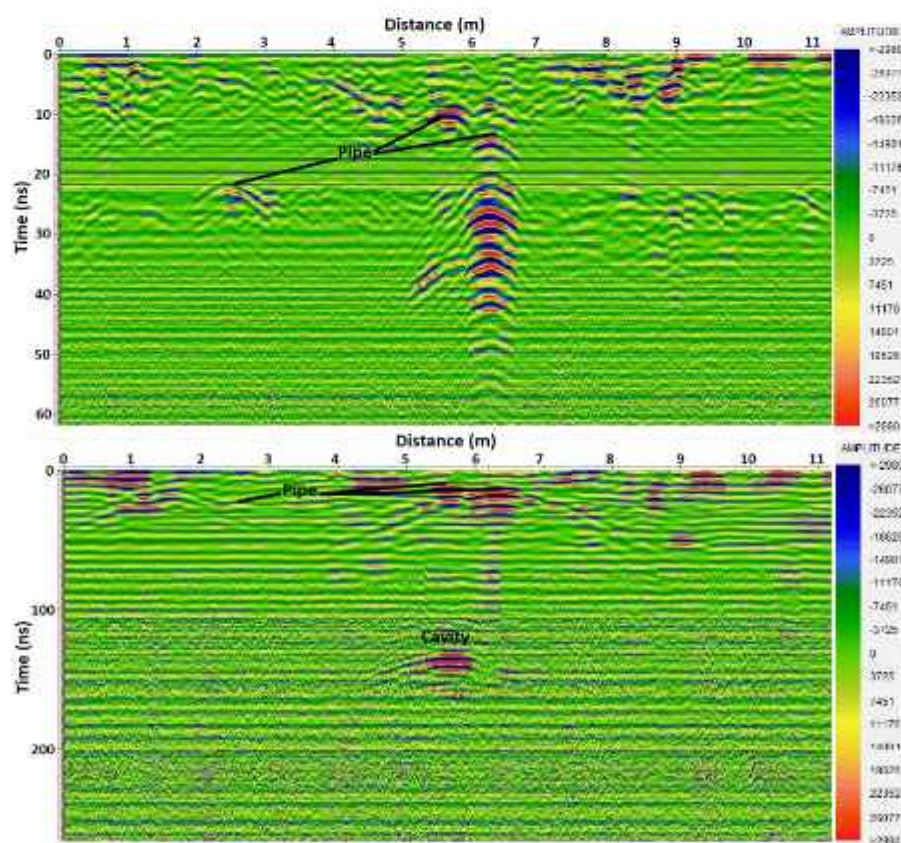
تصویر ۷. نتایج پدست آمده برای داده‌های پردازش شده از محدوده دانه‌برداری اول برای دو آنتن ۶۰۰ (بالا) و ۱۷۰ مگاهرتز (پایین). تعدادی از حفرات و شکستگی مشخص شده است.

جدول ۱. مقادیر پارامترهای تعیین شده در انجام مراحل مختلف پردازش داده‌ها

عنوان پردازش	مقدار/نوع	واحد
بهره تقویت سیگنال	۳۰۰ تا ۵۵	نانو ثانیه
فیلتر باند گذر	۳۲ تا ۳۵۰، آنتن ۱۷۰ ۱۵۰ تا ۹۵۰، آنتن ۶۰۰	مگاهرتز
تصحیح اشباع سیگنال	۱۰ برای آنتن ۱۷۰ ۳ برای آنتن ۶۰۰	نانو ثانیه
تصحیح ایستا	اولین رسید	-
تصحیح خط مینا	حذف میانگین	-
حذف نوفه پس زمینه	۱ تا ۲، آنتن ۱۷۰ ۲ تا ۶، آنتن ۶۰۰	متر



تصویر ۸. نتایج پدست‌آمده برای داده‌های پردازش‌شده از محدوده داده‌برداری دوم (خیابان) برای دو آنتن ۶۰۰ (بالا) و ۱۷۰ مگاهرتز (پایین). محل وجود حفره به خوبی نمایان شده است.



تصویر ۹. نتایج پدست‌آمده برای داده‌های پردازش‌شده از محدوده داده‌برداری سوم (تونل کوچک قدیمی) برای دو آنتن ۶۰۰ (بالا) و ۱۷۰ مگاهرتز (پایین). محل وجود حفره در نتایج به خوبی نمایان شده است.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

تمامی اصول اخلاق پژوهش در این مقاله رعایت شده است.

حامی مالی

بخشی از جمع‌آوری داده‌ها در این مطالعه با حمایت مالی اداره کل راه و شهرسازی استان ایلام انجام شده است.

مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان به‌طور یکسان در مفهوم و طراحی مطالعه، جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها، تفسیر نتایج و تهیه پیش‌نویس مقاله مشارکت داشتند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از سازمان مدیریت و کلش بلایای تهران (TDMMO) و دانشگاه رازی به خاطر کمکشان در ارائه اسناد تحقیقاتی و جنبه‌های روش‌شناختی کار تشکر می‌کنند.

برای محدوده سوم که در آن یک تونل کوچک قدیمی مدفون قرار دارد، نتایج در تصویر شماره ۹ برای هر دو آنتن ۶۰۰ و ۱۷۰ مگاهرتز به نمایش گذاشته شده است. در این برداشت نیز پس از یافتن محدوده احتمالی و مسیر عبور تونل، تعداد ۱۵ پروفیل در راستای عمود بر مسیر احتمالی آن برداشت شد که فاصله عرضی آن‌ها نسبت به هم ۳ متر می‌باشد. در اکثر نتایج حاصل‌شده برای این پروفیل‌ها، محل وجود تونل به‌خوبی نمایان است. البته در دو مورد از این پروفیل‌ها، آنومالی مربوطه به تونل ضعیف بوده که می‌تواند حاکی از پرشدگی موضعی تونل باشد. باتوجه به عمق نسبتاً زیاد تونل (بین ۶ تا ۷ متر)، وجود آن در آنتن ۱۷۰ مگاهرتز نمایان است. در این ناحیه تأسیسات زیرسطحی شامل چند لوله نیز وجود داشته که تصویر آن‌ها در نتایج مرتبط با آنتن ۶۰۰ مگاهرتز به‌خوبی مشخص شده است. باتوجه به عبور پروفیل در راستای تقریباً عمود بر مسیر شناسایی‌شده برای تونل، ابعاد تقریبی تخمین زده‌شده برای حفره تونل عرض حدود ۸۰ سانتی‌متر و ارتفاع حدود ۱ متر است.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش با استفاده از روش ژئورادار با دو آنتن دارای فرکانس مرکزی ۱۷۰ و ۶۰۰ مگاهرتز به مطالعات زیرسطحی سه محدوده که دارای شواهد وجود حفرات و شکستگی‌ها بودند، پرداخته شد. محدوده لول در سازند گچساران و مرتبط با بخشی از یک جاده در دست احداث در استان ایلام است که با مشکلات فرونشست و ایجاد حفرات در سطح مواجه می‌باشد. برداشت در محدوده دوم نیز در یک خیابان واقع در شهر ایلام انجام شد که به‌وضوح دارای رخنمون حفره در سطح بود. محدوده سوم در کرمانشاه و ناحیه دارای یک تونل قدیمی کوچک که در چند دهه گذشته مدفون شده بود، انتخاب شد. وجود حفرات و شکستگی‌ها با شواهد و آثار سطحی مورد تأیید و مشهود می‌باشد.

در این پژوهش از هر دو آنتن برای برداشت داده‌ها در بهترین عمق نفوذ آن‌ها، برای نزدیک به سطح، آنتن ۶۰۰ مگاهرتز (کمتر از ۳ متر) و عمق بیشتر، آنتن ۱۷۰ مگاهرتز (کمتر از حدود ۱۴ متر) استفاده شد. پس از عملیات برداشت، داده‌ها با روش‌های استاندارد پردازش توسط دو نرم‌افزار Reflexw و CrossPoint مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفت. نتایج به‌دست‌آمده از هر سه محدوده پس از پردازش و بررسی‌های تحلیلی، به‌خوبی وجود حفرات و شکستگی‌ها در عمق‌ها و ابعاد مختلف را تأیید و آشکار سازی نمود. هر سه محدوده از نظر ابعاد، عمق قرارگیری و شرایط زمین‌شناسی حفرات دارای شرایط متفاوت از هم بوده تا کارایی روش مورد استفاده با به‌کارگیری آنتن‌های ۶۰۰ و ۱۷۰ مگاهرتز مورد ارزیابی قرار گیرد. در مجموع، نتایج حاصل‌شده قابلیت بالای این روش را برای شناسایی حفرات، شکستگی‌ها و به تبع آن‌ها وجود مکان‌های مستعد فروریزش و مانند آن را نشان می‌دهد.



References

- Ahmadi, R., Fathianpour, N., & Norouzi, G. (2014). [Improving Ground Penetrating Radar (GPR) forward modeling approach using the numerical finite difference method (Persian)]. *Iranian Journal of Geophysics*, 8(3), e33558. [\[Link\]](#)
- Annán, A. P. (2009). Electromagnetic principles of ground penetrating radar. In H. M. Jol (Ed.), *Ground Penetrating Radar: Theory and Applications* (pp. 1-40). Amsterdam: Elsevier. [\[DOI:10.1016/B978-0-444-53348-7.00001-6\]](#)
- Benedetto, A., Tosti, F., Ciampoli, L. B., & D'amico, F. (2017). An overview of ground-penetrating radar signal processing techniques for road inspections. *Signal Processing*, 132, 201-209. [\[DOI:10.1016/j.sigpro.2016.05.016\]](#)
- Daniels, D. J. (2004). *Ground Penetrating Radar*. London: The Institution of Electrical. [\[DOI:10.1049/PBRA015E\]](#)
- Hosaini, M., Kamkar Rouhani, A., Mohammadivizheh, M., & Parnow, S. (2017). [A comparison between the results of ground penetrating radar and magnetic surveys in near surface investigations: A case study (Persian)]. *Iranian Journal of Geophysics*, 11(2), 76-86. [\[Link\]](#)
- Goodman, D., & Piro, S. (2013). *GPR remote sensing in archaeology*. New York: Springer. [\[DOI:10.1007/978-3-642-31857-3\]](#)
- Neal, A. (2004). Ground penetrating radar and its use in sedimentology: principles, problems and progress. *Earth Science Reviews*, 66, 261-330. [\[DOI:10.1016/j.earscirev.2004.01.004\]](#)
- Parasnis, D. S. (1997). *Principles of applied geophysics*. London: Chapman and Hall. [\[Link\]](#)
- Slob, E., Sato, M., & Olhoeft, G. (2010). Surface and borehole ground-penetrating-radar developments. *Geophysics*, 75(5), 75A103-75A120. [\[DOI:10.1190/1.3480619\]](#)

This Page Intentionally Left Blank

Research Paper

Evaluation of Disaster Risk Management Standards in Tehran Province Hospitals



*Masoumeh Abbasabadi-Arab¹, Ali Mohammad Mosadeghrad², Ali Meshkini³, Leila Goudarzi³

1. Prehospital Emergency Research Center, National Emergency Medical Organization, Tehran, Iran.

2. Department of Health Management, Policy and Economics, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

3. Department of Supervision and Accreditation of the Deputy of Treatment, Ministry of Health and Medical Education, Tehran, Iran.



Citation Abbasabadi-Arab, M., Mosadeghrad, A.M., Meshkini, A., & Goudarzi, L. (2025). Evaluation of Disaster Risk Management Standards in Tehran Province Hospitals. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 15(3):364-383. <https://doi.org/10.32598/DMKP.15.3.865.2>

doi <https://doi.org/10.32598/DMKP.15.3.865.2>

ABSTRACT

Background and Objective Tehran Province is exposed to all kinds of natural and man-made hazards due to its geographical and political location, population coverage and the presence of vital centers and organizations in the country. The preparation and effective response of hospitals in disasters play an important role in maintaining and improving the health of society. This research was conducted to investigate the level of preparedness of hospitals in Tehran province in disasters, to identify the strengths and weaknesses of hospitals and provide practical solutions.

Method An analytical-descriptive study was conducted in 2022 for hospitals in Tehran Province. The evaluation tool of the disaster risk management hospital accreditation standards was used. Hospitals were evaluated by the national accreditation surveys of the Ministry of Health using the checklist related to this axis in the fifth round of accreditation in 2021-2022 and registered in the country's accreditation system. SPSS software, version 21 and analytical tests were used for data analysis.

Results 165 hospitals in Tehran province were evaluated. The average score of hospitals in Tehran Province in the axis of disaster risk management was 69.35%. The highest score was in the first standard (assessment of hospital safety index) with an average of 77.08, and the lowest score was related to the fifth Performance analysis after disasters. With an average of 58.50. There was a significant relationship between ownership of hospitals and their level of disaster preparation. Military, social security, and new university hospitals had a higher average score. Private hospitals scored lower than other hospitals in standards (preparedness, response and recovery).

Conclusion The results of this study showed that the level of preparedness of hospitals in Tehran Province in terms of disaster and accident risk management is moderate. To improve the preparedness of Tehran hospitals in emergencies and accidents, we need a multifaceted approach at management levels. Hospital managers should include strengthening the structural and non-structural safety of hospitals, scientifically formulating preparedness, response, and recovery programs, increasing the knowledge and skills of managers and employees in implementing response programs and national guidelines in their strategic plans. Policymakers and health system managers should also include reviewing policies, laws, and guidelines in locating and building hospitals, fairness in distributing hospital beds, strengthening hospital infrastructure and equipment, participation and utilization of private hospital capacity in times of crisis, strengthening communication and information systems, and programs to improve the knowledge and skills of managers and employees.

Keywords Standard, Accreditation, Risk management, Disasters, Hospitals, Evaluation

Article Info:

Received: 17 Jan 2025

Accepted: 09 Aug 2025

Available Online: 01 Oct 2025

* Corresponding Author:

Masoumeh Abbasabadi-Arab, PhD.

Address: Prehospital Emergency Research Center, National Emergency Medical Organization, Tehran, Iran.

Tel: +98 (21) 45115851

E-mail: m.abbasabadi85@yahoo.com



Copyright © 2025 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.

English Version

Introduction

The capital of any country is the most important center of political organization and management and sometimes the most important demographic, cultural, economic, political, historical and communication center of that country. Tehran, the capital of Iran, has a unique position among the cities of the country due to its administrative and managerial centrality, economic activities, and extraordinary population concentration, which increase the risk of any type of incidents in this city. Urbanization, inappropriate geographical location, lack of risk zoning, failure to implement regional development plans, unbalanced growth of regions, and increased population density create serious challenges during natural disasters (Minnery, 2018).

Earthquakes, landslides, dilapidated buildings, unstable urban textures, the location of oil and gas refineries around and even within the city, and the lack of an integrated urban electricity system, especially in the southern regions, are some of the dangers that threaten Tehran. Located in the southern part of the Zagros mountain range, Tehran is surrounded by several active faults. The high seismic hazard combined with the dense population distribution and several vulnerability factors has made Tehran one of the top 20 metropolises in the world at high risk of earthquakes (Kamranzad et al., 2020).

The results of a study conducted to compile a flood risk map in Tehran province showed that the capital of Iran is at risk of floods due to rainfall. Anticipating and implementing measures for the safety of urban centers and existing facilities and constructions through combating floods and technical implementation in accordance with regulations also requires studying and understanding flood risk, but most constructions are done without paying attention to these risks, resulting in many human and financial losses. Policies and planning in the field of allocating land use along rivers should be based on hazard maps, considering the risks and damages caused by floods (Aslani & Mehdipour, 2015).

Given the geographical location, population density, and the presence of important and vital centers and organizations in this province, Tehran's hospitals face a wide range of emergencies, natural disasters, epidemics, mass casualties, and chemical/biological/radiological/nuclear incidents, which pose many challenges to the health system. In the event of such incidents, hospitals are expected to

provide a safe environment for patients and staff, maintain their operational performance, and be able to deliver the necessary medical services to the injured. However, studies in various fields have shown that the preparedness of Tehran's hospitals is not in a desirable state (Rahmanian et al., 2020; Bazyar et al., 2020).

In a study conducted based on the hospital safety index (HSI) tool, the score of Tehran's hospitals in the three areas of structural, non-structural, and functional safety was 66.33, indicating a moderate level of safety and that they would not be able to provide uninterrupted services in the event of an accident (Abbasabadi et al. 2023). A study on hospitals in Tehran during the COVID-19 pandemic found that military hospitals had the highest level of preparedness (53.3%), while the Ministry of Health hospitals had the lowest level of preparedness (28.3%) (Heidarlanlu et al., 2022). In a study by Jafari Pouyan et al. in 2012, the level of preparedness of Tehran's hospitals to deal with COVID-19 was reported as moderate (Jaafari-pouyan et al., 2022). Another study on the preparedness of Tehran's hospitals for traffic accidents with many casualties showed that the level of preparedness of hospitals was moderate (65.25%), and the training and practice of hospitals were poor (Yousefian et al., 2022). The results of the accreditation of disaster risk management in 2022 showed that the overall score of hospitals in the country was 65.21% and the average score of hospitals in Tehran province was 69.35%, which is higher than the national level, but the hospitals still do not have the desired level of preparedness (Abbasabadi, 2023).

This study aimed to investigate the level of disaster risk management among hospitals in Tehran province to identify strengths and weaknesses and provide practical solutions to increase the preparedness of hospitals. The results of this study can be utilized by policymakers in the Ministry of Health and Medical Education, as well as accreditation managers in Iran, to develop infrastructure, enhance processes, implement corrective actions, and refine comprehensive standards for disaster and accident risk management in hospitals.

Materials and Methods

This is a descriptive-analytical study. We used the data from the accreditation study (fifth round) of hospitals in Tehran Province, conducted by the accreditation assessors of the Ministry of Health in 2022. They used the Farsi version of the HSI checklist, including 5 standards (subscales) and 26 items (Asgari et al., 2016). The scoring was from 0 to 10, and the assessors scored based on the extent to which each measure was implemented. The

Table 1. Number of hospitals in Tehran province based on the number of beds

Number of Beds	Number of Hospitals	Percentage of Hospitals (%)
<100	64	8.38
100-200	52	5.31
>200	49	7.29

sum of points earned by the hospital divided by the total points earned in this field determined the final score of each hospital in the field of disaster risk management. The data were extracted from the Ministry of Health accreditation system and entered into SPSS. Hospital scores were ranked as good (>71%), moderate (51-70%), poor (41-50%), and very poor (<40%). Descriptive statistics (mean, standard deviation, and percentage) were used to analyze the data, and regression analysis was employed to examine the association between disaster risk management components and hospital characteristics.

Results

One hundred sixty-five hospitals were evaluated in the fifth round of accreditation assessment in Tehran province. These hospitals were affiliated with three medical universities: [Tehran University of Medical Sciences](#)

(TUMS) with 31 hospitals, [Shahid Beheshti University of Medical Sciences \(SBUMS\)](#) with 69 hospitals, and [Iran University of Medical Sciences \(IUMS\)](#) with 65 hospitals. Most hospitals (35%) were private, with fewer than 100 beds (38.8%), were general hospitals (77%). [Tables 1, 2](#) and [3](#) show the status of hospitals in Tehran province in terms of the number of beds, the type of services provided, and the type of affiliation.

[Figure 1](#) shows the mean scores of hospitals in Tehran province, based on the standards of disaster risk management. The mean total score was 69.35%. The highest score was related to the third standard (electrical systems assessment, maintenance, and security) with 77.08%, and the lowest score was related to the fifth standard (continuity of critical services and recovery plan) with 61.41%.

Table 2. Number of hospitals in Tehran province based on the type of services provided

Type of Services	General
General	127(77)
Psychiatry	12(3.7)
Obstetrics & gynecology	4(4.2)
Pediatrics	6(6.3)
Cardiac	3(8.1)
Ophthalmology	5(3)
Burn	1(6.0)
Cancer & oncology	1(6.0)
Orthopedics	2(2.1)
Rehabilitation	2(2.1)
Urology	1(0.6)
Dermatology	1(6.0)
Total	165(100)

Table 3. Number of hospitals in Tehran province based on the type of affiliation

Affiliation	No. (%)
Medical universities	51(9.30)
Private sector	58(1.35)
Social Security Organization	11(7.6)
Armed forces	13(9.7)
Charitable organizations	12(3.7)
Martyr and Veterans Affairs Foundation	3(8.1)
Oil company, Welfare Organization	4(4.2)
Islamic Azad University	2(2.1)
Other	11(7.6)
Total	165(100)

The results of the assessment of disaster preparedness in hospitals showed that hospitals were in different levels (from desirable to very poor). The lowest score was 49.17, and the highest score was 94.50. Military hospitals, teaching hospitals, and those for the [Social Security Organization](#) had the highest scores. Private hospitals had lower scores. [Table 4](#) show the mean disaster preparedness score of hospitals affiliated to three medical universities, and [Table 5](#) presents the mean scores for each sub-scale and items of the HSI checklist. The results of the regression analysis showed that the affiliation of hospitals had a significant association with disaster risk preparedness, response, and recovery. Newly established teaching hospitals, military hospitals, and social security hospitals had higher average scores.

Discussion

This study aimed to investigate the extent of compliance with disaster risk management standards in hospitals

of Tehran province. The average score of hospitals was 69.35%, which is consistent with the results of other studies ([Ghanizadeh et al. 2020](#); [Abbasabadi et al. 2023](#); [Heidaranlu et al. 2022](#); [Jaafaripooyan et al. 2022](#); [Yousefian et al. 2022](#)). In a similar study in 2017 on hospitals across the country, the overall average score of hospitals was 48.82% and the average score of hospitals in Tehran was 53.08% ([Abbasabadi et al. 2022](#)). According to the national accreditation report of hospitals in 2022, the disaster preparedness level of hospitals across the country was 65.21% and the preparedness level of hospitals in Tehran was estimated at 69.25% ([Abbasabadi 2023](#)). This indicates that between 2017 and 2022, the disaster preparedness level of hospitals in Tehran increased by about 30.65%. Tehran Province has had a higher score than the national score in both years, but its level of preparedness improvement is lower than the national level ([Table 6](#)).

Table 4. Mean disaster preparedness score of hospitals affiliated to three medical universities

University	No. (%)	Mean
	Number of Covered Hospitals	
SBUMS	69(8.41)	17.71
IUMS	65(4.39)	7.68
TUMS	31(8.18)	67.66

Table 5. Mean scores of the subscales and items of the HSI checklist

Subscale	Items	Mean±SD
Disaster risk assessment	An annual assessment and prioritization of internal and external risk factors in the hospital has been conducted.	55.1±6.78
	The annual assessment of hospital safety has been conducted in three areas: Functional, structural, and non-structural.	57.1±3.79
	Based on the hospital's risk and safety assessment results and identified priorities, preventive measures have been planned and implemented.	54.1±1.65
Implementation of preventive measures	Fire prevention and control measures are planned and implemented in the hospital.	45.1±6.69
	Securing surfaces and walls in the hospital is planned and implemented.	47.1±6.69
	The escape stairway is accessible on all floors of the hospital without any obstacles, with clear guidance signs and railings	08.3±0.62
	Active elevators are under continuous safety and technical supervision and have a standard safety certificate from the Iran National Standards Organization	7.2±9.66
	Hospital warehouses are managed safely.	64.1±6.67
	Incidents in the hospital are reported, investigated, analyzed, and corrective actions are planned and implemented.	62.1±2.66
	Any change of use in the hospital adheres to safety principles and relevant regulations.	18.2±0.69
Electrical systems assessment and maintenance	The hospital plans and implements security measures regarding passive defense.	66.1±3.67
	Continuous electrical energy is planned and supplied to the hospital under safe conditions.	63.1±1.78
	The hospital's electrical energy distribution is planned and implemented in compliance with safety principles and related requirements.	65.1±8.78
	Evaluation, maintenance, and operation of the hospital's cooling, heating, and ventilation systems are planned and implemented.	49.1±8.75
	Evaluation, maintenance and operation of the hospital's steam supply systems are planned and implemented.	17.2±0.75
	Evaluation, maintenance, and management of the hospital's water supply systems are planned and implemented.	54.1±5.76
Disaster preparedness and response	Uninterruptible power supplies are provided and used for critical equipment.	85.1±6.77
	Preparedness and response programs for disasters are planned and implemented in conditions of mass casualties.	74.1±5.65
	Preparedness and response plans for the hospital's priority risk factors are planned and implemented.	62.1±9.65
	Increasing the hospital's capacity is planned in the areas of physical space, medical equipment, and human resources.	66.1±1.67
	Training and simulated exercises for managing disasters are planned and carried out by developing scenarios.	86.1±0.66
	Activation of the response program during disasters is planned and managed.	73.1±1.68
Continuity of critical services and a disaster recovery plan	Hospital evacuation in the event of a disaster is planned.	82.1±1.63
	The hospital's continuity of providing vital medical services after a disaster is planned	87.1±8.65
	Hospital performance analysis is performed after exercises or disasters, and effective corrective actions are taken.	08.2±9.59
	A recovery plan after a disaster is developed and action is taken accordingly.	22.2±5.58
Total		11.1±35.69



Figure 1. Mean disaster risk management score of hospitals in Tehran province based on standards. DRM= Disaster risk management

Among the items of the HSI checklist, the highest score (79.3%) was related to the annual hospital safety assessment (structural, non-structural, and functional). The reason can be the hospitals' requirement for annual safety assessments using the HSI since 2012 and the institutionalization of assessment in hospitals. The hospitals in Tehran had the lowest scores in developing a recovery plan after a disaster (58.5%) and performing hospital performance analysis after exercises or disasters (59.9%). The weakness of hospitals in developing recovery plans and analyzing performance has also been mentioned in other studies (Abbasabadi et al., 2021). Despite the importance of disaster preparedness and response, the hospitals' compliance with these standards were not at a good level. Disaster preparedness and response planning is a scientific process and requires training and empowerment of disaster risk managers and staff. Disaster planning begins with risk assessment and continues throughout the disaster risk management cycle (Ciottoni et al., 2015). In addition to planning based on risk assessment, all-hazards planning is among the main disaster risk management programs in leading countries (Abbasabadi et al., 2021). This approach does not mean that the hospital must be prepared for all hazards, but rather, it indicates

that in the event of any incident, hospitals will face a mass of casualties and must have a plan to control it. A health center can continue to provide services during disasters if it can increase its capacity in three components: human resources, equipment/facilities, and physical structures/spaces, based on a pre-developed and practiced plan (Ciottoni et al., 2015).

The affiliation of hospitals had significant association with disaster risk preparedness, response, and recovery. Newly established teaching hospitals, military hospitals, and social security hospitals had higher average scores. A study that compared the earthquake preparedness of military and non-military hospitals in Tehran in 2020 also showed that the average preparedness of military hospitals was higher (Ghanizadeh et al., 2020). A study of Tehran hospitals during the COVID pandemic showed that the highest preparedness (53.3%) was in military hospitals and the lowest preparedness (28.3%) was in the Ministry of Health hospitals (Heidaranlu et al., 2022). Also, the results of a study that examined the disasters preparedness of hospitals in Mazandaran in 2017 showed that the average scores of social security hospitals were higher than those of teaching hospitals (Parsaei et al., 2017).

Table 6. Mean disaster preparedness score of hospitals affiliated to three medical universities

Year of Assessment	Hospitals in the Country	Tehran Hospitals
2018	48.82	53.08
2022	65.21	69.35
The extent of hospital readiness improvement	33.57	30.65



These are consistent with our results. Military hospitals should be prepared and increase their capacity for crises. On the other hand, social security hospitals hold documented training programs for crisis management, which are effective in the preparation of hospital personnel and managers. The results of this study showed that private hospitals had lower scores than other hospitals in compliance with disaster risk management standards (preparedness, response, and recovery). In a study that evaluated the components of crisis management in private and public hospitals in Tehran, the results showed that the level of resilience to crises in public hospitals was higher than in private hospitals, and recommended that the preparedness of these hospitals should be improved with a comprehensive risk management plan (Ghiyasi et al., 2022). Improving the preparedness of Tehran's hospitals requires a multifaceted approach and is not only about the improvement of the internal environment of the hospital. At a macro level, we need to modify policies, laws, and guidelines (Abdollahzadeh et al., 2022).

The most important threat to hospitals in Tehran during a crisis is their inappropriate geographical location. Nearly half of Tehran's hospitals are located in inappropriate areas, which, if not reinforced, cannot be able to play their vital role in event of a disaster (Kolivand et al., 2020). Therefore, in selecting the location of new hospitals, attention should be paid to the geographical hazards of the region and laws in this regard should be approved by the Ministry of Health. Location selection, land use planning, and equitable access to health services should be considered in granting permits and building new hospitals. Also, attention should be paid to risk assessment before granting permits for building hospitals (Ghanbaran et al., 2019).

Another challenge is the unfair distribution of hospital beds in different regions of Tehran province. A study in 2016 on the equity of hospital bed distribution in Tehran showed that there were 2.8 hospital beds per 1000 people in Tehran, which is better than the average number of hospital beds per population in the Eastern Mediterranean countries and the world. However, there is no equity in the distribution of hospital beds among the urban areas of Tehran. District 6 in the center of Tehran accounts for about 23% of the hospitals and 24% of the hospital beds in Tehran, while it makes up 2.9% of Tehran's population. Districts 19, 8, and 15 had the lowest number of hospital beds per population (Mosadeghrad et al., 2021). The unfair distribution of hospital beds across different areas of Tehran will make it challenging to provide relief during disasters. Most of Tehran's public hospitals are located in the central area, making access to them difficult during

disasters. Also, in recent years, public hospitals have not been built in Tehran, and private hospitals have been built more in the west of Tehran. In the event of a disaster in the east of Tehran, people's access to medical services will be limited, and they will be forced to transfer the injured to other areas, which will increase mortality due to the delay in providing medical services.

Approximately three-quarters of hospitals in Tehran are more than 20 years old, and about a quarter are over 50 years old (Mosadeghrad et al., 2021). The age of hospitals increases their vulnerability in the event of a disaster. A significant percentage of crisis management weaknesses in Iranian public hospitals are related to the inappropriateness of hospital infrastructure and the inadequacy of the physical space. National and international studies have emphasized the necessity of structural and non-structural safety of hospitals to increase their resilience to disasters (Ghanbaran et al., 2019; Zhong et al., 2014; Maher et al., 2014). A systematic review study (Bazyar et al., 2020) showed that Iranian hospitals were at a poor level of structural safety (49%) and at a moderate level of non-structural safety (57%). Therefore, planning to increase hospital safety in both structural and non-structural areas is crucial and should be a priority for hospital managers.

About 69% of hospitals in Tehran are non-governmental hospitals, which indicates that they bear most of the hospital costs in Tehran. The trend of building hospitals in Tehran indicates that, in most years, the construction of private hospitals has been higher (Mosadeghrad et al., 2021). However, currently, there are no plans for using the capacity of private hospitals in the country during crises (Abbasabadi et al., 2022). Developing guidelines and laws for using the capacity of private hospitals in crises and their participation can create appropriate capacity for accepting the injured and providing services to the community.

Effective communication and information systems are crucial for disaster response. A study conducted in 2022 on the preparedness of hospitals in Tehran revealed that the level of preparedness was moderate, and a direct correlation was found between the strength of the communication system and overall preparedness (Hosseini, 2022). Strengthening the technical infrastructure of communication systems and fostering a culture of their use during unexpected events is recommended. Upgrading these systems can enhance coordination and response in emergencies within hospitals.

Staff training is a critical but often overlooked area in improving hospital resilience. Hospital managers and



staff require training in emergency response, triage, and casualty management. A 2016 study on the disaster preparedness of Italian hospital staff showed that staff did not have sufficient information about their responsibilities and duties during disasters, and did not have correct and acceptable performance when a disaster occurred (Ingrassia *et al.*, 2016). Another study on traffic accident preparedness found that hospitals were weak in training and practice, scoring 48.46% (Yousefian *et al.*, 2022). To address these gaps, systematic training programs and simulated exercises are essential. A resilience model with an emphasis on human resource management and specialized training can significantly improve hospital preparedness and response. Simulated exercises are more effective in enhancing the disaster preparedness of hospitals and its staff because they put the individuals in a real situation (Jung, 2022). Holding effective training courses for managers and staff plays a crucial role in enhancing their preparedness and hospitals' ability to respond appropriately to disasters (Rahmati *et al.*, 2018).

A disaster-resilient hospital requires support from top-down policies, laws, funding for hospital safety, careful planning and provision of equipment and facilities, training and exercise, and financial resources, as well as a strong management and leadership system to provide quality and equitable services during disasters. Therefore, improving the disaster risk management and preparedness of hospitals in Tehran requires changes and reforms at different levels.

Conclusion

This study is the first study to evaluate the disaster risk management and preparedness of hospitals in Tehran province. Based on the findings, hospitals in Tehran province has a moderate level of disaster risk management. Hospitals require fundamental measures to enhance their management systems and mitigate disaster risk within the healthcare system. The greatest weaknesses of hospitals in Tehran are related to planning for safety and accident prevention, the vulnerability of hospital infrastructure, the scientific formulation of preparedness, response, and recovery plans, the lack of training and practice, and the post-disaster performance analysis. Improving the disaster preparedness of Tehran's hospitals requires a multifaceted approach. This involves reviewing policies, laws, and guidelines for hospital construction and use, accurately selecting locations, ensuring fairness in the distribution of hospital beds, monitoring hospital construction, and securing existing hospital infrastructure. In addition, policymakers and managers of the Ministry of Health should focus on strengthening communication and coordination

systems, and improving training and skill programs for hospital managers and staff. Also, by learning from past disasters and implementing targeted strategies, hospitals in Tehran can increase their ability to respond effectively to natural and man-made disasters.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This research was conducted in compliance with the Ethical principles. Since there was no experiment on humans or animal samples, the need for an ethical code was waived.

Funding

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

Authors' contributions

Conceptualization and methodology: Masoumeh Abbasabadi-Arab and Ali Mohammad Mosadeghrad; Investigation and writing: Masoumeh Abbasabadi-Arab; Data analysis: Ali Meshkini and Leila Goudarzi.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to thank the Supervision and Accreditation Department of the Ministry of Health and Medical Education and the accreditation assessors who cooperated in collecting hospital information.

This Page Intentionally Left Blank



مقاله پژوهشی

ارزیابی آمادگی بیمارستان‌های استان تهران در حوادث و بلایا

* معصومه عباس‌آبادی عرب^۱، علی‌محمد مصدق‌راد^۲، علی مشکینی^۳، لیلا گودرزی^۴

۱. مرکز تحقیقات اورژانس پیش بیمارستانی، سازمان اورژانس کشور، تهران، ایران.

۲. گروه علوم مدیریت، سیاست‌گذاری و اقتصاد سلامت، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

۳. اداره نظارت و اعتباربخشی معاونت درمان وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی، تهران، ایران.

Scan your device to read
and read the article onlineCitation: Abbasabadi-Arab, M., Mosadeghrad, A.M., Meshkini, A., & Goudarzi, L. (2025). Evaluation of Disaster Risk Management Standards in Tehran Province Hospitals. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 15(3):364-383. <https://doi.org/10.32598/DMKP.15.3.865.2>doi: <https://doi.org/10.32598/DMKP.15.3.865.2>

حکمه

چکیده: استان تهران با توجه به موقعیت جغرافیایی و سیاسی، پوشش جمعیتی و وجود مراکز و سازمان‌های مهم و حیاتی کشور در معرض انواع مخاطرات طبیعی و انسان‌ساخت قرار دارد. آمادگی و پاسخ مؤثر بیمارستان‌ها در زمان بروز حوادث، نقش مهمی در حفظ و ارتقای سلامت جامعه دارد. این پژوهش با هدف بررسی میزان آمادگی بیمارستان‌های استان تهران در حوادث و بلایا انجام گردید تا نقاط قوت و ضعف بیمارستان‌ها شناسایی و راهکارهای کاربردی ارائه گردد.

روش مطالعه: مطالعه به صورت توصیفی تحلیلی در سال ۱۴۰۱ برای بیمارستان‌های استان تهران انجام شد. ابزار ارزشیابی استانداردهای اعتباربخشی بیمارستانی محور مدیریت خطر حوادث و بلایا بود. ارزیابی بیمارستان‌ها توسط ارزیابان کشوری اعتباربخشی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی با استفاده از استاندارد مربوط به این محور در دور چهارم اعتباربخشی انجام شد و در سامانه اعتباربخشی کشور ثبت گردید. برای تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ و آزمون‌های تحلیلی استفاده شد.

نتایج: تعداد ۱۶۵ بیمارستان در استان تهران مورد ارزیابی قرار گرفتند. میانگین امتیاز کسب‌شده بیمارستان‌های استان تهران در محور مدیریت خطر حوادث و بلایا ۶۹/۳۵ درصد بود. بیشترین امتیاز در استاندارد اول (ارزیابی شاخص ایمنی بیمارستان) با میانگین ۷۷/۰۸ و پایین‌ترین امتیازات مربوط به استاندارد پنجم (تدوین برنامه بازپایی و تحلیل عملکرد بیمارستان پس از تمرین و یا بروز حوادث) با میانگین ۵۸/۳۰ بود. بین مالکیت بیمارستان‌ها و میزان آمادگی آن‌ها ارتباط معنی‌داری برقرار بود. بیمارستان‌های نظامی، تأمین اجتماعی و دانشگاهی جدیدالانسیس از میانگین امتیاز بالاتری برخوردار بودند. بیمارستان‌های خصوصی در استانداردهای (آمادگی، پاسخ و بازپایی) امتیاز پایین‌تری نسبت به سایر بیمارستان‌ها داشتند.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد میزان آمادگی بیمارستان‌های استان تهران در محور مدیریت خطر حوادث و بلایا متوسط است. برای ارتقای آمادگی بیمارستان‌های تهران در فوریت‌ها و حوادث نیازمند رویکردی چندوجهی و در سطوح مدیریتی هستیم. مدیران بیمارستان‌ها باید برنامه‌های تقویت ایمنی سازه و غیرسازه‌ای بیمارستان‌ها، تدوین علمی برنامه‌های آمادگی، پاسخ و بازپایی، افزایش دانش و مهارت مدیران و کارکنان در اجرای برنامه‌های پاسخ و دستورالعمل‌های کشوری را در برنامه‌های استراتژیک خود قرار دهند. همچنین سیاست‌گذاران و مدیران نظام سلامت بازنگری سیاست‌ها، قوانین و دستورالعمل‌ها در مکان‌یابی و ساخت بیمارستان‌ها، عدالت در توزیع تخت‌های بیمارستانی، تقویت زیرساخت و تجهیزات بیمارستان‌ها، مشارکت و استفاده از ظرفیت بیمارستان‌های خصوصی در زمان بحران، تقویت سیستم‌های ارتباطی و اطلاعاتی و برنامه‌های ارتقای سطح دانش و مهارت مدیران و کارکنان را در دستور کار قرار دهند.

کلیدواژه‌ها: استاندارد، اعتباربخشی، مدیریت خطر، حوادث و بلایا، بیمارستان، ارزیابی

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۲۸ دی ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش: ۲۳ مرداد ۱۴۰۴

تاریخ انتشار: ۹ مهر ۱۴۰۴

* نویسنده مسئول:

دکتر معصومه عباس‌آبادی عرب

نشانی: تهران، سازمان اورژانس کشور، مرکز تحقیقات اورژانس پیش بیمارستانی.

تلفن: ۴۵۱۱۵۸۵۱ (۳۱) ۹۸+

پست الکترونیکی: m.abasabadi85@yahoo.com

Copyright © 2025 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

پایتخت هر کشور، مهم‌ترین کانون سازماندهی و مدیریت سیاسی و گاه مهم‌ترین نقطه جمعیتی، فرهنگی، اقتصادی، سیاسی، تاریخی و ارتباطی آن کشور است. شهر تهران به‌علت مرکزیت اداری و مدیریتی کشور، فعالیت‌های اقتصادی و تمرکز فوق‌العاده جمعیت از موقعیت منحصر به فردی در بین شهرهای کشور برخوردار است. تمرکز شدید سیاسی، اداری، اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی در شهر تهران، ابعاد هر نوع حادثه‌ای را در پایتخت به شدت گسترش می‌دهد. امروزه توسعه شهرنشینی، موقعیت جغرافیایی نامناسب مراکز پرجمعیت، عدم پهنه‌بندی مخاطره‌آمیز، عدم تحقق برنامه‌های توسعه منطقه‌ای، رشد نامتوازن مناطق و افزایش تراکم جمعیت، چالش‌های جدی را در مواقع بلایای طبیعی به وجود آورده است (مینری، ۲۰۱۸).

زلزله، رانش، ساختمان‌های فرسوده، بافت‌های ناپایدار شهری، قرارگیری پالایشگاه‌های نفت و گاز در حریم و حتی داخل شهرها، نبود سیستم یکپارچه برق شهری به‌ویژه در مناطق جنوبی این کلان‌شهر بخشی از مخاطراتی است که تهران را تهدید می‌کند و تصور وقوع حادثه در هر کدام از این بخش‌ها برای جمعیت ساکن در این شهر، التهاب‌آفرین است.

کلان‌شهر تهران در معرض خطر بالای زلزله قرار دارد. تهران که در بخش جنوبی رشته کوه‌های زاگرس قرار دارد، توسط چندین گسل فعال احاطه شده است. خطر لرزه‌ای بالا در ترکیب با توزیع متراکم جمعیت و چندین عامل آسیب‌پذیری، تهران را به یکی از ۲۰ کلان‌شهر برتر جهان در معرض خطر زلزله بالا تبدیل کرده است (کامران زاد و همکاران، ۲۰۲۰). نتایج مطالعه‌ای که به‌منظور تدوین نقشه خطر سیل در استان تهران انجام شد، نشان داد پایتخت ایران، در برابر وقوع مخاطره سیل ناشی از بارش در وضعیت بحرانی قرار دارد. پیش‌بینی و اجرای تمهیداتی برای ایمنی کانون‌های شهری و تأسیسات و ساخت‌وسازهای موجود از طریق مقابله با سیلاب‌ها و اجرای فنی متناسب با ضوابط و مقررات مدیریتی و قانونی نیز نیازمند مطالعه و شناخت مخاطره سیل می‌باشد اما اغلب ساخت‌وسازها بدون توجه به این مخاطرات شکل می‌گیرند و خسارات جانی و مالی بسیاری در نتیجه این بی‌توجهی به بار می‌آیند. سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها در زمینه تخصیص کاربری اراضی حاشیه رودخانه‌ها باید متکی بر نقشه‌های خطر و متناسب با خطرات و خسارات ناشی از طغیان‌ها باشد (اصلاتی و مهدی‌پور، ۲۰۱۵).

باتوجه به موقعیت جغرافیایی، پوشش جمعیتی و وجود مراکز و سازمان‌های مهم و حیاتی کشور در این استان، بیمارستان‌های تهران با طیف وسیعی از شرایط اضطراری و حوادث طبیعی، بروز اپیدمی‌ها، حوادث با تلفات انبوه و حوادث شیمیایی، بیولوژیکی،

پرتوی وهسته‌ای^۱ (CBRN) روبه‌رو هستند که نظام سلامت را با چالش‌های زیادی مواجه می‌کند. در شرایط بروز حوادث باید می‌رود بیمارستان‌ها محیط ایمنی را برای بیماران و کارکنان فراهم کنند، عملکرد خود را حفظ و بتوانند خدمات درمانی موردنیاز مصدومین را تأمین کنند. اما مطالعات در حوزه‌های مختلف نشان می‌دهد آمادگی بیمارستان‌های تهران از وضعیت مطلوبی برخوردار نیست (رحمانیان و همکاران، ۲۰۲۱؛ بازیار و همکاران، ۲۰۲۰). در مطالعه‌ای که براساس ابزار شاخص ایمنی بیمارستان در حوادث و بلایا^۲ (HSI) انجام شده، ایمنی بیمارستان‌های تهران در سه حوزه ایمنی سازه، غیرسازه و عملکردی ۶۶/۳۳ درصد بوده است که نشان‌دهنده سطح ایمنی متوسط بوده و در صورت بروز حادثه قادر به ارائه بی‌وقفه خدمات نخواهند بود (عباس آبادی و همکاران، ۲۰۲۳).

همه‌گیری کووید-۱۹ اهمیت آمادگی بیمارستان‌ها در برابر رویدادهای بیولوژیکی را مشخص کرد. مطالعه‌ای بر روی بیمارستان‌های تهران در طول همه‌گیری نشان داد بیمارستان‌های نظامی بالاترین آمادگی (۵۲/۳ درصد) را داشتند، درحالی‌که بیمارستان‌های وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی کمترین آمادگی (۲۸/۳ درصد) را داشتند (حیدرآلو و همکاران، ۲۰۲۲). همچنین در سال ۱۴۰۱ در مطالعه جعفری پویان و همکاران، میزان آمادگی بیمارستان‌های تهران برای مقابله با کووید-۱۹ متوسط ارزیابی گردید (جعفری پویان و همکاران، ۲۰۲۲). مطالعه دیگری در مورد آمادگی بیمارستان‌های تهران در حوادث ترافیکی با مصدومین زیاد نشان داد سطح آمادگی بیمارستان‌ها متوسط (۶۵/۲۵ درصد) است و نقاط ضعفی در آموزش و تمرین بیمارستان‌ها وجود دارد (یوسفیان و همکاران، ۲۰۲۲).

نتایج ارزیابی اعتباربخشی محور مدیریت خطر حوادث و بلایا در سال ۱۴۰۱ نشان داد میانگین امتیاز کسب‌شده بیمارستان‌های کشور ۶۵/۲۱ درصد بوده است. همچنین این مطالعه نشان داد میانگین امتیاز بیمارستان‌های استان تهران ۶۹/۳۵ درصد بوده است که از میانگین کشوری بالاتر است اما همچنان بیمارستان‌ها از آمادگی مطلوبی برخوردار نیستند (عباس آبادی، ۲۰۲۳).

این پژوهش با هدف بررسی میزان آمادگی بیمارستان‌های استان تهران در حوادث و بلایا انجام گردید تا نقاط قوت و ضعف مشخص گردیده و راهکارهای کاربردی برای افزایش آمادگی بیمارستان‌ها ارائه شود. نتایج این پژوهش می‌تواند مورد استفاده سیاست‌گذاران وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و مدیران اعتباربخشی کشور به‌منظور ایجاد زیرساخت، اصلاح فرایندها و اقدامات اصلاحی شده و در بازنگری استانداردهای جامع مدیریت خطر حوادث و بلایا در بیمارستان‌ها به کار گرفته شود.

1. Chemical, Biological, Radiological and Nuclear (CBRN)

2. Hospital Safety Index (HSI)

جدول ۱. تعداد بیمارستان‌های استان تهران به تفکیک تعداد تخت

تعداد تخت	تعداد (درصد)
کمتر از ۱۰۰ تخت	۶۴(۳۸/۸)
۱۰۰-۲۰۰	۵۲(۳۱/۵)
بیشتر از ۲۰۰ تخت	۴۹(۲۹/۷)

روش

در محور مدیریت خطر حوادث و بلایا مشخص می‌نمود. این نتایج از سامانه اعتباربخشی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی استخراج و در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ ثبت گردید. رتبه‌بندی امتیازات بیمارستان‌ها به صورت (خوب، متوسط، ضعیف و بسیار ضعیف)، کسب امتیاز کمتر از ۴۰ درصد (بسیار ضعیف)، امتیاز بین ۴۱ تا ۵۰ درصد (ضعیف)، امتیاز بین ۵۱ تا ۷۰ درصد (متوسط) و امتیاز بالای ۷۱ درصد (خوب) در نظر گرفته شد. از آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار و تعداد و درصد) برای تحلیل داده‌ها و برای بررسی ارتباط استانداردها و نتایج ارزشیابی با مشخصات بیمارستان‌ها از آزمون رگرسیون استفاده گردید.

یافته‌ها

تعداد ۱۶۵ بیمارستان در دور پنجم ارزیابی اعتباربخشی در استان تهران مورد ارزیابی قرار گرفتند. این بیمارستان‌ها تحت پوشش سه دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشگاه علوم پزشکی

این یک مطالعه توصیفی تحلیلی است که در سال ۱۴۰۱ بر روی بیمارستان‌های استان تهران انجام گرفت. ابزار مطالعه، چک‌لیست مربوط به استانداردها و سنجه‌های اعتباربخشی محور مدیریت خطر حوادث و بلایا شامل ۵ استاندارد و ۲۶ سنجه بود (عسگری و همکاران، ۲۰۱۶). شرکت‌کنندگان ارزیابان کشوری اعتباربخشی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی که دوره‌های آموزشی مهارت‌های عمومی و تخصصی را گذرانده‌اند بودند که در سال ۱۴۰۱ بیمارستان‌های استان تهران را ارزیابی و نتایج آن در سامانه اعتباربخشی کشور ثبت نموده‌اند. سیستم امتیازدهی به صورت (۱۰۰۰)، (۰-۱۰۰) پایین‌ترین امتیاز و (۱۰-۱۰۰) بالاترین امتیاز بود و بسته به میزان اجرای هر سنجه ارزیابان نمره‌دهی می‌کردند. مجموع امتیازات کسب‌شده توسط بیمارستان نسبت به کل امتیازات قابل کسب در این محور، امتیاز نهایی هر بیمارستان را

جدول ۲. تعداد بیمارستان‌های استان تهران به تفکیک نوع ارائه خدمت

بیمارستان‌ها به تفکیک نوع ارائه خدمت	تعداد (درصد)
عمومی	۱۲۷(۷۷)
روان‌پزشکی	۱۲(۷/۳)
زنان و زایمان	۴(۲/۴)
احقیال	۶(۳/۶)
قلب	۳(۱/۸)
چشم	۵(۳)
سوختگی	۱(۰/۶)
سرطان و آنکولوژی	۱(۰/۶)
ارتوپدی	۲(۱/۲)
نولبخشی	۲(۱/۲)
ارولوژی	۱(۰/۶)
پوست	۱(۰/۶)
جمع کل	۱۶۵(۱۰۰)



جدول ۳. تعداد بیمارستان‌های استان تهران به تفکیک نوع وابستگی

تعداد (درصد)	بیمارستان‌ها به تفکیک نوع وابستگی
۵۱(۳۰/۹)	دانشگاه علوم پزشکی
۵۸(۳۵/۱)	بخش خصوصی
۱۱(۶/۷)	سازمان تأمین اجتماعی
۱۳(۷/۹)	نیروهای مسلح
۱۲(۷/۳)	سازمان‌های خیریه
۳(۱/۸)	بنیاد شهید و امور ایثارگران
۴(۲/۴)	شرکت نفت-پهزیستی
۲(۱/۲)	دفترگاه آزاد اسلامی
۱۱(۶/۷)	سایر سازمان‌ها
۱۶۵(۱۰۰)	جمع کل

تصویر شماره ۱ میانگین و انحراف معیار امتیازات بیمارستان‌های استان تهران را به تفکیک استانداردها و سنجه‌های محور مدیریت خطر حوادث و بلایا نشان می‌دهد. میانگین امتیازات از محور استانداردهای مدیریت خطر ۶۹/۳۵ درصد بود. بیشترین امتیاز در استاندارد سوم (ارزیابی، نگهداری و امنیت سیستم‌های الکتریکی) با میانگین ۷۷/۰۸ و پایین‌ترین امتیازات مربوط به استاندارد پنجم (تداوم خدمات حیاتی و برنامه بازیابی) با میانگین ۶۱/۴۱ بود.

شهید بهشتی و دانشگاه علوم پزشکی ایران هستند. تعداد بیمارستان‌های تحت پوشش دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی (۶۹ بیمارستان)، دانشگاه علوم پزشکی ایران (۶۵ بیمارستان) و دانشگاه علوم پزشکی تهران (۳۱ بیمارستان) هستند. بیشتر بیمارستان‌ها (۳۵ درصد) خصوصی، با تعداد تخت کمتر ۱۰۰ (۲۸/۸ درصد) و جنرال (۷۷ درصد) بودند. جدول شماره ۲، ۱ و ۳ وضعیت بیمارستان‌های استان تهران را از لحاظ تعداد تخت، تخصص و نوع وابستگی نشان می‌دهد.



تصویر ۱. میانگین امتیازات بیمارستان‌های استان تهران به تفکیک استانداردها و سنجه‌های محور مدیریت خطر حوادث و بلایا

جدول ۴. نتایج امتیازات محور مدیریت خطر حوادث و بلایا بیمارستان‌های استان تهران به تفکیک دانشگاه

دانشگاه علوم پزشکی	میانگین امتیازات محور مدیریت خطر حوادث و بلایا	تعداد (درصد)
شهید بهشتی	۷۱/۱۷	۶۹(۴۱/۸)
ایران	۶۸/۷	۶۵(۳۷/۴)
تهران	۶۶/۶۷	۳۱(۱۸/۸)

یافت (عباس‌آبادی ۲۰۲۳) و آمادگی بیمارستان‌های تهران ۶۹/۲۵ درصد برآورد شد که نشان می‌دهد در سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۱ میزان آمادگی بیمارستان‌های تهران حدود ۳۰/۶۵ درصد ارتقاء یافته است. جدول شماره ۶ نشان می‌دهد استان تهران در هر دو دوره ارزیابی نسبت به میانگین کشوری از امتیاز بالاتری برخوردار بوده است اما میزان ارتقای آمادگی آن نسبت به میانگین کشوری پایین‌تر است.

بیشترین امتیاز در استانداردهای این محور سنجه الف ۱-۲-۳ (۷۹/۳ درصد) مربوط به ارزیابی سالیانه ایمنی بیمارستان در حیطه‌های ایمنی سازه، غیرسازه و عملکردی است. علت آن الزام ارزیابی سالانه ابزار ایمنی بیمارستان^۳ (FHSI) از سال ۱۳۹۱ و نهادینه شدن این امر در بیمارستان‌ها بوده است. اما بیمارستان‌ها در قسمت تحلیل نتایج این ابزار (سنجه الف ۲-۳)، برنامه‌ریزی و انجام اقدامات اصلاحی ضعف دارند و نیازمند ارتقاء هستند. پایین‌ترین امتیاز در استانداردهای این محور، سنجه‌های الف ۲-۳-۵ (۵۸/۵ درصد) مربوط به تدوین برنامه بازبینی و بازگشت به حالت عادی پس از حادثه و سنجه الف ۲-۵-۲ (۵۹/۹ درصد) مربوط به تحلیل عملکرد بیمارستان پس از تمرین و یا بروز حوادث داخلی یا خارجی بوده است. ضعف بیمارستان‌ها در تدوین برنامه بازبینی و تحلیل عملکرد در سایر مطالعات هم ذکر شده است (عباس‌آبادی و همکاران، ۲۰۲۱).

علی‌رغم اهمیت مباحث آمادگی و پاسخ، این استانداردها از امتیاز خوبی برخوردار نیستند. برنامه‌ریزی آمادگی و پاسخ در حوادث و بلایا یک فرایند علمی است و به آموزش و توانمندسازی مدیران و کارکنان نیاز دارد. برنامه‌ریزی در حوادث و بلایا با ارزیابی خطر شروع شده و در تمام چرخه حوادث و بلایا ادامه دارد (سیتون و همکاران، ۲۰۱۵). علاوه بر برنامه‌ریزی براساس ارزیابی خطر، برنامه‌ریزی با رویکرد همه مخاطرات در کشورهای پیشرو جزء برنامه‌های اصلی مدیریت خطر حوادث و بلایا است (عباس‌آبادی و همکاران، ۲۰۲۱). این بدان معنا نیست که بیمارستان باید برای تمام مخاطرات آمادگی داشته باشد، بلکه به این مسئله توجه می‌کند که در صورت وقوع هرگونه حادثه‌ای، بیمارستان‌ها با هجوم مصدومین مواجه می‌شود و برای کنترل

جدول شماره ۴ نتایج امتیازات محور مدیریت خطر حوادث و بلایا بیمارستان‌های استان تهران را به تفکیک دانشگاه‌های تحت پوشش نشان می‌دهد. میانگین امتیازات بیمارستان‌های تحت پوشش دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی از میانگین امتیازات بیمارستان‌های تحت پوشش دانشگاه‌های علوم پزشکی ایران و تهران بالاتر است.

جدول شماره ۵ میانگین امتیازات بیمارستان‌های استان تهران به تفکیک استانداردها و سنجه‌های محور مدیریت خطر حوادث و بلایا را نشان می‌دهد.

نتایج ارزیابی محور مدیریت خطر حوادث و بلایا در بیمارستان‌ها نشان داد بیمارستان‌ها در طیف وسیع و متفاوتی (آمادگی مطلوب تا بسیار ضعیف) قرار دارند. پایین‌ترین امتیاز ۴۹/۱۷ و بالاترین امتیاز ۹۴/۵۰ بوده است. بیمارستان‌های نظامی، دانشگاهی جدید و تأمین اجتماعی بالاترین امتیازها را کسب نمودند. نتایج تحلیل آزمون رگرسیون نشان داد مالکیت بیمارستان‌ها با استاندارد ۴ و ۵ محور مدیریت خطر حوادث و بلایا (استانداردهای آمادگی، پاسخ و بازبینی) در ارتباط است. بیمارستان‌های نظامی، تأمین اجتماعی و دانشگاهی جدیدالتأسیس از میانگین امتیاز بالاتری برخوردار بودند. بیمارستان‌های خصوصی در استانداردهای (آمادگی، پاسخ و بازبینی) امتیاز پایین‌تری نسبت به سایر بیمارستان‌ها داشتند.

بحث

این پژوهش با هدف بررسی میزان رعایت استانداردهای جامع بیمارستانی مدیریت خطر حوادث و بلایا در بیمارستان‌های استان تهران انجام شد. میانگین امتیازات بیمارستان‌ها ۶۹/۳۵ درصد بود که با نتایج سایر مطالعات همخوانی دارد (عباس‌آبادی و همکاران ۲۰۲۳؛ حیدرآلو و همکاران ۲۰۲۲؛ جعفری پویان و همکاران ۲۰۲۲؛ یوسفیان و همکاران ۲۰۲۲؛ غنی‌زاده و همکاران ۲۰۲۰). در مطالعه‌ای که با همین موضوع در سال ۱۳۹۶ برای بیمارستان‌های کل کشور انجام شد، میانگین امتیازات کشوری بیمارستان‌ها در محور حوادث و بلایا ۴۸/۸۲ درصد و میانگین امتیاز بیمارستان‌های تهران ۵۲/۰۸ درصد بوده است (عباس‌آبادی و همکاران، ۲۰۲۲). در اعتباربخشی سال ۱۴۰۱ میزان آمادگی بیمارستان‌های کل کشور به ۶۵/۲۱ درصد ارتقاء

3. Farsi Hospital Safety Index (FHSI)



جدول ۵. میانگین امتیازات بیمارستان‌های استان تهران در سال ۱۴۰۱ به تفکیک استانداردها و سنج‌های محور مدیریت خطر حوادث و یلایا

استاندارد	سنج‌ها	میانگین امتیازات بیمارستان‌های استان تهران
الف-۱-۲	ارزیابی سالیانه و اولویت‌بندی عوامل خطر آفرین داخلی و خارجی بیمارستان انجام شده است.	۷۸/۶±۱/۵۵
	ارزیابی سالیانه ایمنی بیمارستان در حوادث و بلایا در سه حیطه ایمنی عملکردی، سازهای و غیرسازهای انجام شده است.	۷۷/۳±۱/۵۷
	بر اساس ارزیابی خطر و ایمنی بیمارستان و اولویت‌های مشخص شده، اقدامات پیشگیرانه برنامه‌ریزی و اجرا شده است.	۶۵/۱±۱/۵۴
الف-۲-۲	اقدامات پیشگیری و کنترل آتش‌سوزی در بیمارستان برنامه‌ریزی و اجرا می‌شوند.	۶۷/۶±۱/۴۵
	ایمن سازی سطوح و دیوارها در محیط بیمارستان برنامه‌ریزی و اجرا می‌شود.	۶۷/۶±۱/۴۷
	پله فرار با علائم راهنمای واضح، دارای نرده و پلکان در همه طبقات بیمارستان بدون هیچ مانعی قابل دسترسی است.	۶۲±۲/۰۸
	اسانسورهای فعال تحت نظارت‌های مستمر ایمنی و فنی بوده و دارای گواهینامه استاندارد/گواهی ایمنی از اداره کل استاندارد است.	۶۶/۹±۲/۷
	اثبارهای بیمارستان یا شیوه ایمن مدیریت می‌شوند.	۶۷/۶±۱/۶۴
	حوادث در بیمارستان گزارش، بررسی، تحلیل شده و اقدامات اصلاحی/برنامه بهبود مؤثر طراحی و اجرا می‌شود.	۶۶/۲±۱/۶۲
	هرگونه تغییر کاربری در بیمارستان یا رعایت اصول ایمنی و مقررات مرتبط انجام می‌شود.	۶۹±۲/۱۸
الف-۳-۲	بیمارستان درخصوص پدافند غیر عامل اقدامات امنیتی را برنامه‌ریزی و اجرا می‌نماید.	۶۷/۳±۱/۶۶
	انرژی الکتریکی مستمر با شرایط ایمن برای بیمارستان برنامه‌ریزی و تامین می‌شود.	۷۸/۱±۱/۶۳
	توزیع انرژی الکتریکی بیمارستان با رعایت اصول ایمنی و الزامات مربوط برنامه‌ریزی و اجرا می‌شود.	۷۸/۸±۱/۶۵
	ارزیابی، نگهداری و راهبری سامانه‌های سرمایشی، گرمایشی و تهویه بیمارستان برنامه‌ریزی و اجرا می‌شود.	۷۵/۸±۱/۴۹
	ارزیابی، نگهداری و راهبری سامانه‌های تامین بخار بیمارستان برنامه‌ریزی و اجرا می‌شود.	۷۵±۲/۱۷
	ارزیابی، نگهداری و راهبری سامانه‌های ابرسانی بیمارستان برنامه‌ریزی و اجرا می‌شود.	۷۶/۵±۱/۵۴
	منابع تغذیه بدون وقفه جریان برق جهت تجهیزات حیاتی، تامین شده و استفاده می‌شوند.	۷۷/۶±۱/۸۵
الف-۲-۴	برنامه‌های آمادگی و پاسخ به حوادث و بلایا با شرایط ازدحام مصدومین، برنامه‌ریزی و اجرا می‌شوند.	۶۵/۵±۱/۷۴
	برنامه‌های آمادگی و پاسخ به عوامل خطر آفرین اولویت دار بیمارستان، برنامه‌ریزی و اجرا می‌شوند.	۶۵/۹±۱/۶۲
	افزایش ظرفیت بیمارستان در حوزه‌های "فضای فیزیکی، تجهیزات پزشکی و نیروی انسانی" برنامه‌ریزی شده است.	۶۷/۱±۱/۶۶
	آموزش و تمرین‌های شبیه سازی شده حوادث و بلایا با تدوین سناریو، برنامه‌ریزی و انجام می‌شود.	۶۶±۱/۸۶
	نمونه فعالسازی برنامه پاسخ در زمان حوادث، برنامه‌ریزی و مدیریت می‌شود.	۶۸/۱±۱/۷۳
	نمونه تخلیه بیمارستان در زمان حادثه، برنامه‌ریزی شده و براساس آن عمل می‌شود.	۶۳/۱±۱/۸۲
	تداوم ارائه خدمات درمانی حیاتی بیمارستان، برنامه ریزی شده و براساس آن عمل می‌شود.	۶۵/۸±۱/۸۷
الف-۵-۲	تحلیل عملکرد بیمارستان پس از انجام تمرین‌ها و یا بروز حوادث داخلی و خارجی انجام شده و اقدامات اصلاحی مؤثر انجام می‌شود.	۵۹/۹±۲/۰۸
	برنامه بازیابی و برگشت به حالت عادی پس از حادثه تدوین شده و بر اساس آن عمل می‌شود.	۵۸/۵±۲/۲۲
جمع کل		۶۷/۳۵±۱/۱۱

جدول ۶ مقایسه امتیازات بیمارستان‌های کشور و بیمارستان‌های تهران در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۴۰۱

سال ارزیابی	بیمارستان‌های کشور	بیمارستان‌های تهران
۱۳۹۸	۴۸/۸۲	۵۳/۰۸
۱۴۰۱	۶۵/۲۱	۶۹/۳۵
میزان ارتقای آمادگی بیمارستانی	۳۳/۵۷	۳۰/۶۵

که برای ارتقای آمادگی بیمارستان‌های تهران نیازمند رویکردی چندوجهی است و صرفاً به محیط داخلی بیمارستان محدود نمی‌شود در سطح کلان ما نیازمند بازنگری سیاست‌ها، قوانین و دستورالعمل‌ها هستیم (عبدالزاده و همکاران، ۲۰۲۲). برای ارتقای آمادگی بیمارستان‌های تهران راهبردهای ذیل پیشنهاد می‌گردد:

مکان‌یابی صحیح بیمارستان‌ها

مهم‌ترین تهدید بحران برای بیمارستان‌های تهران نامناسب بودن موقعیت جغرافیایی بیمارستان‌ها است. نتایج نشان می‌دهد نزدیک به نیمی از بیمارستان‌های تهران در پهنه‌های نامناسب مکان‌یابی شده‌اند که در صورت عدم مقاوم‌سازی نمی‌توانند نقش حیاتی خود را در زمان بحران ایفا نمایند (کولیوند و همکاران، ۲۰۲۰). لذا درخصوص مکان احداث بیمارستان‌های جدید باید به مخاطرات جغرافیایی منطقه نیز توجه نمود و قوانینی در این خصوص در وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی تصویب گردد. مکان‌یابی، طرح آمایش سرزمینی و دسترسی عادلانه به خدمات بهداشتی درمانی، بایستی در ارائه مجوز و ساخت بیمارستان‌های جدید مدنظر قرار گیرد. همچنین باتوجه به موقعیت جغرافیایی و وجود مخاطرات مختلف در مناطق استان تهران، توجه به ارزیابی خطر قبل از اعطای مجوز برای ساخت بیمارستان لحاظ گردد (قنبریان و همکاران، ۲۰۱۹).

عدالت در توزیع تخت‌های بیمارستانی

یکی دیگر از چالش‌های شهر تهران توزیع ناعادلانه تخت‌های بیمارستانی در مناطق مختلف این استان است. مطالعاتی که در سال ۱۳۹۵ در مورد عدالت در توزیع تخت بیمارستان‌های شهر تهران انجام شد نشان داد به ازای هر ۱۰۰۰ نفر جمعیت در شهر تهران ۲/۸ تخت بیمارستانی وجود دارد که نسبت به میانگین این شاخص (تعداد تخت بیمارستانی به جمعیت) در کشورهای منطقه مدیترانه شرقی و جهان شهر تهران از وضعیت مطلوبی برخوردار است. باوجود این، عدالت در توزیع تخت‌های بیمارستانی در بین مناطق شهری تهران رعایت نشده است. منطقه ۶ در مرکز شهر تهران حدود ۲۳ درصد بیمارستان‌ها و ۲۴ درصد تخت‌های بیمارستانی شهر تهران را به خود اختصاص داده، درحالی‌که ۲/۹ درصد جمعیت شهر تهران را دارد. مناطق ۸، ۱۹ و ۱۵ کمترین تعداد تخت بیمارستانی به ازای جمعیت را داشتند (مصدق راد و همکاران، ۲۰۲۱).

آن باید برنامه داشته باشند. یک مرکز درمانی در صورتی می‌تواند هنگام وقوع حوادث به ارائه خدمات خود ادامه دهد که بتواند براساس یک برنامه از پیش تدوین و تمرین شده، ظرفیت خود را در سه جزء منابع انسانی، تجهیزات و امکانات و ساختارها و فضاهای فیزیکی افزایش دهد (سیتون و همکاران، ۲۰۱۵).

نتایج تحلیل آزمون رگرسیون نشان داد مالکیت بیمارستان‌ها با استاندارد ۴ و ۵ محور مدیریت خطر حوادث و بلایا (استانداردهای آمادگی، پاسخ و بازیابی) در ارتباط است و بیمارستان‌های نظامی، تأمین اجتماعی و دانشگاهی جدیدالتأسیس از میانگین امتیاز بالاتری برخوردار بودند. در مطالعاتی که به بررسی مقایسه‌ای آمادگی بیمارستان‌های نظامی و غیرنظامی شهر تهران در مقابله با زلزله در سال ۱۳۹۹ انجام شد نیز نشان داد میانگین آمادگی بیمارستان‌های نظامی بیشتر است (غنی‌زاده و همکاران، ۲۰۲۰). مطالعاتی بر روی بیمارستان‌های تهران در طول همه‌گیری کووید-۱۹ نشان داد بالاترین آمادگی (۵۳/۳ درصد) مربوط به بیمارستان‌های نظامی و کمترین آمادگی (۲۸/۳ درصد) مربوط به بیمارستان‌های وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی بود (حیدرآلو و همکاران، ۲۰۲۲). همچنین نتایج مطالعاتی که به بررسی آمادگی بیمارستان‌های استان مازندران در مواجهه با بلایا در سال ۱۳۹۶ پرداخته است نیز نشان داد میانگین امتیازات بیمارستان‌های تأمین اجتماعی بالاتر از بیمارستان‌های دانشگاهی بوده است (پارسایی و همکاران، ۲۰۱۹). این مطالعات نتایج این تحقیق را تأیید می‌کند. بیمارستان‌های نظامی باتوجه به ماهیت بیمارستان بایستی آمادگی و افزایش ظرفیت را برای بحران‌ها داشته باشد. ازطرفی در بیمارستان‌های تأمین اجتماعی برنامه‌های آموزشی مدون برای بحران‌ها برگزار می‌شود که در آمادگی کارکنان و مدیران تأثیرگذار است.

نتایج این مطالعه نشان داد بیمارستان‌های خصوصی در استانداردهای (آمادگی، پاسخ و بازیابی) امتیاز پایین‌تری نسبت به سایر بیمارستان‌ها داشتند. در مطالعاتی که به ارزیابی مؤلفه‌های مدیریت بحران در بیمارستان‌های خصوصی و دولتی در شهر تهران انجام شد نتایج نشان داد سطح تاب‌آوری در برابر بحران در بیمارستان‌های دولتی بیشتر از بیمارستان‌های خصوصی می‌باشد و بایستی با یک برنامه‌ریزی جامع مدیریت خطر میزان آمادگی این بیمارستان‌ها را ارتقاء داد (غیائی و همکاران، ۲۰۲۲).

مرور مطالعات انجام‌شده و نتایج این مطالعه نشانگر اینست



تقویت سیستم‌های ارتباطی و اطلاعاتی

سیستم‌های ارتباطی و اطلاعاتی مؤثر برای واکنش به بلایا بسیار مهم هستند. مطالعه‌ای که بر روی میزان آمادگی بیمارستان‌های تهران در سال ۱۴۰۱ انجام شد، نشان داد میزان آمادگی بیمارستان‌ها متوسط بوده و بین قدرت سیستم ارتباطی و آمادگی کلی، همبستگی مستقیمی وجود دارد (حسینی، ۲۰۲۲). تقویت زیرساخت‌های فنی سیستم‌های ارتباطی و فرهنگ‌سازی استفاده از آن‌ها در هنگام وقوع حوادث غیرمنتظره را توصیه می‌کند و ارتقای این سیستم‌ها می‌تواند هماهنگی و واکنش در مواقع اضطراری را در بیمارستان‌ها بهبود بخشد.

آموزش و تمرین

آموزش کارکنان یک حوزه حیاتی برای ارتقای تاب‌آوری بیمارستان‌ها است، اما اغلب نادیده گرفته شده است. مدیران و کارکنان بیمارستان‌ها باید آموزش‌های لازم را در زمینه ارائه خدمات در شرایط اضطراری به تعداد زیاد مصدومین، تریاژ و نحوه مدیریت مصدومین دریافت کنند. مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۶ میلادی بر روی میزان آمادگی کارکنان بیمارستان‌های ایتالیا در حوادث و بلایا انجام شد نتایج نشان داد کارکنان اطلاعات کافی از مسئولیت و وظیفه خود در زمان حوادث و بلایا ندارند و در زمان بروز حوادث، عملکرد صحیح و قابل قبولی ارائه نمی‌دهند (این گراسیا و همکاران، ۲۰۱۶). مطالعه دیگری در مورد آمادگی در برابر تصادفات جاده‌ای نشان داد بیمارستان‌ها در آموزش و تمرین ضعیف هستند و امتیاز ۴۸/۴۶ درصد را کسب کرده‌اند. این شکاف، نیاز به برنامه‌های آموزشی جامع برای افزایش قابلیت‌های واکنش به بلایا را برجسته می‌کند (یوسفیان و همکاران، ۲۰۲۲).

برای رفع این شکاف‌ها، برنامه‌های آموزشی نظام‌مند و تمرین‌های منظم ضروری هستند. یک مدل تاب‌آوری با تأکید بر مدیریت منابع انسانی و آموزش‌های تخصصی می‌تواند آمادگی و واکنش بیمارستان را به‌طور قابل توجهی بهبود بخشد. برگزاری تمرین‌ها به‌منظور سنجش میزان آمادگی، هماهنگی و تکرار آموخته‌ها برای کسب مهارت و بررسی میزان درستی سیاست‌ها و برنامه‌های مدیریت خطر حوادث و بلایا به کار می‌رود. تمرین‌های شبیه‌سازی شده جهت تقویت و ارتقای آمادگی سازمان و کارکنان در راستای پاسخ به حوادث و بلایا مؤثرتر هستند، زیرا فرد را در موقعیت مشابه قرار می‌دهند (جونگ، ۲۰۲۲). برنامه‌ریزی، برگزاری دوره‌های آموزشی اثربخش و تمرین‌های شبیه‌سازی شده برای مدیران و کارکنان نقش مهمی در افزایش میزان آمادگی و پاسخ مناسب بیمارستان‌ها در حوادث و بلایا دارد (رحمتی و همکاران، ۲۰۱۸).

عدم توزیع عادلانه تخت‌های بیمارستانی در مناطق مختلف شهر تهران امدادرسانی در زمان بروز حوادث را با مشکل مواجه خواهد کرد. بیشتر بیمارستان‌های دولتی تهران در مرکز شهر قرار گرفته‌اند و در زمان بروز حوادث، دسترسی به آن‌ها دچار مشکل می‌شود. همچنین در طی سالیان اخیر بیمارستان‌های دولتی در تهران توسعه نداشته و بیمارستان‌های خصوصی هم بیشتر در غرب تهران توسعه یافته‌اند. در صورت بروز حادثه‌ای در شرق استان تهران، دسترسی مردم به خدمات درمانی محدود می‌گردد و ناگزیر به انتقال مصدومین به سایر مناطق هستیم که باتوجه به تأخیر در ارائه خدمات درمانی باعث افزایش مرگ‌ومیر خواهد شد.

تقویت زیرساخت بیمارستان‌ها

حدود سه‌چهارم بیمارستان‌های شهر تهران بیش از ۲۰ سال و حدود یک‌چهارم بیمارستان‌ها بیش از ۵۰ سال قدمت دارند (مصدق راد و همکاران، ۲۰۲۱). قدمت بیمارستان‌ها به افزایش آسیب‌پذیری در زمان بروز حوادث منجر می‌شود. درصد قابل توجهی از نقاط ضعف مدیریت بحران در بیمارستان‌های دولتی ایران مربوط به نامناسب بودن زیرساخت‌های سازه‌ای بیمارستان و ناکافی بودن فضای فیزیکی مراکز درمانی است. پژوهش‌های داخلی و خارجی نیز بر ضرورت ایمنی سازه و غیرسازه‌ای بیمارستان‌ها جهت افزایش تاب‌آوری بیمارستان‌ها در حوادث تأکید نموده‌اند (قنبریان و همکاران، ۲۰۱۹؛ ژونگ و همکاران، ۲۰۱۴؛ ماهر و همکاران، ۲۰۱۴). مطالعه مرور نظام‌مند نشان داده بیمارستان‌ها در حوزه ایمنی سازه در سطح ضعیف (۴۹ درصد) و در ایمنی غیرسازه‌ای در حد متوسط (۵۷ درصد) قرار دارند (بازیار و همکاران، ۲۰۲۰). بنابراین برنامه‌ریزی برای مقاوم‌سازی بیمارستان‌ها در حوزه سازه و غیرسازه‌ای بسیار مهم هستند و در اولویت برنامه‌ریزی‌های مدیران قرار گیرد.

مشارکت بیمارستان‌های خصوصی در بحران

در حدود ۶۹ درصد بیمارستان‌های شهر تهران مربوط به بیمارستان‌های غیردولتی می‌باشند که این نشانگر آن است که بیشتر هزینه‌های بیمارستان در شهر تهران بر عهده آن‌ها است. روند تأسیس بیمارستان‌ها در شهر تهران نشان می‌دهد که در بیشتر سال‌ها تأسیس بیمارستان‌های خصوصی بیشتر از سایر سازمان‌ها بوده است (مصدق راد و همکاران، ۲۰۲۱). اما در حال حاضر در زمان بحران‌ها دستورالعملی برای استفاده از ظرفیت بیمارستان‌های خصوصی در کشور وجود ندارد (عباس آبادی و همکاران، ۲۰۲۲). تدوین دستورالعمل‌ها و قوانینی برای استفاده از ظرفیت بیمارستان‌های خصوصی در بحران‌ها و مشارکت آن‌ها می‌تواند ظرفیت مناسبی برای پذیرش مصدومین و ارائه خدمات به جامعه ایجاد نماید.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاقی پژوهش

این مقاله نمونه انسانی و حیوانی نداشته است. برای اساس نیاز به کد اخلاق نبود و تمام قوانین اخلاقی در پژوهش 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

مفهوم‌سازی و روش‌شناسی: معصومه عباس‌آبادی عرب و علی‌محمد مصدق‌راد؛ تحقیق، نگارش پیش‌نویس اولیه، بررسی و ویرایش: معصومه عباس‌آبادی عرب؛ تحلیل داده‌ها: علی مشکینی و فاطمه گودرزی.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از همکاران اداره نظارت و اعتباربخشی وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و ارزیابان اعتباربخشی که در جمع‌آوری اطلاعات بیمارستان‌ها همکاری کردند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

بیمارستان تاب‌آور در برابر حوادث و بلایا نیازمند حمایت سیاست‌های بالادستی، قوانین، تأمین بودجه برای ایمن‌سازی بیمارستان، برنامه‌ریزی دقیق و تأمین منابع و امکانات، آموزش و تمرین، منابع مالی کافی و یک سیستم مدیریت و رهبری قوی است تا بتواند خدمات باکیفیت و عادلانه را به هنگام بروز حوادث و بلایا ارائه کند. بنابراین ارتقای سطح آمادگی بیمارستان‌ها نیازمند تغییرات و اصلاحات در سطوح مختلف می‌باشد.

نتیجه‌گیری

این مطالعه اولین مطالعه‌ای است که میزان آمادگی کل بیمارستان‌های استان تهران را در موضوع مدیریت خطر حوادث و بلایا ارزیابی می‌کند. نتایج این مطالعه نشان داد میانگین امتیازات بیمارستان‌های استان تهران در مدیریت خطر حوادث و بلایا متوسط است. این تحقیق در سال ۱۴۰۱ انجام شده و بعد از گذشت زمان ممکن است تغییراتی در نتایج ایجاد شده باشد. با عنایت به اسناد راهبردی سند سندای (۲۰۱۵-۲۰۳۰) که در راستای مدیریت کارآمدتر بلایا و کاهش خطر مخاطرات در سطح بین‌المللی تنظیم شده است و همچنین اسناد بالادستی کشور همچون قانون مدیریت بحران کشور و پدافند غیرعامل، برنامه هفتم توسعه اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی و سند چشم‌انداز ایران ۱۴۰۴ باید واقع‌بینانه اذعان داشت که بیمارستان‌ها نیازمند اقداماتی بنیادین به‌منظور ارتقای سامانه مدیریت و کاهش خطر بلایا در نظام سلامت هستند.

براساس نتایج این مطالعه بیشترین ضعف بیمارستان‌ها در برنامه‌ریزی برای ایمنی و پیشگیری از حوادث، آسیب‌پذیری زیرساخت‌های بیمارستان‌ها، تدوین علمی برنامه‌های آمادگی، پاسخ و بازیابی، کمبود آموزش و تمرین و تحلیل عملکرد پس از حوادث است. ارتقای آمادگی بیمارستان‌های تهران برای فوریت‌ها و حوادث نیازمند رویکردی چندوجهی است و صرفاً به محیط داخلی بیمارستان محدود نمی‌شود.

در سطح کلان‌مانیازمند بازنگری سیاست‌ها، قوانین و دستورالعمل‌ها در ساخت بیمارستان‌ها و کاربری آن‌ها به‌صورت انجام مکان‌یابی دقیق بیمارستان‌ها، عدالت در توزیع تخت‌های بیمارستانی، نظارت بر ساخت‌وساز بیمارستان‌ها، ایمن‌سازی زیرساخت بیمارستان‌های موجود و بازنگری قوانین در زمان بحران هستیم.

علاوه بر این سیاست‌گذاران و مدیران وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی بایستی بر تقویت سیستم‌های ارتباطی و هماهنگی، بهبود برنامه‌های آموزشی و مهارتی مدیران و کارکنان و فرهنگ‌سازی تمرکز داشته باشند. همچنین با درس گرفتن از رویدادهای گذشته و اجرای استراتژی‌های هدفمند، بیمارستان‌های تهران می‌توانند توانایی خود را برای پاسخگویی مؤثر به حوادث و بلایای طبیعی و ساخته دست بشر^۴ افزایش دهند.



References

- Abbasabadi-Arab, M., Miadfar, J., Yousefian, S., Mobini, A., & Mehran Amin, S. (2023). Assessing Hospital Safety Index in the Iranian Hospitals. *Health in Emergencies and Disasters Quarterly*, 8(4), 243-252. [DOI:10.32598/hdq.8.4.208.2]
- Abbasabadi-Arab, M., Mosadeghrad, A. M., & Asgari, N. (2022). [Comprehensive Evaluation of Disaster Risk Management Standards in the Iranian Hospitals (Persian)]. *Journal of Military Medicine*, 24(4), 1231-1240. [DOI:10.30491/JMM.24.4.1231]
- Abbasabadi-Arab, M., Mosadeghrad, A. M., Khankeh, H., & Biglarian A. (2021). [Development of hospital disaster risk management accreditation standards (Persian)]. *Tehran University Medical Journal*, 79(7), 533-545. [Link]
- Abbasabadi-Arab, M. (2023). [Disaster base hospitals: A model for the military hospitals (Persian)]. *Journal of Marine Medicine*, 5(2), 66-67. [DOI: 10.30491/5.2.66]
- Abbasabadi-Arab, M., Khankeh, H. R., & Mosadeghrad, A. M. (2022). [Disaster risk management in the Iranian hospitals: Challenges and solutions (Persian)]. *Journal of Military Medicine*, 24(3), 1150-1165. [DOI:10.30491/JMM.24.3.1150]
- Abdollahzadeh, M. M., Bali, A., & Soltani, I. (2022). [The presentation of strategies for the security of hospitals in metropolises in critical situations with the passive defense approach (Persian)]. *Passive Defenses*, 12(4), 81-93. [Link]
- Asgari, N. (2016). [National Accreditation Standards of Iranian Hospitals (Persian)]. Tehran: Aftab Andisheh Publications ; 2016. [Link]
- Aslani, F., & Mehdipour, H. (2015). [Planning for Flood risk reduction by using GIS Technique in Tehran Province (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 5 (3), 173-185. [Link]
- Bazyar, J., Pourvakhshoori, N., Safarpour, H., Farrokhi, M., Khankeh, H. R., & Dalini, S., et al. (2020). Hospital Disaster Preparedness in Iran: A systematic review and meta-analysis. *Iranian Journal of Public Health*, 49(5), 837-850. [DOI:10.18502/ijph.v49i5.5201] [PMID]
- Ciottoni, G. R., Biddinger, P. D., Darling, R. G., Fares, S., Keim, M. E., & Molloy, M. S., et al. (2015). *Ciottoni's disaster medicine*. Amsterdam: Elsevier Health Sciences. [Link]
- Ghanizadeh, Gh., Bahadori, M. K., & Hosseini-Shokouh, S. M. (2020). [Comparison of Earthquake Disaster Preparedness in Tehran Military and Non-military Hospitals (Persian)]. *Journal of Military Health Promotion*, 1(3), 135-146. [Link]
- Ghanbaran, A., Hosseinali, F., Hosseini, S. B., & Bahrani Doost, P. (2019). [Locating hospital centers by focusing on natural disasters using the ANP Model (A Case Study of District 5 of Tehran) (Persian)]. *Environmental Based Territorial Planning*, 12(44), 127-156. [Link]
- Ghiyasi, S., Verdi Baghdadi, F., Hashemzadeh, F., & Soltanzadeh, A. (2022). Assessing the components of crisis management: a comparative study in private and public Hospitals. *Occupational Hygiene and Health Promotion*, 5(4), 285-294. [DOI:10.18502/ohhp.v5i4.8456]
- Heidaranlu, E., Tavan, A., & Aminizadeh, M. (2022). Investigating the level of functional preparedness of selected Tehran hospitals in the face of biological events: A focus on COVID-19. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 13(2), 150-62. [DOI:10.1108/IJDRBE-08-2021-0088]
- Hosseini, S. H. (2022). Preparedness for dealing with disasters and its relationship with information-communication systems in hospitals of Tehran University of Medical Sciences. *Archives of Hygiene Sciences*, 11(1), 53-62. [DOI:10.32598/AHS.11.1.372.1]
- Ingrassia, P. L., Mangini, M., Azzaretto, M., Ciaramitaro, I., Costa, L., & Burkle Jr, F. M., et al. (2016). Hospital Disaster Preparedness in Italy: A preliminary study utilizing the World Health Organization Hospital Emergency Response Evaluation Toolkit. *Minerva anestesiologica*, 82(12), 1259-1266. [PMID]
- Jaafari-pooyan, E., Sajadi, H. S., Tajvar, M., Ehsani Chimeh, E., Falah, I., & Habibi, F. (2022). [Assessment of TUMS affiliated hospitals' preparedness for dealing with Covid-19 (Persian)]. *Tehran University of Medical Sciences Journal*, 80 (6), 485-492. [Link]
- Jung, Y. (2022). Virtual reality simulation for disaster preparedness training in hospitals: Integrated Review. *Journal of Medical Internet Research*, 24(1), e30600. [DOI:10.2196/30600] [PMID]
- Kamranzad, F., Memarian, H., & Zare M. (2020). Earthquake risk assessment for Tehran, Iran. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(7), 430. [DOI:10.3390/ijgi9070430]
- Kolivand, P., Motlagh, M. E., Ashrafi, A. H., Jalali, S. F., Yousefi, K. H., & Nasrollahpour, S. S. D., et al. (2020). [Strengths, weaknesses, opportunities, and threats of crisis and disaster management in Iranian public hospitals (Persian)]. *Hakim Journal*, 23(3), 270-281. [Link]
- Maher, A., Yeganeh, S. M., Lari, M. A., & Sayedin, S. H. (2014). The study of the quality and capacity of equipments' functionality and non-structural vulnerability in selected Tehran general hospitals during an earthquake. *International Journal of Health System and Disaster Management*, 2(2), 93-97. [Link]
- Mirzayari, A. (2018). Urban Planning for Disaster Recovery. *Urban Policy and Research*, 36(4), 527-529. [DOI:10.1080/08111146.2018.1443560]
- Mosadeghrad, A. M., Dehnavi, H., & Darrudi, A. (2021). Equity of hospital bed distribution in Tehran city: Brief report. *Tehran University Medical Journal*, 79(2), 156-162. [Link]
- Parsaei, M., Khankeh, H., HabibiSaravi, R., & Hosseini, S. H. (2019). [Hospital disaster preparedness in Mazandaran province, Iran 2017 (Persian)]. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*, 28(168), 108-117. [Link]
- Rahmanian, F., Abbasi, B., Bolvardi, E., Maleki, F., Habibzadeh, S. R., & Foroughian, M., et al. (2021). The level of disaster preparedness of Iranian Hospitals; A Systematic Review. *Journal of Practical Emergency Medicine*, 8(1), 13. [DOI:10.22037/jpem.v8i1.34424]
- Rahmati, H., Rambod, M., Zare, M., & Moradian, M. J. (2018). [The effect of crisis management training in traffic accidents with a high rate of mortality using simulated training on knowledge and attitude of nursing personnel (Persian)]. *Iranian Journal of Emergency Medicine*, 5, e18. [Link]
- Yousefian, S., Sohrabizadeh, S., Safi-Keykaleh, M., Eskandari, Z., Faghisolouk, F., & Safarpour, H. (2022). Assessment of hospitals preparedness in road traffic crashes with mass casualty: The case of Iran. *Disaster and Emergency Medicine Journal*, 7(1), 21-29. [DOI:10.5603/DEMJA.2022.0003]
- Zhong, S., Clark, M., Hou, X. Y., Zang, Y., & FitzGerald, G. (2014). Progress and challenges of disaster health management in China: A scoping review. *Global Health Action*, 7, 24986. [DOI:10.3402/gha.v7.24986] [PMID]

This Page Intentionally Left Blank

Case Report

Impact of Digital Elevation Model Resolution on Flood Hazard Simulation: A Case Study of the River Downstream of Khorramabad City, Iran



Iraj Vayskarami¹ , *Ali Haghizadeh¹ , Aboalhasan Fathabadi² 

1. Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran.

2. Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran.



Citation Vayskarami, I., Haghizadeh, A., & Fathabadi, A. (2025). Impact of Digital Elevation Model Resolution on Flood Hazard Simulation: A Case Study of the River Downstream of Khorramabad City, Iran. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 15(3):384-413. <https://doi.org/10.32598/DMKP.15.3.919.1>

 <https://doi.org/10.32598/DMKP.15.3.919.1>

ABSTRACT

Background and Objective Despite significant advancements in the development of hydraulic models, the accuracy of flood predictions is influenced by various factors, including topography, the precision of digital elevation models (DEMs), and roughness coefficients. This study aimed to evaluate the effect of DEM resolution on the efficiency of the 2D HEC-RAS model in simulating flood hazard zones.

Method Three DEM layers with resolutions of 0.5, 2, and 3 meters were used to assess the efficiency of the 2D HEC-RAS model. Water flow simulations were conducted in a 3-kilometer-long section of the river downstream of Khorramabad City, Lorestan Province, Iran. Measured flow rates in April and November 2024 (34 and 15 m³/s, respectively) and the flow rate during a flood event in April 2019 (1000 m³/s) were considered. The flow variables (including depth, velocity, and spread width) measured based on the DEM layers were compared with the values measured at four cross-sections within the study area for the specified flow rates. The evaluation metrics were the root mean square error (R.M.S.E) and mean absolute percentage error (M.A.P.E).

Results Using the DEM with a resolution of 0.5 meters yielded simulation results for flow and flood hazard maps that were much closer to the real data compared to those obtained from DEMs with lower resolutions of 2 and 5 meters. The average prediction errors for flow depth and velocity using the 0.5-m resolution DEM were 10% and 12% lower, respectively, than those of the 2-m and 5-m resolution DEMs. Additionally, analyses of hydraulic parameters, including flow depth, velocity, and spread width, revealed a significant correlation between DEM resolution and flood prediction accuracy.

Conclusion The resolution of DEMs plays a crucial role in enhancing the performance of the 2D HEC-RAS model in simulating flood hazard zones. With higher DEM resolution, better flood prediction results can be obtained. Therefore, it should be considered as an effective strategy in flood risk management and reducing flood-related damages. The findings underscore the importance of hydraulic model precision and the necessity of utilizing high-resolution models in studies related to flood risk management and mitigation.

Keywords Digital elevation model (DEM), HEC-RAS, Sensitivity analysis, Uncertainty

Article Info:

Received: 10 Jan 2025

Accepted: 31 May 2025

Available Online: 01 Oct 2025

* Corresponding Author:

Ali Haghizadeh, Professor.

Address: Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran.

Tel: +98 (66) 33120106

E-mail: haghizadeh.a@lu.ac.ir



Copyright © 2025 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.

English Version

Introduction

Floods are among the most common and dangerous natural disasters worldwide. A deeper understanding of the flood hazard phenomenon and its potential consequences for society is considered a fundamental criterion for developing effective flood management policies, risk reduction projects, and other flood-related strategies (Amrei & Britta, 2022). Over time, the need for protection against floods and the ability to control them led to a shift in perspective on flood control and management. Modern concepts of flood risk management began to emerge in the early 20th century. With the development of research and the increase in losses caused by floods, a need was felt for a new approach that applies the concept of risk in decision-making, not theoretically, but practically (Alexander & Mees, 2016). Flood risk is the result of the interplay between flood hazard (probability and severity) and the vulnerability of people and their property. Both hazard and vulnerability depend on the type of flood and its determining processes (Yin et al., 2021). Flood risk studies indicate that the flood hazard maps, along with economic assessments, are used as planning and decision-making support tools (Dalledonne et al., 2019). Therefore, it is essential that methods and tools for examining adverse flood outcomes are presented in a comprehensive, coherent, and inclusive manner to enable competent authorities and experts to make decisions by identifying priority solutions through a balance between economic/social/ environmental functions and social conflicts.

Flood risk assessment includes three components: Hazard, vulnerability, and exposure analysis (Liu & Merwade, 2014). Flood hazard mapping is usually done using hydrological and hydraulic models and field surveys. The process of preparing such maps, which ranges from data collection to modeling, is accompanied by a series of uncertainties. Conventional hydraulic-hydrodynamic modeling methods can lead to inaccurate results due to neglect of sources of uncertainty (Alfonso et al., 2016). Despite the development of many hydraulic models, the lack of understanding of flood processes and the spatial and temporal variations of key model inputs, as well as variables such as topography and surface roughness, hinders the better prediction of flood risk. Measuring and reducing uncertainty in flood modeling is an important issue for improving the accuracy of flood forecasting (Teng et al., 2017).

The precision of the models used in flood risk simulation has a significant impact on the efficiency of flood risk management (Merwade et al., 2008). Of course, uncertainty cannot be avoided in the use of flood analysis models, because these models often capture ideals of reality only and the value of model inputs cannot be measured with absolute resolution (Yeou-Koung & Chi-Leung, 2016). Various sources of uncertainty in hydrological and hydraulic modeling include: Natural (intrinsic) uncertainty; uncertainties related to the model structure, parameters and input data; and operational uncertainties (Teng et al., 2017; Koo et al., 2020). Natural uncertainties are related to natural random processes such as precipitation, turbulent river flow, and sediment transport; model structure uncertainties stem from the mathematical structure of the processes and the inability of model equations to accurately describe real systems; parameter uncertainties are related to imprecision in determining parameter values, as well as data and information uncertainties resulting from measurement errors, data heterogeneity, and information deficiencies; operational uncertainties are related to model construction and development, as well as human factors (Dysarz et al., 2019). In this regard, preparing a digital elevation model (DEM) with appropriate precision as large-scale topographic data is considered one of the most sensitive factors and inputs of hydrodynamic models.

Several studies have investigated the impact of the resolution of DEMs on the simulation of hydrological processes and flood risk zoning. Among these studies, we can mention the study by Kaviani and Mohammadi (2019) on the effect of spatial precision of DEMs on simulation of discharge and total nitrate in the Talar watershed, Mazandaran province, Iran, using the SWAT model and three different DEMs (ASTER with a resolution of 30 meters, SRTM with a resolution of 90 meters, and GTOPO30 with a resolution of 1000 meters). Their results showed that the ASTER model had higher accuracy and provided the best simulation results. As the spatial precision decreased, the overestimation or underestimation error rate also increased. In a study by Parizi and Hosseini (2023), the TanDEM-X model with a resolution of 12 meters was used to simulate the hydraulic characteristics of floods in the Atrak River basin. In their study, which was conducted with the HEC-RAS 2D model, the results showed that TanDEM-X was able to model the flood extent with an accuracy of over 85%. Comparison with the ASTER and SRTM models showed that TanDEM-X was significantly more accurate and had a high ability to display topographic details. In a study by Fereshtehpour et al. (2024), the effect of DEM type and resolution on flood prediction using one-dimensional convolutional neural networks was investigated. They used elevation

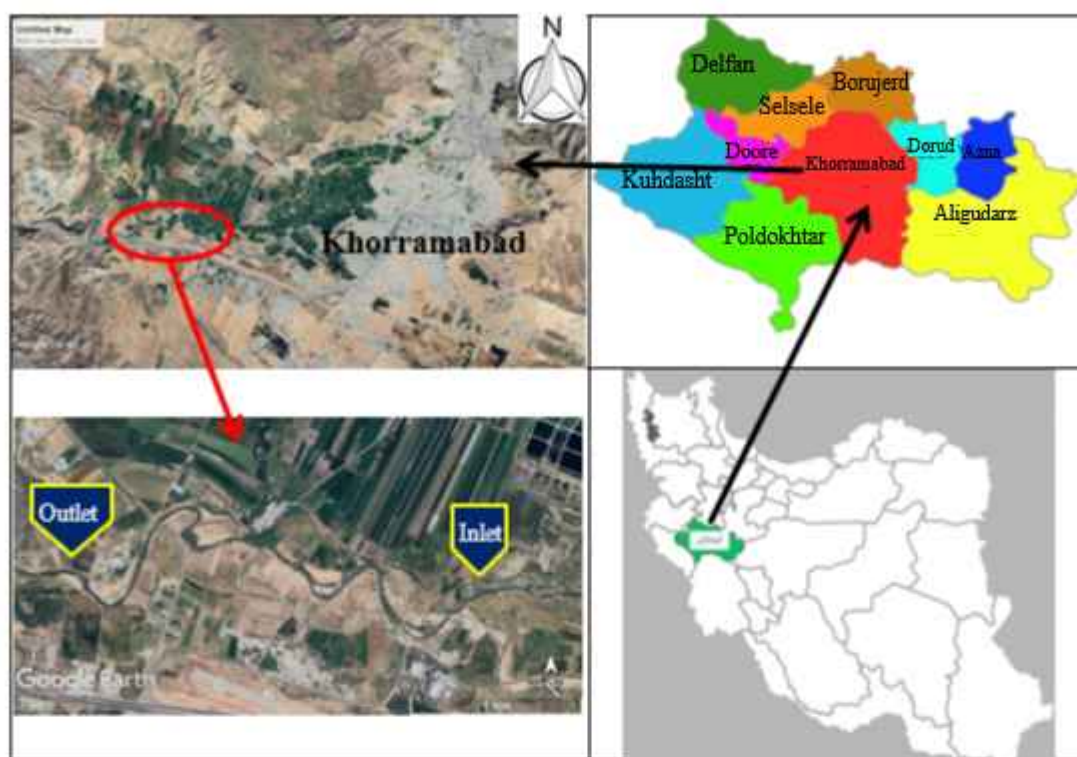


Figure 1. Geographical location of the study area

data with accuracies of 15 and 30 m in the city of Carlisle, England, and found that DTM-type DEMs with a precision of 30 m performed better in predicting flood depths compared to DSM-type DEMs. Increasing the precision to 15 m increased the root mean square estimation by 50%, indicating the sensitivity of the model to the precision of the DEM. Muthusamy et al. (2021) investigated the impact of DEM resolution on urban flood modeling. They showed that reducing the resolution of DEM from 1 m to 50 m resulted in a 30% increase in flood extent and a 150% increase in flow depth, highlighting the importance of using high-accuracy DEMs in urban flood modeling. In a study in southern Niger, Muench et al. (2022) evaluated the accuracy of global DEMs such as SRTM, ASTER, ALOS, and MERIT in flood modeling. They found that the ALOS-type DEM had the best similarity to LiDAR data, and that in floods less than 3 m deep, higher-accuracy DEMs showed a greater similarity in estimated flood extent to measured values.

The review of the literature showed that the effect of the resolution of DEMs on the efficiency of the HEC-RAS hydraulic model in simulating flood hazard zones has received less attention, especially in Iran. Therefore, this study aims to evaluate the impact of the resolution of DEMs on the efficiency of the HEC-RAS model in mapping flood hazards in a 3-kilometer-long area of the river downstream of Khorramabad City, Iran.

Materials and Methods

Study area

The study area is located 3 km downstream of Khorramabad City, Lorestan province, in an area called Cham-Anjir, which is actually the outlet of the Khorramabad river watershed. The study area is located between geographical coordinates of X: 247128.7, Y: 3704013.16 (inlet of the area) and X: 245084.7, Y: 3704099 (outlet of the area), as shown in Figure 1. The watershed of this river is a sub-watershed of the Kashkan River. The Khorramabad River is formed by the confluence of the two headwaters of the Karganeh and Robat in Khorramabad and joins the Kashkan River in Doab town, 40 km from Khorramabad. The Cham-Anjir hydrometric station is located at the outlet of the study area.

Hydrodynamic model

Two-dimensional (2D) hydrodynamic models are the most useful models for flood mapping and flood risk assessment (Roberts et al., 2015). In this study, the 2D HEC-RAS 5.0.1 model, developed in February 2016, was used. In addition to one-dimensional modeling of steady, unsteady, and quasi-steady flows, as well as intersectional and lateral structures, this model also has the capability for 2D flow modeling, especially in flood-

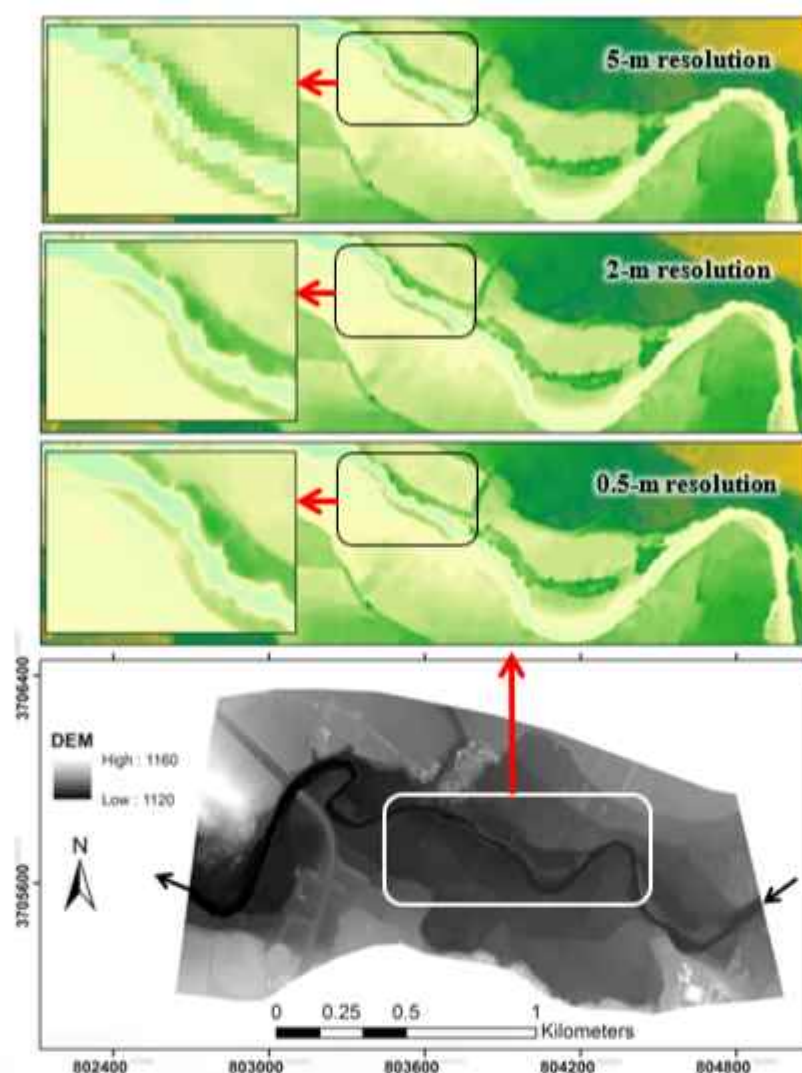


Figure 2. Three DEM layers with resolutions of 0.5, 2 and 5 meters for the study area

plains. One-dimensional models are efficient and capable of reproducing processes within channels, but problems begin when flood overflows the channel banks and enters the floodplain (Pinos & Timbe, 2019; Costabile et al., 2020). This model is one of the most common flood modeling software in hydrodynamic simulation, developed by the US Army Engineer Hydrologic Engineering Center (HEC). It can connect to online maps such as Google Earth. The HEC-RAS model uses the 2D Saint-Venant equations (with optional momentum additions for turbulence and Coriolis effects) or 2D diffusion wave (DW) equations to simulate the flow. In general, 2D DW equations enable the model to run faster and achieve much greater stability. In the 2D HEC-RAS model, it is possible to choose one of these two equations based on the available data and the type of project (Brunner, 2016).

Topographic map and measurement of water flow variables

To determine the effect of the resolution of the DEMs on the HEC-RAS model results, three DEM layers were prepared with resolutions of 0.5, 2, and 5 meters. The layer with 0.5-m resolution was generated from 2024 Worldview stereo imagery developed by DigitalGlobe Inc; validated using several control points with a field mapping camera (Figure 2 and 3). and the layers with 2- and 5-m resolutions were generated from 2023 drone maps, prepared from the Regional Water Company in Lorestan Province and verified using a number of control points with a field mapping camera (Figure 3). Large-scale topographic maps were converted to .hdf format for loading into HEC-RAS software. After entering the geometric data into the software and determining the boundaries, the desired area was gridded using algebraic and computa-

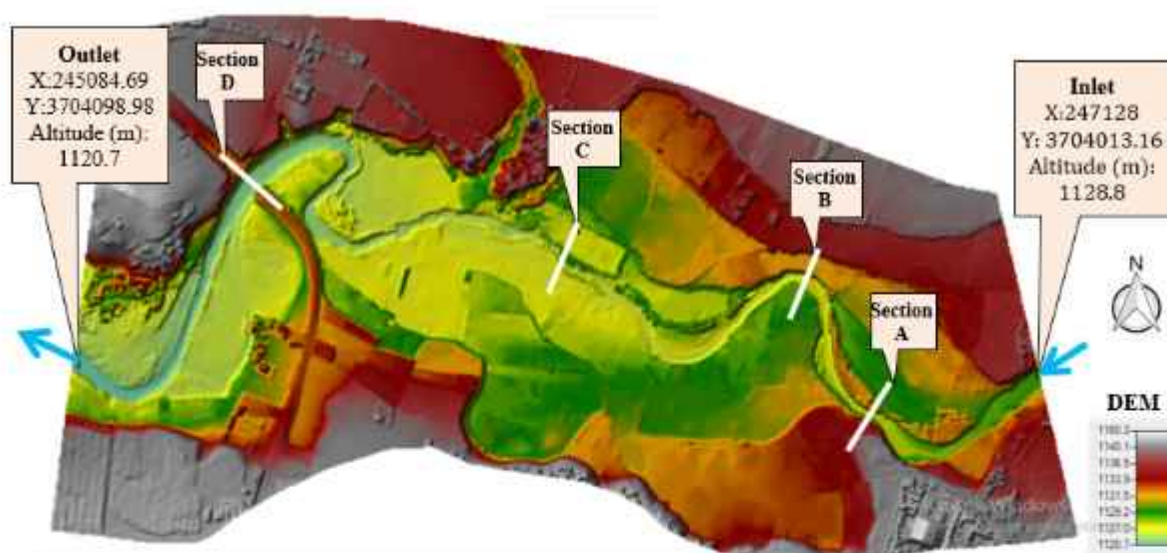


Figure 3. Position of measured cross sections on topographic map (DEM layer with 0.5-m resolution)

tional methods. The optimal grid dimensions were selected based on the required accuracy and the time allocated for the calculations (Figure 4). To evaluate the calibration and accuracy of the model results, flow parameters (velocity, depth, and spread width) were measured in four of the mapped cross sections, with the greatest emphasis on consecutive river bends to examine the effects of secondary flows and centrifugal forces on flow variables. A Moulinet speedometer and computational mesh were used to measure the flow velocity and depth (Figures 4 and 5). The flow velocity was measured using a speedometer at depths of 0.2, 0.4, 0.6, and 0.8 meters below the water surface (Alizadeh, 2010). Since in flood flows, the velocity varies at different points of the river and at different water depths and is accompanied by turbulence, the average flow velocity in each cross-section (considering

the width of each section) was measured at 6-10 points with equal distances from the water depth.

Tables 1 and 2 show the values of flow velocity, flow rate, and flow depth for different cross sections measured in April and November 2024, respectively. The criteria for field measurement of depth and width at the flood flow ($1000 \text{ m}^3/\text{s}$) were based on the results of the overflow water and flood extent determined by the Regional Water Company in Lorestan Province. In other words, based on the flood extent and the height difference between the overflow line and the elevation level at different points of a cross-section, the flood flow depth at different points of a cross-section was obtained and used as a criterion for model calibration and validation.

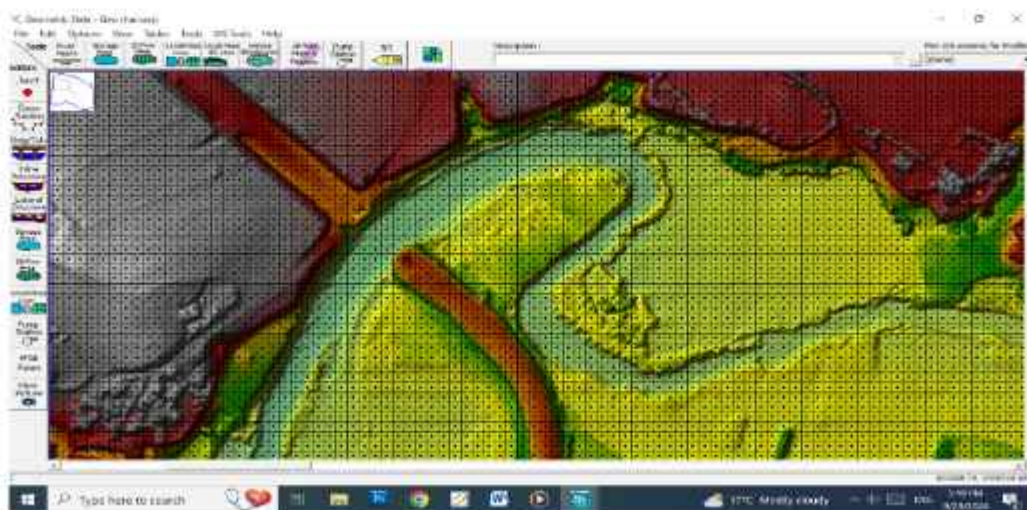


Figure 4. Computational mesh used for 2D simulation in HEC-RAS 5.0.7



Figure 5. Measuring flow velocity in the study area

Determining the roughness coefficients

Understanding the factors affecting Manning's roughness coefficient is a good way to estimate this coefficient more accurately. These factors include: Roughness of the riverbed or the type and grain size of riverbed materials, roughness degree of the riverbed surface, presence of obstructions in the channel and changes in its cross sections, type and density of vegetation cover, shape and size of the channel, and even hydraulic conditions such as flow depth and discharge which, in addition to affecting the longitudinal loss in the flow path, somehow have a role in losses due to flow deformation (local losses). Among the methods available for estimating Manning's roughness coefficient, Cowen's method includes the role of all the aforementioned factors in its calculations (Arcement & Schneider, 1989). Manning's roughness coefficient (n) by this method is defined as (Equation 1):

$$1. n = (n_b + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \times m$$

Where, n_b : Base value of roughness coefficient according to the bed material and grain size of the river bed materials in the case of a smooth and straight channel; n_1 : value of roughness coefficient related to the surface irregularities; n_2 : value of roughness coefficient for variations in the channel cross section; n_3 : Value of roughness coefficient for obstructions; n_4 : Value of roughness coefficient for vegetation; and m : Value of roughness coefficient for meandering of the channel. The value and method of selecting these coefficients are included in the tables and instructions in the open-channel hydraulics books (Trinh et al., 2021) and also in the study by Arcement and Schneider (1989).

To determine the roughness coefficient n , the study area was first homogenized based on field visits to the river and observations of changes in effective parameters, considering morphological status and land uses. Then, the roughness coefficient values were determined based on the photographs and descriptions contained in Chow's open-channel hydraulics book and other sources, such as

Table 1. The values of flow parameters for different cross-sections (measured in April 2024)

Cross Section	Velocity at Depth 0.2 (m/s)	Velocity at Depth 0.4 (m/s)	Velocity at Depth 0.6 (m/s)	Velocity at Depth 0.8 (m/s)	Average Velocity (m/s)	Average Flow Depth (m)	Flow Rate (m ³ /s)
A	2.4	1.8	1.2	0.85	1.5	0.88	34
B	2.1	1.68	1.1	0.73	1.25	0.92	
C	2.65	2	1.2	1	1.62	1.05	
D	1.87	1.16	0.98	0.63	1.1	0.85	

Table 2. The values of flow parameters for different cross-sections (measured in November 2024)

Cross section	Velocity at Depth 0.2 (m/s)	Velocity at Depth 0.4 (m/s)	Velocity at Depth 0.6 (m/s)	Velocity at Depth 0.8 (m/s)	Average Velocity (m/s)	Average Flow Depth (m)	Flow Rate (m ³ /s)
A	1.35	0.95	0.8	0.72	0.96	0.5	15
B	1.2	0.92	0.74	0.68	0.9	0.62	
C	1.4	1	0.77	0.74	1.05	0.74	
D	1.1	0.82	0.64	0.57	0.8	0.43	

the USGS reference. The values were determined for different cross sections according to all effective parameters.

Determining boundary conditions

Boundary conditions include the inflow and outflow conditions of the study area. Considering the steady or unsteady state of the flow and the available information (flow hydrograph, water surface level, and flow rate-water surface level relations), they were considered as flow boundary conditions. In this study, the boundary conditions for simulating unsteady river flow were determined based on observational statistics from the Cham-Anjir hydrometric station for three events: The flood event in April 2019, the water flow discharge on 04/12/2024, and the water flow discharge on 11/15/2024.

Model calibration

To simulate river flow using the 2D HEC-RAS in the study area, the objective function needs to be optimized by adjusting some parameters of the roughness coef-

ficient (Trinh et al., 2021). Also, the lack of access to recorded data of large historical floods, such as the flood event that occurred in April 2019 in the study area, poses a serious problem for model calibration. Therefore, for this event, a simulation operation was performed based on data on the overflow water, flood depth, and the upper flood level (Pinos & Timbe, 2019). The model was calibrated by optimizing the Manning's roughness coefficient values for the flood event in April 2019 (daily peak flow rate =1000 m³/s) based on the overflow level and flood spread width, and also for the water flow hydrograph in April and November 2024 based on field measurements of flow variables, including depth and velocity, at four cross sections of the study area.

Sensitivity analysis of the HEC-RAS model

Changes in the resolution of the DEM lead to changes in the geometry of the river channel and, consequently, to changes in the pattern of water flow variables. One of the most important sources of uncertainty in the results of hy-

Table 3. Flow velocity predicted by the model at different roughness ranges using three DEM layers for flow rates 15 and 34 m³/s

Flow Rate/ Event	Cross Section	Average Velocity (m/s)	Flow Velocity Predicted by the Model (m/s)					
			0.5-m DEM		2-m DEM		5-m DEM	
			N Range (0.034-0.063)	N Range (0.033-0.052)	N Range (0.034-0.063)	N Range (0.033-0.052)	N Range (0.034-0.063)	N Range (0.033-0.052)
34 m ³ /s - April 2024	A	1.5	1.56	1.35	1.62	1.37	1.78	1.6
	B	1.25	1.29	1.11	1.41	1.14	1.55	1.43
	C	1.62	1.73	1.58	1.72	1.7	1.78	1.68
	D	1.1	1.18	0.90	1.22	0.92	1.36	1.24
15 m ³ /s - November 2024	A	0.96	1.09	0.75	1.34	0.78	1.54	1.36
	B	0.9	1.02	0.6	1.25	0.7	1.33	1.3
	C	1.05	1.14	0.81	1.33	0.85	1.46	1.4
	D	0.8	0.74	0.68	1.05	0.7	1.18	1.15

n= Roughness coefficient

Table 4. Flow depth predicted by the model at different roughness ranges using three DEM layers

Flow Rate, event	Cross Section	Flow Width	Flow depth	Flow Depth Predicted by the Model (m)					
				0.5-m DEM		2-m DEM		5-m DEM	
				n Range (0.034-0.063)	n Range (0.033-0.052)	n Range (0.034-0.063)	n Range (0.033-0.052)	n Range (0.034-0.063)	n Range (0.033-0.052)
34 m ³ /s - April 2024	A	33	0.88	0.82	0.68	1.02	1	1.12	1.06
	B	29	0.92	1.03	0.78	1.15	1.14	1.24	1.09
	C	22	1.05	0.91	0.93	1.17	1.13	1.26	1.12
	D	37	0.85	0.88	0.76	1.02	1	1.12	1
15 m ³ /s - November 2024	A	24	0.5	0.56	0.33	0.7	0.67	0.8	0.69
	B	21	0.62	0.58	0.51	0.78	0.71	0.86	0.79
	C	18	0.74	0.67	0.62	0.86	0.8	0.95	0.9
	D	27	0.43	0.48	0.39	0.58	0.53	0.75	0.66
1000 m ³ /s - April 2019	A	257	2.74	2.95	3.1	3.2	3.1	3.4	3.2
	B	437	1.95	1.87	1.72	2.2	2.12	2.4	2.3
	C	598	1.3	1.25	1.18	1.4	1.36	1.6	1.48
	D	58	4.36	4.48	4.1	4.7	4.53	4.82	4.63

n = Roughness coefficient

draulic models is related to related to the model parameters. Therefore, in this study, an attempt was made to evaluate the sensitivity of the 2D HEC-RAS model to the resolution of DEMs. In this regard, the simulation results, including the depth and velocity of water flow, based on the three DEM layers with resolutions of 0.5, 2, and 3 meters, were compared with the measured values in four cross sections of the study area for the aforementioned flow rates. The analyses were performed along with measuring the root mean square error (R.M.S.E) and mean absolute percent-age error (MAPE) as follows (Equations 2, 3):

$$2. \text{R.M.S.E} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Q_o - Q_e)^2}$$

Where Q_o is an observed value and Q_e is the calculated value of the model

$$3. \text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}}{y_t} \right| \approx 100$$

Where y_t is an observed value and $\hat{y}$ is the calculated value of the model.

Results

Calibration and sensitivity analysis of the 2D HEC-RAS model

The results of the velocity, depth, and width of the flow extent for three DEM layers compared to the results mea-

Table 5. Results of evaluation metrics for the accuracy of the model in estimating flow velocity and depth using three DEMs

Flow rate/event	Evaluation Metric	Flow Velocity			Flow Depth		
		DEM			DEM		
		0.5-m	2-m	5-m	0.5-m	2-m	5-m
34 m ³ /s - April 2024	R.M.S.E	0.035	0.042	0.048	0.075	0.086	0.093
	M.A.P.E	0.027	0.033	0.035	0.047	0.052	0.058
15 m ³ /s - November 2024	R.M.S.E	0.028	0.033	0.037	0.054	0.062	0.066
	M.A.P.E	0.027	0.028	0.031	0.039	0.047	0.054
1000 m ³ /s - April 2019	R.M.S.E	-	-	-	0.098	0.12	0.13
	M.A.P.E	-	-	-	0.064	0.072	0.089

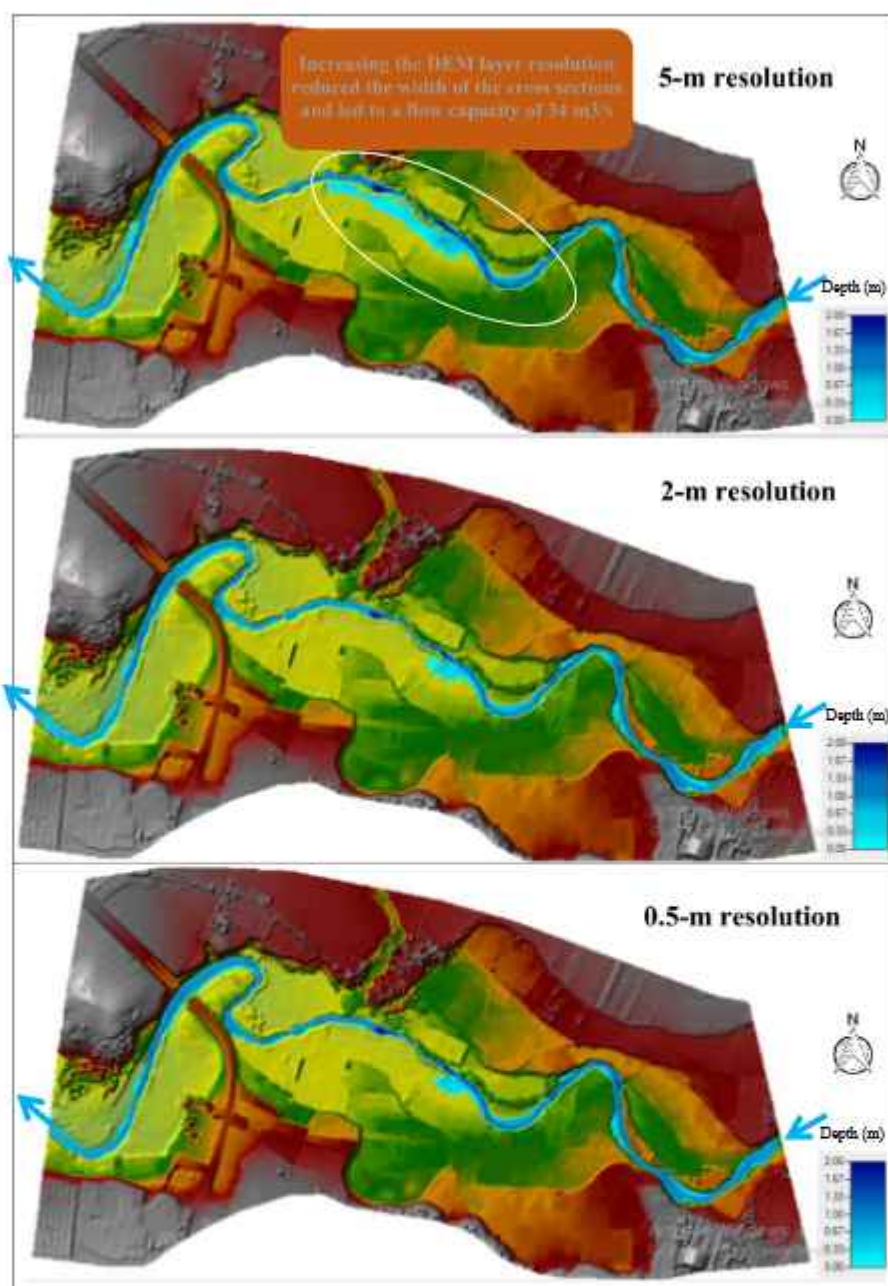


Figure 6. Image of flow depth with a flow rate of 34 m³/s (April 2024 event) for three DEM layers

sured at different cross sections (A, B, C, D) are presented in Tables 3 and 4 and Figures 6 and 7. As shown in Table 3 and Figure 6, for the flow rates measured in April and November 2024, the predicted values closest to the observational values (velocity, depth, and spread width) of the water flow in the four cross sections were related to the DEM layer with 0.5-m resolution followed by the layers with 2- and 5-m resolutions, and the roughness coefficient was in the range of 0.033-0.063. At these flow rates, the difference in the estimated values of water flow variables was significant using the 5-m DEM layer compared to when the layers with 0.5 and 2 meters of resolution were

used. This is due to the variations in the geometry of the full cross-section channel with the change in the dimensions of the DEM layer. In particular, this change affected the full cross-section channel width; as the dimensions of the DEM layer increased, the full cross-section channel width decreased. Therefore, these changes in the channel geometry have led to changes in the depth and velocity of water flow in the full cross-section channel.

As shown in Table 4 and Figure 7, for the April 2019 event with a flow rate of 1000 m³/s, similar to the flow rates measured in April and November 2024, the predict-

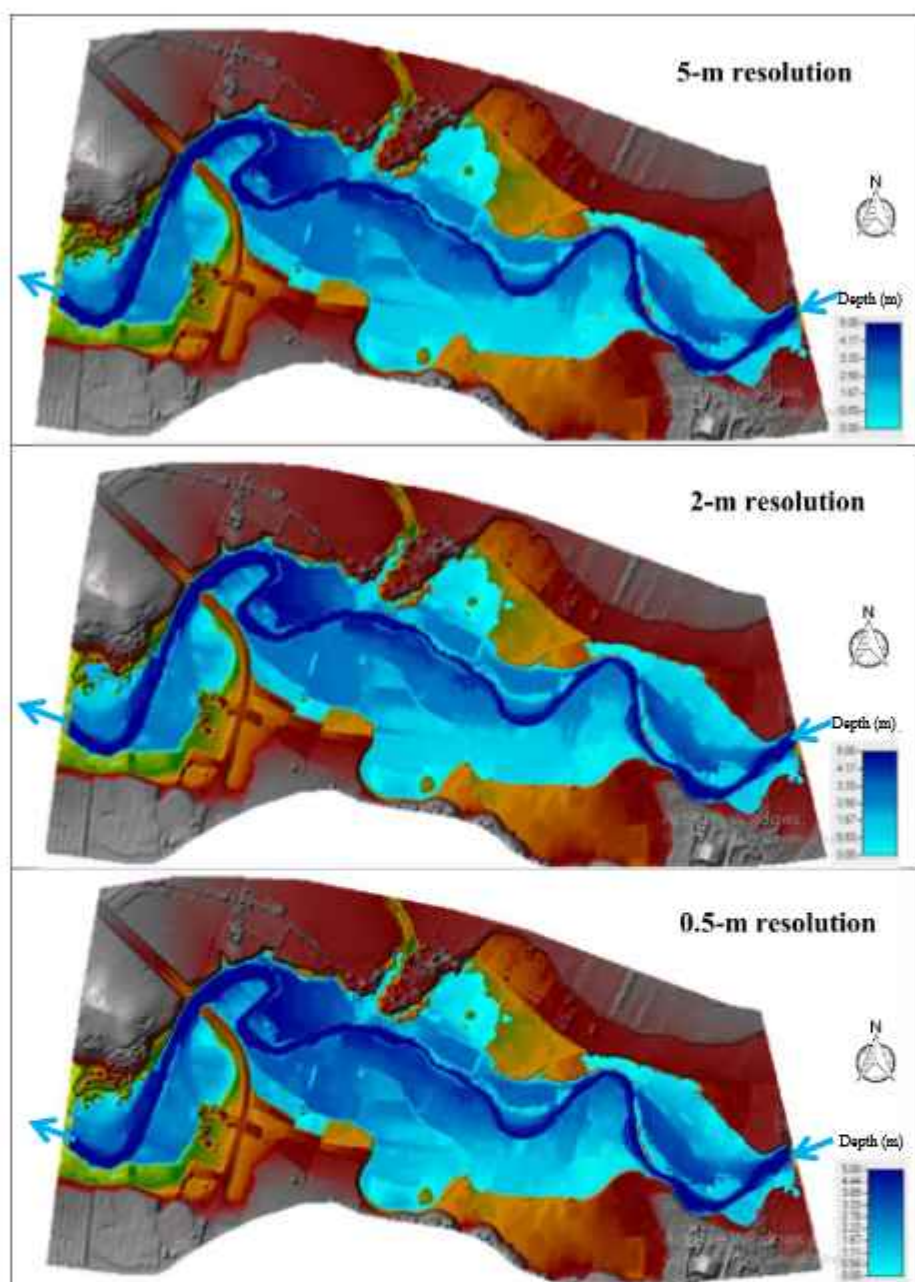


Figure 7. Image of flow depth with a flow rate of 1000 m³/s (April 2019 event) for three DEM layers

ed values closest to the observational values (depth and spread width) of the water flow in the four cross sections were related to the DEM layer with 0.5-m resolution followed by the layers with 2- and 5-m resolutions, and the roughness coefficient was in the range of 0.033-0.063. However, at the flow rate of 1000 m³/s (for the April 2019 event), the difference in flood flow variables (flow depth and velocity) among the three DEM layers was not significant. Therefore, when the water flow rate increases to the point where it moves out of the channel and enters the floodplain, and the flood extent width becomes several times more than the width of the water surface in the full

cross-section channel, the effect of increasing the DEM layer resolution from 2 to 5 meters on the flood flow depth and velocity is not significant.

For a flow rate of 34 m³/s, the maximum flow depth caused by the narrowing of the channel at several sections and the centrifugal force in the concave curve was 2 meters. Due to the high curvature in the arches of the study area, maximum flow changes (increase in velocity) occur in the second half of the arch (Figure 6). On the other hand, as shown in Figure 7, for a flow rate of 1000 m³/s (April 2019 event), the maximum flow depth at the bridge

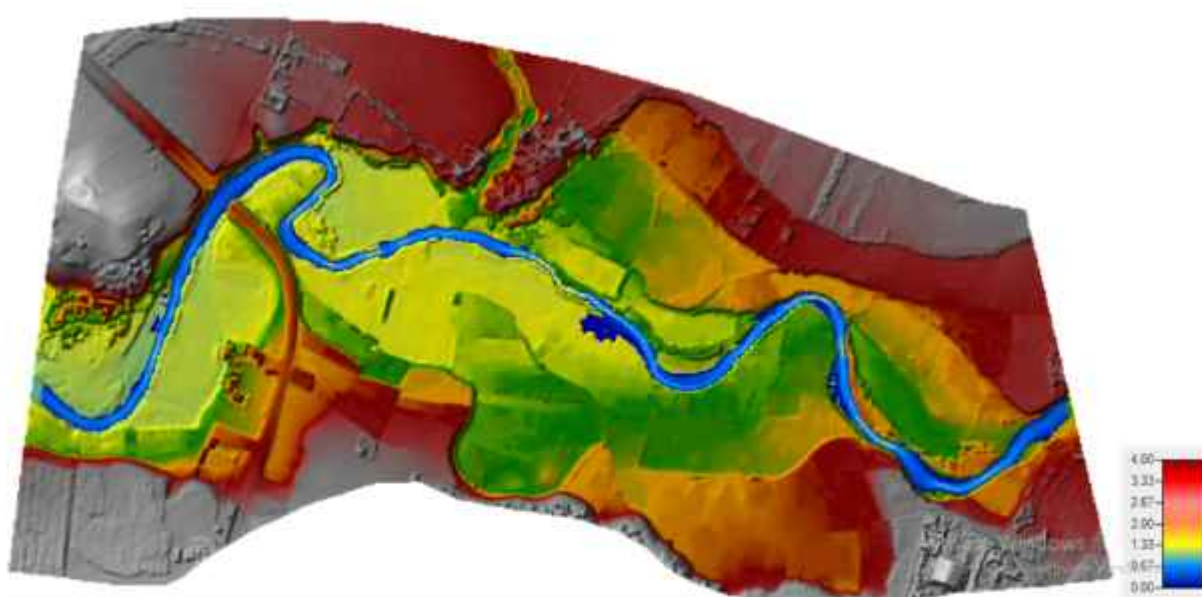


Figure 8. Flood risk map (depth $\times$ velocity) at a flow rate of 34 m³/s based on the DEM layer with 0.5-m resolution

location (section D) was 5 meters. The entire territory of the study area does not have the capacity to pass this flood; therefore, the flood overflows 95% of the banks and spreads to the flood plain. The largest flood spread width of about 600 meters occurred at section C, and the smallest flood spread, due to the presence of a transverse obstruction, was at the bridge location (section D). Also, for this event (April 2019), given that the flood spread widely to the banks, the water velocity was affected by flow turbulence, trend, topography, and obstructions in the floodplain. For these conditions, the flow velocity in the study area lacks a stable pattern; with changes in the

flow rate, the flow velocity pattern changes throughout the study area. For the April 2019 event, the highest water flow velocity due to the transverse obstructions was seen at the bridge location (section D).

As shown in Figures 8 and 9, for a flow rate of 34 m³/s and the 0.5-m DEM layer, given that the study area had the capacity to pass this flow, the quantitative values of the flood hazard zone were less than the threshold limit. Therefore, the flood risk in these conditions is at a normal level. For the April 2019 event with a flow rate of 1000 m³/s, generally, the highest numerical flood risk level was

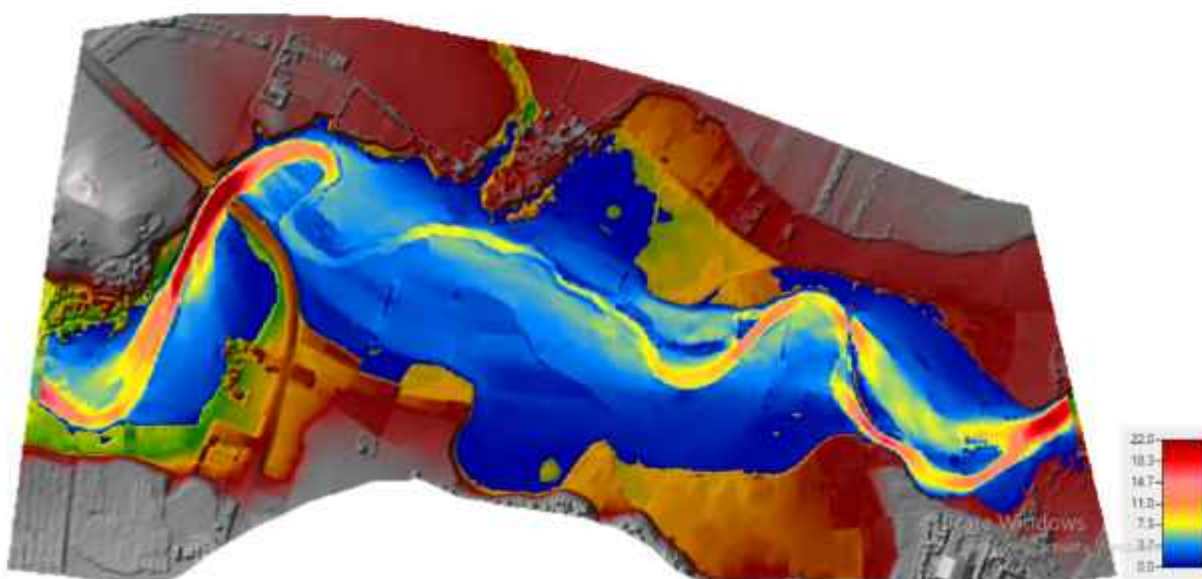


Figure 9. Flood risk map (depth $\times$ velocity) at a flow rate of 1000 m³/s based on the DEM layer with 0.5-m resolution

in the full cross-section channel of the study area, but specifically, the highest flood risk was in the third arch/bridge location (section D). On average, the transverse extent of the flood, with a value greater than 10, was approximately 160 meters. In the arches of the studied area, the maximum flood hazard occurs on the outer side of the arches.

Table 6 shows the accuracy of the 2D HEC-RAS model in estimating the parameters of flow velocity and depth using three DEMs with resolutions of 0.5, 2, and 5 meters and based on the R.M.S.E. and M.A.P.E. evaluation metrics. As can be seen, for the three events studied, the lowest evaluation metrics for predicted values (velocity and depth) compared to observational values were related to the DEM with resolutions of 0.5 and 2 meters.

Discussion

The findings of this study, which demonstrated the superiority of DEM with 0.5-m resolution in flood risk simulation, are consistent with the results of Muthusamy et al. (2021) and Fereshtehpour et al. (2024), who showed that high-resolution DEMs (0.5-1 m) significantly reduce flood risk zoning errors. The study by Parizi and Hosseini (2023) also revealed that the TanDEM-X model with a resolution of 12 meters had a significant error in estimating flood depth compared to local DEMs with a resolution of 1 meter, which confirms the importance of the spatial accuracy of DEMs. This study's recommendation for the use of high-resolution DEMs in flood management is in line with the recommendations of Alfonso et al. (2016) and Alexander and Mees (2016), who emphasized the role of accurate data in reducing flood risk.

Conclusion

One of the most important sources of uncertainty in the results of hydraulic models is the uncertainty related to the model parameters. On the other hand, the most sensitive stage in this field is the preparation of a DEM with appropriate precision and resolution. Therefore, in this study, by preparing the maps of flow depth, flow velocity, and flood risk in 3 km downstream of Khorramabad City, an attempt was made to evaluate the sensitivity of the 2D HEC-RAS model to the precision of DEMs with resolutions of 0.5, 2, and 5 meters. The results of this research show that the resolution of DEMs plays a key role in improving the efficiency of the HEC-RAS model for simulating the flood hazard zone. By using a DEM with 0.5-m resolution, we obtained simulation results that were closer to real (observational) data compared to the other two DEMs with lower resolutions (2 and 5 meters). These findings emphasize that high accuracy of elevation

data is an effective factor in reducing the uncertainty of flood predictions.

The analyses showed that the geometric changes caused by the different resolutions of DEMs had a major impact on the flow depth, flow velocity, and flow spread width. When the water flow rate increases to the point where the water overflows the channel, the impact of DEM resolution on flood predictions is significantly reduced. This is important because in flood conditions, channel geometry and topography changes can lead to a decrease in the accuracy of predictions. For a flow rate of 1000 m³/s, given that the flood spreads widely to the banks, the water velocity pattern is affected by flow turbulence, flow direction, topography, and obstructions in the channel. For these conditions, the water flow velocity in the study area lacks a stable pattern, and with changes in the flow rate, the flow velocity pattern changes throughout the study area.

The results of the model sensitivity analysis showed that the 2D HEC-RAS model had high sensitivity to the equations used. The model's performance in simulating the measured flow in April and November 2024, using the DW equations, was much better. In contrast, for the April 2019 flood event, the use of dynamic wave equations provided better results. Among the various hydraulic properties, the water surface level showed the least sensitivity to computational equations.

The results of this study can help in the optimal planning and management of water resources and reduce the damages caused by floods. Policymakers and water resources managers in Iran should pay special attention to the importance of DEM resolution in decision-making related to flood risk management so that they can develop effective programs to reduce damages and improve the resilience of communities against floods.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All ethical principles were observed in this study. Since there were no experiments on human or animal samples, the need for ethical code was waived.

Funding

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



Authors' contributions

Conceptualization, methodology and, initial draft preparation: Iraj Vayskarami and Ali Haghizadeh; Software, visualization, review and editing: Iraj Vayskarami, Ali Haghizadeh, and Aboalhasan Fathabadi; Supervision: Ali Haghizadeh; Final approval: All authors.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.



مطالعه موردی ارزیابی تأثیر دقت مدل رقومی ارتفاعی بر شبیه‌سازی پهنه خطر سیل مطالعه موردی: بازه مکانی رودخانه پایین دست شهر خرم‌آباد

ایرج ویسکرمی^۱، علی حقی‌زاده^۲، ابوالحسن فتح‌آبادی^۳

۱. گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران.
۲. گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران.



Citation: Vayskarami, I., Haghizadeh, A., & Fathabadi, A. (2025). Impact of Digital Elevation Model Resolution on Flood Hazard Simulation: A Case Study of the River Downstream of Khorramabad City, Iran. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 15(3):384-413. <https://doi.org/10.32598/DMKP.15.3.919.1>

<https://doi.org/10.32598/DMKP.15.3.919.1>

حکمه

زمینه و هدف: علی‌رغم پیشرفت‌های قابل‌توجه در زمینه توسعه مدل‌های هیدرولیکی، دقت پیش‌بینی سیلاب‌ها تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله توپوگرافی و دقت مدل رقومی ارتفاعی (DEM) و ضریب زبری قرار دارد. به‌ویژه، دقت مدل رقومی ارتفاعی می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر نتایج شبیه‌سازی‌های سیلاب و برآورد نقشه‌های خطر سیل داشته باشد. هدف اصلی این تحقیق، ارزیابی تأثیر دقت مدل رقومی ارتفاعی بر کارایی مدل دو بعدی HEC-RAS در شبیه‌سازی پهنه خطر سیل می‌باشد.

روش: در این پژوهش، تأثیر دقت مدل رقومی ارتفاعی بر نتایج مدل HEC-RAS با استفاده از سه لایه رقومی ارتفاعی با دقت تفکیک ۰/۵، ۲ و ۳ متر مورد تحلیل قرار گرفت. شبیه‌سازی جریان آب در ناحیه‌ای از رودخانه پایین‌دست شهر خرم‌آباد در استان لرستان به طول ۳ کیلومتر انجام شد. دبی‌های اندازه‌گیری‌شده در فروردین و آبان سال ۱۴۰۳ به ترتیب برابر با ۲۴ و ۱۵ مترمکعب بر ثانیه و همچنین رخداد سیل فروردین معادل ۱۰۰۰ مترمکعب بر ثانیه در نظر گرفته شد. نتایج شبیه‌سازی شامل عمق و سرعت جریان آب براساس سه لایه رقومی ارتفاعی فوق‌الذکر با مقادیر اندازه‌گیری‌شده در چهار مقطع عرضی از بازه مورد مطالعه برای دبی‌های مذکور مقایسه گردید. تحلیل‌های انجام‌شده از طریق ارزیابی عوامل اندازه‌گیری‌شده (عمق، سرعت و عرض گسترش جریان) و نتایج شبیه‌سازی چهار مقطع مشاهداتی، همراه با استفاده از شاخص‌های آماری RMSE و MAPE، انجام شد.

نتایج: نتایج نشان داد دقت مدل رقومی ارتفاعی تأثیر قابل‌توجهی بر عملکرد مدل HEC-RAS دارد. به‌ویژه، برای مدل رقومی ارتفاعی با دقت ۰/۵ متر نسبت به دو مدل رقومی ارتفاعی با دقت ۲ و ۵ متر، نتایج شبیه‌سازی جریان و نقشه‌های خطر سیل به مراتب به واقعیت اندازه‌گیری‌شده نزدیک‌تر است. میانگین خطای پیش‌بینی عمق و سرعت جریان به ترتیب ۱۰ و ۱۲ درصد کمتر از مدل‌های با دقت ۲ و ۵ متر بود. همچنین، تحلیل‌های انجام‌شده بر روی عوامل هیدرولیکی شامل عمق، سرعت و عرض گسترش جریان، ارتباط معناداری بین دقت مدل رقومی ارتفاعی و دقت پیش‌بینی‌های سیلاب را نشان داد.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی، می‌توان نتیجه گرفت که دقت مدل رقومی ارتفاعی نقش کلیدی در بهبود کارایی مدل HEC-RAS در شبیه‌سازی پهنه خطر سیلاب ایفا می‌کند. در شرایطی که دقت مدل رقومی ارتفاعی بالا باشد، نتایج پیش‌بینی به‌مراتب بهتر و قابل اطمینان‌تری حاصل می‌شود. بنابراین، بهبود دقت مدل‌های رقومی ارتفاعی می‌تواند به‌عنوان یک استراتژی مؤثر در مدیریت خطر سیلاب در نظر گرفته شود. همچنین، بهینه‌سازی و ارتقای تکنیک‌های تولید داده‌های ارتفاعی می‌تواند به تقویت دقت پیش‌بینی‌های سیلاب و در نتیجه کاهش آسیب‌های ناشی از سیلاب‌ها کمک نماید. این نتایج بر لزوم توجه به دقت مدل‌های هیدرولیکی و ضرورت به‌کارگیری داده‌های با کیفیت بالا در مطالعات مرتبط با مدیریت ریسک سیل و کاهش خطر سیلاب تأکید می‌ورزد.

کلیدواژه‌ها: DEM، مدل HEC-RAS، حساسیت مدل، عدم قطعیت

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۲۱ دی ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۰ خرداد ۱۴۰۴

تاریخ انتشار: ۹ مهر ۱۴۰۴

* نویسنده مسئول:

دکتر علی حقی‌زاده

نشانی: لرستان، خرم‌آباد، دانشگاه لرستان، دانشکده منابع طبیعی، گروه مهندسی آبخیزداری.

تلفن: ۳۳۱۲۰۱۰۶ (۶۶) ۹۸+

پست الکترونیکی: haghizadeh.a@lu.ac.ir



Copyright © 2025 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

سیلاب یکی از شایع‌ترین و خطرناک‌ترین بلایای طبیعی در سراسر جهان به شمار می‌آید. فهم عمیق‌تر از پدیده خطر سیل و پیامدهای بالقوه آن برای جامعه به‌عنوان معیاری اساسی برای توسعه سیاست‌های مؤثر در مدیریت سیلاب، پروژه‌های کاهش ریسک و سایر استراتژی‌های مرتبط با مدیریت سیلاب محسوب می‌شود (آمری و بریتا، ۲۰۲۲). در طول زمان، ضرورت حفاظت در برابر سیلاب و اعتقاد به توانایی و قابلیت‌های انسان‌ها در کنترل آن، به‌طور فزاینده‌ای موجب تغییر در دیدگاه کنترل و مهار سیلاب شده است. باین‌حال، در اوایل قرن بیستم، مفاهیم مدرن مدیریت ریسک سیلاب شروع به ظهور کردند. با توسعه تحقیقات و افزایش تلفات ناشی از سیلاب، نیاز به رویکردی جدید احساس شد؛ رویکردی که مفهوم ریسک را در تصمیم‌گیری‌ها نه به‌صورت نظری، بلکه به‌صورت عملی به کار گیرد (الکساندر و میس، ۲۰۱۶، ۲).

ریسک سیلاب نتیجه ارتباط متقابل بین خطر سیل (ترکیب احتمال و شدت آن) و آسیب‌پذیری انسان‌ها و اموال و دارایی‌های آن‌هاست. هم‌خطر و هم آسیب‌پذیری به نوع سیلاب و فرآیندهای تعیین‌کننده آن وابسته‌اند (ین و همکاران، ۲۰۲۱). نتایج ریسک سیلاب، پتانسیل پیامدهای ناگوار مرتبط با سیلاب در یک مکان را نشان می‌دهند و استفاده از این نقشه‌ها همراه با ارزیابی‌های اقتصادی به‌عنوان ابزارهای برنامه‌ریزی و حمایت از تصمیم‌گیری به کار می‌رود (داله دون و همکاران، ۲۰۱۹، ۴). بنابراین، ضروری است روش‌ها و ابزارهای بررسی نتایج نامطلوب ریسک سیلاب به‌طور جامع، منسجم و فراگیر ارائه شوند تا به مسئولین و کارشناسان ذی‌صلاح امکان دهند با شناسایی راه‌حل‌های اولویت‌دار از طریق توازن بین عملکردهای اقتصادی، اجتماعی و محیطی و نیز تضادهای اجتماعی، تصمیم‌گیری کنند. به‌طور کلی، ارزیابی ریسک سیلاب شامل سه مؤلفه خطر، آسیب‌پذیری و در معرض قرار گرفتن است (لیو و مروید و همکاران، ۲۰۱۴).

تهیه نقشه خطر سیلاب معمولاً با استفاده از مدل‌های هیدرولوژیکی، هیدرولیکی و پیمایش میدانی انجام می‌شود. فرایند تهیه چنین نقشه‌ای از جمع‌آوری اطلاعات تا مدل‌سازی، همراه با یک سری عدم قطعیت‌ها است. روش‌های متداول مدل‌سازی هیدرولیکی-هیدرودینامیکی می‌توانند به دلیل غفلت از منابع عدم قطعیت، به نتایج نادرست منجر شوند (آلفونزو و همکاران، ۲۰۱۶).

با وجود توسعه بسیاری از مدل‌های هیدرولیکی، عدم درک ما

از فرآیندهای سیلاب و تغییرات مکانی و زمانی ورودی‌های اصلی مدل و همچنین متغیرهایی مانند توپوگرافی و زبری سطح، مانع از پیش‌بینی بهتر این پدیده‌ها می‌شود. اندازه‌گیری و کاهش عدم قطعیت در مدل‌سازی سیلاب، موضوعی مهم برای بهبود دقت مدل‌سازی و پیش‌بینی سیلاب است (تنگ و همکاران، ۲۰۱۷). در این راستا، دقت مدل‌های مورد استفاده در شبیه‌سازی خطر سیلاب تأثیرات قابل توجهی بر کارایی طراحی و مدیریت ریسک سیلاب دارد (مروید و همکاران، ۲۰۰۸).

همچنین، نمی‌توان از عدم قطعیت در استفاده از مدل‌های تحلیل سیلاب اجتناب کرد، زیرا مدل‌ها معمولاً تنها ایده‌آل‌های واقعیت را دربر می‌گیرند و ارزش ورودی‌های مدل با دقت مطلق قابل اندازه‌گیری نیست (یوگونگ و همکاران، ۲۰۱۶). منابع مختلف مولد عدم قطعیت در مدل‌سازی هیدرولوژیکی و هیدرولیکی شامل عدم قطعیت طبیعی (ذاتی)، عدم قطعیت‌های مربوط به مدل و پارامترها و داده‌های ورودی آن و عدم قطعیت‌های عملکردی هستند (تنگ و همکاران، ۲۰۱۷، ۲؛ کو و همکاران، ۲۰۲۰، ۵).

عدم قطعیت‌های طبیعی، مربوط به فرآیندهای تصادفی طبیعی مانند بارش، جریان آشفته رودخانه و انتقال رسوبات است، درحالی‌که عدم قطعیت در مدل ناشی از ساختار ریاضی فرآیندها و ناتوانی معادله‌های مدل در توصیف دقیق سیستم‌های واقعی است. عدم قطعیت پارامترها به عدم دقت در تعیین مقادیر آن‌ها و همچنین عدم قطعیت‌های داده‌ها و اطلاعات ناشی از خطاهای اندازه‌گیری، ناهمگنی داده‌ها و کمبود اطلاعات مرتبط است. درنهایت، عدم قطعیت‌های عملکردی به ساخت و توسعه مدل و همچنین عوامل انسانی مربوط می‌شوند (دیسار و همکاران، ۲۰۱۹، ۶). از مهم‌ترین منابع عدم قطعیت در نتایج مدل‌های هیدرولیکی، عدم قطعیت‌های مرتبط با مدل و پارامترها هستند. در این خصوص تهیه مدل رقومی ارتفاعی با دقت مناسب به‌عنوان داده توپوگرافی بزرگ‌مقیاس یکی از حساس‌ترین عوامل و ورودی‌های مدل‌های هیدرودینامیکی در این بخش محسوب می‌شود.

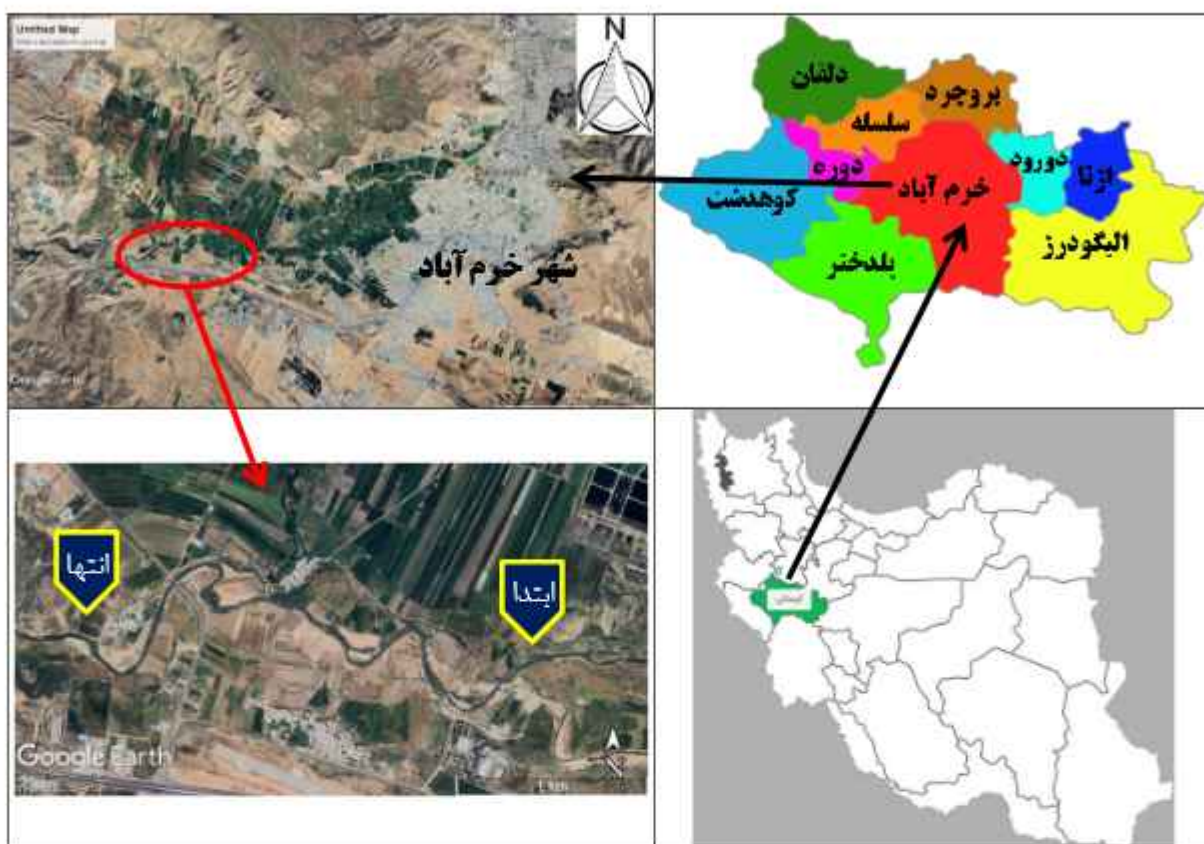
مطالعات متعددی به بررسی تأثیر دقت مدل‌های رقومی ارتفاعی^۲ (DEM) بر شبیه‌سازی فرآیندهای هیدرولوژیکی و پهنه‌بندی خطر سیلاب پرداخته‌اند. از جمله این مطالعات می‌توان به پژوهش کلویان و محمدی (۱۳۹۸) اشاره کرد که در حوزه آبخیز تالار، استان مازندران، با استفاده از مدل SWAT و سه مدل DEM مختلف (ASTER با دقت ۳۰ متر، SRTM با دقت ۹۰ متر و GTOPO30 با دقت ۱۰۰۰ متر)، تأثیر دقت مکانی مدل‌های ارتفاعی را بر شبیه‌سازی دبی و نیرات کل بررسی

1. Amrei and Britta
2. Alexander and Mees
3. Yin
4. Dalledonne

5. Koo

6. Dysarz

7. Digital Elevation Model (DEM)



تصویر ۱. موقعیت یازه مکانی مورد مطالعه

افزایش RMSE تا ۵۰ درصد شد که نشان‌دهنده حساسیت مدل به دقت DEM است.

موتوسامی و همکاران (۲۰۲۱) تأثیر دقت DEM را در مدل‌سازی سیلاب شهری بررسی کردند. آن‌ها نشان دادند کاهش دقت مکانی DEM از ۱ متر به ۵۰ متر باعث افزایش ۳۰ درصد در پهنه سیلابی و ۱۵۰ درصد در عمق جریان می‌شود که اهمیت استفاده از DEM‌های با دقت بالا را در مدل‌سازی سیلاب‌های شهری برجسته می‌کند. در مطالعه‌ای در نیجر جنوبی، **موتنج و همکاران (۲۰۲۲)** دقت DEM‌های جهانی مانند SRTM، AS، MERIT و TER، ALOS را در مدل‌سازی سیلاب ارزیابی کردند. آن‌ها دریافتند DEM نوع ALOS بیشترین شباهت را به داده‌های LiDAR دارد و در سیلاب‌هایی با عمق کمتر از ۳ متر، DEM‌های با دقت بالاتر، پهنه سیلابی برآوردی مشابهت بیشتر با مقادیر اندازه‌گیری‌شده را نشان می‌دهند.

باتوجه به مرور منابع، تأثیر دقت مدل رقومی ارتفاعی بر کارایی مدل HEC-RAS در شبیه‌سازی پهنه خطر سیلاب به‌ویژه در داخل کشور، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. لذا، در این پژوهش سعی می‌شود به ارزیابی تأثیر دقت مدل رقومی ارتفاعی بر کارایی مدل HEC-RAS در شبیه‌سازی نقشه خطر سیلاب در بازه مکانی به طول ۳ کیلومتر در پایین‌دست شهر خرم‌آباد

کردند. نتایج نشان داد مدل ASTER دقت بالاتری داشته و بهترین نتایج شبیه‌سازی را فراهم کرده است. با کاهش دقت مکانی، میزان خطای بیش تخمینی یا کم تخمینی نیز افزایش یافت. در مطالعه‌ای پاریزی و حسینی، از مدل رقومی ارتفاعی TanDEM-X با قدرت تفکیک ۱۲ متر برای شبیه‌سازی ویژگی‌های هیدرولیکی سیلاب در حوضه رودخانه اترک استفاده شد.

در این تحقیق که با مدل HEC-RAS 2D انجام گرفت، نتایج نشان داد TanDEM-X توانست پهنه سیلاب را با دقت بالای ۸۵ درصد مدل‌سازی کند. مقایسه با مدل‌های ASTER و SRTM نشان داد که TanDEM-X به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای دقیق‌تر عمل می‌کند و توان بالایی در نمایش جزئیات توپوگرافی دارد. در مطالعه‌ای که **فرشته‌پور و همکاران (۲۰۲۴)** انجام دادند، تأثیر نوع و دقت DEM بر پیش‌بینی سیلاب با استفاده از شبکه‌های عصبی کانولوشنی یک‌بعدی بررسی شد.

آن‌ها از داده‌های ارتفاعی با دقت‌های ۱۵ و ۳۰ متر در شهر کارلایل^۸ انگلستان استفاده کردند و دریافتند که DEM‌های نوع DTM با دقت ۳۰ متر در مقایسه با DSM‌ها عملکرد بهتری در پیش‌بینی عمق سیلاب دارند. افزایش دقت به ۱۵ متر باعث

8. Carlisle



پرداخته شود.

روش

محدوده مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بازه‌ای از رودخانه پایین‌دست شهر خرم‌آباد- استان لرستان به طول ۳ کیلومتر و در منطقه‌ای موسوم به چم‌انجیر واقع گردیده که در واقع خروجی حوزه آبخیز رودخانه خرم‌آباد است. موقعیت این بازه بین مختصات جغرافیایی (ابتدای بازه، $X: 247128/7$ و $Y: 3704013/16$) و (انتهای بازه، $X: 245084/7$ و $Y: 3704099$) قرار گرفته است. حوزه آبخیز این رودخانه جزء زیرحوزه‌های رودخانه کشکان می‌باشد. رودخانه خرم‌آباد از تلاقی دو سرشاخه کرگانه و رباط در محل شهر خرم‌آباد تشکیل و در محل دوآب در فاصل ۴۰ کیلومتری شهر خرم‌آباد به رودخانه کشکان می‌پیوندد. ایستگاه هیدرومتری چم‌انجیر در خروجی بازه مورد مطالعه واقع شده است (تصویر شماره ۱).

مدل عددی هیدرودینامیکی مورد استفاده در این پژوهش

مدل‌های دو بعدی نشان‌دهنده جریان سیلاب به‌صورت زمینه دو بعدی است، با فرض اینکه بعد سوم - عمق آب - در مقایسه با دو بعد دیگر، کم عمق است. مدل‌های هیدرودینامیک دو بعدی، کاربردی‌ترین مدل‌ها برای تهیه نقشه سیل و مطالعات برآورد خطر سیل می‌باشند (روبرتس و همکاران، ۲۰۱۵). لذا در این پژوهش از مدل دو بعدی HEC-RAS استفاده و مورد ارزیابی قرار گرفته است. مدل 2D HEC-RAS، با عنوان HEC-RAS ۵، ۱۰ در فوریه سال ۲۰۱۶ توسعه داده شده است.

این مدل، علاوه بر مدل‌سازی جریان‌های ماندگار، غیرماندگار، شبه غیرماندگار، سازه‌های تقاطعی و جانبی به‌صورت یک بعدی، از توانایی لازم برای مدل‌سازی دو بعدی جریان به‌ویژه در سیلاب‌دشت‌ها نیز برخوردار می‌باشد. این مدل توانایی حل معادلات سنت - ونانت را در قالب دو فرم موج دینامیک و موج پخشیدگی برای مدل‌ساز فراهم می‌نماید. امکان اتصال به نقشه‌های آنلاین همچون گوگل ارث^۹ از ویژگی‌های اصلی این مدل عددی می‌باشد. این مدل یکی از متداول‌ترین نرم‌افزارهای مدل‌سازی سیلاب در شبیه‌سازی هیدرودینامیکی است که به‌وسیله مرکز مهندسی هیدرولوژیکی ارتش آمریکا^{۱۰} تولید شده است. توسعه روش‌های عددی بیشتر و قابل اعتمادتر، قدرت محاسباتی کارآمدتر و تکنیک‌های جدید تهیه نقشه توپوگرافی به افزایش استفاده از مدل‌های دو بعدی در شبیه‌سازی رخدادهای سیلابی منجر شده است، به‌طوری‌که با وجود اینکه زمان لازم

برای پردازش کمتر شده است، اما از دقت مناسب برخوردار است. مدل‌های یک بعدی از کارایی و توانایی تولید فرایندهای درون کانال‌ها برخوردار هستند، اما مشکلات از زمانی شروع می‌شود که جریان سیلابی از کناره‌های کانال سرریز^{۱۱} نموده و وارد دشت سیلابی می‌شود (پوینز و تیم، ۲۰۱۹ و کاستیل ۱۲ و همکاران، ۲۰۲۰).

در مدل HEC-RAS از معادلات دوبعدی سنت ونانت (با اضافات اختیاری مومنوم برای اثرات آشفتگی و کوریولیس^{۱۳}) و معادلات موج پخشیدگی دوبعدی برای شبیه‌سازی جریان استفاده می‌کنند. به‌طور کلی معادلات موج پخشیدگی دوبعدی موجب اجرای مدل با سرعت بیشتری می‌شود و پایداری آن به مراتب بیشتر خواهد بود. معادلات دوبعدی سنت ونانت دوبعدی برای محدوده وسیعی از مسائل قابل کاربرد هستند. هرچند در بسیاری از مدل‌سازی‌ها، معادلات موج پخشیدگی در مقایسه با معادلات موج دیفیوژن نتایج دقیق‌تری را ارائه می‌دهند. در مدل دوبعدی یک رس این امکان وجود دارد تا بتوان با داده‌های در دسترس و نوع پروژه موردنظر یکی از دو روش را انتخاب نمود (برونر، ۲۰۱۶).

تهیه نقشه توپوگرافی و اندازه‌گیری متغیرهای جریان آب در بازه مورد مطالعه

در این پژوهش، به‌منظور تأثیر دقت مدل رقومی ارتفاعی بر نتایج مدل HEC-RAS، سه لایه رقومی ارتفاعی با دقت تفکیک ۵/۲۰ و ۵/۲ متر تهیه گردید. که این لایه توپوگرافی بزرگ‌مقیاس ۰/۰۵ متر از طریق تصاویر ماهواره‌ای Worldview و لایه‌های توپوگرافی ۲ و ۵ متر از طریق نقشه‌برداری با پهباد تولید شده‌اند. درخصوص نقشه توپوگرافی با قدرت تفکیک مکانی نیم متر، این لایه رقومی ارتفاعی (DEM) بزرگ‌مقیاس برای بازه مکانی مورد مطالعه از تصاویر ماهواره‌ای Worldview سال ۲۰۲۴ اخذ شده از شرکت Digital Globe به‌صورت استریو استفاده شد و در ادامه لایه مذکور با استفاده از تعدادی نقاط کنترلی با دوربین نقشه‌برداری میدانی، صحت سنجی گردید (تصاویر شماره ۲، ۳).

شایان ذکر است ماهواره WorldView از سری ماهواره‌های با توان تفکیک بالا است که با هدف نقشه‌برداری، پایش محیط زیست، تحلیل و مدیریت شهری و مدیریت بلایای طبیعی است. این ماهواره در ارتفاع ۵۵۰ کیلومتری از سطح زمین و در یک مدار خورشیدآهنگ در حال چرخش می‌باشد و در ساعت دوره گردش ماهواره در مدار ۱۰۰ دقیقه و مدت زمان بازبینی مجدد ماهواره ۱/۱ روز می‌باشد. این ماهواره شامل یک لنز با فاصله کانونی ۱۲/۲ متر است. هر خط تصویربرداری دارای بیش از ۲۷۰۰ آشکار ساز با

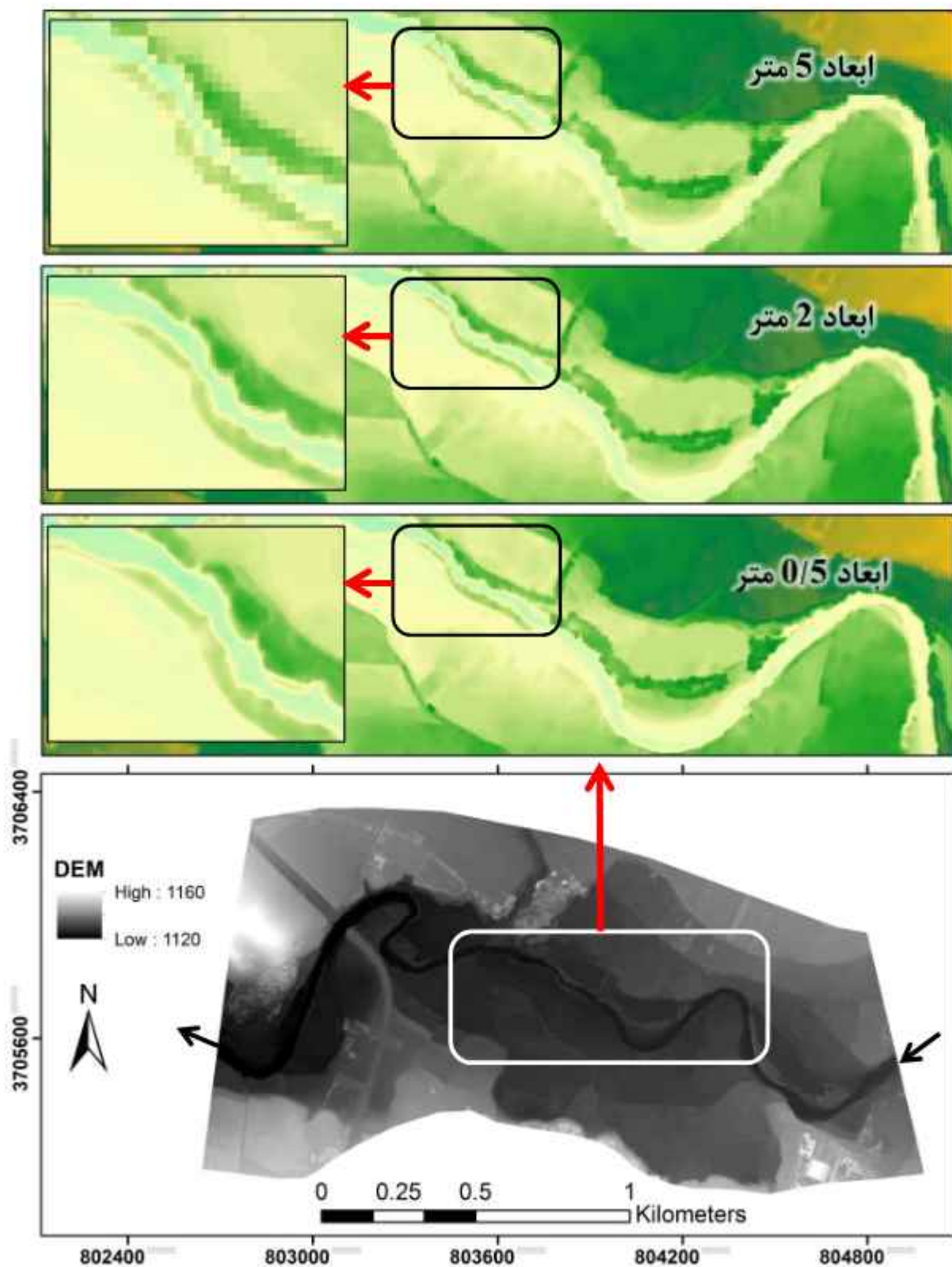
11. Overbank flow

12. Costabile

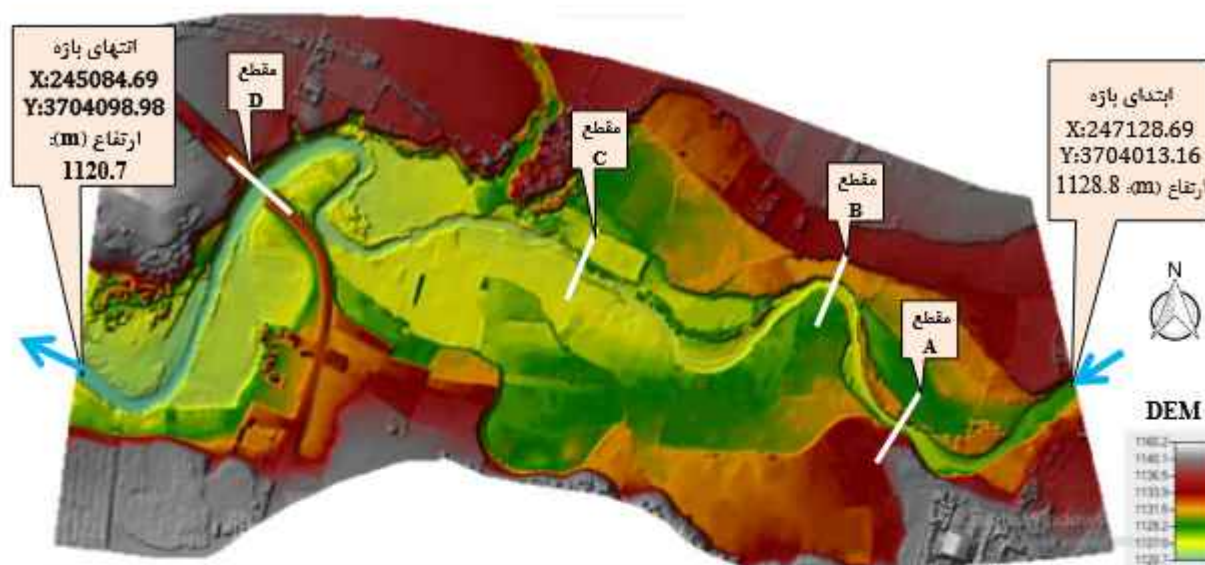
13. Turbulence and Coriolis

9. Google Earth

10. U.S. Army Engineer Hydrologic Engineering Center (HEC)



تصویر ۲. نقشه مقایسه سه لایه رقومی ارتفاعی (MED) یا دقت مکانی ۰/۵ و ۲ و ۵ متر از بازه مکانی مورد مطالعه

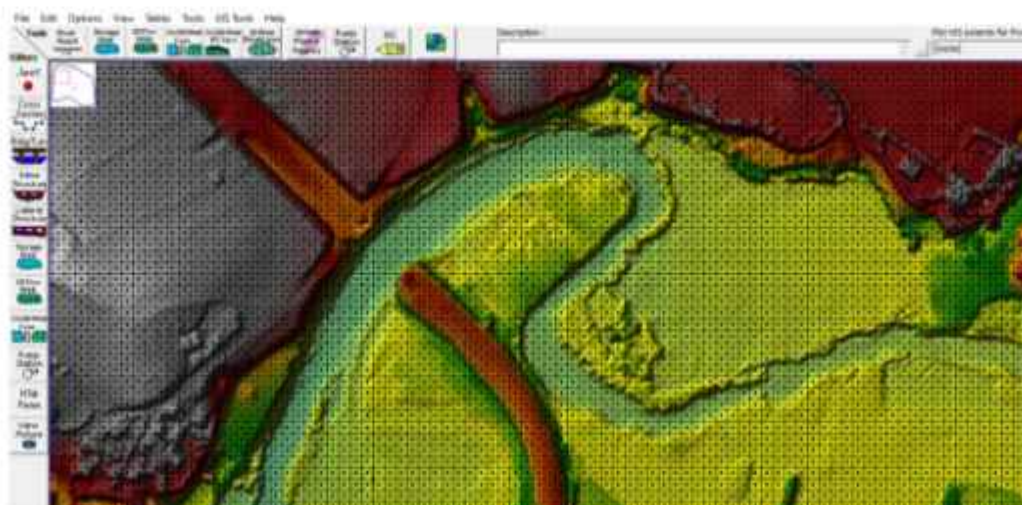


تصویر ۳. موقعیت مقاطع عرضی اندازه‌گیری‌شده روی نقشه توپوگرافی / لایه رقومی ارتفاعی (MED) با دقت نیم متر

به منظور ارزیابی واسنجی و صحت‌سنجی نتایج مدل در چهار مقطع از مقاطع نقشه‌برداری‌شده به اندازه‌گیری پارامترهای جریان (سرعت، عمق و عرض گسترش جریان) پرداخته شد و بیشترین تأکید بر روی قوس‌های متوالی رودخانه بود تا بتوان تأثیر جریان‌های ثانویه و نیروهای گریز از مرکز را بر متغیرهای جریان بررسی کرد. برای اندازه‌گیری سرعت جریان و عمق آب از دستگاه سرعت‌سنج مولینه و شاخص اندازه‌گیری استفاده شد (تصویر شماره ۴). همان‌طور که در تصویر شماره ۵ مشاهده می‌شود، سرعت جریان با استفاده دستگاه سرعت‌سنج از ساحل سمت چپ تا راست و از سطح آب تا کف بستر به فواصل ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶ و ۰/۸ از عمق، اندازه‌گیری شد (علیزاده، ۱۳۸۹).

نظر به اینکه در جریان‌های سیلابی، مقدار سرعت در نقاط

ابعاد ۸ میکرون در حالت پانکروماتیک می‌باشد. در خصوص نقشه توپوگرافی با قدرت تفکیک مکانی ۲ و ۵ متر، این لایه رقومی ارتفاعی (DEM) بزرگ‌مقیاس که از طریق نقشه‌برداری با پهباد در سال ۱۴۰۲ تولید شده است از شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان لرستان دریافت و با استفاده از تعدادی نقاط کنترلی با دوربین نقشه‌برداری میدانی، صحت‌سنجی گردید (تصویر شماره ۳). نقشه توپوگرافی بزرگ‌مقیاس به فرمت hdf برای بارگذاری به نرم‌افزار HEC-RAS تبدیل شدند. پس از ورود داده‌های هندسی به محیط نرم‌افزار و تعیین مرزها، محدوده موردنظر با استفاده از روش‌های جبری و محاسباتی شبکه‌بندی شد. ابعاد بهینه شبکه بر مبنای دقت لازم و زمان اختصاص‌یافته به‌منظور انجام محاسبات، انتخاب شده است (تصویر شماره ۴).



تصویر ۴. نمایی شبکه محاسباتی مورد استفاده برای شبیه‌سازی دویمندی توسط HEC-RAS ۵.۰.۷



تصویر ۵. نحوه اندازه‌گیری سرعت جریان در یازه مکانی مورد مطالعه

نقش کلیه عوامل نامبرده را در محاسبات خود وارد می‌کند (آرسمنت و اشنایدر ۱۹۸۹، ۱۴).

نحوه برآورد ضریب زبری مانینگ در این روش با فرمول شماره ۱ بیان می‌شود:

۱.

$$n = (n_b + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) \times m$$

که در این رابطه عوامل معادله به ترتیب عبارتند از:

n : ضریب زبری مانینگ ترکیبی

n_b : ضریب زبری پایه باتوجه به جنس بستر و دانه‌بندی مصالح کف رودخانه در حالت رودخانه صاف و مستقیم

n_1 : ضریب زبری مربوط به نامنظمی در سطح بستر رودخانه

n_2 : ضریب زبری مربوط به تغییرات سطح مقطع رودخانه

n_3 : ضریب زبری مربوط به وجود موانع در مسیر رودخانه

n_4 : ضریب زبری مربوط به وضعیت پوشش گیاهی

m : ضریب زبری مربوط به درجه پیچ و خم مسیر رودخانه

محدوده و نحوه انتخاب این ضرایب در جداول و دستورالعمل‌های موجود در مراجع معتبر هیدرولیکی ارائه شده است که در این بین کتاب هیدرولیک کانال‌های باز، اثر چاو (Chow) و نیز کتاب هیدرولیک کانال‌های باز اثر فرنچ (French) که از منابع مهم و معتبر در این زمینه می‌باشند، مورد توجه قرار گرفته‌اند (ترین و همکاران ۱۵، ۲۰۲۱). محدوده این ضرایب برای اجزاء مختلف

مختلف عرض رودخانه و همچنین در اعماق آب متغیر و همراه با تلاطم است، سرعت متوسط در طول هر مقطع (باتوجه به عرض هر مقطع) حداقل در ۶ نقطه و حداکثر ۱۰ نقطه با فواصل مساوی از عمق آب اندازه‌گیری شد.

همان‌طور که در جداول شماره ۱ و ۲، مشاهده می‌شود برای دبی‌های اندازه‌گیری‌شده در ماه فروردین و آبان ۱۴۰۳ به ترتیب با دبی ۳۴ و ۱۵ مترمکعب بر ثانیه، پارامترهایی از قبیل سرعت، دبی و عمق جریان در مقاطع اندازه‌گیری‌شده ارائه شده است. معیار اندازه‌گیری میدانی عمق و عرض جریان دبی سیلابی (۱۰۰۰ مترمکعب بر ثانیه) براساس نتایج داغاب و پهنه سیلاب تعیین شده توسط شرکت آب منطقه‌ای استان لرستان می‌باشد. به عبارت دیگر بر اساس حد پهنه سیل و اختلاف ارتفاع بین خط داغاب و تراز ارتفاعی در نقاط مختلف یک مقطع عرضی، عمق جریان سیل در نقاط مختلف یک مقطع به دست آمد و به عنوان معیارهایی برای واسنجی و صحت‌سنجی مدل مورد استفاده قرار گرفت.

تعیین ضریب زبری برای قلمرو بازه مکانی مورد مطالعه

شناخت عوامل مؤثر در ضریب زبری مانینگ راه مناسبی برای برآورد صحیح‌تر و دقیق‌تر این ضریب است. این عوامل عبارت‌اند از: زبری بستر رودخانه یا جنس و نوع دانه‌بندی مواد بستر، میزان ناهمواری در سطح بستر رودخانه، وجود موانع در مسیر جریان رودخانه و تغییرات در مقاطع آن، نوع و تراکم پوشش گیاهی، شکل مسیر و ریخت‌شناسی رودخانه و حتی شرایط هیدرولیکی مثل عمق و دبی جریان که علاوه بر تأثیر در افت طولی در مسیر جریان تا حدودی در برگزیده افت‌های ناشی از تغییر شکل جریان (افت‌های موضعی) نیز هستند. از میان روش‌های موجود در برآورد ضریب زبری مانینگ، روش معروف کاون (Cowen)

14. Arcement and Schneider

15. Trinh



جدول ۱. مقادیر پارامترهای سرعت، عمق و دبی جریان اندازه‌گیری‌شده در مقاطع مختلف (فروردین سال ۱۴۰۳)

مقاطع اندازه‌گیری‌شده	سرعت در عمق ۰/۲ (m/s)	سرعت در عمق ۰/۴ (m/s)	سرعت در عمق ۰/۶ (m/s)	سرعت در عمق ۰/۸ (m/s)	سرعت متوسط (m/s)	عمق متوسط جریان (m)	دبی جریان (s/m ³)
مقطع (A)	۲/۴	۱/۸	۱/۲	۰/۸۵	۱/۵	۰/۸۸	۳۴
مقطع (B)	۲/۱	۱/۶۸	۱/۱	۰/۷۳	۱/۲۵	۰/۹۲	۳۴
مقطع (C)	۲/۶۵	۲	۱/۲	۱	۱/۶۲	۱/۰۵	۳۴
مقطع (D)	۱/۸۷	۱/۱۶	۰/۹۸	۰/۶۳	۱/۱	۰/۸۵	۳۴

جدول ۲. مقادیر پارامترهای سرعت، عمق و دبی جریان اندازه‌گیری‌شده در مقاطع مختلف (آبان سال ۱۴۰۳)

مقاطع اندازه‌گیری‌شده	سرعت در عمق ۰/۲ (m/s)	سرعت در عمق ۰/۴ (m/s)	سرعت در عمق ۰/۶ (m/s)	سرعت در عمق ۰/۸ (m/s)	سرعت متوسط (m/s)	عمق متوسط جریان (m)	دبی جریان (s/m ³)
مقطع (A)	۱/۳۵	۰/۹۵	۰/۸	۰/۷۲	۰/۹۶	۰/۵	۱۵
مقطع (B)	۱/۲	۰/۹۲	۰/۷۴	۰/۶۸	۰/۹	۰/۶۲	۱۵
مقطع (C)	۱/۴	۱	۰/۷۷	۰/۷۴	۱/۰۵	۰/۷۴	۱۵
مقطع (D)	۱/۱	۰/۸۲	۰/۶۴	۰/۵۷	۰/۸	۰/۳۳	۱۵

تعیین شرایط مرزی

شرایط مرزی شامل جریان‌های ورودی و خروجی بازه‌های مکانی می‌باشد. باتوجه به ماندگاری یا غیرماندگاری جریان و اطلاعات در دسترس (هیدروگراف دبی، تراز سطح آب و رابطه دبی-تراز سطح آب) به‌عنوان شرایط مرزی جریان در نظر گرفته می‌شوند. در بازه مورد مطالعه، شرایط مرزی برای شبیه‌سازی جریان رودخانه در شرایط غیرماندگار از آمار رخدادهای مشاهداتی ایستگاه هیدرومتری چم‌انجیر برای سه واقعه ۱. واقعه سیل فروردین ۱۳۹۸ و ۲. دبی جریان آب مورخ ۱۴۰۳/۰۱/۲۴ و

رودخانه در منبع آرسمنت و اشنایدر (۱۹۸۹) ارائه شده است. به‌منظور تعیین ضریب زبری، ابتدا بر اساس بازدیدهای صحرایی از رودخانه و مشاهده تغییرات پارامترهای مؤثر در تعیین ضریب زبری، محدوده مورد مطالعه براساس وضعیت مورفولوژیکی و کاربری‌ها همگن‌بندی شدند. سپس ضریب زبری کناره‌های هر بازه باتوجه به عکس‌ها و توصیفات مندرج در مرجع چاو و همچنین سایر کتب و مراجع دیگر مثل مرجع USGS، تعیین شده‌اند. مقادیر ضریب زبری بستر رودخانه باتوجه به تمام مؤلفه‌های روش کاون، برای محدوده‌های مختلف تعیین گردید.

جدول ۳. مقایسه متغیر سرعت جریان (m/s) در حالت تغییر ضریب زبری و ابعاد لایه رقمی ارتفاعی برای دبی ۴۳ و ۵۱ (m³/s)

واقع و مقدار سیل	مقاطع اندازه‌گیری‌شده	پارامتر متوسط سرعت جریان اندازه‌گیری‌شده (m/s)	پارامتر سرعت جریان (V) پیش‌بینی‌شده توسط مدل (m/s)					
			لایه رقمی ارتفاعی با ابعاد ۵ متر		لایه رقمی ارتفاعی با ابعاد ۲ متر		لایه رقمی ارتفاعی با ابعاد ۱ متر	
			زبری (۰/۰۶۳-۰/۰۲۳)	زبری (۰/۰۶۳-۰/۰۲۳)	زبری (۰/۰۶۳-۰/۰۲۳)	زبری (۰/۰۶۳-۰/۰۲۳)	زبری (۰/۰۶۳-۰/۰۲۳)	زبری (۰/۰۶۳-۰/۰۲۳)
دبی ۳۴ مترمکعب بر ثانیه ثبت‌شده در فروردین سال ۱۴۰۳	مقطع A	۱/۵	۱/۵۶	۱/۲۵	۱/۶۲	۱/۳۷	۱/۷۸	۱/۶
	مقطع B	۱/۲۵	۱/۳۹	۱/۱۱	۱/۴۱	۱/۱۴	۱/۵۵	۱/۳۳
	مقطع C	۱/۶۲	۱/۷۳	۱/۵۸	۱/۷۲	۱/۷	۱/۷۸	۱/۶۸
	مقطع D	۱/۱	۱/۱۸	۰/۹۰	۱/۲۲	۰/۹۲	۱/۳۶	۱/۲۴
دبی ۱۵ مترمکعب بر ثانیه ثبت‌شده در آبان سال ۱۴۰۳	مقطع A	۰/۹۶	۱/۰۹	۰/۷۵	۱/۳۴	۰/۷۸	۱/۵۴	۱/۳۶
	مقطع B	۰/۹	۱/۰۲	۰/۶	۱/۲۵	۰/۷	۱/۳۳	۱/۲
	مقطع C	۱/۰۵	۱/۱۴	۰/۸۱	۱/۳۳	۰/۸۵	۱/۴۶	۱/۴
	مقطع D	۰/۸	۰/۷۴	۰/۶۸	۱/۰۵	۰/۷	۱/۱۸	۱/۱۵

جدول ۴. مقایسه پارامتر عمق جریان (m) در حالت تغییر ضریب زبری و ابعاد لایه رقومی ارتفاعی

واقع و مقدار سیل	مقاطع اندازه گیری شده	پارامتر متوسط عمق و عرض گسترش آب اندازه گیری شده (m)	پارامتر عمق آب پیش‌بینی شده توسط مدل (m)					
			لایه رقومی ارتفاعی با ابعاد ۲ متر		لایه رقومی ارتفاعی با ابعاد ۵ متر		لایه رقومی ارتفاعی با ابعاد ۱۰ متر	
			زبری (۰/۰۲۴)	زبری (۰/۰۲۳)	زبری (۰/۰۲۳)	زبری (۰/۰۲۴)	زبری (۰/۰۲۳)	زبری (۰/۰۲۴)
دبی ۳۴ مترمکعب بر ثانیه (فروردین سال ۱۴۰۳)	مقطع A	۳۳	۰/۸۸	۰/۸۲	۰/۶۸	۱/۰۲	۱	۱/۱۲
	مقطع B	۲۹	۰/۹۲	۱/۰۳	۰/۷۸	۱/۱۵	۱/۱۴	۱/۲۴
	مقطع C	۲۲	۱/۰۵	۰/۹۱	۰/۸۳	۱/۱۷	۱/۱۳	۱/۲۶
	مقطع D	۳۷	۰/۸۵	۰/۸۸	۰/۷۶	۱/۰۲	۱	۱/۱۲
دبی ۱۵ مترمکعب بر ثانیه (آبان سال ۱۴۰۳)	مقطع A	۲۴	۰/۵	۰/۵۶	۰/۳۳	۰/۷	۰/۶۷	۰/۸
	مقطع B	۲۱	۰/۶۲	۰/۵۸	۰/۵۱	۰/۷۸	۰/۷۱	۰/۸۶
	مقطع C	۱۸	۰/۷۴	۰/۶۷	۰/۶۲	۰/۸۶	۰/۸	۰/۹۵
	مقطع D	۲۷	۰/۴۳	۰/۴۸	۰/۳۶	۰/۵۸	۰/۵۳	۰/۷۵
دبی ۱۰۰۰ مترمکعب بر ثانیه (فروردین سال ۱۳۹۸)	مقطع A	۲۵۷	۲/۷۴	۲/۹۵	۳/۱	۳/۲	۳/۱	۳/۴
	مقطع B	۴۳۷	۱/۹۵	۱/۸۷	۱/۷۲	۲/۲	۲/۱۲	۲/۴
	مقطع C	۵۹۸	۱/۳	۱/۲۵	۱/۱۸	۱/۴	۱/۳۶	۱/۶
	مقطع D	۵۸	۴/۳۶	۴/۴۸	۴/۱	۴/۷	۴/۵۳	۴/۸۲

۳- دبی جریان آب مورخ ۱۴۰۳/۰۸/۲۵ در نظر گرفته شده است.

واسنجی مدل

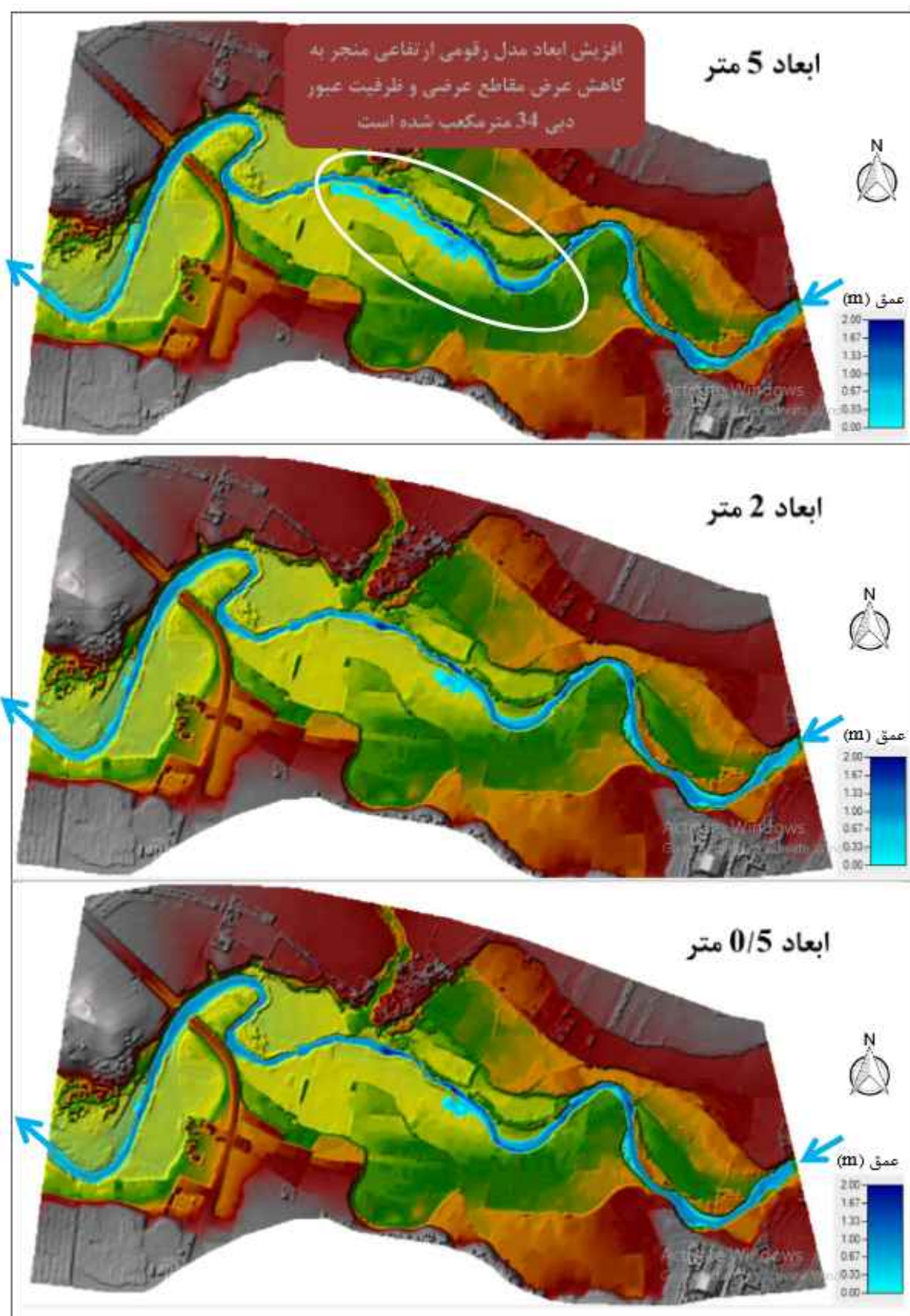
 مواجه می‌نماید، بنابراین برای این واقعه براساس داده‌های داغاب،
 عمق سیل و سطح بالای تراز سیل، عملیات واتسجی انجام شد
 (پوینز و تیم، ۲۰۱۹).

 در این تحقیق واسنجی مدل با بهینه‌سازی مقادیر ضریب زبری
 مانینگ برای رخداد سیل فروردین سال ۱۳۹۸ (حداکثر پیک
 روزانه معادل ۱۰۰۰ مترمکعب بر ثانیه) براساس تراز داغاب و
 عرض گسترش سیل و همچنین برای هیدروگراف جریان آب
 در فروردین و آبان سال ۱۴۰۳ براساس اندازه‌گیری‌های میدانی
 متغیرهای جریان شامل عمق و سرعت در چهار مقطع اندازه‌گیری
 از باز مکانی مورد مطالعه انجام شد.

 در شبیه‌سازی جریان سیلابی ضریب زبری مانینگ رودخانه
 حساس‌ترین پارامتر محسوب می‌شود. برای شبیه‌سازی جریان
 رودخانه با استفاده مدل دو بعدی HEC-RAS در بازه موردنظر،
 مقادیر مذکور رودخانه و دشت سیلابی لازم است با تنظیم
 مجموعه‌ای از پارامترها تابع هدف بهینه‌سازی شوند (ترین و
 همکاران، ۲۰۲۱). همچنین کمبود و عدم دسترسی به سوابق
 ثبت‌شده سیل‌های تاریخی بزرگ مانند واقعه سیل فروردین
 ۱۳۹۸ در محدوده مورد مطالعه، واسنجی مدل را با مشکل جدی

جدول ۵. نتایج مقایسه سرعت جریان، عمق آب مشاهداتی و برآوردی براساس سه مدل رقومی ارتفاعی و دو معیار آماری EPM و ESMR

واقع و مقدار سیل	نوع روش	پارامتر سرعت جریان آب					
		لایه رقومی ارتفاعی با ابعاد			لایه رقومی ارتفاعی با ابعاد		
		۰/۵ متر	۰/۲ متر	۰/۱ متر	۰/۵ متر	۰/۲ متر	۰/۱ متر
دبی ۳۴ مترمکعب بر ثانیه (فروردین سال ۱۴۰۳)	RMSE	۰/۲۵	۰/۴۳	۰/۴۸	۰/۲۵	۰/۸۶	۰/۹۳
	MAPE	۰/۳۷	۰/۳۳	۰/۳۵	۰/۳۷	۰/۵۲	۰/۵۸
دبی ۱۵ مترمکعب بر ثانیه (آبان سال ۱۴۰۳)	RMSE	۰/۲۸	۰/۲۳	۰/۳۷	۰/۵۳	۰/۶۲	۰/۶۶
	MAPE	۰/۳۷	۰/۲۸	۰/۳۱	۰/۳۶	۰/۳۷	۰/۵۳
دبی ۱۰۰۰ مترمکعب بر ثانیه (فروردین سال ۱۳۹۸)	RMSE	-	-	-	۰/۹۸	۰/۱۲	۰/۱۳
	MAPE	-	-	-	۰/۶۴	۰/۷۲	۰/۸۹



تصویر ۶: تصویر توزیع متغیر عمق جریان یا دبی ۴۳ مترمکعب بر ثانیه (رخداد فروردین سال ۱۴۰۳) برای سه MED یا ایجاد ۵ و ۲ و ۰/۵ متر

آنالیز حساسیت مدل HEC-RAS نسبت به دقت و ابعاد لایه‌های
رقومی ارتفاعی

در این تحقیق علی‌رغم شبیه‌سازی و تحلیل نقشه خطر سیل، اما تمرکز اصلی روی آنالیز حساسیت مدل HEC-RAS نسبت به دقت و ابعاد لایه رقومی ارتفاعی است. همان‌طور که اشاره گردید یکی از مهم‌ترین منابع عدم قطعیت در نتایج مدل‌های هیدرولیکی مربوط به عدم قطعیت مربوط به مدل و پارامترها است و از طرفی حساس‌ترین عوامل در این بخش، تهیه مدل رقومی ارتفاعی با دقت مناسب به‌عنوان داده توپوگرافی بزرگ‌مقیاس است. تغییر در دقت و ابعاد مدل رقومی ارتفاعی به تغییر در هندسه کانال رودخانه و به تبع تغییر در الگوی متغیرهای جریان آب منجر می‌شود. لذا در این پژوهش سعی گردید تا ضمن بیان منابع عدم قطعیت، به ارزیابی حساسیت مدل دو بعدی HEC-RAS نسبت به دقت و ابعاد مدل رقومی ارتفاعی پرداخته شود. در این خصوص سه لایه رقومی ارتفاعی با دقت تفکیک ۰/۵، ۲ و ۳ متر مورد تحلیل قرار گرفتند.

نتایج شبیه‌سازی شامل عمق و سرعت جریان آب براساس سه لایه رقومی ارتفاعی فوق‌الذکر با مقادیر اندازه‌گیری‌شده در چهار مقطع عرضی از بازه مورد مطالعه برای دبی‌های مذکور مقایسه گردید. تحلیل‌های انجام‌شده از طریق ارزیابی پارامترهای اندازه‌گیری‌شده (عمق، سرعت و عرض گسترش جریان) و نتایج شبیه‌سازی چهار مقطع مشاهداتی، همراه با معیارهای آماری ارزیابی شامل جذر میانگین مربع خطا (RMSE) و میانگین درصد خطای مطلق (MAPE) انجام شد که روابط آن‌ها در فرمول‌های شماره ۲ و ۳ قابل مشاهده است:

$$2. RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Q_o - Q_e)^2}$$

که در این معادله، Q_o مقدار مشاهداتی در طبیعت و Q_e مقدار محاسباتی مدل است.

$$3. MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}}{y_i} \right| \approx 100$$

که در این معادله، y_i مقدار مشاهداتی در طبیعت و $\hat{y}$ مقدار محاسباتی مدل است.

یافته‌ها

در این تحقیق برای شبیه‌سازی متغیرهای جریان آب، از سه لایه‌های رقومی ارتفاعی با ابعاد ۰/۵، ۲ و ۵ متر استفاده شد. نتایج آماری شبیه‌سازی سرعت، عمق و عرض گسترش جریان برای این سه لایه‌های رقومی ارتفاعی در مقایسه با نتایج اندازه‌گیری‌شده در مقاطع مختلف (A، B، C و D) در جدول‌های شماره ۳ و ۴ و تصاویر شماره ۶ و ۷ ارائه شده است.

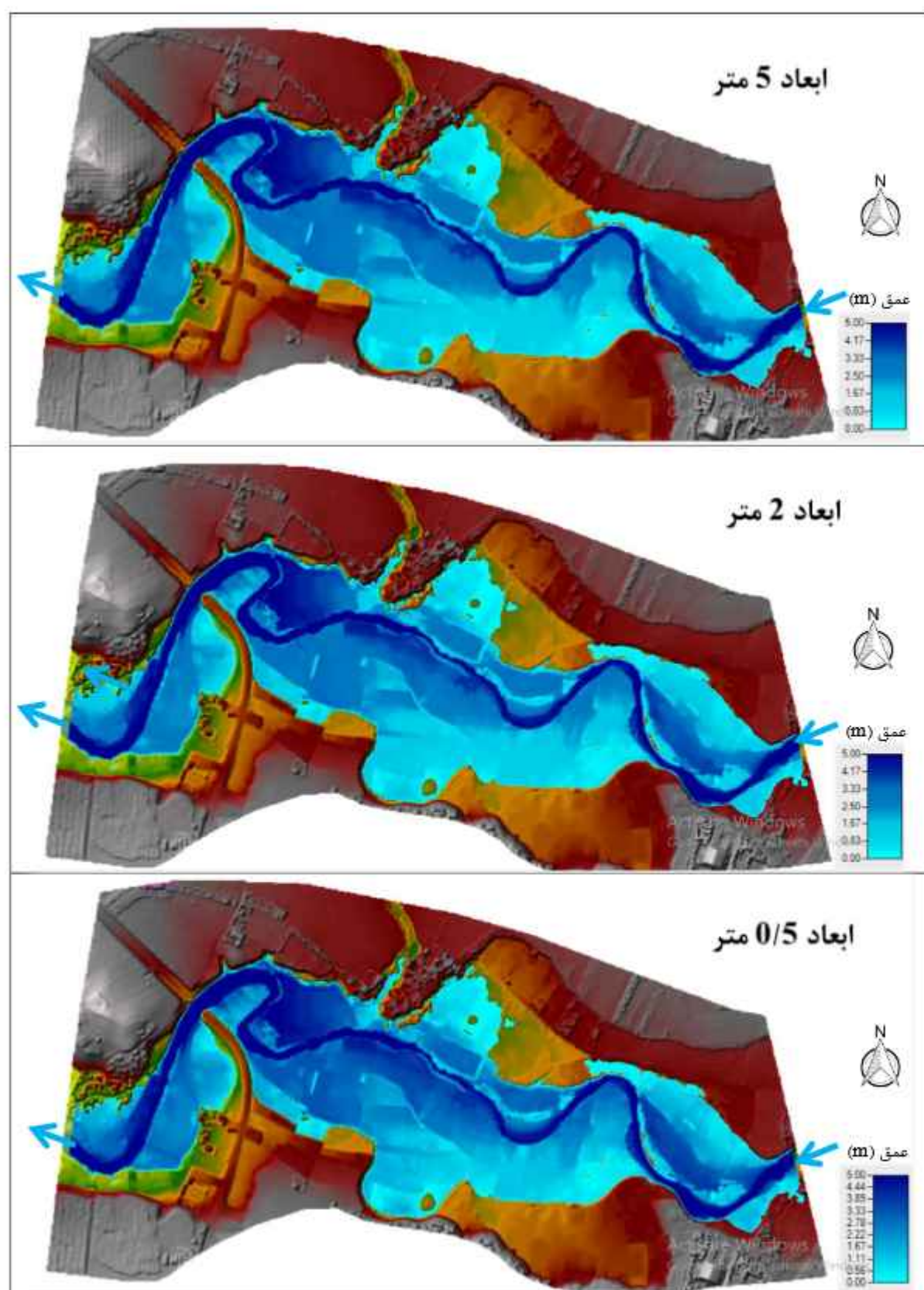
همان‌گونه که در جدول شماره ۳ و تصویر شماره ۶ مشاهده می‌شود، به‌طور کلی برای دبی اندازه‌گیری‌شده در فروردین و آبان سال ۱۴۰۳، نزدیک‌ترین مقادیر پیش‌بینی‌شده نسبت به اندازه‌گیری‌های مشاهداتی (متغیرهای سرعت و عمق و عرض گسترش) جریان آب در ۴ مقطع اندازه‌گیری، به‌ترتیب مربوط به لایه رقومی ارتفاعی با ابعاد ۰/۵، ۲ و ۵ متر و همچنین ضریب زبری در دامنه (۰/۰۳۳ تا ۰/۰۶۳) است. در شرایط دبی‌های مذکور، اختلاف مقادیر برآوردی متغیرهای جریان آب با استفاده از لایه رقومی ارتفاعی با ابعاد ۵ متر نسبت به لایه‌ها با ابعاد ۰/۵ و ۲ متر معنادار است. این امر به‌دلیل تغییر هندسه کانال مقطع پر رودخانه با تغییر ابعاد لایه رقومی ارتفاعی اتفاق می‌افتد. به‌ویژه، این تغییر روی عرض کانال مقطع پر تأثیر گذاشته است و نتایج نشان می‌دهد با افزایش ابعاد لایه رقومی ارتفاعی، عرض مقطع پر کانال رودخانه کاهش می‌یابد. لذا این تغییرات در هندسه کانال، به تغییر عمق و سرعت جریان آب در کانال مقطع $lk[7]$ پر شده است.

از طرف دیگر، همان‌طور که در جدول شماره ۴ و تصویر شماره ۷ نشان داده شده است، برای واقعه فروردین سال ۱۳۹۸ با دبی ۱۰۰۰ مترمکعب بر ثانیه، مشابه دبی‌های اندازه‌گیری‌شده در فروردین و آبان سال ۱۴۰۳، نزدیک‌ترین مقادیر پیش‌بینی‌شده نسبت به اندازه‌گیری‌های مشاهداتی (متغیرهای عمق و عرض گسترش) جریان آب در ۴ مقطع اندازه‌گیری به‌ترتیب مربوط به لایه رقومی ارتفاعی با ابعاد ۰/۵، ۲ و ۵ متر و همچنین ضریب زبری در دامنه (۰/۰۳۳ تا ۰/۰۶۳) است.

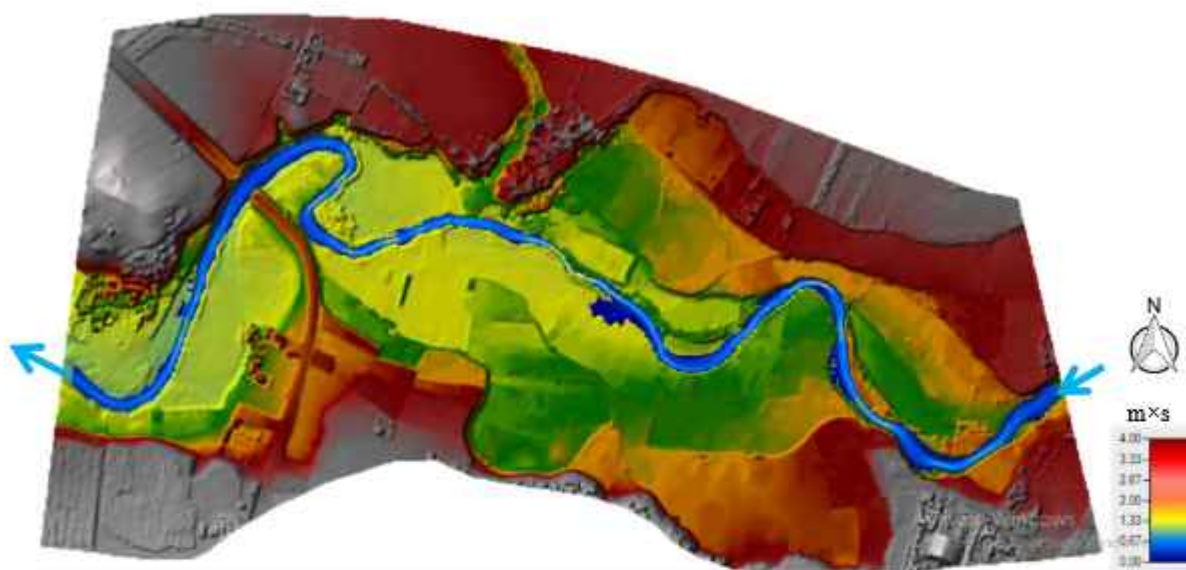
با این حال نتایج این تحقیق نشان می‌دهد در شرایط دبی سیلابی (واقعه فروردین سال ۱۳۹۸ با دبی ۱۰۰۰ مترمکعب بر ثانیه)، اختلاف متغیرهای جریان سیلاب (عمق و سرعت جریان) بین سه مدل رقومی ارتفاعی (۰/۵، ۲ و ۳ متر) معنادار نیست. بنابراین هنگامی دبی جریان آب به حدی افزایش یابد که از لبه مقطع پر کانال عبور کند و وارد دشت سیلابی شود و عرض گسترش سیل چندین برابر عرض سطح آب در کانال مقطع پر شود، تأثیر تغییر ابعاد از ۲ به ۵ متر بر متغیرهای عمق و سرعت جریان سیل معنادار نیست.

درخصوص متغیر عمق جریان برای دبی ۳۴ متر مکعب بر ثانیه، بیشترین میزان عمق جریان به‌علت تنگ‌شدگی کانال در چند مقطع و همچنین نیروی گریز از مرکز در قوس مقعر، معادل ۲ متر است. به‌دلیل وجود اتحانی زیاد در قوس‌های بازه مورد مطالعه، حداکثر تغییرات جریان (افزایش سرعت)، در نیمه دوم قوس صورت می‌گیرد (تصویر شماره ۶).

از طرف دیگر همان‌طور که در تصویر شماره ۷ نشان داده شده است برای دبی ۱۰۰۰ مترمکعب بر ثانیه (واقعه فروردین سال ۱۳۹۸)، بیشترین میزان عمق جریان در محل پل (مقطع D) معادل ۵ متر است. کل قلمرو بازه مورد مطالعه ظرفیت عبور این



تصویر ۷. تصویر توزیع متغیر عمق جریان یا دبی ۱۰۰۰ مترمکعب بر ثانیه (رخداد قزوین سال ۱۳۹۸) برای سه MED یا ابعد ۰/۵، ۲ و ۵ متر

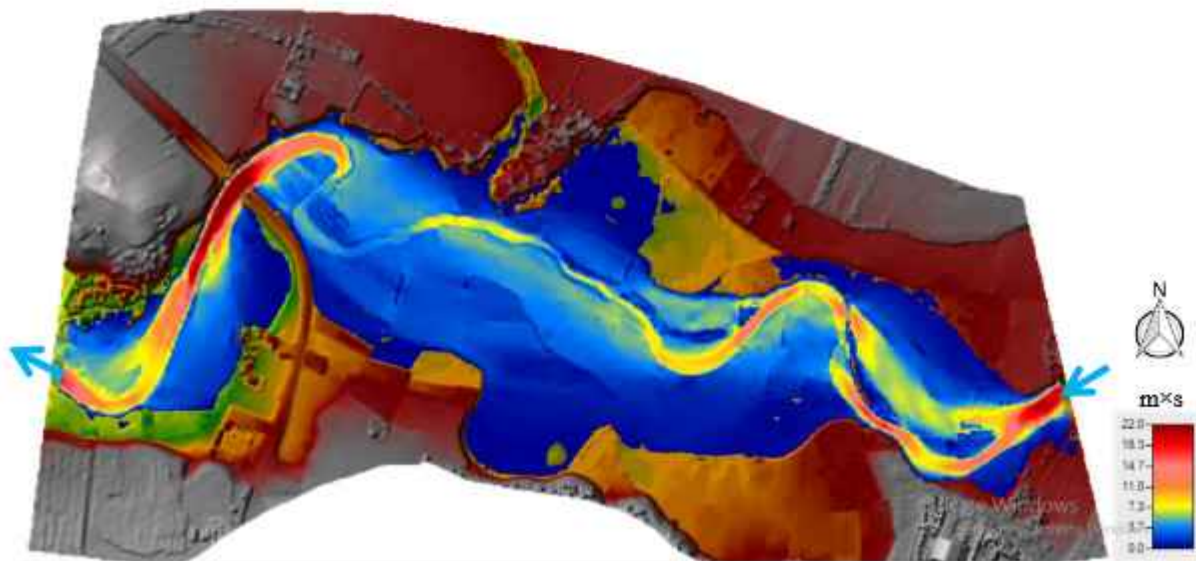


تصویر ۸. توزیع متغیر خطر سیل (عمق $\times$ سرعت) برای دبی ۴۳ (m^3/s) و مدل رقومی ارتفاعی یا ایما د نیم متر

بیشترین میزان سرعت جریان آب به دلیل عامل محدودیت عرضی در محل پل (مقطع D) می باشد.

همان طور که در تصاویر شماره ۸ و ۹ نشان داده شده است. برای دبی ۳۴ متر مکعب رو مدل رقومی ارتفاعی نیم متر، باتوجه به اینکه بازه مورد مطالعه ظرفیت عبور این جریان را دارد، مقادیر کمی پهنه خطر سیل کمتر از حد آستانه می باشد. بنابراین میزان خطر سیل در این شرایط در حالت نرمال است. در خصوص سیل فروردین ۱۳۹۸ با دبی ۱۰۰۰ متر مکعب بر نایب، به طور کلی حداکثر میزان خطر سیل در کانال مقطع پر بازه مکانی مورد مطالعه می باشد. اما به طور خاص بیشتر میزان عددی خطر سیل در محل قوس سوم/ محدوده پل (مقطع D) است. به طور متوسط دامنه

سیل را ندارد، به طوری که سیل در ۹۵ درصد کرانه ها لبریز و به دشت سیلابی گسترش پیدا کرده است. بیشترین عرض گسترش سیل به طول حدود ۶۰۰ متر در مقطع C اتفاق افتاده است و کمترین میزان گسترش سیل به علت وجود عامل محدودیت عرضی در محل پل (مقطع D) می باشد. همچنین برای این واقعه باتوجه به اینکه سیل به صورت وسیع به کرانه ها گسترش یافته است. لذا الگوی سرعت آب تحت تأثیر آشفتگی جریان، گرایش، توپوگرافی و موانع در دشت سیلابی می باشد. برای این شرایط سرعت جریان آب در قلمرو بازه مورد مطالعه فاقد الگوی پایدار می باشد و با تغییرات میزان دبی، الگوی سرعت جریان در کل قلمرو بازه مکانی مورد مطالعه تغییر می کند. برای این رخداد



تصویر ۹. توزیع متغیر خطر سیل (عمق $\times$ سرعت) برای دبی ۱۰۰۰ (m^3/s) و مدل رقومی ارتفاعی یا ایما د نیم متر



داده‌های ارتفاعی می‌تواند به‌عنوان یک عامل مؤثر در کاهش عدم قطعیت پیش‌بینی‌های سیلاب محسوب شود.

تحلیل‌ها نشان داد تغییرات هندسی ناشی از دقت متفاوت مدل‌های رقومی ارتفاعی بر عمق، سرعت و عرض گسترش جریان تأثیر عمده‌ای دارد. به‌ویژه، در شرایطی که دبی جریان آب به حدی افزایش یابد که از لیه مقطع پر کنال عبور کند، تأثیر دقت مدل رقومی ارتفاعی بر پیش‌بینی‌های سیلاب به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد. این نکته حائز اهمیت است، زیرا در شرایط سیلابی، تغییرات هندسی کنال و توپوگرافی می‌تواند به کاهش دقت پیش‌بینی‌ها منجر شود.

برای دبی ۱۰۰۰ مترمکعب بر ثانیه باتوجه‌به اینکه سیل به‌صورت وسیع به کرانه‌ها گسترش یافته است. لذا الگوی سرعت آب تحت تأثیر آشفتگی جریان، گرایش جریان، توپوگرافی و موانع در دشت سیلابی می‌باشد. برای این شرایط سرعت جریان آب در قلمرو بازه مورد مطالعه فاقد الگوی پایدار می‌باشد و با تغییرات میزان دبی، الگوی سرعت جریان در کل قلمرو بازه مکانی مورد مطالعه تغییر می‌کند.

نتایج تحلیل حساسیت نشان داد این مدل به روش حل معادلات حاکم بر جریان حساسیت بالایی دارد. عملکرد مدل در شبیه‌سازی جریان اندازه‌گیری‌شده در ماه فروردین و آبان سال ۱۴۰۳، با استفاده از روش حل موج پخشیده، به مراتب بهتر بود. در مقابل، برای واقعه سیلاب فروردین سال ۱۳۹۸، روش حل معادلات موج دینامیک نتایج بهتری را ارائه داد. شایان ذکر است که در میان خصوصیات هیدرولیکی مختلف، تراز سطح آب کمترین حساسیت را نسبت به معادلات محاسباتی نشان داد.

نتایج این مطالعه می‌تواند به برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه منابع آب و کاهش آسیب‌های ناشی از سیلاب‌ها کمک کند. لذا، سیاست‌گذاران و مدیران منابع آب باید به اهمیت دقت مدل‌های رقومی ارتفاعی در تصمیم‌گیری‌های مرتبط با مدیریت خطر سیلاب توجه ویژه‌ای داشته باشند تا بتوانند برنامه‌های مؤثری را برای کاهش آسیب‌ها و بهبود تاب‌آوری جوامع در برابر سیلاب‌ها تدوین کنند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مقاله نمونه‌های انسانی و حیوانی نداشته است. براین اساس نیاز به کد اخلاق نبود و تمام قوانین اخلاق در پژوهش رعایت شده است.

عرضی گسترش پهنه خطر سیل با مقدار بیشتر از رقم ۱۰ حدود ۱۶۰ متر است. در قوس‌های بازه مورد مطالعه حداکثر میزان خطر سیل در کناره خارجی اتفاق می‌افتد.

جدول شماره ۵ میزان دقت و کارایی مدل در برآورد پارامترهای سرعت جریان و تراز عمق آب براساس سه مدل رقومی ارتفاعی با ابعاد ۲۰۰/۵ و ۵ متر و براساس معیارهای آماری ارزیابی RMSE و MAPE را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در این جدول مشاهده می‌شود، برای سه رویداد مورد مطالعه، کمترین میزان معیارهای ارزیابی برای مقادیر پیش‌بینی‌شده نسبت به اندازه‌گیری‌های مشاهداتی (متغیرهای سرعت و عمق) مربوط به مدل رقومی ارتفاعی با دقت نیم و سپس ۲ متر است.

بحث

یافته‌های این پژوهش مبنی بر برتری DEM با دقت ۰/۵ متر در شبیه‌سازی سیلاب، با نتایج موتوسامی و همکاران (۲۰۲۱) و فرشته پور و همکاران (۲۰۲۴) همخوانی دارد که نشان دادند DEM‌های با وضوح بالا (۱-۰/۵ متر) خطای پهنه‌بندی سیل به‌صورت معناداری کاهش می‌دهند. مطالعه پاریزی و حسینی (۱۴۰۲) نیز در حوضه رودخانه اترک نشان داد مدل TanDEM-X با دقت ۱۲ متر در مقایسه با DEM‌های محلی با دقت ۱ متر، خطای قابل توجهی در برآورد عمق سیل دارد که تأییدکننده اهمیت دقت مکانی DEM است. پیشنهاد این پژوهش برای استفاده از DEM‌های پرتفکیک در مدیریت سیل، با توصیه‌های آلفونسو و همکاران (۲۰۱۶) و الکساندر و همکاران (۲۰۱۶) همسو است که بر نقش داده‌های دقیق در کاهش ریسک سیلاب تأکید کردند.

نتیجه‌گیری

از مهم‌ترین منابع عدم قطعیت در نتایج مدل‌های هیدرولیکی مربوط به عدم قطعیت مربوط به مدل و پارامترها است و از طرفی حساس‌ترین عوامل در این بخش، تهیه مدل رقومی ارتفاعی با دقت و ابعاد مناسب است. لذا در این پژوهش سعی شد ضمن شبیه‌سازی نقشه متغیرهای جریان مانند عمق، سرعت و خطر سیل در بازه مکانی به طول ۳ کیلومتر در پایین‌دست شهر خرم‌آباد، به ارزیابی حساسیت مدل دو بعدی HEC-RAS نسبت به دقت مدل‌های رقومی ارتفاعی با ابعاد ۲۰۰/۵ و ۵ متر پرداخته شود. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد دقت مدل رقومی ارتفاعی (DEM) نقش حیاتی و کلیدی در بهبود کارایی مدل هیدرولیکی HEC-RAS برای شبیه‌سازی پهنه خطر سیلاب ایفا می‌کند. باتوجه‌به تجزیه و تحلیل‌های انجام‌شده، مشخص شد استفاده از مدل رقومی ارتفاعی با دقت ۰/۵ متر به نتایج شبیه‌سازی نزدیک‌تر به واقعیت نسبت به دو مدل با دقت‌های پایین‌تر (۲ و ۵ متر) منجر می‌شود. این یافته‌ها تأکید می‌کند دقت بالای



حامی مالی

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

مشارکت نویسندگان

مفهوم سازی، روش شناسی و نگارش پیش نویس اولیه: علی حقی زاده و ایرج ویسکرمی؛ نگارش بازبینی و ویرایش، بصری سازی و نرم افزار: علی حقی زاده، ایرج ویسکرمی و ابوالحسن فتح آبادی؛ سرپرستی: علی حقی زاده؛ تأیید نسخه نهایی: همه نویسندگان.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.



References

- Alexander, M., Priest, S., & Mees, H. J. (2016). A framework for evaluating flood risk governance. *Environmental Science & Policy*, 64(1), 38-47. [DOI:10.1016/j.envsci.2016.06.004]
- Alfonso, L., Mukolwe, M. M., & Di Baldassare, G. (2016). Probabilistic flood maps to support decision-making: Mapping the value of information. *Water Resources Research*, 52(2), 1026-1043. [DOI:10.1002/2015WR017378]
- Alizadeh, A. (2010). [Principles of applied hydrology (Persian)]. Mashhad: University in Mashhad. [Link]
- Amrei, D., & Britta, S. (2020). Flood hazard analysis in small catchments: Comparison of hydrological and hydrodynamic approaches by the use of direct rainfall. *Journal of Flood Risk Management*, 13(4), e12626. [DOI:10.1111/jfr3.12639]
- Arcecent, G. J., & Schneider, V. R. (1989). *Guide for selecting Manning's roughness coefficients for natural channels and flood plains*. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration. [DOI:10.3133/wsp2339]
- Brunner, M. I., Seibert, J., & Favre, A. C. (2016). Bivariate return periods and their importance for flood peak and volume estimation. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 3(6), 819-833. [DOI:10.1002/wat2.1173]
- Costabile, P., Costanzo, C., Ferraro, D., Macchione, F., & Petaccia, G. (2020). Performances of the new HEC-RAS version 5 for 2-D hydrodynamic-based rainfall-runoff simulations at basin scale: Comparison with a state-of-the-art model. *Water*, 12(9), 2326. [DOI:10.3390/w12092326]
- Dalledonne, G., Kopmann, R., & Brudy-Zippelius, T. (2019). Uncertainty analysis of floodplain friction in hydrodynamic models. *Hydrology and Earth System Sciences*, 23(8), 3373-3385. [DOI:10.5194/hess-2019-159]
- Dysarz, T., Wicher-Dysarz, J., Sojka, M., & Jaskula, J. (2019). Analysis of extreme flow uncertainty impact on size of flood hazard zones for the Wronki gauge station in the Warta river. *Acta Geophys*, 67, 661-676. [DOI:10.1007/s11600-019-00264-8]
- Fereshtehpour, M., Esmailzadeh, M., Alipour, R. S., & Burian, S. J. (2024). Impacts of DEM type and resolution on deep learning-based flood inundation mapping. *Earth Science Informatics*, 17(2), 1125-1145. [Link]
- Kavian, A., & Mohammadi, M. (2019). [Effects of Digital Elevation Models (DEM) spatial resolution on hydrological simulation (Persian)]. *Journal of Watershed Management Research*, 10(19), 36-45. [DOI:10.29252/jwmr.10.19.36]
- Koo, H., Iwanaga, T., Croke, B. F., Jakeman, A. J., Yang, J., & Wang, H. H., et al. (2020). Position paper: Sensitivity analysis of spatially distributed environmental models-A pragmatic framework for the exploration of uncertainty sources. *Environmental Modelling & Software*, 134, 104857. [DOI:10.1016/j.envsoft.2020.104857]
- Liu, Z., & Merwade, V. (2019). Separation and prioritization of uncertainty sources in a raster based flood inundation model using hierarchical Bayesian model averaging. *Journal of Hydrology*, 578, 124100. [DOI:10.1016/j.jhydrol.2019.124100]
- Merwade, V., Olivera, F., Arabi, M., & Edleman, S. (2008). Uncertainty in flood inundation mapping: Current issues and future directions. *Journal of Hydrologic Engineering*, 13(7), 608-620. [DOI:10.1061/(ASCE)1084-0699(2008)13:7(608)]
- Muench, R., Cherrington, E., Griffin, R., & Mamane, B. (2022). Assessment of open-access global elevation model errors impact on flood extents in Southern Niger. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 547. [DOI:10.3389/fenvs.2022.880840]
- Muthusamy, M., Casado, M. R., Butler, D., & Leinster, P. (2021). Understanding the effects of Digital Elevation Model resolution in urban fluvial flood modeling. *Journal of Hydrology*, 596, 126088. [DOI:10.1016/j.jhydrol.2021.126088]
- Parizi, & Hosseini, S. M. (2023). [Estimating the Accuracy of the TanDEM-X Digital Elevation Model in the Simulation of Flood Hydraulic Characteristics (Case Study: Atrak River Basin) (Persian)]. *Geography and Environmental Planning*, 34(2), 113-134. [DOI:10.22108/gep.2022.134293.1533]
- Pinos, J., & Timbe, L. (2019). Performance assessment of two-dimensional hydraulic models for generation of flood inundation maps in mountain river basins. *Water Science and Engineering*, 12(1), 11-18. [DOI:10.1016/j.wse.2019.03.001]
- Roberts, S., Nielsen, O. M., Gray, D., Sexton, J., & Davies, G. (2015). *ANUGA user manual Release 3.0*. Canberra: Australian National University. [DOI:10.13140/RG.2.2.17267.81446]
- Teng, J., Jakeman, A. J., Vaze, J., Croke, B. F. W., Dutta, D., & Kim, S. (2017). Flood inundation modelling: A review of methods, recent advances and uncertainty analysis. *Environmental Modelling & Software*, 90, 201-216. [DOI:10.1016/j.envsoft.2017.01.006]
- Trinh, M. X., & Molkenhuth, F. (2021). Flood hazard mapping for data-scarce and ungauged coastal river basins using advanced hydrodynamic models, high temporal-spatial resolution remote sensing precipitation data, and satellite imageries. *Natural Hazards*, 109(1), 441-469. [DOI:10.1007/s11069-021-04843-1]
- Yin, J., Guo, S., Gentile, P., Sullivan, S. C., Gu, L., & He, S., et al. (2021). Does the hook structure constrain future flood intensification under anthropogenic climate warming? *Water Resources Research*, 57(2), e2020WR028491. [DOI:10.1029/2020WR028491]
- Yeou-Koung, T., & Chi-Leung, W. (2016). *Sensitivity and uncertainty analysis of hydrologic/hydraulic model for Shenzhen River and Northern New Territory Basin in Hong Kong*. Paper presented at 12th International Conference on Hydroinformatics, Songdo Convensia, Incheon, Korea, August 21-26, 2016. [Link]

This Page Intentionally Left Blank

Case Study

Developing Strategies to Strengthen the Community-based Approach to Risk Management; Case Study: Ardabil City



Homa Vaezi¹ , *Ata Ghaffari Gilandeh¹ , Alireza Mohammadi¹ 

1. Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.



Citation Vaezi, H., Ghaffari Gilandeh, A., & Mohammadi, A. (2025). Developing Strategies to Strengthen the Community-based Approach to Risk Management; Case Study: Ardabil City. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 15(3):414-461. <https://doi.org/10.32598/DMKP.15.3.921.1>

doi <https://doi.org/10.32598/DMKP.15.3.921.1>

ABSTRACT

Background and Objective Due to the importance of hazardology strategy in the formulation of national and regional laws and guidelines, contemporary cognitive scientists specializing in hazards clarify the complexities of scientific research in this field by developing and explaining the human and natural nature of hazards through direct examination of hazardous events and scientific action. Traditional methods in disaster management are no longer sufficient for the country's needs. It is essential to address risk reduction and disaster management strategically and fundamentally, with the participation and responsibility of all relevant sectors and organizations. This must be based on a thorough evaluation and understanding of the roots and negative impacts of all hazards and incidents, considering social factors such as meaningful and impactful public participation as a national prioritized using the quantitative strategic planning matrix (QSPM) method.

Method Data collection methods include library and field research. The statistical population comprises 35 individuals, including disaster management experts, as well as professors and researchers who are working on this topic. They were selected using judgmental sampling. To propose strategies, internal and external factors were identified and evaluated. To analyze the data, the SWOT method and the QSPM method was used.

Results Based on the results of the internal factors evaluation matrix, the weaknesses in the system outweigh its strengths. Similarly, based on the results of the external factors evaluation matrix, the threats to the system are greater than its opportunities. Consequently, the community-based disaster management system of Ardabil City is in a defensive position.

Conclusion In order to strengthen the community-based approach, it is necessary to plan and take action to reduce weaknesses and avoid threats. Based on the results obtained from the QSPM method, 13 strategies were ultimately obtained.

Keywords Disaster management, Community-based approach, Strategy, SWOT, Quantitative strategic planning matrix (QSPM)

Article Info:

Received: 12 Jan 2025

Accepted: 12 Apr 2025

Available Online: 01 Oct 2025

* Corresponding Author:

Ata Ghaffari Gilandeh, Professor.

Address: Department of Geography and Urban Planning, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

Tel: +98 (914) 1557001

E-mail: a_ghaffarigilandeh@uma.ac.ir



Copyright © 2025 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.

English Version

Introduction

Scientific strategies are widely used for knowledge management and other fields, including risk management. According to the Oxford Dictionary, a strategy is a “plan of action designed to achieve a long-term or overall goal.” A risk strategy expresses the etiological foundations of risks and their operational aspects in the context of management in a natural environment (Inkpen, 2005; Keith et al., 2006; Moghimi, 2022). Given the importance of risk strategy in developing national and regional laws and guidelines, contemporary cognitive scientists, by developing and explaining the human and natural aspects of risk, illuminate the complexities of scientific research in the field of risk through direct examination of hazardous events and scientific practice. A risk strategy considers prevention and management laws rather than response laws, and prioritizes facilitating the provision of the necessary infrastructure to reduce risks. Having a risk management strategy clarifies the actions and requirements. It also causes new investments for development to be recognized from a risk management perspective and ensures that they are not risky or wasteful. Having a risk strategy supports the adoption of new technologies for risk reduction. In other words, the main goal of risk strategy is to determine a vision for governments and people towards a risk-free or low-risk society and environment (Moghimi, 2022).

Conventional crisis management methods in Iran that involve a main organization and several member and partner organizations, each with duties and authorities within a hierarchical structure at the national and provincial levels, will no longer meet the country’s needs; it is necessary to consider risk reduction and crisis management as a national priority in a strategic and fundamental manner, with the participation of all relevant sectors and organizations in the country, based on adequate assessment and recognition of the roots and negative effects of all risks and incidents, and also with regard to social factors, including effective public participation (Mohaghegh, 2017). Given the limitations of the physical approach to crisis management and its very high costs, it is necessary to adopt measures that reduce the community’s vulnerability and facilitate the crisis management cycle by empowering local communities (Motahari & Rafeian, 2016).

Although natural disasters occur worldwide, the Asian region is the most affected, accounting for 40% of all disasters, 49% of all deaths, and 66% of all people affected

(Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, 2021). On the other hand, Iran’s ranking among the top 10 most disaster-prone countries in the world (Guha-Sapir, 2004) underscores the need to strengthen the community-based approach to the crisis management system. In Iran, most strategies for risk management and mitigation operate within a traditional and inefficient planning model, which proceeds as follows: reporting the occurrence of a risk, estimating the amount of damage, compensating for the damage through financial assistance, and waiting for another event. This approach treats risks as a static phenomenon and views damage reduction (through financial assistance) as an upward, linear, and positive trend. However, there is still insufficient understanding that environmental hazards are not linear issues and that the risk of occurrence cannot be reduced solely through financial compensation and reporting, suggesting shortcomings in risk management. To overcome these shortcomings, a change in approach towards a “sustainable risk reduction” is necessary. This concept links the wise management of existing natural resources to local social and economic resilience (Moghimi, 2024).

Ardabil, a city in Iran, is located in a region with specific conditions, including the existence of numerous faults, a history of earthquakes, being on a flat plain, and cold weather, which increase the likelihood of various natural hazards, including floods, earthquakes, storms, and snow and ice. On the other hand, the recent developments in Ardabil City as a result of the increase in the city’s population have led to the creation and intensification of problems such as economic, cultural, and social problems, unfair distribution of lands and facilities, marginalization, lack of public space, social harms, traffic problems, poor infrastructure, etc. Therefore, given the shortcomings of the existing crisis management system in Iran which leads to failure in disaster prevention, preparedness, and response, the importance of a community-centered approach, and the conditions of Ardabil City, proper strategies should be developed to strengthen the community-centered approach to risk management in the city, in order to enable the success of crisis management programs and plans in achieving predetermined goals. In this regard, the present study aims to develop strategies to strengthen the community-based approach to crisis management in Ardabil City. Therefore, to achieve the goal, the following questions are raised: What are the components of the community-centered approach to crisis management? What are the strategies for strengthening the community-centered approach to crisis management in Ardabil City?



Theoretical background

The support or logistics approach, as one of the sub-approaches of the modern approach, is based on first aid and rescue, which was formed in parallel with the establishment of international organizations such as the [International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies \(IFRC\)](#). After World War II and the dominance of scientific and technical discourses and schools, to avoid the destructive effects of disasters and prevent such risks, scientific and engineering solutions were prioritized as another sub-approach in crisis management, known as the preventive approach. This approach continued until the 1980s. Since the early 1980s, with the intensification of problems and issues in most developing and underdeveloped countries resulting from the failure of unbalanced development plans that were not in line with local conditions (such as rural migration to cities, increased marginalization, increased population density, illegal construction, etc.), the losses caused by crises have increased. The accidents and disasters of the 1980s showed that the preventive approach was not sufficient to deal with disasters and that insufficient attention was paid to the human factors and variables of societies. As a result, a community-based approach to crisis management was formed, the main emphasis of which is on reducing the risk of human societies ([Mohaghegh, 2012](#)). Due to the ineffectiveness of the modern approach to crisis management, which has been influenced by the dominance of a top-down perspective, the community-centered approach is the principle and accepted approach in this field ([Ratnayake et al., 2020](#)). Some studies show that in human societies, risk-reduction activities are usually not carried out voluntarily by people, because most people believe that the government's preventive activities can make them safe ([Noori et al., 2018](#)).

Community-based risk management is a management approach used to reduce the risk of hazardous events in at-risk communities. In this approach, people actively participate in the identification, assessment, and resolution of problems arising from crises, in order to identify hazards, reduce vulnerability, and increase existing capacities. This means that people participate in all practical and executive activities related to the crisis management process ([Rabiei & Pourhosseini, 2014](#)). In general, in the community-based approach to crisis management, emphasis is placed on issues such as capacity building and social participation, in which measures and activities based on the involvement of local communities are proposed as a suitable alternative to the traditional approach ([Rafeian et al., 2011](#)).

Sub-approaches to community-based crisis management include two approaches: Structural and institutional. The structural approach places special emphasis on socio-economic structures, and its planning model is supportive. The institutional approach is based on the concept of resilience, and its planning model is cooperative ([Nojavan et al., 2021](#)). Community-based crisis management, through the application of participatory approaches, aims to increase the capacity of communities, as a fundamental principle in the institutional approach, and focuses on rooting out the main causes of vulnerability, as a principle in the structural approach; achieving sustainable development is considered as its ultimate goal ([Firozpour et al., 2016](#)).

According to the structural sub-approach to community-based risk management, environmental risks do not depend solely on natural, physical, and behavioral processes; rather, the growth of poverty and deprivation, and consequently the increase in economic vulnerability, increases the risks. According to this way of thinking, in any environment where its structure is unstable and hazardous events occur in a sequential or combined manner, the possibility that residents can reduce risks is very small, imposing heavy costs on the community. Structure-based thinking holds that communities and individuals exposed to hazards lack sufficient knowledge and awareness of the hazards in their environment, because their educational structure has not made any effort in this regard. According to the structural sub-approach, development and risk reduction are achieved in conditions where we rely on local knowledge rather than solely on imported technology. This approach actually seeks a deep and rooted social transformation. The structure-based perspective in the field of risk reduction discusses the relationship of risks and disasters of societies with the natural environment, social structure, underdevelopment, the government system and state, economic dependence, and ultimately educational and cultural structure ([Moghimi, 2014](#)). The structural sub-approach emphasizes evaluating the constraints that societies as social, political, economic, medical, environmental, and organizational institutions have created for themselves or have been imposed on them, and assessing their effects on reducing risks and vulnerability ([Ferrier et al., 2003](#)).

Based on the institutional sub-approach to community-based risk management, multiple stakeholders with different interests collaborate to develop a plan, without the supervision of institutions that traditionally controlled the planning process ([Margerum, 2002](#)), because the idea of the collaborative planning model is unlimited exchange of ideas based on democracy in society ([Sager, 2006](#)). Nowadays, in crisis-affected societies, much attention is paid to existing institutional capacities for returning to

initial conditions and rebuilding with minimal reliance on external assistance, underscoring the need for fundamental changes in the risk-reduction culture that prioritize resilience over vulnerability (Mayunga, 2007). While traditional approaches to resilience emphasize the conditions of returning to the past, modern approaches imply the capacity of regions to create new paths for the growth and development of societies (Hedayatifard & Rosenblatt, 2019). Institutionalism has emerged in recent years as one of the most successful theories for local and regional development. Institutionalism is an old idea whose paradigmatic development dates back at least to the early twentieth century and operates within a bottom-up framework (Teitz, 2007).

In fact, the failure of top-down approaches led to a series of social and cultural issues, including trust, values and norms, social capital, and human capacities, being considered in the field of urban, local, and regional planning and management (Hudson, 2004). In the field of institutional approach policy-making, the main attention is on reforming and improving local institutional procedures and arrangements. In this approach, the main emphasis is not only on mobilizing governmental institutions at the local level, but also on the role of non-governmental institutions (Amin, 1998). Table 1 shows a summary of known approaches in the field of crisis management and their comparison.

Empirical background

Rafeian and Motahari (2012) in a study showed that the cohesion and responsibility of neighborhood emergency response volunteers, as well as their management, had a significant relationship with the cognitive and behavioral factors of disaster risk management. Pourmousavi et al. (2013), in addition to conducting interpretive and historical research on the hyperactive strategy, addressed various dimensions of community-based crisis management and emphasized the need to implement scenarios that are consistent with the situation, characteristics, and capacities of urban neighborhoods to prepare for crises and control their effects.

Mohabati-Zahan et al. (2020) classified the factors affecting crisis management using the approach of building the capacity in local communities into four groups: "prevention and mitigation of the crisis", "preparedness for the crisis", "coping with the crisis", and "reconstruction and recovery after the crisis". Salehi Nodez et al. (2021) concluded that increasing the spirit of cooperation and motivating people to participate in crisis management are among the best ways to reduce communities' vulner-

ability. Ahadnejhad-Roshti et al. (2022) found that four components, including participation/social networks, social capital, knowledge/skills, and knowledge/awareness, had the greatest impact on enhancing the community's resilience to the COVID-19 pandemic.

Yeo et al. (2017) emphasized the importance of a cultural approach to crisis management and suggested that continuous learning, communication, and coordination between diverse cultures can increase the resilience of societies. Hostettler et al. (2019) stated that carefully designed community-based approaches are necessary to achieve sustainable and long-term transformational change and reduce risk. Some of the key factors influencing this include: Locally adapted technology, empowering local communities by building self-confidence and increasing their sense of responsibility, and creating a well-functioning local emergency committee.

Sarabia et al. (2020) showed that implementing interventions in three important areas had a positive and significant impact on the effectiveness of community-based crisis management, which are: knowledge and preparedness, social cohesion, and management of natural assets. Sharma et al. (2022) concluded that community participation is essential for implementing a disaster mitigation program at the local level, and that this is possible when the people themselves own the program and participate continuously in disaster mitigation activities and measures. Dejing (2023) emphasized the role of education, increasing people's knowledge and awareness of environmental hazards, and improving the information system in strengthening public participation in crisis management.

The review of international and national studies on community-based risk management showed that there are numerous studies in this field, but there is little research on providing risk strategies tailored to the conditions and situation of local communities. Table 2 shows the components of a community-based approach to risk management identified based on the review of the theoretical and practical background of the research topic.

Study area

The study area is the Ardabil City, the capital of Ardabil province, which is located in the northwest of Iran (47° 48' E to 48° 39' E and 37° 56' N to 38° 33' N). Its average altitude above sea level is 1345 meters. According to the 2016 National Population and Housing Census, the city's population was 529,374. The geographical location of Ardabil City in the province and its five municipal districts are shown in Figure 1.

Table 1. Comparison of theoretical approaches to risk management

Approache	Modern Approach		Community-based Approach	
Sub-approaches	Support or logistics	Preventive	Structural	Institutional
Goal	Dealing with potential incidents by mobilizing facilities and equipment	Increased resistance	Deep social transformation	System stability and reversibility
Dimensions	Physical and environmental	Built environment	Natural environment, socio-economic structure, government system/state	Multidimensional, integrated
Method	Technological-quantitative	Logical-rational	Social-qualitative	Quantitative-qualitative
Planning model	Central command and control model	Risk-based	Support and participation	Collaborative and based on democracy and public participation
Major solution	Accepting the principle of "living with accidents" and planning to deal with them	Pre-crisis planning, technical knowledge, construction methods	Government based on balance of wealth and power; educational model based on ecological balance, adoption of foreign and indigenous technology	Increased adaptability
Centrality	Response/Rescue	Preventing danger/increasing resistance	Making the severity of vulnerability clear, supporting the poor, and improving communities' knowledge about risks	Resilience (prevention, preparedness, response, leadership, recovery)
Action	Creating warning, emergency response, rescue, and relief systems	Building architecture, building materials, and precise design of critical infrastructure	Reducing poverty and inequality, increasing access to resources and facilities, making long-term and medium-term decisions, a radical and fundamental approach	Combined and comprehensive actions for sustainability and adaptation

Materials and Methods

This is a survey and analytical study. The data were collected through library method and field visits. The library method was used to collect theoretical data and identify components ($n=13$) by reviewing documents and reports of community-based crisis management in organizations responsible for crisis management in Ardabil City. The field method was used to collect data by administering a questionnaire. The participants were 35 key informants, including experts, professors, and researchers in crisis management, selected via purposive sampling. Their characteristics are presented in Table 3.

The SWOT method was used to analyze the data for providing strategies to strengthen the community-based approach to risk management in Ardabil City. For this purpose, first, through document review and environmental survey technique, an initial draft of internal fac-

tors (strengths and weaknesses) and external factors (opportunities and threats) was prepared and then screened using expert opinions. Then, internal and external factors were included in a questionnaire rated on a 5-point Likert scale. The questionnaire was validated by experts and had reliability assessed using Cronbach's α (Table 4). A score of 3 was considered as the threshold for selecting the final variables; therefore, those with an average higher than 3 were selected as research variables. Finally, 43 variables were identified for strengths, 38 for weaknesses, 40 for opportunities, and 38 for threats. Next, these factors were evaluated by weighting and ranking them. In the next step, four separate strategies were presented for each component, based on expert opinions and the four domains of the SWOT method. Finally, to select the superior strategy from among the strategies presented for each component, the quantitative strategic planning matrix (QSPM) was used.

Table 2. Components of community-based risk management

Sub-approach	Component	Code	Related Studies
Structural	Planning for vulnerable groups	A	Azizpour et al. (2011) ; Motahari & Rafeian (2016)
	A program specific to each hazard	B	N'Guessan et al. (2019)
	Safety measures	C	Khamar & Rakhshani (2015)
	Knowledge/awareness of environmental hazards	D	Rezaei et al. (2014) ; Blaikie et al. (2014)
	Applying modern crisis management methods	E	Sajasi Qaidari et al. (2014) ; Nekoudari & Yaghoubi (2011)
	Education, up-to-date studies and increasing knowledge	F	Harris et al. (2017)
	Participation of local knowledgeable people in crisis management	G	Norouzi & Farhadi (2017)
Institutional	Belief in participation and teamwork	H	Tokakisa et al. (2019) ; Yeo et al. (2017)
	Social responsibility	I	Dadpour (2012) ; Rahnama & Razavi (2012)
	Participation in local community programs	J	Mahdiyeh (2020) ; Rokneddin Eftekhari (2007)
	Social trust	K	Monavarian et al. (2010)
	Motivation for people to participate	L	Lassa (2018)
	Financial partnership with local institutions	M	Hostettler et al. (2019)

Table 3. Characteristics of participants

Characteristics		No. (%)
Sex	Male	22(85.62)
	Female	13(15.37)
Age (y)	20-30	6(14.17)
	30-45	18(43.51)
	>45	11(43.31)
Organization	University	12(29.34)
	Governorate Office	8(86.22)
	Municipality	10(57.28)
	Red Crescent Society	5(29.14)
Educational level	Bachelor's thesis	11(43.31)
	Master's thesis	12(29.34)
	PhD	7(20)
	PhD student	5(29.14)

Table 4. Cronbach's α values for the questionnaire

Variables		Cronbach's α
Internal factors	Strengths	0.965
	Weaknesses	0.918
External factors	Opportunities	0.930
	Threats	0.956

Results

Internal and external factors affecting the community-based risk management in Ardabil

To present strategies, internal and external factors were first identified and evaluated. Each factor was first assigned a weight between 0 and 1, such that ultimately the sum of the weights was equal to 1. Each factor was then assigned a number between 1 and 4 based on its importance (1= fundamental weakness, 2= weakness, 3= strength, and 4= fundamental strength). Finally, the weight of each factor was multiplied by its current status score to obtain the weighted score for each factor. A weighted total score of 1-1.99 indicates internal weakness of the risk management system; 2-2.99, moderate status of risk management; and 3-4, optimal status of risk management (Tables 5 and 6). The total weighted scores for internal and external factors were 2.38 and 2.36, respectively.

The SWOT matrix of internal/external factors affecting the community-based risk management in Ardabil

Based on the total weighted scores of internal and external factors, the status of the community-based risk management in Ardabil City was determined according to the four parts of the SWOT analysis. In Figure 2, the total scores for internal and external factors are plotted based on the X and Y axes of the SWOT matrix to show the community-based risk management system's strategy relative to all factors. According to the results from internal factors, the system's weaknesses outweighed its strengths, and based on the results from external factors, the threats to the system outweighed its opportunities. Therefore, the community-based risk management system in Ardabil City uses a defensive strategy. Thus, to strengthen this strategy, it is necessary to plan and take action to address weaknesses and avoid threats.

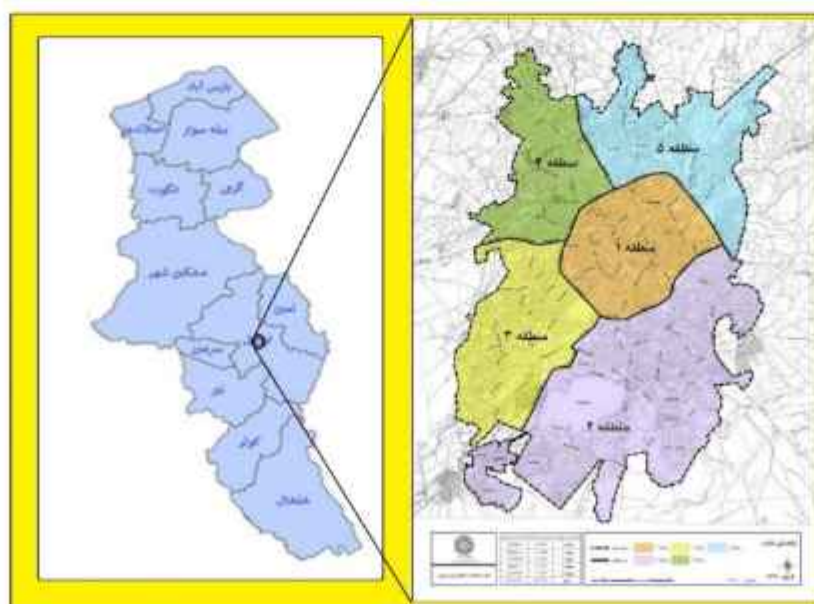


Figure 1. Geographical location of Ardabil City in the province and its five municipal districts

Table 5. Matrix of internal factors affecting the community-based risk management in Ardabil

Component	Internal Factors (Strengths and Weaknesses)	Code	Weight	Current Status Score	Weighted Score
A	Access to information about a group of vulnerable people on the list provided by the Relief Committee and the Welfare Organization in Ardabil	S1	0.021	4	0.084
	Creating a group of trained students (named DADRAS) in schools to prepare for hazards by the Red Crescent Society of the province	S2	0.000	3	0.001
	Providing social security services and health insurance to vulnerable groups	S3	0.011	4	0.043
B	Flood control maneuvers held at the Yamchi Dam	S4	0.011	3	0.033
	Organization of sections of the Baliqli Chai River (a river flowing within the city)	S5	0.021	4	0.086
	Holding earthquake drills in schools to improve students' preparedness	S6	0.003	3	0.009
	Existence of laws and regulations related to the retrofitting of buildings	S7	0.024	4	0.095
	Having complete snow removal equipment to improve the municipality's preparedness to deal with the heavy snowfall crisis	S8	0.004	3	0.011
C	Training of relief workers, office staff, and people in mosques and schools	S9	0.011	4	0.042
	Defining and implementing resilience and retrofitting projects for gas supply networks based on a passive defense approach	S10	0.017	4	0.066
	Allocating appropriate funds to the Red Crescent Society of the province in recent years	S11	0.003	3	0.010
	Holding various maneuvers by the electricity distribution company and the water and wastewater company with a passive defense approach	S12	0.016	3	0.049
	Equipping the city's crisis management organization with a dedicated warehouse, light tower, mobile substations, and diesel generators, and increasing the number of emergency generators	S13	0.010	3	0.031
D	Efforts to prepare a provincial hazard atlas by the Governorate Office	S14	0.017	3	0.052
	Developing a comprehensive passive defense plan for the province	S15	0.024	4	0.096
	Continuous activity of numerous specialized working groups under the supervision of the Passive Defense Council of the province	S16	0.017	4	0.069
E	Holding information technology maneuvers in crises by the city's crisis management organization	S17	0.010	3	0.030
	Holding training courses aimed at reducing accidents and improving occupational health	S18	0.001	3	0.002
	Institutionalization and culturalization of the passive defense in the government offices	S19	0.020	4	0.082
	City's crisis management organization's emphasis on public education	S20	0.017	3	0.051
F	Preparing the national crisis management strategy document by utilizing scientific capacities and the participation of scholars and experts in the field of crisis management	S21	0.024	4	0.098
	Implementing a knowledge management structure in the national crisis management organization	S22	0.021	4	0.083
	Developing a neighborhood-based crisis management program by creating a safe school in every neighborhood	S23	0.007	3	0.022
G	Planning to set up humanitarian aid camps by the national crisis management organization	S24	0.007	3	0.014
	High level of social cohesion in the city, based on the experience of past crises	S25	0.010	4	0.039
	Implementation of the KHADEM project (disaster readiness training of families) by the Red Crescent Society of the province to attract public participation	S26	0.016	4	0.064
	Holding training courses on the role of charities, NGOs, and volunteer groups in crisis management by Ardabil University of Medical Sciences	S27	0.005	3	0.014



Component	Internal Factors (Strengths and Weaknesses)	Code	Weight	Current Status Score	Weighted Score
H	Educational and training activities to promote the spirit of cooperation by the Red Crescent Society of the province (such as "Rafaghat Mehr" competitions)	S28	0.005	3	0.015
	Holding Jihadi Camps by the Student Basij Organization of the province	S29	0.007	3	0.020
	Holding teamwork events by the Jihad Daneshgahi Center	S30	0.006	3	0.019
I	Holding a conference to strengthen social responsibility in the city	S31	0.006	3	0.018
	Developing a plan to create neighborhood centers in the underprivileged neighborhoods of the city	S32	0.007	3	0.021
J	Educational, cultural, and social activities of the city mosques' cultural and artistic centers to attract people	S33	0.011	3	0.034
	Activities of numerous religious groups in the city to help deprived people	S34	0.006	4	0.023
	Following up on popular demands of various neighborhoods by the Mosques & Neighborhoods Basij Organization to identify neighborhood problems and resolve them.	S35	0.012	4	0.047
	The existence of good relationships between neighborhood units in old neighborhoods	S36	0.005	3	0.016
K	Relative cultural homogeneity in different neighborhoods of the city	S37	0.012	3	0.036
	High level of social capital (according to the Governorate Office's report, Ardabil province is among the top 10 provinces in Iran in terms of social capital)	S38	0.012	4	0.049
L	Implementation of various projects to strengthen social participation by the Welfare Organization (e.g. the "Mana" Project)	S39	0.004	3	0.013
	Implementing the "Young City Helpers" project to create intermediate links between citizens and the municipality	S40	0.004	3	0.012
	Implementing the "Successful Neighborhoods Festival" by the municipality to increase public participation	S41	0.003	3	0.008
M	Implementing the "Karamat" project by the governor office to utilize public participation in setting up small production units in deprived areas	S42	0.002	3	0.007
	Municipality's commitment to developing sports facilities to reduce social harms	S43	0.016	3	0.047
A	Lack of a comprehensive database of vulnerable groups in the city	W1	0.009	1	0.009
	Lack of a responsible, supervisory unit for carrying out affairs related to vulnerable groups	W2	0.009	1	0.009
B	Lack of dredging and reopening of the Baliqli Chai Riverbed and the likelihood of flooding	W3	0.022	1	0.022
	Lack of financial resources and credits to implement flood prevention operations	W4	0.023	1	0.023
	Partial addressing of the earthquake preparedness issue	W5	0.009	2	0.017
	Lack of detailed planning to prevent ponding in the streets of the city	W6	0.002	2	0.004
C	Lack of appropriate measures to reduce the vulnerability of the central parts of the city (due to factors such as narrow street widths, high building and population density, etc.)	W7	0.023	1	0.023
	Lack of financial resources to solve the problem of flooded streets in the city	W8	0.002	1	0.002
	Poor condition of some buildings, having non-standard materials	W9	0.018	1	0.018
	Weakness in water consumption management and increasing water tensions in the province	W10	0.002	2	0.003
D	Lack of up-to-date information in the field of urban crisis management	W11	0.022	1	0.022
	Lack of databases of spatial-geographic information to identify disaster-prone areas	W12	0.023	1	0.023
	Failure of the government and private sectors to benefit from academic research in the field of passive defense	W13	0.018	2	0.036

Component	Internal Factors (Strengths and Weaknesses)	Code	Weight	Current Status Score	Weighted Score
E	Lack of use of specialists in urban crisis management	W14	0.023	2	0.045
	Lack of a specialized databases in organizations responsible for crisis management	W15	0.020	1	0.020
	Lack of coherent and flexible laws in the field of city crisis management	W16	0.022	1	0.022
F	Lack of a knowledge management-based structure in some organizations	W17	0.018	1	0.018
	Weakness in utilizing experts in organizations responsible for crisis management	W18	0.019	2	0.037
G	Unsystematic and emotional participation in the crisis management based on the experiences of past crises	W19	0.001	2	0.002
	Lack of NGO participation in crisis management (except the Red Crescent Society)	W20	0.019	1	0.019
	Existence of a gap between decision-making institutions at macro and local levels	W21	0.020	1	0.020
H	Men's lower tendency than women to engage in collaborative work	W22	0.001	2	0.002
	Declining culture of helping in today's society due to the gap between tradition and modernity	W23	0.008	2	0.017
	Prioritizing personal interests over collective interests in society	W24	0.015	1	0.015
I	Lack of sense of belonging in neighborhoods and reduced social responsibility	W25	0.013	2	0.025
	Harmful state of relationships among citizens due to lifestyle changes	W26	0.020	1	0.020
J	Lack of public awareness about the importance of participation of local communities	W27	0.008	1	0.008
	Increased self-centeredness and the lack of formation of collective thinking and social life	W28	0.008	1	0.008
	Limiting mass events in city neighborhoods solely to religious mourning days	W29	0.008	1	0.008
K	Mistrust between the governing institutions and people as an important factor in public non-participation	W30	0.013	2	0.026
	Decreased trust among neighborhoods due to changes in neighborhood identity	W31	0.013	2	0.026
	Physical and social distance between residents of neighborhoods due to the influence of rapid developments and neighborhood changes over time and people's reduced attachment to each other	W32	0.014	2	0.027
L	Existence of personalities and behaviors such as introversion, anonymity, and being reserved among Iranians as a barrier to collective actions	W33	0.014	2	0.028
	One-sided interaction between the government and people in Iran and the waiting and patience for the realization and implementation of trustee's actions	W34	0.014	2	0.028
	A sense of passivity among citizens	W35	0.015	2	0.030
M	Prioritizing personal life for reasons such as unfavorable economic conditions	W36	0.015	2	0.030
	Failure to realize the formation of civil society due to Iranians' tendency to be self-reliant	W37	0.019	1	0.019
	Commitment to securing benefits and striving to provide the necessities of life	W38	0.014	1	0.014
Total			1		2.38

Table 6. Matrix of external factors affecting the community-based risk management in Ardabil

Component	External Factors (Opportunities and Threats)	Code	Weight	Current Status Score	Weighted Score
A	Existence of laws specifying the rights of vulnerable groups to enjoy special benefits and government support.	O1	0.020	4	0.079
	Existence of international conventions that specifically govern the rights of vulnerable groups (e.g. the convention on the elimination of all forms of discrimination against women, the convention on the rights of the child, and the charter on the inclusion of persons with disabilities in humanitarian action)	O2	0.004	4	0.013
B	Developing a plan to organize the Aghlaghan River (for facilitating the water flow entering the Yamchi Dam as the city's main source of drinking water)	O3	0.006	3	0.018
	Holding training programs in the field of water resources management by the province's management and planning organization	O4	0.006	3	0.017
	Providing banking facilities for the renovation and strengthening of dilapidated buildings	O5	0.025	4	0.099
	Proper use of the experiences of earthquake-prone countries in the field of crisis management	O6	0.025	4	0.100
	Possibility of utilizing private sector facilities and military units to deal with the crisis (based on the experiences of past crises)	O7	0.005	4	0.021
C	Holding specialized meetings and events by the crisis management organization	O8	0.004	3	0.012
	Holding various exercises in the field of cyber-attacks for evaluating equipment and manpower in dealing with potential risks and hazards	O9	0.005	3	0.015
	Launching of the Salam Headquarter by the national crisis management organization in order to utilize the capacities of the private sector in times of crisis	O10	0.005	3	0.014
D	Increasing the number of research projects in the field of environmental risk awareness	O11	0.025	4	0.101
	Development of a manual for locating critical and sensitive centers with an emphasis on passive defense requirements by the Road, Housing & Urban Development Research Center	O12	0.024	4	0.097
	Requirement of development and economic plans by the government and private sectors to obtain a passive defense annex and its inclusion in their plans	O13	0.020	4	0.082
E	Access to relatively stable and up-to-date information and communication systems	O14	0.024	3	0.072
	The crisis management organization's emphasis on officials to have knowledge and modern technologies	O15	0.020	4	0.080
	The crisis management organization's emphasis on the necessity of having knowledge-based resources	O16	0.019	3	0.058
	The crisis management organization's commitment to the smartization of crisis management	O17	0.014	3	0.043
F	Adopting multi-hazard, multi-sectoral approaches to crisis management	O18	0.019	4	0.077
	Emphasis on a developmental attitude towards crisis management in the national crisis management system	O19	0.014	4	0.056
	Emphasis on all crisis cycle considerations in the national crisis management strategy document	O20	0.014	4	0.055
G	Paying more attention to the importance of participation in urban management	O21	0.013	3	0.040
	Existence of a capacity in NGOs for community-based crisis management	O22	0.004	3	0.011
	Existence of progressive regulations for the participation of NGOs in crisis management	O23	0.013	3	0.039
	Capacity of religious bodies and institutions active at local levels	O24	0.013	3	0.038
	Utilization of the experiences of other cities such as Tehran, Hamedan, and Urmia, for example, in the implementation of the DAVAM (Community Emergency Response Volunteers) Plan	O25	0.019	3	0.075

Component	External Factors (Opportunities and Threats)	Code	Weight	Current Status Score	Weighted Score
H	Existence of a strong cultural background in the field of social supports in society	O26	0.012	3	0.037
	Existence of collectivism throughout the history of Eastern societies	O27	0.012	3	0.036
	Possibility of promoting teamwork by utilizing religious teachings	O28	0.012	3	0.035
I	Useful experiences of other cities, including Tehran, in strengthening a sense of belonging and social responsibility through the creation of neighborhood centers	O29	0.019	3	0.056
	Paying attention to the neighborhood-centered approach in new urban management and reviving the traditional view of neighborhoods while accepting modern urban developments	O30	0.011	4	0.045
J	Efforts to implement the Islamic Neighborhood Plan by the Mosques & Neighborhoods Basij Organization	O31	0.003	3	0.010
	Activities of neighborhood Basij bases in the city	O32	0.003	3	0.009
K	Government's emphasis and attention on increasing the sense of security and participation	O33	0.011	3	0.033
	Efforts to increase people's social trust in institutions through transparency and the law on the publication and free access to information	O34	0.003	4	0.010
	Institutionalization of co-living influenced by the growth of living in apartments	O35	0.002	3	0.007
L	Emphasis of country's general policies on the social participation of youth	O36	0.018	4	0.073
	Emphasis of country's general policies on strengthening public participation mechanisms, especially traditional and religious methods, for advancing programs and solving problems	O37	0.002	3	0.006
	Utilizing the capacity of middlemen (a group of individuals with an independent collective identity without financial dependence on the government) in neighborhood regeneration projects	O38	0.002	3	0.005
M	Adopting new methods of financing municipalities in cities by the country's banking system through equipping resources by public participation	O39	0.001	4	0.005
	Developing special programs in line with the "city financing movement" to collectively finance urban projects	O40	0.001	3	0.003
A	Lack of laws regarding the rights of vulnerable groups in crises	T1	0.011	1	0.011
	Lack of attention to the fate of deprived people during crises in the country's legal literature	T2	0.010	1	0.010
	Lack of a comprehensive definition of vulnerable groups in the country's documents and laws	T3	0.017	1	0.017
B	Existence of functional divisions in the organizations responsible for crisis management	T4	0.018	1	0.018
	Lack of careful supervision and low quality of construction in some parts of the city	T5	0.018	1	0.018
	Lack of aid from neighboring provinces in crises (e.g. the 2021 winter storm in Ardabil)	T6	0.010	1	0.010
C	Lack of aid from international organizations to prevent natural disasters	T7	0.010	1	0.010
	Rejecting international aid and the help of Iranians living abroad in times of crisis	T8	0.017	1	0.017
	Increasing number of cyber attacks in industries and some government institutions	T9	0.009	1	0.009
D	Existence of barriers to implementing passive defense policies in government organizations (inadequate organizational structure, weakness in threat analysis, etc.)	T10	0.009	2	0.018
	Changing shape of risks and threats due to increasing technological developments	T11	0.017	1	0.017
	Lack of regulations for coordinating between legislative, governmental, and executive bodies	T12	0.009	1	0.009



Component	External Factors (Opportunities and Threats)	Code	Weight	Current Status Score	Weighted Score
E	Not defining the scope of the duties of executive bodies in times of crisis and parallel work	T13	0.008	1	0.008
	Emphasis of the country's crisis management on traditional and centralized models	T14	0.016	2	0.032
	Weakness in defining operational structures in the country's crisis management	T15	0.008	2	0.016
	Lack of transparency in plans and programs related to the country's crisis management	T16	0.016	2	0.032
F	Weakness in documenting experiences and learning from them in crisis management	T17	0.008	2	0.016
	Weakness of crisis managers in prioritizing necessary measures for implementation and cost management due to lack of expertise and necessary training	T18	0.007	2	0.015
G	Managers' reluctance to involve citizens due to its time-consuming process	T19	0.024	2	0.047
	Destructive consequences of unorganized partnerships in times of crisis (exclusion of local confidants and the creation of conflict between old and new reference groups)	T20	0.015	2	0.029
	Existence of numerous obstacles to the formation or operation of NGOs in the country (including legal shortcomings, external and internal structural problems)	T21	0.007	2	0.014
H	Lack of tangible measures in the cultural field and in attracting public participation	T22	0.021	1	0.021
	Failure to promote a culture of specialization and limited social acceptance of individuals	T23	0.022	1	0.022
	Distancing from teamwork culture in the country due to increased use of cyberspace and getting far from real space	T24	0.023	1	0.023
I	Decreasing local participation and citizens' desire to remain anonymous	T25	0.015	1	0.015
	Lack of a local institution to manage affairs and solve problems in neighborhoods	T26	0.023	2	0.046
J	Residents' lack of active participation in the planning process due to a lack of sense of belonging resulting from not taking the history of place into account.	T27	0.007	1	0.007
	Disappearance of the neighborhood system and, as a result, the elimination of some areas of participation.	T28	0.006	1	0.006
	Neglecting the influential role of educational institutions in spreading the concept of public participation	T29	0.006	2	0.012
K	Feelings of uncertainty, confusion, and despair among citizens due to disagreements between responsible institutions and residents' ignorance about the future of their neighborhood.	T30	0.021	2	0.042
	Increasing public distrust due to the gap between the words and actions of officials	T31	0.015	1	0.015
	Addition of new households to neighborhoods due to the construction of apartments	T32	0.000	2	0.001
L	Lack of two-way communication between the government and the people over time	T33	0.022	1	0.022
	Neglecting the cultural dimension of societies in developing planning and scientific models	T34	0.023	1	0.023
	Ambiguity of the concept of participation for citizens due to the lack of a collective identity	T35	0.016	1	0.016
M	Lack of attention to the role of people, or the decision-making independence of the responsible institutions	T36	0.021	1	0.021
	Lack of knowledge of the role of ensuring personal interests in meeting the interests of society	T37	0.022	1	0.022
	Lack of transparency in the collection and spending of taxes collected from citizens	T38	0.001	1	0.001
Total			1		36/2

Table 7. The provided strategies for each study component

Component	SO (Aggressive)	ST (Competitive)	WO (Conservative)	WT (Defensive)
A	Establishing explicit laws to provide social security services and health insurance to vulnerable groups in order to increase their resilience (S3, O2)	Planning and approving laws for vulnerable people listed by the Relief Committee and Welfare Organization (S1, T1)	Establishing an institution responsible for supervising and coordinating the affairs of vulnerable groups by utilizing laws specifying the rights of vulnerable groups (W2, O1)	Providing a specific definition of vulnerable groups in the national documents and laws to create a comprehensive database of vulnerable groups (W1, T3)
B	Using banking facilities to retrofit dilapidated buildings according to regulations (S7, O5)	Holding multiple flood control maneuvers with the aim of establishing coordination between organizations in charge of crisis management (S4, T4)	Developing continuous (not intermittent) training programs by the management and planning organization of the province (W5, O4)	Increasing funding for flood response operations to reduce the need for foreign aid (W4, T6)
C	Leveraging private sector capacity to provide more equipment for crisis management (S13, O10)	Strengthening network security systems to implement gas network retrofitting projects (S10, T9)	Improving water consumption management and creating an appropriate culture through holding specialized crisis management meetings (W10, O8)	Receiving assistance from international communities to increase the resilience of vulnerable parts of the city (W7, T7)
D	Increasing the number of research projects to raise awareness of environmental risks in order to prepare an atlas of environmental risks for the province (S14, O11)	Removing barriers to implementing passive defense policies in government organizations by specialized working groups (S16, T10)	Preparing databases to identify disaster-prone areas using the guidelines of locating critical and sensitive centers (W12, O12)	Identifying new risks created by technological developments in order to have up-to-date information (W11, T11)
E	Conducting information technology exercises to increase readiness through relatively stable and up-to-date information and communication systems (S14, O14)	Creating and strengthening operational decision-making structures that can be implemented in the country based on a passive defense approach in government offices (S19, T15)	Benefiting from crisis management experts in Ardabil City by equipping them with modern knowledge and technology (W14, O15)	Determining the scope of duties of executive bodies and creating a comprehensive specialized database for the responsible organizations (W15, T13)
F	Presence of multiple stakeholders, especially community members, and the provision of necessary public education through the establishment of safe schools in each neighborhood (S23, O18)	Implementing knowledge management in crisis management organizations to eliminate the weaknesses of crisis managers in prioritizing necessary actions and cost management (S22, T18)	Creating an appropriate structure based on knowledge management for crisis management in all organizations, utilizing the principles mentioned in the national crisis management strategy document (W17, O20)	Documenting past experiences and learning from them in order to eliminate the weakness of the expert body in the field of appropriate decision-making (W18, T17)
G	Utilizing the capacity of religious bodies and institutions active at local levels to increase social capital (S25, O24)	Setting up humanitarian camps to encourage managers to involve citizens in urban management (S24, T19)	Bridging the gap between decision-making institutions at the macro and local levels by taking advantage of progressive laws and regulations (W21, O23)	Removing obstacles to the formation of NGOs for crisis management in the city (W20, T21)
H	Utilizing religious teachings in the field of social participation in order to increase jihadi activities (S29, O28)	Holding events related to teamwork practice by the Jihad Daneshgahi Development Center (S30, T24)	Strengthening the collectivist approach in society and eliminating the idea of prioritizing personal interests over collective interests (W24, O27)	Increasing cultural activities in the city to increase the culture of helping and interacting (W23, T22)
I	Benefiting from the useful experiences of other cities in creating neighborhood centers (S32, O29)	Holding various meetings to increase local participation and reduce the desire to remain anonymous in the neighborhood (S31, T25)	Revival of the traditional view on neighborhoods while embracing modern developments in order to create a sense of belonging in residents (W25, O30)	Establishing local institutions to solve existing problems and improve relations between citizens (W26, T26)

Component	SO (Aggressive)	ST (Competitive)	WO (Conservative)	WT (Defensive)
J	Following up on popular demands for identifying neighborhood problems and trying to resolve them through the activities of neighborhood Basij bases (S35, O32)	Activities of cultural centers to reduce participation avoidance and increase residents' support and active participation in the planning process (S33, T27)	Efforts to implement the Islamic Neighborhood Plan by the Mosques & Neighborhood Basij Organization in order to reduce the spirit of self-centeredness and form collective thinking (W28, O31)	Increasing the use of educational institutions in understanding and disseminating the concept of participation in order to promote public awareness (W27, T29)
K	Increasing government attention to factors that strengthen social trust in order to improve the social capital among citizens (S38, O33)	Establishing warm relationships between neighborhoods to increase recognition and trust between residents and new households living in apartments (S36, T32)	Institutionalizing communal living to reduce the distancing between neighborhoods and increase residents' sense of belonging to the neighborhood (W32, O35)	Increasing residents' awareness of the future of their neighborhood to build trust in the responsible institutions (W30, T30)
L	Promoting a culture and spirit of social responsibility through events such as the "Successful Neighborhoods Festival" (S41, O36)	Establishing a connection between the municipality and citizens through plans such as the "Young City Helpers" (S40, T33)	Eliminating one-sided interaction between the government and people and reducing the sense of passivity among citizens by the formulation of middle cycles (W34, O38)	Strengthening the infrastructure of democratic life to reduce the passive stance of citizens (W35, T35)
M	Municipality's use of the private sector in the construction and development of urban projects for collectively securing projects (S43, O40)	Delegating matters to the residents to increase attention to the role of people (S42, T36)	Adopting new methods of financing municipalities by the country's banking system through mobilizing resources using public participation (W37, O39)	Creating a perception among citizens that individual interests are secured by meeting the interests of society (W38, T37)

Providing strategies to improve the community-based risk management in Ardabil

In Table 7, four types of strategies are presented for each study component, based on expert opinions and the four parts of the SWOT matrix.

Choosing the best strategy using the QSPM

To select the best strategy from among the strategies presented for each component, the QSPM method was used. Each factor was assigned a number between 1 and 4, depending on its attractiveness. By multiplying each

factor's weighted score by its attractiveness score (AS), the total AS (TAS) of each factor was obtained. Finally, the strategy that achieved the highest TAS was selected as the superior strategy (Table 8). As can be seen, the best strategy for the component of "planning for vulnerable groups" was the SO strategy (TAS=3.255); for the component of "A program specific to each hazard", the SO strategy (TAS=2.810); for the component of "Safety measures", the ST strategy (TAS=2.192); for the component of "Knowledge/awareness of environmental hazards", the WT strategy (TAS=2.718); for the component of "Applying modern crisis management methods", the WO strategy (TAS=2.341); for the component of "Edu-

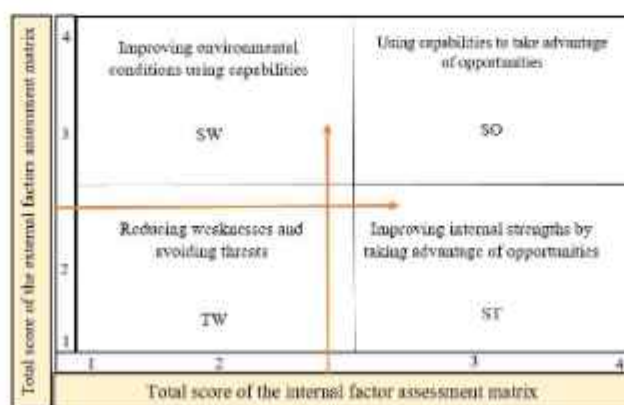


Figure 2. SWOT matrix of internal/external factors

Table 8. Prioritizing the strategies using the QSPM

Componnet	Internal/External Factors	Weighted Score	SO (Aggressive)		ST (Competitive)		WO (Conservative)		WT (Defensive)	
			AS	TAS	AS	TAS	AS	TAS	AS	TAS
A	S1	0.164	4	0.655	4	0.655	2	0.327	2	0.327
	S2	0.018	1	0.018	1	0.018	1	0.018	1	0.018
	S3	0.109	4	0.436	2	0.218	2	0.218	2	0.218
	W1	0.036	2	0.073	3	0.109	3	0.109	4	0.145
	W2	0.127	3	0.382	2	0.255	4	0.509	2	0.255
	O1	0.182	4	0.727	4	0.727	4	0.727	3	0.545
	O2	0.091	4	0.364	3	0.273	4	0.364	3	0.273
	T1	0.055	3	0.164	4	0.218	2	0.109	2	0.109
	T2	0.145	2	0.291	3	0.436	2	0.291	2	0.291
	T3	0.073	2	0.145	2	0.145	2	0.145	4	0.291
	Total	1		3.255		3.055		2.818		2.473
B	S4	0.072	1	0.072	4	0.288	1	0.072	4	0.288
	S5	0.052	2	0.105	3	0.157	2	0.105	4	0.209
	S6	0.013	2	0.026	1	0.013	4	0.052	1	0.013
	S7	0.111	4	0.444	2	0.222	3	0.333	1	0.111
	S8	0.007	1	0.007	2	0.013	2	0.013	2	0.013
	W3	0.059	2	0.118	4	0.235	4	0.235	4	0.235
	W4	0.078	2	0.157	4	0.314	4	0.314	4	0.314
	W5	0.065	3	0.196	1	0.065	4	0.261	1	0.065
	W6	0.026	1	0.026	3	0.078	1	0.026	1	0.026
	O3	0.039	1	0.039	1	0.039	3	0.118	4	0.157
	O4	0.033	1	0.033	4	0.131	4	0.131	2	0.065
	O5	0.092	4	0.366	2	0.183	2	0.183	2	0.183
	O6	0.105	4	0.418	3	0.314	3	0.314	3	0.314
	O7	0.046	3	0.137	3	0.137	3	0.137	3	0.137
	T4	0.085	3	0.255	4	0.340	2	0.170	2	0.170
	T5	0.098	4	0.392	1	0.098	1	0.098	1	0.098
	T6	0.020	1	0.020	1	0.020	1	0.020	4	0.078
	Total	1		2.810		2.647		2.582		2.477



Componnet	Internal/External Factors	Weighted Score	SO (Aggressive)		ST (Competitive)		WO (Conservative)		WT (Defensive)	
			AS	TAS	AS	TAS	AS	TAS	AS	TAS
C	S9	0.125	2	0.250	1	0.125	2	0.250	1	0.125
	S10	0.117	2	0.233	4	0.467	1	0.117	3	0.350
	S11	0.083	3	0.250	2	0.167	2	0.167	1	0.083
	S12	0.108	2	0.217	2	0.217	2	0.217	2	0.217
	S13	0.075	4	0.300	2	0.150	2	0.150	2	0.150
	W7	0.067	1	0.067	1	0.067	1	0.067	4	0.267
	W8	0.008	2	0.017	1	0.008	3	0.025	2	0.017
	W9	0.058	1	0.058	1	0.058	1	0.058	3	0.175
	W10	0.025	1	0.025	1	0.025	4	0.100	1	0.025
	O8	0.100	2	0.200	3	0.300	4	0.400	1	0.100
	O9	0.092	1	0.092	3	0.275	2	0.183	1	0.092
	O10	0.042	4	0.167	2	0.083	2	0.083	2	0.083
	T7	0.050	1	0.050	2	0.100	1	0.050	1	0.050
	T8	0.017	1	0.017	1	0.017	1	0.017	1	0.017
	T9	0.033	1	0.033	4	0.133	1	0.033	1	0.033
	Total	1		1.975		2.192		1.917		1.783
D	S14	0.141	4	0.564	4	0.282	3	0.423	2	0.564
	S15	0.154	2	0.308	2	0.615	1	0.154	4	0.308
	S16	0.064	1	0.064	2	0.256	1	0.064	4	0.128
	W11	0.128	2	0.256	4	0.256	2	0.256	2	0.513
	W12	0.115	3	0.346	3	0.231	4	0.462	2	0.346
	W13	0.103	3	0.308	3	0.205	3	0.308	2	0.308
	O11	0.090	4	0.359	1	0.179	1	0.090	2	0.090
	O12	0.013	1	0.013	1	0.026	4	0.051	2	0.013
	O13	0.026	1	0.026	2	0.051	3	0.077	2	0.051
	T10	0.038	1	0.038	1	0.154	1	0.038	4	0.038
	T11	0.077	1	0.077	4	0.154	1	0.077	2	0.308
	T12	0.051	1	0.051	1	0.051	1	0.051	1	0.051
	Total	1		2.410		2.462		2.051		2.718

Componnet	Internal/External Factors	Weighted Score	SO (Aggressive)		ST (Competitive)		WO (Conservative)		WT (Defensive)	
			AS	TAS	AS	TAS	AS	TAS	AS	TAS
E	S17	0.017	4	0.067	1	0.016	1	0.016	2	0.033
	S18	0.008	1	0.008	1	0.008	1	0.008	1	0.008
	S19	0.092	2	0.183	4	0.366	1	0.091	1	0.092
	S20	0.025	2	0.050	2	0.050	2	0.050	2	0.050
	W14	0.033	1	0.033	2	0.066	4	0.133	2	0.067
	W15	0.083	2	0.167	2	0.166	1	0.083	4	0.333
	W16	0.075	1	0.075	3	0.225	1	0.075	2	0.150
	O14	0.100	3	0.300	1	0.100	2	0.200	1	0.100
	O15	0.125	2	0.250	1	0.125	4	0.500	1	0.125
	O16	0.117	1	0.117	1	0.116	4	0.466	1	0.117
	O17	0.108	1	0.108	1	0.108	4	0.433	1	0.108
	T13	0.058	1	0.058	3	0.175	1	0.058	4	0.233
	T14	0.067	2	0.133	3	0.200	2	0.133	1	0.067
	T15	0.050	1	0.050	4	0.200	1	0.050	1	0.050
	T16	0.042	1	0.042	1	0.041	1	0.041	1	0.042
	Total	1		1.642		1.966		2.341		1.575
F	S21	0.182	3	0.545	2	0.364	3	0.545	2	0.364
	S22	0.164	1	0.164	4	0.655	4	0.655	2	0.327
	S23	0.018	4	0.073	1	0.018	1	0.018	1	0.018
	W17	0.073	1	0.073	4	0.291	4	0.291	2	0.145
	W18	0.127	1	0.127	4	0.509	4	0.509	3	0.382
	O18	0.145	4	0.582	2	0.291	2	0.291	4	0.582
	O19	0.109	3	0.327	2	0.218	2	0.218	2	0.218
	O20	0.091	1	0.091	2	0.182	2	0.182	2	0.182
	T17	0.036	1	0.036	1	0.036	1	0.036	2	0.073
	T18	0.055	2	0.109	4	0.218	2	0.109	4	0.218
	Total	1		2.127		2.782		2.855		2.509



Componnet	Internal/External Factors	Weighted Score	SO (Aggressive)		ST (Competitive)		WO (Conservative)		WT (Defensive)	
			AS	TAS	AS	TAS	AS	TAS	AS	TAS
G	S24	0.017	2	0.033	4	0.067	3	0.050	2	0.033
	S25	0.025	2	0.050	3	0.075	1	0.025	2	0.050
	S26	0.042	1	0.042	2	0.083	1	0.042	2	0.083
	S27	0.033	3	0.100	2	0.067	2	0.067	2	0.067
	W19	0.050	1	0.050	1	0.050	2	0.100	2	0.100
	W20	0.108	3	0.325	3	0.325	3	0.325	3	0.325
	W21	0.117	2	0.233	2	0.233	3	0.350	3	0.350
	O21	0.100	1	0.100	4	0.400	2	0.200	3	0.300
	O22	0.058	2	0.117	1	0.058	2	0.117	3	0.175
	O23	0.092	1	0.092	2	0.183	4	0.367	4	0.367
	O24	0.083	4	0.333	1	0.083	1	0.083	1	0.083
	O25	0.067	1	0.067	1	0.067	1	0.067	2	0.133
	T19	0.125	1	0.125	4	0.500	2	0.250	1	0.125
	T20	0.008	1	0.008	2	0.017	1	0.008	1	0.008
	T21	0.075	1	0.075	1	0.075	1	0.075	4	0.300
	Total	1		1.750		2.283		2.125		2.500
H	S28	0.026	2	0.051	1	0.026	3	0.077	4	0.103
	S29	0.064	2	0.128	2	0.128	3	0.192	2	0.128
	S30	0.051	1	0.051	4	0.205	3	0.154	2	0.103
	W22	0.013	1	0.013	1	0.013	1	0.013	2	0.026
	W23	0.077	2	0.154	1	0.077	2	0.154	4	0.308
	W24	0.115	1	0.115	3	0.346	4	0.462	1	0.115
	O26	0.103	3	0.308	2	0.205	3	0.308	4	0.410
	O27	0.090	2	0.179	2	0.179	3	0.269	3	0.269
	O28	0.038	4	0.154	1	0.038	2	0.077	2	0.077
	T22	0.154	2	0.308	2	0.308	3	0.462	4	0.615
	T23	0.141	1	0.141	2	0.282	1	0.141	1	0.141
	T24	0.128	2	0.256	4	0.513	1	0.128	2	0.256
	Total	1		1.859		2.321		2.436		2.551

Componnet	Internal/External Factors	Weighted Score	SO (Aggressive)		ST (Competitive)		WO (Conservative)		WT (Defensive)	
			AS	TAS	AS	TAS	AS	TAS	AS	TAS
I	S31	0.028	1	0.028	4	0.111	2	0.056	1	0.028
	S32	0.056	4	0.222	1	0.056	2	0.111	4	0.222
	W25	0.222	3	0.667	3	0.667	3	0.667	2	0.444
	W26	0.139	4	0.556	1	0.139	4	0.556	4	0.556
	O29	0.194	3	0.583	2	0.389	2	0.389	2	0.389
	O30	0.167	1	0.167	3	0.500	4	0.667	1	0.167
	T25	0.111	1	0.111	4	0.444	3	0.333	1	0.111
	T26	0.083	1	0.083	1	0.083	3	0.250	4	0.333
	Total	1		2.417		2.389		3.028		2.250
J	S33	0.045	2	0.091	4	0.182	2	0.091	2	0.091
	S34	0.030	1	0.030	1	0.030	1	0.030	1	0.030
	S35	0.076	3	0.227	3	0.227	3	0.227	1	0.076
	W27	0.121	1	0.121	2	0.242	2	0.242	4	0.485
	W28	0.136	1	0.136	1	0.136	4	0.545	3	0.409
	W29	0.106	1	0.106	1	0.106	1	0.106	1	0.106
	O31	0.091	3	0.273	2	0.182	4	0.364	1	0.091
	O32	0.061	4	0.242	1	0.061	1	0.061	1	0.061
	T27	0.167	2	0.333	1	0.167	1	0.167	2	0.333
	T28	0.152	2	0.303	2	0.303	1	0.152	3	0.455
	T29	0.015	1	0.015	1	0.015	1	0.015	4	0.061
	Total	1		1.879		1.652		2.000		2.197
K	S36	0.013	1	0.013	4	0.051	1	0.013	1	0.013
	S37	0.064	2	0.128	3	0.192	1	0.064	1	0.064
	S38	0.077	4	0.308	4	0.308	1	0.077	1	0.077
	W30	0.128	2	0.256	1	0.128	1	0.128	3	0.385
	W31	0.103	1	0.103	3	0.308	3	0.308	1	0.103
	W32	0.051	1	0.051	3	0.154	3	0.154	1	0.051
	O33	0.090	4	0.359	1	0.090	1	0.090	4	0.359
	O34	0.026	4	0.103	1	0.026	1	0.026	4	0.103
	O35	0.038	1	0.038	3	0.115	4	0.154	1	0.038
	T30	0.154	3	0.462	1	0.154	1	0.154	4	0.615
	T31	0.141	3	0.423	1	0.141	1	0.141	4	0.564
	T32	0.115	1	0.115	3	0.346	3	0.346	1	0.115
	Total	1		2.359		2.013		1.654		2.487



Componnet	Internal/External Factors	Weighted Score	SO (Aggressive)		ST (Competitive)		WO (Conservative)		WT (Defensive)	
			AS	TAS	AS	TAS	AS	TAS	AS	TAS
L	S39	0.013	2	0.026	1	0.013	1	0.013	2	0.026
	S40	0.026	3	0.077	4	0.103	2	0.051	3	0.077
	S41	0.038	4	0.154	2	0.077	1	0.038	3	0.115
	W33	0.051	1	0.051	2	0.103	2	0.103	2	0.103
	W34	0.154	1	0.154	1	0.154	4	0.615	4	0.615
	W35	0.064	1	0.064	2	0.128	3	0.192	4	0.256
	O36	0.128	4	0.513	3	0.385	2	0.256	2	0.256
	O37	0.141	3	0.423	2	0.282	2	0.282	2	0.282
	O38	0.077	2	0.154	3	0.231	4	0.308	3	0.231
	T33	0.090	1	0.090	2	0.179	4	0.359	4	0.359
	T34	0.115	2	0.231	1	0.115	2	0.231	2	0.231
	T35	0.103	2	0.205	1	0.103	2	0.205	3	0.308
	Total	1		2.141		1.872		2.654		2.859
M	S42	0.036	1	0.036	4	0.145	1	0.036	3	0.109
	S43	0.018	4	0.073	2	0.036	2	0.036	1	0.018
	W36	0.181	1	0.182	1	0.182	1	0.182	3	0.545
	W37	0.109	1	0.109	3	0.327	4	0.436	2	0.218
	W38	0.127	1	0.127	1	0.127	1	0.127	3	0.382
	O39	0.090	3	0.273	2	0.182	4	0.364	1	0.091
	O40	0.054	4	0.218	2	0.109	3	0.164	1	0.055
	T36	0.163	2	0.327	4	0.655	3	0.491	2	0.327
	T37	0.145	1	0.145	3	0.436	2	0.291	4	0.582
	T38	0.072	3	0.218	4	0.291	2	0.145	1	0.073
	Total	1		1.709		2.491		2.273		2.400

cation, up-to-date studies and increasing knowledge”, the WO strategy (TAS=2.855); for the component of “Participation of local knowledgeable people in crisis management”, the WT strategy (TAS=2.500); for the component of “Belief in participation and teamwork”, the WT strategy (TAS=2.551); for the component of “Social responsibility”, the WO strategy (TAS=3.028); for the component of “Participation in local community programs, the WT strategy (TAS=2.197); for the component of “Social trust”, the WT strategy (TAS=2.487); for the component of “Motivation for people to participate”, the WT strat-

egy (TAS=2.859); and for the component of “Financial partnership with local institutions”, the ST strategy (TAS=2.491).

Conclusion

According to the results, it can be said that despite the Ardabil City being at high risk of various disasters and the recurrence of numerous disasters, city officials unfortunately have not been able to realize the main deficiency of the urban crisis management system, i.e. the lack of pub-

lic participation, which has caused the urban system to continue to be disrupted and confused by environmental hazards, despite spending large expenditures on the crisis management system.

Given the importance of strategic planning and its ability to help organizations and communities respond effectively to the changing conditions and circumstances, this study aimed to provide strategies to strengthen the community-based approach to crisis management in Ardabil City, using the SWOT analysis. First, considering the current situation, internal and external factors were identified and then these factors were evaluated. Finally, using the QSPM, 13 strategies were proposed as follows:

- Establishing explicit laws to provide social security services and health insurance to vulnerable groups in order to increase their resilience;
- Using banking facilities to retrofit dilapidated buildings according to regulations;
- Strengthening network security systems to implement gas network retrofitting projects;
- Identifying new risks created by technological developments in order to have up-to-date information;
- Benefiting from crisis management experts in Ardabil City by equipping them with modern knowledge and technology;
- Creating an appropriate structure based on knowledge management for crisis management in all organizations, utilizing the principles mentioned in the national crisis management strategy document;
- Removing obstacles to the formation of NGOs for crisis management in the city;
- Increasing cultural activities in the city to increase the culture of helping and interacting;
- Revival of the traditional view on neighborhoods while embracing modern developments in order to create a sense of belonging in residents;
- Increasing the use of educational institutions in understanding and disseminating the concept of participation in order to promote public awareness;
- Increasing residents' awareness of the future of their neighborhood to build trust in the responsible institutions;

- Strengthening the infrastructure of democratic life to reduce the passive stance of citizens;

- Delegating matters to the residents to increase the attention to the role of people.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

The ethical considerations in this study were fully observed. All participants provided informed consent prior to taking part in the research.

Funding

This study was extracted from the PhD dissertation of Homa Vaezi, approved by the Department of Geography and Urban and Rural Planning, [Mohaghegh Ardabili University](#), Ardabil, Iran. This study was funded by the Ardabil Municipality.

Authors' contributions

Conceptualization, methodology, formal analysis, visualization, and supervision: All authors; Validation, investigation, original draft preparation: Homa Vaezi and Ata Ghaffari Gilandeh; Resources, review and editing: Homa Vaezi; Project administration: Atta Ghaffari Gilandeh.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors would like to thank all participants for their cooperation in this study.

This Page Intentionally Left Blank



مقاله موردی

تدوین راهبردهای تقویت رویکرد اجتماع‌محور در سیستم مدیریت بحران؛ مطالعه موردی: شهر اردبیل

هما واعظی^۱، عطا غفاری گیلانده^{۱*}، علیرضا محمدی^۱

۱. گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

Use your device to scan and read this article online



Citation: Vaezi, H., Ghaffari Gilandeh, A., & Mohammadi, A. (2025). Developing Strategies to Strengthen the Community-based Approach to Risk Management; Case Study: Ardabil City. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 15(3):414-461. <https://doi.org/10.32598/DMKP.15.3.921.1>

<https://doi.org/10.32598/DMKP.15.3.921.1>

چکیده

زمینه و هدف: به دلیل اهمیت استراتژی مخاطره‌شناسی در تدوین قوانین و دستورالعمل‌های ملی و منطقه‌ای، دانشمندان معاصر علوم شناختی مرتبط با مخاطرات، از طریق توسعه و تبیین ماهیت انسانی و طبیعی مخاطرات، پیچیدگی‌های تحقیق علمی در زمینه مخاطرات را به وسیله بررسی مستقیم وقایع مخاطره‌آمیز و عمل علمی روشن می‌نمایند. روش‌های مرسوم در حوزه مدیریت بحران دیگر پاسخگوی نیازهای کشور نخواهد بود و لازم است موضوع کاهش مخاطرات و مدیریت بحران به شکل راهبردی و باتوجه به عوامل اجتماعی از جمله مشارکت تأثیرگذار و معنادار مردم مورد نظر قرار بگیرد. هدف پژوهش حاضر تدوین راهبردهای تقویت رویکرد اجتماع‌محور در سیستم مدیریت بحران شهر اردبیل است.

روش: جمع‌آوری اطلاعات، کتابخانه‌ای و میدانی می‌باشد. جامعه آماری پژوهش ۳۵ نفر است که شامل کارشناسان حوزه مدیریت بحران و اساتید و پژوهشگرانی که در زمینه موضوع تحقیق فعالیت دارند، می‌باشد که به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شده‌اند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها با هدف ارائه راهبردها از روش سوات و ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک کمی استفاده شده است. برای ارائه راهبردها ابتدا عوامل داخلی و خارجی مورد شناسایی قرار گرفته، سپس به ارزیابی این عوامل پرداخته شده است.

نتایج: باتوجه به نتایج به دست آمده از نمره ماتریس ارزیابی عوامل داخلی، نقاط ضعف در سیستم موردنظر بیشتر از نقاط قوت آن است. همچنین از نمره ماتریس ارزیابی عوامل خارجی، تهدیدات سیستم موردنظر بیشتر از فرصت‌های آن است. لذا وضعیت سیستم مدیریت بحران اجتماع‌محور شهر اردبیل در موقعیت تدافعی قرار دارد.

پیشنهادات: به منظور تقویت رویکرد اجتماع‌محور لازم است در راستای کاهش نقاط ضعف و پرهیز از تهدیدات برنامه‌ریزی و اقدام کرد. براساس نتایج به دست آمده از روش ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک کمی نیز در نهایت ۱۳ راهبرد به دست آمده است.

کلیدواژه‌ها: مدیریت بحران، رویکرد اجتماع‌محور، راهبرد، SWOT، QSPM

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۲۲ دی ۱۴۰۳

تاریخ پذیرش: ۲۳ فروردین ۱۴۰۴

تاریخ انتشار: ۹ مهر ۱۴۰۴

* نویسنده مسئول:

دکتر عطا غفاری گیلانده

نشانی: اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم اجتماعی، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری

تلفن: ۰۱۱۵۵۷۰۰۱ (۹۱۴) ۹۸+

پست الکترونیکی: a_ghafarigilandeh@uma.ac.ir



Copyright © 2025 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

راهبردشناسی علمی در حوزه دانش مدیریت ایجاد شده، رشد یافته و دانشی جدید محسوب می‌شود، اما در سایر علوم از جمله مخاطره‌شناسی نیز جایگاه ویژه‌ای دارد. براین اساس، راهبرد یا استراتژی مخاطره‌شناسی، مبنای چرایی شناختی مخاطرات و جنبه‌های عملیاتی آن‌ها را با زمینه مدیریت در محیط طبیعی بیان می‌نماید (اینکین، ۲۰۰۵؛ کیت و همکاران، ۲۰۰۶؛ به نقل از مقیمی، ۱۴۰۱).

برطبق تعریف فرهنگ آکسفورد، «راهبرد، برنامه عملیاتی طراحی شده جهت دستیابی به یک هدف بلندمدت یا کلی است». به دلیل اهمیت استراتژی مخاطره‌شناسی در تدوین قوانین و دستورالعمل‌های ملی و منطقه‌ای، دانشمندان معاصر علوم شناختی مرتبط با مخاطرات، از طریق توسعه و تبیین ماهیت انسانی و طبیعی مخاطرات، پیچیدگی‌های تحقیق علمی در زمینه مخاطرات را به‌وسیله بررسی مستقیم وقایع مخاطره‌آمیز و عمل علمی روشن می‌نمایند. استراتژی مخاطره‌شناسی به جای قانون مقابله، قانون پیش‌گیری و قوانین مدیریتی را در نظر می‌گیرد و به تسهیل فراهم نمودن زیرساخت‌های لازم جهت کاهش مخاطرات اولویت می‌دهد. داشتن راهبرد برای مخاطره‌شناسی موجب شفافیت در اقدامات و الزامات می‌گردد. همچنین باعث می‌شود انجام سرمایه‌گذاری جدید در مسیر توسعه، با نگاه مخاطره‌شناسی به رسمیت شناخته شده و اطمینان حاصل شود که مخاطره‌آفرین و بیهوده نیست. داشتن راهبرد، پشتیبان بهره‌گیری از فناوری‌های نوین در زمینه کاهش مخاطرات می‌باشد. به بیان دیگر، هدف اصلی استراتژی مخاطره‌شناسی تعیین یک چشم‌انداز برای حکمرانی، دولت‌ها و مردم به سوی جامعه و محیطی بدون مخاطره یا کم مخاطره است (مقیمی، ۱۴۰۱).

روش‌های مرسوم در حوزه مدیریت بحران که شامل یک سازمان متمرکز و چندین سازمان عضو و همکار با بعضی وظایف و اختیارات به صورت سلسله‌مراتبی در سطح ملی و استانی است، دیگر پاسخگوی نیازهای کشور نخواهد بود و لازم است موضوع کاهش مخاطرات و مدیریت بحران به شکل راهبردی و زیربنایی و با مشارکت و مسئولیت کلیه بخش‌ها و سازمان‌های مربوطه در کشور و بر مبنای ارزیابی و شناخت کافی ریشه‌ها و اثرات منفی تمام مخاطرات و حوادث و همچنین باتوجه به عوامل اجتماعی از جمله مشارکت تأثیرگذار و معنادار مردم به عنوان اولویت ملی مورد نظر قرار بگیرد (محقق، ۱۳۹۶).

باتوجه به محدودیت‌های رویکرد کالبدی در زمینه مدیریت بحران و هزینه‌های بسیار سنگین آن، به کارگیری رویکردهایی که به‌وسیله توانمندسازی جوامع محلی موجب کاهش آسیب‌پذیری جامعه و تسهیل چرخه مدیریت بحران در شهر می‌شوند ضرورت می‌یابد (مطهری و رفیعیان، ۱۳۹۵).

علی‌رغم اینکه بلایای طبیعی در سراسر جهان تجربه می‌شوند، منطقه آسیا بیشترین تأثیر را از مخاطرات دریافت می‌کند؛ به طوری که ۴۰ درصد از کل حوادث بلایای طبیعی، ۴۹ درصد از کل مرگومیرها و ۶۶ درصد از کل افراد آسیب‌دیده ناشی از بلایا مربوط به این منطقه است (مرکز تحقیقات اپیدمیولوژی بلایای طبیعی، ۲۰۲۱). از طرف دیگر قرارگیری ایران در بین ده کشور اول دنیا از لحاظ حادثه‌خیزی (گوها-سپیر، ۲۰۰۴)، ضرورت تقویت رویکرد اجتماع‌محور در سیستم مدیریت بحران را نشان می‌دهد.

در ایران اکثر راهبردها در زمینه مدیریت مخاطرات و کاهش خسارت‌های آن، در قالب یک مدل برنامه‌ریزی سنتی و کم کارآمد عمل می‌کنند که فرایند آن به این صورت است: گزارش وقوع مخاطره، برآورد میزان خسارت، جبران خسارت به‌وسیله کمک‌های مالی، به انتظار نشستن تا یک رویداد دیگر. این رویکرد، مخاطرات را پدیده‌ای ایستا می‌پندارد و کاهش خسارت‌های آن به‌وسیله کمک‌های مالی را یک روند صعودی، خطی و مثبت تلقی می‌نماید؛ اما هنوز درک کافی ایجاد نشده است مبنی بر اینکه وقایع مخاطره‌آمیز محیطی موضوعات خطی نیستند و نمی‌توان فقط از طریق جبران مالی خسارت‌ها و ارائه گزارش، خطر وقوع را کاهش داد. این موارد بیانگر وجود مشکلات اساسی و گسترده در زمینه مخاطرات و توسعه است. برای جبران این ضعف‌ها و کاستی‌ها، تغییر رویکرد به سوی سیاست «کاهش خطر پایدار» ضروری است. این مفهوم مدیریت خردمندانه منابع طبیعی موجود را با تاب‌آوری اجتماعی و اقتصادی محلی پیوند می‌دهد (مقیمی، ۱۴۰۳).

موقعیت شهر اردبیل در ظرف جغرافیایی منطقه مربوطه و شرایط ویژه آن از جمله وجود گسل‌های متعدد در منطقه، سابقه رخداد زمین‌لرزه، استقرار در یک دشت هموار و ویژگی‌های اقلیمی آن، احتمال وقوع مخاطرات طبیعی گوناگون از جمله سیل، زلزله، طوفان و برف و یخبندان را افزایش داده است. همچنین به دلیل ویژگی‌هایی مانند مرکزیت استان و اهمیت سیاسی و اقتصادی، این شهر در گروه مراکز حساس قرار گرفته است. از سوی دیگر، تحولات شهر اردبیل نیز در طی سال‌های اخیر که در نتیجه افزایش میزان جمعیت این شهر روی داده، به ایجاد و تشدید مشکلاتی همچون معضلات اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی، توزیع ناعادلانه کاربری‌ها و امکانات، حاشیه‌نشینی، کمبود فضای عمومی، آسیب‌های اجتماعی، معضل ترافیک، زیرساخت‌های ضعیف و غیره منجر شده است. بنابراین باتوجه به نارسایی‌های سیستم مدیریت بحران موجود که ساختار سازماندهی آن به صورت سلسله‌مراتبی از بالا به پایین بوده و به دلیل فقدان وجود عناصر مشارکتی در آن، به شکست در امر پیشگیری و آمادگی

1. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED)

2. Guha-Sapir

برخی مطالعات نشان‌دهنده این است که در جوامع انسانی مکانیسم‌های کاهش مخاطره معمولاً به شکل داوطلبانه و از طرف مردم انجام نمی‌گیرد و دلیل آن نیز این امر است که اکثر مردم تصور می‌کنند تنها فعالیت‌های پیشگیرانه دولت موجب ایمنی آن‌ها می‌شود (نوری و همکاران، ۱۳۹۶)

مدیریت بحران اجتماع‌محور، یک رویکرد مدیریتی است که جهت کاهش خطر ناشی از رویدادهای مخاطره‌آمیز، در جوامع در معرض خطر مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این رویکرد، مردم به شکل فعالانه در مراحل شناسایی، ارزیابی و حل مسائل ناشی از وقوع بحران‌ها مشارکت می‌کنند تا علاوه بر شناسایی مخاطرات، میزان آسیب‌پذیری را کاهش داده و ظرفیت‌های موجود را افزایش دهند. به این معنی که مردم در کلیه فعالیت‌های عملی و اجرایی مربوط به فرایند مدیریت بحران شرکت می‌نمایند (ریعی و پورحسینی، ۱۳۹۳). به‌طور کلی، در رویکرد اجتماع‌محور مدیریت بحران به مواردی از جمله ظرفیت‌سازی و مشارکت اجتماعی تأکید می‌گردد که در آن اقدامات و فعالیت‌های مبتنی بر جوامع محلی به‌عنوان جایگزینی مناسب برای رویکرد سیاست‌ها، طرح‌ها و برنامه‌های استاندارد مطرح می‌شود (رفعیان و همکاران، ۱۳۹۰).

رویکردهای فرعی مدیریت بحران اجتماع‌محور شامل دو رویکرد ساختاری و نهادی است. رویکرد ساختاری بر ساختارهای اجتماعی-اقتصادی تأکید ویژه دارد و براساس مدل برنامه‌ریزی حمایتی عمل می‌کند. رویکرد نهادی بر مبنای مفهوم تاب‌آوری شکل گرفته و بر پایه مدل برنامه‌ریزی همیارانه مطرح می‌گردد (توجوان و همکاران، ۱۴۰۰). مدیریت بحران اجتماع‌محور از طریق کاربست رویکردهای مشارکتی جهت افزایش ظرفیت جوامع به‌عنوان اصل اساسی و مورد تأکید در رویکرد نهادی و تمرکز بر ریشه‌یابی علل اصلی آسیب‌پذیری، به‌عنوان اصل مورد تأکید در رویکرد ساختاری، رسیدن به توسعه پایدار را هدف نهایی خود در نظر می‌گیرد (فیروزپور و همکاران، ۱۳۹۵).

براساس رویکرد ساختاری، مخاطرات محیطی صرفاً به فرایندهای طبیعی، فیزیکی و رفتاری بستگی ندارند. بلکه رشد فقر و تهیدستی و به تبع آن افزایش میزان آسیب‌پذیری اقتصادی موجب افزایش مخاطرات می‌گردد. براساس این شیوه تفکر در هر محیطی که ساختار آن ناپایدار باشد و وقایع مخاطره‌آمیز به‌صورت پیاپی یا ترکیبی در آن روی دهند، امکان اینکه جامعه ساکن آنجا، بتواند نسبت مخاطراتش را کاهش دهد بسیار ناچیز است و این امر هزینه‌های سنگینی را به آن جامعه تحمیل می‌کند. تفکر مبتنی بر ساختار معتقد است جوامع و افرادی که در معرض مخاطرات قرار دارند، درک و آگاهی کافی از مخاطرات محیط خود ندارند، زیرا ساختار آموزشی آن‌ها تلاشی در این زمینه نداشته است. براساس این رویکرد، توسعه همراه با کاهش مخاطرات در شرایطی محقق می‌شود که به دانش محلی متکی باشیم، نه صرفاً به تکنولوژی وارداتی. این رویکرد درواقع در پی

و همچنین پاسخگویی نامتناسب با نیازهای اساسی جامعه منجر می‌شود و نیز اهمیت رویکرد اجتماع‌محور ضرورت دارد. باتوجه‌به وضع موجود و آینده شهر اردبیل، به تدوین و ارائه راهبردهایی پرداخته شود که به تقویت این رویکرد در سیستم مدیریت بحران شهر بینجامد تا از این طریق امکان موفقیت برنامه‌ها و طرح‌های مدیریت بحران در دستیابی به اهداف از پیش تعیین‌شده را فراهم نمود. در این راستا، هدف پژوهش حاضر تدوین راهبردهای تقویت رویکرد اجتماع‌محور در سیستم مدیریت بحران شهر اردبیل است. بنابراین برای دستیابی به هدف مذکور سؤالات زیر مطرح می‌گردد:

۱. مؤلفه‌های رویکرد اجتماع‌محور در سیستم مدیریت بحران کدام‌اند؟

۲. راهبردهای تقویت رویکرد اجتماع‌محور در سیستم مدیریت بحران شهر اردبیل کدام‌اند؟

پیشینه نظری

رویکرد پشتیبانی به‌عنوان یکی از رویکردهای فرعی رویکرد مدرن، مبتنی بر کمک‌های اولیه و امداد و نجات است که به موازات تأسیس سازمان‌های بین‌المللی مانند فدراسیون بین‌المللی جمعیت‌های صلیب سرخ و هلال احمر شکل گرفت. بعد از جنگ جهانی دوم و غلبه گفتمان‌های علمی فنی و مکاتب رشد و توسعه و رفتارگرایی به‌منظور گریز از آثار مخرب بلایا و پیشگیری از بروز چنین مخاطراتی، راهکارهای علمی و مهندسی به‌عنوان رویکرد فرعی دیگر تحت عنوان رویکرد پیشگیرانه در مدیریت بحران در اولویت قرار گرفت.

این رویکرد تا دهه ۸۰ میلادی ادامه داشت. از اوایل دهه ۸۰ و با تشدید مسائل و مشکلات در بیشتر کشورها و جوامع در حال توسعه و توسعه‌نیافته ناشی از شکست طرح‌های توسعه‌ای نامتوازن و غیرمتنطبق با ساختارهای محلی، مانند مهاجرت روستاییان به شهرها، افزایش حاشیه‌نشینی در شهرها، افزایش تراکم جمعیت، ساخت‌وساز غیرقانونی و غیره، بر خسارت‌های ناشی از بحران‌ها افزوده شد. حوادث و بلایای دهه ۸۰ میلادی نشان‌دهنده آن بود که رویکرد پیشگیرانه نیز جهت مقابله با بلایا کافی نبوده و اساساً به عوامل و متغیرهای انسانی جوامع توجه کافی نشده است. در نتیجه رویکرد جامعه‌محور در مدیریت بحران شکل گرفت که تأکید اصلی آن بر کاهش خطرپذیری جوامع انسانی است (محقق، ۱۳۹۱).

در حال حاضر به‌دلیل ناکارآمدی رویکرد مدرن در خصوص مدیریت بحران که تحت تأثیر تسلط دیدگاه بالا به پایین ایجاد شده است؛ رویکرد جامعه‌محور اصل و رویکردی پذیرفته‌شده در این حیطه می‌باشد (راتنایاک و همکاران، ۲۰۲۰).



جدول ۱. مقایسه رویکردهای نظری مدیریت بحران

رویکرد	رویکرد مدرن	رویکرد توسعه‌ای یا اجتماع‌محور
رویکرد فرعی	پشتیبانی یا لجستیک	پیشگیرانه
هدف	مقابله با حوادث احتمالی از طریق بسیج امکانات و تجهیزات	افزایش مقاومت
ایجاد مورد توجه	فیزیکی و محیطی	محیط طبیعی، ساختار اجتماعی - اقتصادی و نظام حکومتی و دولت
روش‌شناسی	فن‌گرا و کمی	منطقی و خردگرا
مدل برنامه‌ریزی	مدل فرماندهی و کنترل مرکزی	حمایت و جلب مشارکت
راه حل عمده	پذیرش اصل «زندگی با حوادث» و برنامه‌ریزی برای مقابله با آن	برنامه‌ریزی پیش از بحران، دانش فنی، شیوه‌های ساخت‌وساز
محوریت	مقابله / امداد و نجات	ممانعت از خطر / افزایش مقاومت
اقدام	ایجاد سیستم‌های هشدار، واکنش فوری، امداد و نجات	معماری ساختمان، مصالح ساختمانی و طراحی دقیق زیرساخت‌های حیاتی
		کاهش فقر و نابرابری و افزایش دسترسی به منابع و امکانات اتخاذ تصمیمات درازمدت و میان‌مدت، نگرش ریشه‌ای و اساسی
		تاب‌آوری (پیشگیری، آمادگی، واکنش، رهبری، بازیابی و بهبود)
		کمی و کیفی
		همیارانه و مبتنی بر دموکراسی و مشارکت عمومی
		افزایش قابلیت انطباق
		حکومت مبتنی بر تعادل ثروت و قدرت، الگوی آموزشی مبتنی بر تعادل اکولوژیک، اتخاذ روش‌های ترکیبی فناوری و یاددانی و بومی
		شفاف ساختن شدت آسیب‌پذیری، حمایت از فقر، ارتقای دانش جوامع درباره مخاطرات
		کاهش فقر و نابرابری و افزایش دسترسی به منابع و امکانات اتخاذ تصمیمات درازمدت و میان‌مدت، نگرش ریشه‌ای و اساسی
		ترکیبی و همه جانبه و در جهت پایندگی و انطباق

منبع: نوجوان و همکاران (۱۴۰۰)، مقیمی (۱۳۹۳)، عبدالمهی (۱۳۹۱)، محقق (۱۳۹۱)

سنتی تاب‌آوری، شرایط بازگشت به گذشته مورد تأکید می‌باشد، رویکردهای نوین، بر ظرفیت مناطق برای ایجاد مسیرهای جدید رشد و توسعه جوامع دلالت دارند (هدایتی فرد و رزنبلات، ۱۳۹۸).

نهادگرایی در سال‌های اخیر به‌عنوان یکی از موفق‌ترین نظریه‌ها در راستای توسعه محلی و منطقه‌ای مطرح است و طی دو دهه اخیر چندین حوزه در علوم اجتماعی، رواج مجدد تفکرها و ایده‌هایی را تجربه نمودند که نهادها را در کانون توجه اندیشه و عمل خود قرار داده‌اند. نهادگرایی یک ایده قدیمی است که پارادایمی شدن آن حداقل به اوایل قرن بیستم برمی‌گردد و در چهارچوب رویکرد پایین به بالا عمل می‌کند (تئیز، ۲۰۰۷).

درواقع شکست رویکردهای بالا به پایین موجب شد رشته‌ای از مباحث اجتماعی و فرهنگی از جمله اعتماد، ارزش‌ها و هنجارها، سرمایه اجتماعی و ظرفیت‌های انسانی در عرصه برنامه‌ریزی و مدیریت شهری، محلی و منطقه‌ای مورد توجه قرار گیرند (هادسون، ۲۰۰۴). در عرصه سیاست‌گذاری رویکرد نهادی، بر اصلاح و بهبود رویه‌ها و ترتیبات نهادی محلی تأکید می‌گردد. در این عرصه تأکید اصلی صرفاً بر بسیج و به تحرک واداشتن نهادهای سیاسی دولتی در سطح محلی نیست، بلکه بر نقش عوامل و نهادهای غیردولتی نیز تأکید می‌شود (آمین، ۱۹۹۸). به‌طور خلاصه رویکردهای شناخته‌شده در زمینه مدیریت بحران و مقایسه آن‌ها در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

یک تحول اجتماعی عمیق و ریشه‌دار است. دیدگاه ساختارگرایی در عرصه کاهش مخاطرات، رابطه میان مخاطرات و مصیبت‌های جوامع با محیط طبیعی، ساختار اجتماعی، توسعه‌نیافتگی، نظام حکومتی و دولت، وابستگی اقتصادی و در نهایت ساختار آموزشی و فرهنگی آن را مورد بحث قرار می‌دهد (مقیمی، ۱۳۹۳). این رویکرد در عرصه مدیریت بحران بر این مسئله تأکید دارد که قیدوبندهایی را که جوامع به‌صورت نهادهای اجتماعی، سیاسی، اقتصادی، درمائی، محیطی و سازمانی برای خود ایجاد نموده‌اند یا بر آن‌ها تحمیل و اجرا شده است، مورد ارزیابی قرار داده و تأثیرات آن‌ها را در کاهش مخاطرات و کاهش آسیب‌پذیری ارزیابی کنند (فریر و همکاران، ۲۰۰۳).

بر مبنای رویکرد نهادی ذی‌نفعان متعدد با منافع گوناگون جهت تدوین برنامه، بدون سرپرستی نهادهایی که در شکل سنتی روند برنامه‌ریزی را هدایت می‌نمودند، با همدیگر همکاری می‌نمایند (مارگروم، ۲۰۰۲)، زیرا ایده مدل برنامه‌ریزی همیارانه، تبادل نظر نامحدود براساس دموکراسی در جامعه است (ساگر، ۲۰۰۶). در عصر حاضر، در جوامع بحران‌زده توجه زیادی به ظرفیت‌های نهادی موجود برای بازگشت به شرایط اولیه و بازسازی با کمترین بهره‌گیری از کمک‌های بیرونی معطوف می‌گردد که این امر سبب تأکید بر ایجاد تغییرات اساسی در زمینه فرهنگ کاری کاهش خطر دارد که بر مفهوم تاب‌آوری بیش از آسیب‌پذیری تأکید می‌کند (مایونگا، ۲۰۰۷). در شرایطی که در رویکردهای

جدول ۲. مؤلفه‌های رویکرد اجتماع‌محور در سیستم مدیریت بحران

رویکرد	مؤلفه	علامت	پژوهش‌های پشتیبان
ساختاری	برنامه‌ریزی برای انتشار آسیب‌پذیر	A	(عزیزی و همکاران، ۱۳۹۰؛ مطهری و رفیعان، ۱۳۹۵)
	برنامه مختص هر مخاطره	B	(ان گوسن و همکاران، ۲۰۱۹)
	اقدامات مربوط به امور ایمنی	C	(خمر و رخسانی، ۱۳۹۴)
	درک و آگاهی از مخاطرات محیطی	D	(رضایی و همکاران، ۱۳۹۳؛ یلیکی و همکاران، ۲۰۱۴)
	به‌کارگیری روش‌های نوین مدیریت بحران	E	(سجاسی قیداری و همکاران، ۱۳۹۳؛ نکودری و یقویی، ۱۳۹۰)
	آموزش، داشتن مطالعات بروز و افزایش دانش	F	(هریس و همکاران، ۲۰۱۷)
	حضور افراد مطلع محلی در مدیریت بحران	G	(نوروزی و فرزادی، ۱۳۹۶)
نهادی	اعتقاد به مشارکت و کار گروهی	H	(نوکایسا و همکاران، ۲۰۱۹؛ یثو و همکاران، ۲۰۱۷)
	مسئولیت‌پذیری اجتماعی	I	(نادیور، ۱۳۹۱؛ رهنما و رضوی، ۱۳۹۱)
	مشارکت در برنامه اجتماعات محلی	J	(مهدیه، ۱۳۹۹؛ رکن‌الدین افتخاری، ۱۳۸۶)
	اعتماد اجتماعی	K	(منوریان و همکاران، ۱۳۸۹)
	انگیزه مشارکت مردم	L	(الاساه، ۲۰۱۸)
	مشارکت مالی یا نهادهای محلی	M	(هوستلر و همکاران، ۲۰۱۹)

پیشینه تجربی

در ارتقای تاب‌آوری جامعه در مقابل همه‌گیری کرونا دارد.

یثو و همکاران (۲۰۱۷) در مقاله خود بر اهمیت رویکرد فرهنگی در مدیریت بحران تأکید دارند و به این نتیجه دست یافته‌اند که یادگیری مداوم، ارتباط و هماهنگی بین فرهنگ‌های متنوع می‌تواند موجب افزایش تاب‌آوری جوامع گردد. **هوستلر و همکاران (۲۰۱۹)** در مقاله خود به این نتیجه رسیده‌اند که برای دستیابی به تغییر تحول‌آفرین پایدار و بلندمدت و کاهش ریسک لازم است رویکردهای مشارکتی با دقت طراحی شوند. برخی از عوامل کلیدی تأثیرگذار در این زمینه عبارتند از: فناوری محلی سازگار، توانمندسازی جوامع محلی از طریق ایجاد اعتماد به نفس و افزایش حس مسئولیت‌پذیری در آن‌ها و ایجاد کمیته اضطراری محلی آموزش‌دیده.

سارابا و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیق خود به این نتیجه دست یافته‌اند که اعمال مداخلات در سه عرصه مهم تأثیر مثبت و معناداری در کارآمدی مدیریت بحران مبتنی بر جامعه داشته است که عبارت‌اند از: دانش و آمادگی، مؤلفه‌های انسجام اجتماعی و مدیریت مصرف در حوزه سرمایه‌های طبیعی.

شارما و همکاران (۲۰۲۲) در مقاله خود به این نتیجه رسیده‌اند که مشارکت جامعه برای اجرای برنامه کاهش خطر در سطح محلی بسیار ضروری است و فقط زمانی امکان‌پذیر می‌باشد که خود مردم مالک برنامه باشند و مشارکت مستمر در فعالیت و اقدامات کاهش خطر داشته باشند. مشارکت جامعه در برنامه

رفیعان و مطهری (۱۳۹۱) در تحقیق خود به این نتیجه رسیده‌اند که علاوه بر مؤلفه انسجام در بین گروه دوام، مؤلفه‌های مسئولیت‌پذیری و نیز نحوه مدیریت و سازماندهی این گروه با عوامل ادراکی و رفتاری مدیریت ریسک بلایا، ارتباط معنی‌دار دارند. **پورموسوی و همکاران (۱۳۹۲)** ضمن اقدام‌پژوهی تفسیری و تاریخی راهبرد فوق فعال به ابعاد گوناگون مدیریت بحران اجتماع‌محور پرداخته‌اند و بر ضرورت اجرای سناریوهای منطبق با وضعیت، ویژگی‌ها و ظرفیت محلات شهری با هدف آمادگی جهت مواجهه با بحران‌ها و کنترل اثرات آن‌ها تأکید دارند.

موهبتی زهان و همکاران (۱۳۹۹) عوامل مؤثر بر مدیریت بحران با رویکرد ظرفیت‌سازی جوامع محلی را در چهار گروه «عوامل مربوط به مرحله پیشگیری و کاهش اثرات بحران»، «عوامل مربوط به مرحله آمادگی در برابر بحران»، «عوامل مربوط به مرحله مقابله با بحران» و «عوامل مربوط به مرحله بازسازی و بازتوانی بعد از بحران» دسته‌بندی نموده‌اند.

صالحی نودز و همکاران (۱۴۰۰) در مقاله خود به این نتیجه رسیده‌اند که افزایش روحیه همکاری و انگیزه مشارکت مردم یکی از بهترین راه‌ها برای کاهش آسیب‌پذیری جوامع می‌باشد. **احدزاد روشنی و همکاران (۱۴۰۱)** در مقاله خود به این نتیجه رسیده‌اند که چهار مؤلفه از جمله مشارکت و شبکه‌های اجتماعی، سرمایه اجتماعی، دانش و مهارت و درک و آگاهی بیشترین تأثیر

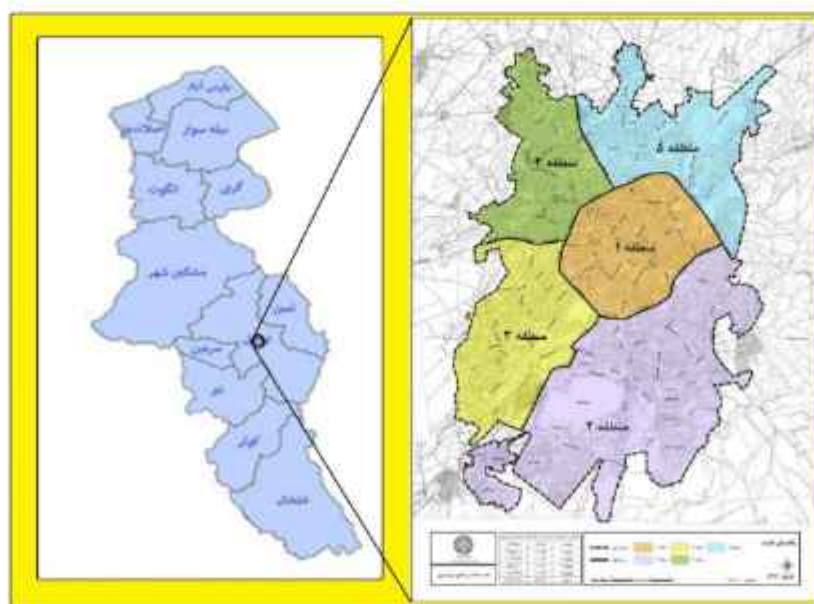
جدول ۳. مشخصات توصیفی جامعه آماری پژوهش

مشخصات نمونه	تعداد (درصد)
جنسیت	مرد ۲۲(۶۲/۸۵)
	زن ۱۳(۳۷/۱۵)
سن	۲۰-۳۰ ۶(۱۷/۱۴)
	۳۰-۴۵ ۱۸(۵۱/۳۳)
	۴۵ به بالا ۱۱(۳۱/۳۳)
سازمان	دانشگاه ۱۲(۳۴/۳۹)
	استانداری ۸(۲۲/۸۶)
	شهرداری ۱۰(۲۸/۵۷)
	جمعیت هلال احمر ۵(۱۴/۲۹)
تحصیلات	کارشناسی ۱۱(۳۱/۳۳)
	کارشناسی ارشد ۱۲(۳۴/۳۹)
	دکتر ۷(۲۰)
	دانشجوی دکتری ۵(۱۴/۲۹)

زمینه صورت گرفته است، اما در خصوص ارائه راهبردهای منطبق بر شرایط و وضعیت جوامع محلی تحقیقات اندکی وجود دارد. **جدول شماره ۲**، مؤلفه‌های رویکرد اجتماع‌محور در سیستم مدیریت بحران را نشان می‌دهد که براساس مطالعه پیشینه نظری و عملی موضوع پژوهش شناسایی شده است.

کاهش خطر در مرحله قبل از بحران و همچنین در فرآیند مقابله و بازیابی پس از بحران بسیار مهم است.

دجینگ (۲۰۲۳) بر نقش آموزش، افزایش درک و آگاهی مردم از مخاطرات محیطی و بهبود سیستم اطلاع‌رسانی در تقویت مشارکت همگانی در مدیریت بحران تأکید دارد. همچنان که از بررسی منابع خارجی و داخلی در رابطه با مدیریت بحران اجتماع‌محور برمی‌آید؛ مطالعات و پژوهش‌های متعددی در این



تصویر ۱. موقعیت شهر اردبیل در نقشه تقسیمات سیاسی استان و نقشه مناطق پنج‌گانه شهرداری

جدول ۴. مقدار آلفای کرونیخ سوالات پرسشنامه

متغیرها	ضریب آلفای کرونیخ
عوامل داخلی	قوت ۰/۹۶۵
	ضعف ۰/۹۱۸
عوامل خارجی	فرصت ۰/۹۳۰
	تهدید ۰/۹۵۶

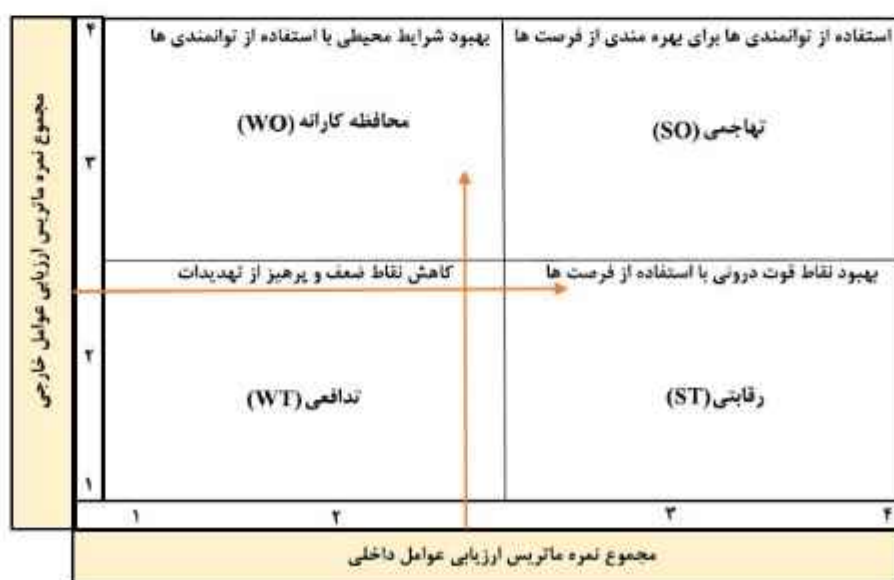
موقعیت منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه در این پژوهش، شهر اردبیل می باشد. این شهر به عنوان مرکز استان اردبیل در ظرف فضایی دشت اردبیل قرار دارد که از نظر مختصات جغرافیایی حدوداً در حد فاصل ۴۷ درجه و ۴۸ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۵۶ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۳۳ دقیقه عرض شمالی واقع شده و متوسط ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۴۵ متر است. براساس سرشماری عمومی نفوس و مسکن در سال ۱۳۹۵، جمعیت این شهر، بالغ بر ۵۲۹۳۷۴ نفر بوده است. موقعیت محدوده شهر اردبیل و مناطق پنج گانه شهرداری در تصویر شماره ۱، نشان داده شده است.

روش

پژوهش حاضر از لحاظ هدف، کاربردی و از نظر ماهیت، پیمایشی و تحلیلی است. روش جمع آوری اطلاعات، کتابخانه‌ای و میدانی می باشد. از روش کتابخانه‌ای برای جمع آوری اطلاعات

مربوط به چهارچوب نظری و شناسایی مؤلفه‌های پژوهش (شامل ۱۳ مؤلفه) و همچنین مطالعه اسناد و گزارشات مربوط به اقدامات و برنامه‌های مرتبط با مدیریت بحران اجتماع محور در سازمان‌های متولی بحران در شهر اردبیل از جمله استانداری، شهرداری، اداره کل مدیریت بحران، جمعیت هلال احمر، دانشگاه علوم پزشکی، اداره کل آموزش و پرورش، شرکت توزیع نیروی برق، شرکت آب و فاضلاب، شرکت گاز، اداره بهزیستی، کمیته امداد امام خمینی، اداره کل تأمین اجتماعی، پایگاه‌های بسیج و سازمان‌های مردم‌نهاد استفاده شده است. از روش میدانی برای جمع آوری داده‌ها از طریق تکمیل پرسش‌نامه استفاده شده است. جامعه آماری پژوهش ۳۵ نفر است که شامل کارشناسان حوزه مدیریت بحران و اساتید و پژوهشگرانی که در زمینه موضوع تحقیق فعالیت دارند، می باشد که به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شده‌اند. دلایل انتخاب آنان به این ترتیب بوده است که علاوه بر مرتبط بودن با ماهیت موضوع پژوهش حاضر، تجربیات عملی و اجرایی لازم را داشتند (جدول شماره ۳).



تصویر ۲. موقعیت سیستم مدیریت بحران اجتماع محور شهر اردبیل در ماتریس سوات

جدول ۵. ماتریس ارزیابی عوامل داخلی

مؤلفه	مهم‌ترین عوامل داخلی (قوت‌ها و ضعف‌ها)	نماد	وزن	امتیاز وضع موجود	امتیاز موزون
A	دسترسی به اطلاعات گروهی از افراد آسیب‌پذیر در لیست کمیته امداد و اداره بهزیستی اردبیل	S1	۰/۰۲۱	۴	۰/۰۸۴
	ایجاد گروه‌های نادرس در مدارس جهت آمادگی در برابر مخاطرات توسط جمعیت هلال احمر استان	S2	۰/۰۰۰	۳	۰/۰۰۱
	ارائه خدمات تأمین اجتماعی و بیمه خدمات درمانی به اقشار آسیب‌پذیر	S3	۰/۰۱۱	۴	۰/۰۴۴
	برگزاری مانور کنترل سیل در سد یامچی اردبیل	S4	۰/۰۱۱	۳	۰/۰۳۳
B	ساماندهی بخش‌هایی از روخانه یالقلوچای (روخانه روان در داخل شهر)	S5	۰/۰۲۱	۴	۰/۰۸۶
	برگزاری مانورهای زلزله در مدارس شهر با هدف ارتقای آمادگی دانش‌آموزان	S6	۰/۰۰۳	۳	۰/۰۰۹
	وجود قوانین و مقررات مربوط به مقاوم‌سازی بناها	S7	۰/۰۲۴	۴	۰/۰۹۵
	ارتقای سطح آمادگی شهرداری برای مقابله با بحران بارش برف سنگین از طریق تکمیل تجهیزات یرف‌رویی	S8	۰/۰۰۴	۳	۰/۰۱۱
C	آموزش نیروهای امدادی، کارکنان ادارات و مردم در مساجد و مدارس شهر	S9	۰/۰۱۱	۴	۰/۰۴۴
	تمرین و اجرای پروژه‌های تاب‌آوری و مقاوم‌سازی شبکه‌های گازرسانی شهر با نگاه به رویکرد پدافند غیرعامل	S10	۰/۰۱۷	۴	۰/۰۶۶
	اختصاص اعتبارات مناسب به جمعیت هلال احمر استان در سال‌های اخیر	S11	۰/۰۰۳	۳	۰/۰۱۰
	برگزاری مانورهای مختلف توسط شرکت توزیع برق و شرکت آب و فاضلاب با رویکرد پدافند غیرعامل	S12	۰/۰۱۶	۳	۰/۰۴۹
D	تجهیز مدیریت بحران شهرستان به اتابار اختصاصی، برج نوری، پست‌های سیار و دیزل ژنراتور و افزایش تعداد مولدهای اضطراری	S13	۰/۰۱۰	۳	۰/۰۳۱
	اهتمام بر تهیه اطلس مخاطرات استان توسط استانداری	S14	۰/۰۱۷	۳	۰/۰۵۲
	تدوین طرح جامع پدافند غیرعامل استان	S15	۰/۰۲۴	۴	۰/۰۹۶
	فعالیت مستمر کارگروه‌های تخصصی متعدد زیرمجموعه شورای پدافند غیرعامل استان	S16	۰/۰۱۷	۴	۰/۰۶۹
E	برگزاری مانورهای فناوری اطلاعات در شرایط بحرانی توسط اداره کل مدیریت بحران شهر	S17	۰/۰۱۰	۳	۰/۰۳۰
	برگزاری دوره‌های آموزشی با هدف کاهش حوادث و سلامت نیروی کار	S18	۰/۰۰۱	۳	۰/۰۰۲
	نهادینه شدن و فرهنگ‌سازی موضوع پدافند غیرعامل در سطح ادارات دولتی	S19	۰/۰۲۰	۴	۰/۰۸۲
	تأکید مدیریت بحران شهر بر آموزش همگانی	S20	۰/۰۱۷	۳	۰/۰۵۱
F	تدوین سند راهبرد ملی مدیریت بحران کشور با بهره‌گیری از ظرفیت‌های علمی و مشارکت اندیشمندان و صاحب‌نظران عرصه مدیریت بحران	S21	۰/۰۲۴	۴	۰/۰۹۸
	پیاده‌سازی ساختار مدیریت دانش در سازمان مدیریت بحران کشور	S22	۰/۰۲۱	۴	۰/۰۸۳
	تدوین برنامه مدیریت بحران محله‌محور یا ایجاد مدرسه ایمن در هر محله	S23	۰/۰۰۷	۳	۰/۰۲۲
	طرح راهاندازی قرارگاه‌های مردم‌یاری توسط سازمان مدیریت بحران کشور	S24	۰/۰۰۷	۳	۰/۰۱۴
G	بالا بودن میزان انسجام اجتماعی در شهر طبق تجربه بحران‌های گذشته	S25	۰/۰۱۰	۴	۰/۰۳۹
	اجرای طرح خادم توسط جمعیت هلال احمر استان با هدف جلب مشارکت	S26	۰/۰۱۶	۴	۰/۰۶۴
	برگزاری دوره‌های آموزشی در زمینه نقش خیریه‌ها، سازمان‌های مردم‌نهاد و گروه‌های داوطلب در مدیریت بحران توسط دانشگاه علوم پزشکی اردبیل	S27	۰/۰۰۵	۳	۰/۰۱۴
	فعالیت‌های تربیتی و آموزشی به منظور ارتقای روحیه تعاون توسط جمعیت هلال احمر اردبیل (مانند مسابقات رفاقت مهر)	S28	۰/۰۰۵	۳	۰/۰۱۵
H	برگزاری اردوهای طرح جهادی توسط سازمان بسیج دانشجویی استان	S29	۰/۰۰۷	۳	۰/۰۲۰
	برگزاری رویدادهای مرتبط با کار گروهی توسط جهاد دانشگاهی	S30	۰/۰۰۶	۳	۰/۰۱۹

مؤلفه	مهم‌ترین عوامل داخلی (قوت‌ها و ضعف‌ها)	نماد	وزن	امتیاز وضع موجود	امتیاز موزون
I	برگزاری همایش در راستای تقویت مسئولیت‌پذیری اجتماعی در شهر	S21	-/۰۰۶	۳	-/۰۱۸
	تدوین برنامه برای ایجاد سرای محله در محلات کم‌برخوردار شهر	S22	-/۰۰۷	۳	-/۰۲۱
	فعالیت کانون‌های فرهنگی هنری مساجد شهر با هدف جذب افراد و فعالیت در عرصه‌های آموزشی، فرهنگی و اجتماعی	S23	-/۰۱۱	۳	-/۰۳۳
J	فعالیت هیئت‌های مذهبی متعدد در سطح شهر در عرصه کمک به محرومان	S24	-/۰۰۶	۴	-/۰۲۳
	پیگیری مطالبات مردمی در محلات مختلف توسط سازمان بسیج مساجد و محلات با هدف احصاء مشکلات محلات و تلاش برای رفع آن‌ها	S25	-/۰۱۲	۴	-/۰۳۷
	وجود روابط گرم و صمیمی در واحدهای همسایگی محلات قدیمی شهر	S26	-/۰۰۵	۳	-/۰۱۶
K	یکدستی فرهنگی نسبی در محلات مختلف شهر	S27	-/۰۱۲	۳	-/۰۳۶
	بالا بودن میزان سرمایه اجتماعی (براساس گزارش استانداری، استان اردبیل در زمینه سرمایه اجتماعی جزء ۱۰ استان برتر کشور است)	S28	-/۰۱۲	۴	-/۰۳۹
	اجرای طرح‌های مختلف در راستای تقویت مشارکت اجتماعی توسط اداره بهزیستی (از جمله طرح مانا)	S29	-/۰۰۴	۳	-/۰۱۳
L	اجرای طرح «شهریاران جوان» به منظور ایجاد حلقه‌های میانی بین شهروندان و شهرداری	S40	-/۰۰۴	۳	-/۰۱۲
	اجرای «چشمواره محلات موفق» توسط شهرداری در جهت افزایش مشارکت	S41	-/۰۰۳	۳	-/۰۰۸
	اجرای طرح کرامت توسط فرمانداری با هدف بهره‌گیری از مشارکت مردم در راهاندازی واحدهای کوچک تولیدی در مناطق محروم	S42	-/۰۰۲	۳	-/۰۰۷
M	اهتمام شهرداری به توسعه اماکن ورزشی جهت کاهش آسیب‌های اجتماعی	S43	-/۰۱۶	۳	-/۰۳۷
	عدم وجود بانک اطلاعاتی جامع از آمار گروه‌های آسیب‌پذیر در شهر	W1	-/۰۰۹	۱	-/۰۰۹
	عدم وجود نهاد مسئول، نظارتی برای انجام امور مربوط به اکتشار آسیب‌پذیر	W2	-/۰۰۹	۱	-/۰۰۹
B	عدم لایروبی و بازگشایی مسیر رودخانه بالیقلوچای و احتمال وقوع سیل	W3	-/۰۲۲	۱	-/۰۲۲
	کمبود منابع مالی و اعتبارات جهت اجرایی کردن عملیات پیشگیرانه سیل	W4	-/۰۲۳	۱	-/۰۲۳
	پرداختن مقطعی به موضوع آمادگی در برابر زلزله	W5	-/۰۰۹	۲	-/۰۱۷
C	فقدان برنامه‌ریزی دقیق جهت پیشگیری از آب‌گرفتگی معابر در شهر	W6	-/۰۰۲	۲	-/۰۰۴
	فقدان اقدامات مناسب برای کاهش آسیب‌پذیری بخش‌های مرکزی شهر (به سبب عواملی همچون عرض کم معابر، تراکم بالای ساختمانی، جمعیتی و ...)	W7	-/۰۲۳	۱	-/۰۲۳
	کمبود منابع مالی برای حل معضل آب‌گرفتگی معابر در شهر	W8	-/۰۰۲	۱	-/۰۰۲
D	وضعیت نامطلوب برخی ساخت و سازها به‌ویژه مصالح غیراستاندارد	W9	-/۰۱۸	۱	-/۰۱۸
	ضعف در مدیریت مصرف آب و افزایش تنش‌های آبی در استان	W10	-/۰۰۲	۲	-/۰۰۳
	نبود اطلاعات بروز در حوزه مدیریت بحران شهر	W11	-/۰۲۲	۱	-/۰۲۲
E	فقدان پایگاه‌های اطلاعاتی مبتنی بر آمار و اطلاعات فضایی - جغرافیایی جهت شناخت مکان‌های حادثه خیز	W12	-/۰۲۳	۱	-/۰۲۳
	عدم بهره‌گیری سازمان‌های دولتی و بخش خصوصی از تحقیقات دانشگاهی در حوزه پدافند غیرعامل	W13	-/۰۱۸	۲	-/۰۳۶
	عدم بهره‌گیری از متخصصان در امور مدیریت بحران شهر	W14	-/۰۲۳	۲	-/۰۳۵
F	نبود بانک‌های اطلاعاتی تخصصی جامع در سازمان‌های متولی بحران	W15	-/۰۲۰	۱	-/۰۲۰
	کمبود قوانین منسجم و متعلق در حوزه مدیریت بحران شهر	W16	-/۰۲۲	۱	-/۰۲۲
	فقدان ساختار مبتنی بر مدیریت دانش در برخی از سازمان‌ها	W17	-/۰۱۸	۱	-/۰۱۸
	ضعف در بهره‌گیری از پدنه کارشناسی در سازمان‌های متولی بحران	W18	-/۰۱۹	۲	-/۰۳۷



مؤلفه	مهم‌ترین عوامل داخلی (قوت‌ها و ضعف‌ها)	نماد	وزن	امتیاز وضع موجود	امتیاز موزون
G	مشارکت‌های نظام‌یافته و هیجانی در بحران طبق تجربه بحران‌های گذشته	W19	۰/۰۰۱	۲	۰/۰۰۲
	نبود سازمان‌های مردم‌نهاد متولی مدیریت بحران (بجز جمعیت هلال احمر)	W20	۰/۰۱۹	۱	۰/۰۱۹
	وجود فاصله بین نهادهای تصمیم‌ساز در سطوح کلان یا سطوح محلی	W21	۰/۰۲۰	۱	۰/۰۲۰
H	تمایل کمتر مردان نسبت به زنان جامعه برای انجام امور مشارکتی	W22	۰/۰۰۱	۲	۰/۰۰۲
	کاهش فرهنگ یاری‌گری در جامعه امروز به دلیل فاصله بین سنت و مدرنیته	W23	۰/۰۰۸	۲	۰/۰۱۷
	ارجحیت داشتن منافع فردی بر منافع جمعی در جامعه	W24	۰/۰۱۵	۱	۰/۰۱۵
I	نبود حس تعلق مکانی در محلات شهر و کاهش مسئولیت‌پذیری اجتماعی	W25	۰/۰۱۳	۲	۰/۰۲۵
	قرار گرفتن روابط شهروندان در وضعیتی آسیب‌زا ناشی از تغییر سبک زندگی	W26	۰/۰۲۰	۱	۰/۰۲۰
J	فقدان آگاهی عمومی درباره اهمیت شرکت در اجتماعات محلی	W27	۰/۰۰۸	۱	۰/۰۰۸
	افزایش روحیه خودمحوری و عدم شکل‌گیری تفکر جمعی و زندگی اجتماعی	W28	۰/۰۰۸	۱	۰/۰۰۸
	محدود بودن اتفاقات جمعی در محلات شهر صرفاً به ایام عزاداری مذهبی	W29	۰/۰۰۸	۱	۰/۰۰۸
K	بی‌اعتمادی بین نهادهای متولی و مردم به‌صورت یک احساس دوسویه در طول تاریخ به عنوان عامل مهم مشارکت‌گریزی	W30	۰/۰۱۳	۲	۰/۰۲۶
	کاهش اعتماد در محلات شهر به دلیل تغییر در ساختار هویتی محلات	W31	۰/۰۱۳	۲	۰/۰۲۶
	ایجاد فاصله بین ساکنان محلات شهر تحت تأثیر تحولات سریع و تغییر محله به‌لحاظ کالبدی و اجتماعی در طول زمان و کاهش تعلق افراد نسبت به هم	W32	۰/۰۱۴	۲	۰/۰۲۷
L	وجود خفایات و رفتارهای پارتی‌همچون درین گرای، گمنامی و نوداری در میان ایرانیان به عنوان مانعی برای اقدامات جمعی و مشترک	W33	۰/۰۱۴	۲	۰/۰۲۸
	تامل تاریخی غالباً یک سویه میان دولت و ملت در ایران و انتظار و صوری برای تحقق و اجرای اقدامات متولی بالادست	W34	۰/۰۱۴	۲	۰/۰۲۸
	وجود حس انفعال در بین شهروندان	W35	۰/۰۱۵	۲	۰/۰۳۰
M	اولویت پرداختن به امور خصوصی به دلایلی مانند شرایط نامطلوب اقتصادی	W36	۰/۰۱۵	۲	۰/۰۳۰
	تحقق نیافتن شکل‌یافتگی جامعه مدنی ناشی از روحیه خودمملاری ایرانیان	W37	۰/۰۱۹	۱	۰/۰۱۹
	تقید و اسارت در تأمین منافع و تلاش برای تهیه ملزومات امرار معاش	W38	۰/۰۱۴	۱	۰/۰۱۴
مجموع			۱		۲/۳۸

پس از تکمیل پرسش‌نامه‌ها توسط کارشناسان، متغیرهایی که دارای میانگین بالاتر از ۳ بوده، به‌عنوان متغیرهای پژوهش انتخاب شدند؛ به‌طوری که ۴۳ متغیر برای نقاط قوت، ۳۸ متغیر برای نقاط ضعف، ۴۰ متغیر برای فرصت‌ها و ۳۸ متغیر برای تهدیدات شناسایی گردید. در ادامه به ارزیابی این عوامل به‌وسیله وزن‌دهی و رتبه‌بندی آن‌ها پرداخته شده است. در گام بعد برای هریک از مؤلفه‌های پژوهش، با بهره‌گیری از نظر کارشناسان و باتوجه به موقعیت‌های چهارگانه روش سوات، چهار راهبرد مجزا ارائه شده است. درنهایت برای انتخاب راهبرد برتر از بین راهبردهای ارائه‌شده برای هر مؤلفه، از روش ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک کمی^۴ (QSPM) بهره گرفته شده است.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها با هدف ارائه راهبردها جهت تقویت رویکرد اجتماع‌محور در سیستم مدیریت بحران شهر اردبیل از روش سوات^۲ استفاده شده است. برای این منظور ابتدا از طریق بررسی اسناد و به‌کارگیری تکنیک پیمایش محیطی، پیش‌نویس اولیه عوامل داخلی (نقاط قوت و نقاط ضعف) و عوامل خارجی (فرصت‌ها و تهدیدات) تهیه و سپس با استفاده از نظرات کارشناسان غربالگری شدند. به این ترتیب که عوامل داخلی و خارجی به‌صورت سؤالات پرسش‌نامه در قالب طیف لیکرت ۵ درجه تهیه و عدد ۳ به‌عنوان حد آستانه برای انتخاب متغیرهای نهایی در نظر گرفته شد. روایی سؤالات پرسش‌نامه توسط اساتید دانشگاه و کارشناسان مورد تأیید قرار گرفته و پایایی آن‌ها با استفاده از ضریب آلفای کرونباخ به دست آمده است (جدول شماره ۴).

جدول ۶ ماتریس ارزیابی عوامل خارجی

مؤلفه	مهم‌ترین عوامل پیرونی (فرصت‌ها و تهدیدها)	نماد	وزن	امتیاز وضع موجود	امتیاز موزون
A	وجود قوانین تصریح‌کننده حقوق اقشار آسیب‌پذیر نسبت به بهره‌مندی از مزایای خاص و حمایت‌های دولتی	O1	۰/۰۲۰	۴	۰/۰۳۶
	وجود کنوانسیون‌های بین‌المللی که به‌طور ویژه بر حقوق اقشار آسیب‌پذیر حاکم است (کنوانسیون حذف کلیه اشکال تبعیض علیه زنان، کنوانسیون حقوق کودک و منشور شمول معلولان در اقدامات انسان‌دوستانه)	O2	۰/۰۰۴	۴	۰/۰۱۳
	تدوین طرح ساماندهی رودخانه آغلاغان (با هدف تسهیل و بهبود ورودی آب سد یامچی به عنوان اصلی‌ترین منبع آب آشامیدنی شهر)	O3	۰/۰۰۶	۳	۰/۰۱۸
	برگزاری برنامه‌های آموزشی توسط سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان در زمینه مدیریت منابع آب	O4	۰/۰۰۶	۳	۰/۰۱۷
B	ارائه تسهیلات بانکی برای توسل و مقاوم‌سازی بافت‌های فرسوده	O5	۰/۰۲۵	۴	۰/۰۹۹
	وجود تجارب مفید کشورهای زلزله‌خیز در زمینه مدیریت بحران	O6	۰/۰۲۵	۴	۰/۱۰۰
	امکان بهره‌گیری از امکانات بخش خصوصی و یگان‌های نظامی برای مقابله با بحران (طبق تجربه بحران‌های گذشته)	O7	۰/۰۰۵	۴	۰/۰۲۱
	برگزاری نشست‌ها و رویدادهای تخصصی توسط سازمان مدیریت بحران	O8	۰/۰۰۴	۳	۰/۰۱۲
C	برگزاری رزمایش‌های مختلف در زمینه حملات سایبری با هدف ارزیابی تجهیزات و نیروی انسانی برای مقابله با مخاطرات و تهدیدات احتمالی	O9	۰/۰۰۵	۳	۰/۰۱۵
	راهاندازی قرارگاه سلام توسط سازمان مدیریت بحران کشور در راستای استفاده از ظرفیت‌های بخش خصوصی در مواقع بحرانی	O10	۰/۰۰۵	۳	۰/۰۱۴
	افزایش تعداد پروژه‌های تحقیقاتی در زمینه آگاهی از مخاطرات محیطی	O11	۰/۰۲۵	۴	۰/۱۰۱
	تدوین دستورالعمل مکان‌یابی مراکز حیاتی و حساس یا تأکید بر الزامات و ملاحظات پدافند غیرعامل توسط مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی	O12	۰/۰۲۴	۴	۰/۰۹۷
D	الزام طرح‌ها و پروژه‌های عمرانی دولتی و بخش خصوصی و طرح‌های اقتصادی به اخذ پیوست پدافند غیرعامل و لحاظ آن در نقشه اجرایی خود	O13	۰/۰۲۰	۴	۰/۰۸۲
	دسترسی به سیستم‌های اطلاعاتی و ارتباطاتی نسبتاً پایدار و بروز	O14	۰/۰۲۴	۳	۰/۰۷۲
	تأکید سازمان مدیریت بحران بر تجهیز مسئولان به دانش و فناوری‌های نوین	O15	۰/۰۲۰	۴	۰/۰۸۰
	تأکید سازمان مدیریت بحران بر ضرورت بهره‌مندی از دانش‌پیمان‌ها	O16	۰/۰۱۶	۳	۰/۰۵۸
E	اهتمام سازمان مدیریت بحران کشور به هوشمندسازی مدیریت بحران	O17	۰/۰۱۴	۳	۰/۰۳۳
	اتخاذ رویکردهای چند مخاطره‌ای چندبخشی در مدیریت بحران	O18	۰/۰۱۶	۴	۰/۰۷۷
	تأکید بر نگرش توسعهای به مدیریت بحران در نظام مدیریت بحران کشور	O19	۰/۰۱۴	۴	۰/۰۵۶
	تأکید بر کلیه ملاحظات چرخه بحران در سند راهبرد ملی مدیریت بحران	O20	۰/۰۱۴	۴	۰/۰۵۵
F	توجه بیش از پیش به اهمیت مشارکت در عرصه مدیریت شهری	O21	۰/۰۱۳	۳	۰/۰۴۰
	وجود ظرفیت سازمان‌های مردم‌نهاد برای مدیریت بحران اجتماع‌محور	O22	۰/۰۰۴	۳	۰/۰۱۱
	وجود مقررات مترقی برای حضور سازمان‌های مردم‌نهاد در مدیریت بحران	O23	۰/۰۱۳	۳	۰/۰۳۹
	ظرفیت هیئت‌های مذهبی و مؤسسات فعال در سطوح محلی	O24	۰/۰۱۳	۳	۰/۰۲۸
G	وجود تجربیات شهرهای دیگر (اجرای طرح دوام در تهران، همدان و ارومیه)	O25	۰/۰۱۶	۳	۰/۰۷۵
	داشتن عقده فرهنگی قدرتمند در زمینه حمایت‌های اجتماعی در جامعه	O26	۰/۰۱۲	۳	۰/۰۳۷
	وجود رویکرد جمع‌گرایی در طول تاریخ جوامع شرقی	O27	۰/۰۱۲	۳	۰/۰۳۶
	امکان ترویج کار گروهی یا بهره‌گیری از آموزه‌های دینی	O28	۰/۰۱۲	۳	۰/۰۳۵
H					



مؤلفه	مهم‌ترین عوامل بیرونی (فرصت‌ها و تهدیدها)	نماد	وزن	امتیاز وضع موجود	امتیاز موزون
I	تجربیات مفید شهرهای دیگر از جمله تهران در زمینه تقویت حس تعلق مکانی و مسئولیت‌پذیری اجتماعی از طریق ایجاد سرای محلات	O۲۹	۰/۰۱۹	۳	۰/۰۵۶
	توجه به رویکرد محله‌محور در مدیریت شهری جدید و احیای نگاه سنتی به محلات در کنار پذیرش تحولات مدرن توسعه شهری	O۳۰	۰/۰۱۱	۴	۰/۰۴۵
J	اهتمام به اجرای طرح محله اسلامی توسط سازمان بسیج مساجد و محلات	O۳۱	-/۰۰۳	۳	۰/۰۱۰
	فعالیت پایگاه‌های بسیج محلات در شهر	O۳۲	-/۰۰۳	۳	۰/۰۰۹
K	تأکید و توجه بیش از پیش دولت‌ها بر افزایش احساس امنیت و مشارکت	O۳۳	-/۰۱۱	۳	۰/۰۳۳
	تلاش برای افزایش اعتماد اجتماعی مردم به دستگاه‌ها از طریق شفافیت و قانون انتشار و دسترسی آزاد به اطلاعات	O۳۴	-/۰۰۳	۴	۰/۰۱۰
	نهادینه شدن زندگی اشتراکی تحت تأثیر رشد اپارتمان نشینی	O۳۵	-/۰۰۲	۳	۰/۰۰۷
L	تأکید سیاست‌های کلی نظام کشور بر مشارکت اجتماعی جوانان	O۳۶	-/۰۱۸	۴	۰/۰۷۳
	تأکید سیاست‌های کلی نظام بر تقویت سازوکارهای مشارکت همگانی به‌خصوص شیوه‌های سنتی و دینی در پیشبرد برنامه‌ها و حل مشکلات	O۳۷	-/۰۰۲	۳	۰/۰۰۶
	طرح بهره‌گیری از توان حلقه‌های میانی (گروهی از افراد با هویت جمعی مستقل بدون وابستگی مالی به حاکمیت) در طرح‌های یازدهمی محلات	O۳۸	-/۰۰۲	۳	۰/۰۰۵
M	اتخاذ شیوه‌های نوین تأمین مالی شهرداری‌ها در شهرها توسط شبکه بانکی کشور از طریق تجهیز منابع یا استفاده از مشارکت مردمی	O۳۹	-/۰۰۱	۴	۰/۰۰۵
	تدوین برنامه‌های ویژه در راستای «تقویت تأمین مالی شهر» با هدف تأمین جمعی پروژه‌های شهری	O۴۰	-/۰۰۱	۳	۰/۰۰۳
A	نبود قوانین در خصوص حقوق اقشار آسیب‌پذیر معطوف به مواقع بحرانی	T۱	-/۰۱۱	۱	۰/۰۱۱
	عدم توجه به سرنوشت محرومان در شرایط بحرانی در ادبیات حقوقی کشور	T۲	-/۰۱۰	۱	۰/۰۱۰
	نبود تعریفی جامع از اقشار آسیب‌پذیر در اسناد و قوانین کشور	T۳	-/۰۱۷	۱	۰/۰۱۷
B	وجود تفرق‌های عملکردی در سازمان‌های متولی بحران	T۴	-/۰۱۸	۱	۰/۰۱۸
	فقدان نظارت دقیق و پایین بودن کیفیت ساخت‌وساز در بخش‌هایی از شهر	T۵	-/۰۱۸	۱	۰/۰۱۸
	عدم دریافت کمک‌های خارجی از طرف استان‌های همجوار در شرایط بحرانی (تجربه بحران برف زمستان ۱۴۰۰ در شهر اردبیل)	T۶	-/۰۱۰	۱	۰/۰۱۰
C	عدم دریافت کمک از مجتمع بین‌المللی برای پیشگیری از مخاطرات طبیعی	T۷	-/۰۱۰	۱	۰/۰۱۰
	جلوگیری از کمک‌های بین‌المللی و ایرانیان خارج از کشور در مواقع بحرانی	T۸	-/۰۱۷	۱	۰/۰۱۷
	افزایش تعداد حملات سایبری در صنایع و بخشی از نهادهای دولتی	T۹	-/۰۰۹	۱	۰/۰۰۹
D	وجود موانع برای پیاده‌سازی سیاست‌های پدافند غیرعامل در سازمان‌های دولتی (نارسانی در ساختار سازمانی، ضعف در تهدیدشناسی و ...)	T۱۰	-/۰۰۹	۲	۰/۰۱۸
	تغییر شکل مخاطرات و تهدیدات به سبب تحولات فزاینده فناوری	T۱۱	-/۰۱۷	۱	۰/۰۱۷
	فقدان مقررات هماهنگ‌کننده میان دستگاه‌های تقنینی، حاکمیتی و اجرایی	T۱۲	-/۰۰۹	۱	۰/۰۰۹
E	عدم تعیین محدوده وظایف دستگاه‌های اجرایی در زمان بحران و موازی کاری	T۱۳	-/۰۰۸	۱	۰/۰۰۸
	تمرکز سیستم مدیریت بحران کشور بر الگوهای سنتی و تمرکزگرا	T۱۴	-/۰۱۶	۲	۰/۰۳۲
	ضعف در تعریف ساختارهای عملیاتی در حوزه مدیریت بحران کشور	T۱۵	-/۰۰۸	۲	۰/۰۱۶
	عدم شفافیت طرح‌ها و برنامه‌های مربوط به حوزه مدیریت بحران کشور	T۱۶	-/۰۱۶	۲	۰/۰۳۲
F	ضعف در مستندسازی تجربیات و درس‌آموزی از آن‌ها در مدیریت بحران	T۱۷	-/۰۰۸	۲	۰/۰۱۶
	ضعف مدیران بحران در نحوه اولویت‌بندی اقدامات لازم جهت اجرا و مدیریت هزینه به‌دلیل نداشتن تخصص و آموزش‌های لازم در این زمینه	T۱۸	-/۰۰۷	۲	۰/۰۱۵

مؤلفه	مهم‌ترین عوامل پیرونی (فرصت‌ها و تهدیدها)	نماد	وزن	امتیاز وضع موجود	امتیاز موزون
G	عدم تمایل مدیران به مشارکت شهروندان به دلیل زمان‌بر بودن فرایند آن	T19	-۰/۲۴	۲	-۰/۴۷
	پیامدهای مخرب مشارکت‌های سازمان‌یافته در مواقع بحران (کنار گذاشته شدن متممکن محلی و ایجاد تمارض بین گروه مرجع قدیمی و جدید)	T20	-۰/۱۵	۲	-۰/۲۹
	وجود موانع متعدد برای تشکیل یا فعالیت سازمان‌های مردم‌نهاد در کشور (از جمله نارسایی‌های حقوقی، مشکلات برون‌ساختاری و درون‌ساختاری)	T21	-۰/۰۷	۲	-۰/۱۴
H	ملموس نبودن اقدامات در حوزه فرهنگی و جلب مشارکت مردمی در شهر	T22	-۰/۲۱	۱	-۰/۲۱
	عدم ترویج فرهنگ تخصص‌گرایی و محدود بودن پذیرش اجتماعی افراد	T23	-۰/۲۲	۱	-۰/۲۲
	افزایش فاصله از فرهنگ کار گروهی در کشور به دلیل افزایش استفاده از فضای مجازی و فاصله گرفتن از فضای واقعی	T24	-۰/۲۳	۱	-۰/۲۳
I	کاهش مشارکت‌های محلی در شهرها و تمایل شهروندان به ناشناس ماندن	T25	-۰/۱۵	۱	-۰/۱۵
	نبود نهاد محلی برای مدیریت امور و حل مشکلات موجود در محلات شهر	T26	-۰/۲۳	۲	-۰/۴۶
	مشارکت‌گریزی و عدم حضور فعال ساکنان در فرایند برنامه‌ریزی به دلیل نداشتن احساس تعلق مکانی ناشی از به حساب نیاموردن تاریخی آن‌ها	T27	-۰/۰۷	۱	-۰/۰۷
J	از بین رفتن نظام محله‌ای و در نتیجه حذف برخی از زمینه‌های مشارکت	T28	-۰/۰۶	۱	-۰/۰۶
	غافل شدن از نقش تأثیرگذار نهادهای آموزشی در اشاعه مقوله مشارکت	T29	-۰/۰۶	۲	-۰/۱۲
	احساس پلاتکلیفی، سردرگمی و ناامیدی در بین شهروندان ناشی از اختلاف نظر میان نهادهای مسئول و ناآگاهی ساکنان نسبت به آینده محله خود	T30	-۰/۲۱	۲	-۰/۴۲
K	افزایش بی‌اعتمادی مردم به دلیل وجود فاصله بین حرف و عمل مسئولین	T31	-۰/۱۵	۱	-۰/۱۵
	ورود خانوارهای جدید به محلات شهر ناشی از آپارتمان‌سازی	T32	-۰/۰۰	۲	-۰/۰۱
	نبود ارتباط دوسویه بین سیستم حکمروایی و شهروندان در طول زمان	T33	-۰/۲۲	۱	-۰/۲۲
L	غفلت از بعد فرهنگی جوامع در تدوین الگوهای برنامه‌ریزی و علم‌گرایی	T34	-۰/۲۳	۱	-۰/۲۳
	میهم بودن مفهوم مشارکت برای شهروندان به دلیل نبود هویت جمعی	T35	-۰/۱۶	۱	-۰/۱۶
	عدم توجه به نقش مردم و به عبارتی استقلال تصمیمی نهادهای متولی	T36	-۰/۲۱	۱	-۰/۲۱
M	فقدان ادراک نسبت به تأمین منافع فردی در برآورده شدن منافع اجتماع	T37	-۰/۲۲	۱	-۰/۲۲
	عدم شفافیت درباره دریافت و هزینه‌کرد مالیات‌های دریافتی از شهروندان	T38	-۰/۰۱	۱	-۰/۰۱
مجموع			۱		۲/۲۶

یافته‌ها

بررسی و تحلیل عوامل داخلی و خارجی سیستم مدیریت بحران اجتماع‌محور شهر اردبیل

برای ارائه راهبردها ابتدا عوامل داخلی و خارجی مورد شناسایی قرار گرفته، سپس به ارزیابی این عوامل پرداخته شده است. به این صورت که نخست به هریک از عوامل وزنی بین (۰) تا (۱) اختصاص داده شده است، به‌طوری‌که نهایتاً مجموع اوزان برابر با ۱ باشد. در ادامه به هریک از عوامل باتوجه‌به اهمیت آن‌ها عددی بین (۱) تا (۴) اختصاص داده شده است (ضعف اساسی = ۱، ضعف = ۲، قوت = ۳ و قوت اساسی = ۴). درنهایت حاصل ضرب وزن هر عامل در امتیاز وضع موجود که

بیانگر امتیاز موزون هر عامل است به دست آمده است. مجموع امتیاز موزون عوامل بیانگر وضعیت سیستم مورد نظر است، به‌طوری‌که مجموع امتیاز موزون بین ۱ تا ۱/۹۹ نشان‌دهنده ضعف داخلی سیستم، ۲ تا ۲/۹۹ نشان‌دهنده وضعیت متوسط سیستم و ۳ تا ۴ نشان‌دهنده وضعیت مطلوب سیستم است (جداول شماره ۵، ۶). براساس نتایج به‌دست‌آمده، مجموع امتیاز موزون در ماتریس ارزیابی عوامل داخلی برابر با ۲/۳۸، و مجموع امتیاز موزون در ماتریس ارزیابی عوامل خارجی برابر است. ۲/۳۶



جدول ۷. راهبردهای ارائه‌شده برای هریک از مؤلفه‌های پژوهش

مؤلفه	راهبرد اول (SO)	راهبرد دوم (ST)	راهبرد سوم (WO)	راهبرد چهارم (WT)
A	وضع قوانین صریح در جهت ارائه خدمات ویژه تأمین اجتماعی و بیمه اقبال آسیب‌پذیر در جهت افزایش تاب‌آوری آن‌ها (S3, O2)	برنامه‌ریزی و تصویب قوانین معطوف به مواقع بحران برای افراد آسیب‌پذیر که در لیست کمیته امداد و اداره بهزیستی قرار دارند (S1, T1)	تعیین نهاد مسئول نظارتی و هماهنگ‌کننده انجام امور مربوط به اقبال آسیب‌پذیر یا بهره‌گیری از قوانین تصریح‌کننده حقوق جمعیت آسیب‌پذیر (W2, O1)	ارائه تعریفی معین از اقبال آسیب‌پذیر در اسناد و قوانین کشور در جهت ایجاد بانک اطلاعاتی جامع از آمار گروه‌های آسیب‌پذیر (W1, T3)
B	استفاده از تسهیلات بانکی برای مقاوم‌سازی بافت‌های فرسوده طبق مقررات مقاوم‌سازی (S7, O5)	برگزاری مانورهای ممتد کنترل سیل با هدف ایجاد هماهنگی بین سازمان‌های متولی بحران (S4, T4)	تدوین برنامه‌های آموزشی مستمر توسط سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان و پرهیز از مقطعی بودن آن‌ها (W5, O4)	تقویت اعتبارات برای عملیات مقابله با سیل در جهت کاهش نیاز به کمک‌های خارجی (W4, T6)
C	بهره‌گیری از ظرفیت‌های بخش خصوصی برای تأمین تجهیزات بیشتر برای مدیریت بحران (S13, O10)	تقویت سیستم‌های امنیت شبکه برای اجرای پروژه‌های مقاوم‌سازی شبکه‌های گازرسانی (S10, T9)	په‌بود مدیریت مصرف آب و فرهنگ‌سازی مناسب از طریق برگزاری نشست‌های تخصصی مدیریت بحران (W10, O8)	دریافت کمک از مجامع بین‌المللی برای افزایش تاب‌آوری قسمت‌های آسیب‌پذیر شهر (W7, T7)
D	افزایش تمند پروژه‌های تحقیقاتی جهت آگاهی از مخاطرات محیطی در راستای تهیه اطلس مخاطرات محیطی استان (S14, O11)	از بین بردن موانع پیاده‌سازی سیاست‌های پدافند غیرعامل در سازمان‌های دولتی از طریق فعالیت کارگروه‌های تخصصی (S16, T10)	تهیه پایگاه‌های اطلاعاتی برای شناخت مکان‌های حادثه‌خیز یا بهره‌گیری از دستورالعمل مکان‌یابی مراکز حیاتی و حساس (W12, O12)	شناسایی مخاطرات جدید ایجاد شده به سبب تحولات فزاینده فناوری در راستای دستیابی به اطلاعات بروز رسانی (W11, ۱)
E	برگزاری مانورهای فناوری اطلاعات در جهت افزایش آمادگی از طریق سیستم‌های اطلاعاتی و ارتباطی نسبتاً پایدار و بروز (S14, O14)	ایجاد و تقویت ساختارهای عملیاتی تصمیم‌گیری قابل اجرا کشور از طریق فرهنگ پدافند غیرعامل در سطح ادارات دولتی (S19, T15)	بهره‌گیری از افراد متخصص در امور مدیریت بحران در شهر اردبیل از طریق تجهیز نمودن مسئولان به دانش و فناوری نوین (W14, O15)	تعیین محدوده وظایف دستگاه‌های اجرایی و ایجاد بانک اطلاعاتی تخصصی جامع برای سازمان‌های متولی (W15, T13)
F	حضور ذی‌نفعان متعدد به‌ویژه افراد جامعه و ارائه آموزش‌های همگانی لازم از طریق ایجاد مدرسه ایمن در هر محله (S23, O18)	پیاده‌سازی مدیریت دانش در سازمان‌های متولی بحران در جهت از بین بردن ضعف مدیران بحران در نحوه اولویت‌بندی اقدامات لازم و مدیریت هزینه (S22, T18)	ایجاد ساختار مناسب مبتنی بر مدیریت دانش در قبال مدیریت بحران در تمامی سازمان‌ها با بهره‌گیری از اصول سند راهبرد ملی مدیریت بحران و ملاحظات آن (W17, O20)	مستندسازی تجربیات گذشته و درس‌آموزی از آن‌ها در راستای از بین بردن ضعف پدنه کارشناسی در زمینه تصمیم‌گیری مناسب (W18, T17)
G	بهره‌گیری از ظرفیت هیئت‌های مذهبی و مؤسسات فعال در سطوح محلی در راستای بالا بردن سرمایه اجتماعی (S25, O24)	راهاندازی قرارگاه‌های مردم‌یاری به‌منظور ترغیب مدیران به مشارکت دادن شهروندان در مدیریت شهری (S24, T19)	از بین بردن فاصله بین نهادهای تصمیم‌گیر و تصمیم‌ساز در سطوح کلان با سطوح محلی با بهره‌گیری از وجود قوانین و مقررات مترقی (W21, O23)	از بین بردن موانع تشکیل سازمان‌های مردم‌نهاد متولی مدیریت بحران در شهر (W20, T21)
H	بهره‌گیری از آموزش‌های دینی در زمینه مشارکت اجتماعی در راستای افزایش فعالیت‌های چله‌ای (S29, O28)	برگزاری رویدادهای مرتبط با تمرین کار گروهی توسط مرکز رشد چهار دانشگاهی (S30, T24)	تقویت رویکرد جمع‌گرایی در جامعه و از بین بردن تفکر ارجحیت داشتن منافع فردی بر منافع جمعی (W24, O27)	افزایش اقدامات در حوزه فرهنگی در شهر در راستای افزایش فرهنگ یاری‌گری و تعامل (W23, T22)
I	بهره‌گیری از تجربیات مفید شهرهای دیگر در ایجاد سرای محله در محلات شهر و مزایای آن (S32, O29)	برگزاری نشست‌های مختلف برای افزایش مشارکت محلی و کاهش تمایل به ناشناس ماندن در محله (S31, T25)	احیای نگاه سستی به محلات در کنار پذیرش تحولات مدین در راستای ایجاد حس تعلق مکانی (W25, O30)	ایجاد نهادهای محلی برای حل مشکلات موجود و به‌یاد مناسب میان شهروندان (W26, T26)
J	پیگیری مطالبات مردمی با هدف احصاء مشکلات محلات و تلاش بر رفع آن‌ها از طریق فعالیت پایگاه‌های بسیج محلات شهر (S35, O32)	فعالیت کانون‌های فرهنگی در راستای کاهش مشارکت‌گریزی و افزایش همراهی و حضور فعال ساکنان در فرایند برنامه‌ریزی (S33, T27)	اهتمام به اجرای طرح محله اسلامی توسط سازمان بسیج مساجد و محلات در جهت کاهش روحیه خودمحوری و شکل‌گیری تفکر جمعی (W28, O31)	افزایش بهره‌گیری از نقش نهادهای آموزشی در فهم و اشاعه مقوله مشارکت در راستای ارتقای آگاهی عمومی (W27, T29)
K	تقویت‌کننده اعتماد اجتماعی در راستای بالا بردن میزان سرمایه اجتماعی در میان شهروندان (S38, O33)	برقراری رولیت گرم و صمیمی در محلات در جهت افزایش شناخت و اعتماد بین افراد و خانواده‌های جدید ساکن در آپارتمان‌ها (S36, T32)	نهادینه کردن زندگی اشتراکی در راستای کاهش فاصله بین ساکنان محلات شهر و افزایش تعلق افراد نسبت به محله (W32, O35)	افزایش آگاهی ساکنان نسبت به آینده محله خود در راستای ایجاد اعتماد بین نهادهای متولی و مردم (W30, T30)
L	ترویج فرهنگ و روحیه مسئولیت‌پذیری به وسیله طرح‌هایی مانند «جستواره محلات موفق» (S41, O36)	ایجاد ارتباط بین حکمروایی شهری و شهروندان از طریق طرح‌هایی مانند «طرح شهروندان جوان» (S40, T33)	از بین بردن تعامل یک‌سویه میان دولت و ملت و کاهش حس انفعال در بین شهروندان از طریق ایجاد حلقه‌های میانی (W34, O38)	تقویت زیرساخت‌های حیات دموکراتیک برای کاستن از موضع منفعلانه شهروندان (W35, T35)
M	بهره‌گیری شهرداری از مشارکت بخش خصوصی در احداث و توسعه پروژه‌های شهری با هدف تأمین جمعی پروژه‌ها (S43, O40)	واگذاری امور به خود اهالی در راستای افزایش توجه به نقش مردم (S42, T36)	انتخاب شیوه‌های نوین تأمین مالی شهرداری‌ها توسط شبکه بانکی کشور از طریق تجهیز منابع یا استفاده از مشارکت مردمی (W37, O39)	ایجاد ادراک در بین شهروندان نسبت به تأمین شدن منافع فردی در برآورده شدن منافع اجتماع (W38, T37)

جدول ۸. انتخاب راهبرد پرتریه روش ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک کمی

مؤلفه	عوامل داخلی و خارجی	امتیاز وزن‌دار	راهبرد اول		راهبرد دوم		راهبرد سوم		راهبرد چهارم	
			TAS	As	TAS	As	TAS	As	TAS	As
A	S1	۰/۱۶۴	۴	-/۰۶۵۵	۴	-/۰۶۵۵	۲	-/۰۳۳۷	۲	-/۰۳۳۷
	S2	۰/۰۱۸	۱	-/۰۰۱۸	۱	-/۰۰۱۸	۱	-/۰۰۱۸	۱	-/۰۰۱۸
	S3	۰/۰۰۹	۴	-/۰۰۳۳۶	۲	-/۰۲۱۸	۲	-/۰۲۱۸	۲	-/۰۲۱۸
	W1	۰/۰۰۲۶	۲	-/۰۰۷۳	۲	-/۰۰۰۹	۲	-/۰۰۰۹	۴	-/۰۱۴۵
	W2	۰/۰۱۲۷	۳	-/۰۲۸۲	۲	-/۰۲۵۵	۴	-/۰۵۰۹	۲	-/۰۲۵۵
	O1	۰/۰۱۸۲	۴	-/۰۷۲۷	۴	-/۰۷۲۷	۴	-/۰۷۲۷	۳	-/۰۵۴۵
	O2	۰/۰۰۹۱	۴	-/۰۳۶۴	۳	-/۰۳۷۳	۴	-/۰۳۶۴	۳	-/۰۳۷۳
	T1	۰/۰۰۵۵	۳	-/۰۱۶۴	۴	-/۰۲۱۸	۲	-/۰۰۰۹	۲	-/۰۰۰۹
	T2	۰/۰۱۴۵	۲	-/۰۲۹۱	۳	-/۰۴۳۶	۲	-/۰۲۹۱	۲	-/۰۲۹۱
	T3	۰/۰۰۷۳	۲	-/۰۱۴۵	۲	-/۰۱۴۵	۲	-/۰۱۴۵	۴	-/۰۲۹۱
	مجموع	۱	۳/۲۵۵	۳/۰۵۵	۲/۸۱۸	۲/۴۷۳				
B	S4	۰/۰۰۷۲	۱	-/۰۰۷۲	۴	-/۰۲۸۸	۱	-/۰۰۷۲	۴	-/۰۲۸۸
	S5	۰/۰۰۵۲	۲	-/۰۰۰۵	۲	-/۰۱۵۷	۲	-/۰۰۰۵	۴	-/۰۲۰۹
	S6	۰/۰۰۱۳	۲	-/۰۰۲۶	۱	-/۰۰۱۳	۴	-/۰۰۵۲	۱	-/۰۰۱۳
	S7	۰/۰۱۱۱	۴	-/۰۴۴۴	۲	-/۰۲۲۲	۳	-/۰۳۳۳	۱	-/۰۱۱۱
	S8	۰/۰۰۰۷	۱	-/۰۰۰۱	۲	-/۰۰۱۳	۲	-/۰۰۱۳	۲	-/۰۰۱۳
	W3	۰/۰۰۵۹	۲	-/۰۱۱۸	۴	-/۰۲۳۵	۴	-/۰۲۳۵	۴	-/۰۲۳۵
	W4	۰/۰۰۷۸	۲	-/۰۱۵۷	۴	-/۰۳۱۴	۴	-/۰۳۱۴	۴	-/۰۳۱۴
	W5	۰/۰۰۶۵	۳	-/۰۱۹۶	۱	-/۰۰۶۵	۴	-/۰۲۶۱	۱	-/۰۰۶۵
	W6	۰/۰۰۲۶	۱	-/۰۰۲۶	۳	-/۰۰۷۸	۱	-/۰۰۲۶	۱	-/۰۰۲۶
	O3	۰/۰۰۳۹	۱	-/۰۰۳۹	۱	-/۰۰۳۹	۳	-/۰۱۱۸	۴	-/۰۱۵۷
	O4	۰/۰۰۲۳	۱	-/۰۰۲۳	۴	-/۰۱۳۱	۴	-/۰۱۳۱	۲	-/۰۰۶۵
	O5	۰/۰۰۹۲	۴	-/۰۳۶۶	۲	-/۰۱۸۳	۲	-/۰۱۸۳	۲	-/۰۱۸۳
	O6	۰/۰۰۰۵	۴	-/۰۴۱۸	۳	-/۰۳۱۴	۳	-/۰۳۱۴	۳	-/۰۳۱۴
	O7	۰/۰۰۴۶	۳	-/۰۱۲۷	۲	-/۰۱۲۷	۲	-/۰۱۲۷	۲	-/۰۱۲۷
	T4	۰/۰۰۸۵	۳	-/۰۲۵۵	۴	-/۰۳۴۰	۲	-/۰۱۷۰	۲	-/۰۱۷۰
	T5	۰/۰۰۹۸	۴	-/۰۳۹۲	۱	-/۰۰۹۸	۱	-/۰۰۹۸	۱	-/۰۰۹۸
	T6	۰/۰۰۲۰	۱	-/۰۰۲۰	۱	-/۰۰۲۰	۱	-/۰۰۲۰	۴	-/۰۰۷۸
	مجموع	۱	۲/۸۱۰	۲/۶۴۷	۲/۵۸۲	۲/۴۷۷				



مؤلفه	عوامل داخلی و خارجی	امتیاز وزن دار	راهبرد اول		راهبرد دوم		راهبرد سوم		راهبرد چهارم	
			TAS	As	TAS	As	TAS	As	TAS	As
	S9	-/۱۲۵	۲	-/۲۵۰	۱	-/۱۲۵	۲	-/۲۵۰	۱	-/۱۲۵
	S10	-/۱۱۷	۲	-/۲۳۳	۴	-/۴۶۷	۱	-/۱۱۷	۳	-/۲۵۰
	S11	-/۰۸۳	۳	-/۲۵۰	۲	-/۱۶۷	۲	-/۱۶۷	۱	-/۰۸۳
	S12	-/۱۰۸	۲	-/۲۱۷	۲	-/۲۱۷	۲	-/۲۱۷	۲	-/۲۱۷
	S13	-/۰۷۵	۴	-/۳۰۰	۲	-/۱۵۰	۲	-/۱۵۰	۲	-/۱۵۰
	W7	-/۰۶۷	۱	-/۰۶۷	۱	-/۰۶۷	۱	-/۰۶۷	۴	-/۲۶۷
	W8	-/۰۰۸	۲	-/۰۱۷	۱	-/۰۰۸	۳	-/۰۲۵	۲	-/۰۱۷
	W9	-/۰۵۸	۱	-/۰۵۸	۱	-/۰۵۸	۱	-/۰۵۸	۳	-/۱۷۵
	W10	-/۰۲۵	۱	-/۰۲۵	۱	-/۰۲۵	۴	-/۱۰۰	۱	-/۰۲۵
	O8	-/۱۰۰	۲	-/۲۰۰	۳	-/۲۰۰	۴	-/۴۰۰	۱	-/۱۰۰
	O9	-/۰۹۲	۱	-/۰۹۲	۳	-/۲۷۵	۲	-/۱۸۳	۱	-/۰۹۲
	O10	-/۰۴۲	۴	-/۱۶۷	۲	-/۰۸۳	۲	-/۰۸۳	۲	-/۰۸۳
	T7	-/۰۵۰	۱	-/۰۵۰	۲	-/۱۰۰	۱	-/۰۵۰	۱	-/۰۵۰
	T8	-/۰۱۷	۱	-/۰۱۷	۱	-/۰۱۷	۱	-/۰۱۷	۱	-/۰۱۷
	T9	-/۰۳۳	۱	-/۰۳۳	۴	-/۱۳۳	۱	-/۰۳۳	۱	-/۰۳۳
	مجموع	۱	۱/۹۷۵	۲/۱۹۲	۱/۹۱۷	۱/۹۸۳				
	S14	-/۱۴۱	۴	-/۵۶۴	۴	-/۲۸۲	۳	-/۴۲۳	۲	-/۵۶۴
	S15	-/۱۵۴	۲	-/۳۰۸	۲	-/۶۱۵	۱	-/۱۵۴	۴	-/۳۰۸
	S16	-/۰۶۴	۱	-/۰۶۴	۲	-/۲۵۶	۱	-/۰۶۴	۴	-/۱۲۸
	W11	-/۱۲۸	۲	-/۲۵۶	۴	-/۲۵۶	۲	-/۲۵۶	۲	-/۵۱۳
	W12	-/۱۱۵	۳	-/۳۴۶	۳	-/۲۳۱	۴	-/۴۶۲	۲	-/۳۴۶
	W13	-/۱۰۳	۳	-/۳۰۸	۳	-/۲۰۵	۳	-/۳۰۸	۲	-/۳۰۸
	O11	-/۰۹۰	۴	-/۲۵۹	۱	-/۱۷۹	۱	-/۰۹۰	۲	-/۰۹۰
	O12	-/۰۱۳	۱	-/۰۱۳	۱	-/۰۲۶	۴	-/۰۵۱	۲	-/۰۱۳
	O13	-/۰۲۶	۱	-/۰۲۶	۲	-/۰۵۱	۳	-/۰۷۷	۲	-/۰۵۱
	T10	-/۰۳۸	۱	-/۰۳۸	۱	-/۱۵۴	۱	-/۰۳۸	۴	-/۰۳۸
	T11	-/۰۷۷	۱	-/۰۷۷	۴	-/۱۵۴	۱	-/۰۷۷	۲	-/۳۰۸
	T12	-/۰۵۱	۱	-/۰۵۱	۱	-/۰۵۱	۱	-/۰۵۱	۱	-/۰۵۱
	مجموع	۱	۲/۴۱۰	۲/۴۶۲	۲/۰۵۱	۲/۷۱۸				

C

D

مؤلفه	عوامل داخلی و خارجی	امتیاز وزن دار	راهبرد اول		راهبرد دوم		راهبرد سوم		راهبرد چهارم	
			TAS	As	TAS	As	TAS	As	TAS	As
E	S17	-/۰۱۷	۴	-/۰۶۷	۱	-/۰۱۶	۱	-/۰۱۶	۲	-/۰۳۳
	S18	-/۰۰۸	۱	-/۰۰۸	۱	-/۰۰۸	۱	-/۰۰۸	۱	-/۰۰۸
	S19	-/۰۹۲	۲	-/۱۸۳	۴	-/۳۶۶	۱	-/۰۹۱	۱	-/۰۹۲
	S20	-/۰۲۵	۲	-/۰۵۰	۲	-/۰۵۰	۲	-/۰۵۰	۲	-/۰۵۰
	W14	-/۰۳۳	۱	-/۰۳۳	۲	-/۰۶۶	۴	-/۱۳۳	۲	-/۰۶۷
	W15	-/۰۸۳	۲	-/۱۶۷	۲	-/۱۶۶	۱	-/۰۸۳	۴	-/۳۳۳
	W16	-/۰۷۵	۱	-/۰۷۵	۳	-/۳۲۵	۱	-/۰۷۵	۲	-/۱۵۰
	O14	-/۱۰۰	۳	-/۳۰۰	۱	-/۱۰۰	۲	-/۲۰۰	۱	-/۱۰۰
	O15	-/۱۲۵	۲	-/۲۵۰	۱	-/۱۲۵	۴	-/۵۰۰	۱	-/۱۲۵
	O16	-/۱۱۷	۱	-/۱۱۷	۱	-/۱۱۶	۴	-/۴۶۶	۱	-/۱۱۷
	O17	-/۱۰۸	۱	-/۱۰۸	۱	-/۱۰۸	۴	-/۴۳۳	۱	-/۱۰۸
	T13	-/۰۵۸	۱	-/۰۵۸	۳	-/۱۷۵	۱	-/۰۵۸	۴	-/۲۳۳
	T14	-/۰۶۷	۲	-/۱۳۳	۳	-/۲۰۰	۲	-/۱۳۳	۱	-/۰۶۷
	T15	-/۰۵۰	۱	-/۰۵۰	۴	-/۲۰۰	۱	-/۰۵۰	۱	-/۰۵۰
	T16	-/۰۳۲	۱	-/۰۳۲	۱	-/۰۴۱	۱	-/۰۴۱	۱	-/۰۳۲
	مجموع	۱	۱/۶۴۲	۱/۹۶۶	۲/۳۴۱	۱/۵۷۵				
F	S21	-/۱۸۲	۳	-/۵۴۵	۲	-/۳۶۴	۲	-/۵۴۵	۲	-/۳۶۴
	S22	-/۱۶۴	۱	-/۱۶۴	۴	-/۶۵۵	۴	-/۶۵۵	۲	-/۳۲۷
	S23	-/۰۱۸	۴	-/۰۷۳	۱	-/۰۱۸	۱	-/۰۱۸	۱	-/۰۱۸
	W17	-/۰۷۳	۱	-/۰۷۳	۴	-/۳۹۱	۴	-/۳۹۱	۲	-/۱۴۵
	W18	-/۱۳۷	۱	-/۱۳۷	۴	-/۵۰۹	۴	-/۵۰۹	۳	-/۳۸۲
	O18	-/۱۴۵	۴	-/۵۸۲	۲	-/۳۹۱	۲	-/۳۹۱	۴	-/۵۸۲
	O19	-/۱۰۹	۳	-/۳۲۷	۲	-/۲۱۸	۲	-/۲۱۸	۲	-/۲۱۸
	O20	-/۰۹۱	۱	-/۰۹۱	۲	-/۱۸۲	۲	-/۱۸۲	۲	-/۱۸۲
	T17	-/۰۳۶	۱	-/۰۳۶	۱	-/۰۳۶	۱	-/۰۳۶	۲	-/۰۷۳
	T18	-/۰۵۵	۲	-/۱۰۹	۴	-/۳۱۸	۲	-/۱۰۹	۴	-/۳۱۸
	مجموع	۱	۲/۱۲۷	۲/۷۸۲	۲/۸۵۵	۲/۵۰۹				



مؤلفه	عوامل داخلی و خارجی	امتیاز وزن دار	راهبرد اول		راهبرد دوم		راهبرد سوم		راهبرد چهارم	
			TAS	As	TAS	As	TAS	As	TAS	As
	S24	-/۰.۱۷	-/۰.۲۳	۲	-/۰.۶۷	۴	-/۰.۵۰	۳	۲	-/۰.۲۳
	S25	-/۰.۲۵	-/۰.۵۰	۲	-/۰.۷۵	۳	-/۰.۲۵	۱	۲	-/۰.۵۰
	S26	-/۰.۴۲	-/۰.۴۲	۱	-/۰.۸۳	۲	-/۰.۴۲	۱	۲	-/۰.۸۳
	S27	-/۰.۲۳	-/۱.۰۰	۳	-/۰.۶۷	۲	-/۰.۶۷	۲	۲	-/۰.۶۷
	W19	-/۰.۵۰	-/۰.۵۰	۱	-/۰.۵۰	۱	-/۱.۰۰	۲	۲	-/۱.۰۰
	W20	-/۱.۰۸	-/۲.۲۵	۳	-/۲.۲۵	۳	-/۲.۲۵	۳	۳	-/۲.۲۵
	W21	-/۱.۱۷	-/۲.۲۳	۲	-/۲.۲۳	۲	-/۲.۵۰	۳	۳	-/۲.۵۰
	O21	-/۱.۰۰	-/۱.۰۰	۱	-/۴.۰۰	۴	-/۲.۰۰	۲	۳	-/۲.۰۰
G	O22	-/۰.۵۸	-/۱.۱۷	۲	-/۰.۵۸	۱	-/۱.۱۷	۲	۳	-/۱.۱۷
	O23	-/۰.۹۲	-/۰.۹۲	۱	-/۱.۸۳	۲	-/۲.۶۷	۴	۴	-/۲.۶۷
	O24	-/۰.۸۳	-/۲.۲۳	۴	-/۰.۸۳	۱	-/۰.۸۳	۱	۱	-/۰.۸۳
	O25	-/۰.۶۷	-/۰.۶۷	۱	-/۰.۶۷	۱	-/۰.۶۷	۱	۲	-/۱.۲۳
	T19	-/۱.۲۵	-/۱.۲۵	۱	-/۵.۰۰	۴	-/۲.۵۰	۲	۱	-/۱.۲۵
	T20	-/۰.۰۸	-/۰.۰۸	۱	-/۰.۱۷	۲	-/۰.۰۸	۱	۱	-/۰.۰۸
	T21	-/۰.۷۵	-/۰.۷۵	۱	-/۰.۷۵	۱	-/۰.۷۵	۱	۴	-/۲.۰۰
	مجموع	۱	۱/۷۵۰		۲/۲۸۳		۲/۱۲۵		۲/۵۰۰	
	S28	-/۰.۲۶	-/۰.۵۱	۲	-/۰.۲۶	۱	-/۰.۷۷	۳	۴	-/۱.۰۳
	S29	-/۰.۶۴	-/۱.۲۸	۲	-/۱.۲۸	۲	-/۱.۹۲	۳	۲	-/۱.۲۸
	S30	-/۰.۵۱	-/۰.۵۱	۱	-/۲.۰۵	۴	-/۱.۵۴	۳	۲	-/۱.۰۳
	W22	-/۰.۱۳	-/۰.۱۳	۱	-/۰.۱۳	۱	-/۰.۱۳	۱	۲	-/۰.۲۶
	W23	-/۰.۷۷	-/۱.۵۴	۲	-/۰.۷۷	۱	-/۱.۵۴	۲	۴	-/۲.۰۸
	W24	-/۱.۱۵	-/۱.۱۵	۱	-/۲.۴۶	۳	-/۲.۶۲	۴	۱	-/۱.۱۵
H	O26	-/۱.۰۳	-/۲.۰۸	۳	-/۲.۰۵	۲	-/۲.۰۸	۳	۴	-/۲.۰۸
	O27	-/۰.۹۰	-/۱.۷۹	۲	-/۱.۷۹	۲	-/۲.۶۹	۳	۳	-/۲.۶۹
	O28	-/۰.۳۸	-/۱.۵۴	۴	-/۰.۳۸	۱	-/۰.۷۷	۲	۲	-/۰.۷۷
	T22	-/۱.۵۴	-/۲.۰۸	۲	-/۲.۰۸	۲	-/۲.۶۲	۳	۴	-/۱.۶۱۵
	T23	-/۱.۴۱	-/۱.۴۱	۱	-/۲.۸۲	۲	-/۱.۴۱	۱	۱	-/۱.۴۱
	T24	-/۱.۲۸	-/۲.۵۶	۲	-/۵.۱۳	۴	-/۱.۲۸	۱	۲	-/۲.۵۶
	مجموع	۱	۱/۸۵۹		۲/۲۲۱		۲/۴۲۶		۲/۵۵۱	

مؤلفه	عوامل داخلی و خارجی	امتیاز وزن دار	راهبرد اول		راهبرد دوم		راهبرد سوم		راهبرد چهارم	
			TAS	As	TAS	As	TAS	As	TAS	As
I	S31	-/۰.۲۸	-/۰.۲۸	۱	-/۱۱۱	۴	-/۰.۵۶	۲	-/۰.۲۸	۱
	S32	-/۰.۵۶	-/۳۲۲	۴	-/۰.۵۶	۱	-/۱۱۱	۲	-/۲۲۲	۴
	W25	-/۲۲۲	-/۶۶۷	۳	-/۶۶۷	۳	-/۶۶۷	۳	-/۴۴۴	۲
	W26	-/۱۳۹	-/۵۵۶	۴	-/۱۳۹	۱	-/۵۵۶	۴	-/۵۵۶	۴
	O29	-/۱۹۴	-/۵۸۳	۳	-/۳۸۹	۲	-/۳۸۹	۲	-/۳۸۹	۲
	O30	-/۱۶۷	-/۱۶۷	۱	-/۵۰۰	۳	-/۶۶۷	۴	-/۱۶۷	۱
	T25	-/۱۱۱	-/۱۱۱	۱	-/۴۴۴	۴	-/۳۳۳	۳	-/۱۱۱	۱
	T26	-/۰.۸۳	-/۰.۸۳	۱	-/۰.۸۳	۱	-/۲۵۰	۳	-/۳۳۳	۴
J	مجموع	۱	۲/۴۱۷		۲/۳۸۹		۳/۰.۲۸		۲/۲۵۰	
	S33	-/۰.۴۵	-/۰.۹۱	۲	-/۱۸۲	۴	-/۰.۹۱	۲	-/۰.۹۱	۲
	S34	-/۰.۳۰	-/۰.۳۰	۱	-/۰.۳۰	۱	-/۰.۳۰	۱	-/۰.۳۰	۱
	S35	-/۰.۷۶	-/۳۲۷	۳	-/۳۲۷	۳	-/۳۲۷	۳	-/۰.۷۶	۱
	W27	-/۱۲۱	-/۱۲۱	۱	-/۳۴۲	۲	-/۳۴۲	۲	-/۴۸۵	۴
	W28	-/۱۳۶	-/۱۳۶	۱	-/۱۳۶	۱	-/۵۴۵	۴	-/۴۰۹	۳
	W29	-/۱۰۶	-/۱۰۶	۱	-/۱۰۶	۱	-/۱۰۶	۱	-/۱۰۶	۱
	O31	-/۰.۹۱	-/۳۷۳	۳	-/۱۸۲	۲	-/۳۶۴	۴	-/۰.۹۱	۱
K	O32	-/۰.۶۱	-/۳۴۲	۴	-/۰.۶۱	۱	-/۰.۶۱	۱	-/۰.۶۱	۱
	T27	-/۱۶۷	-/۳۳۳	۲	-/۱۶۷	۱	-/۱۶۷	۱	-/۳۳۳	۲
	T28	-/۱۵۲	-/۳۰۳	۲	-/۳۰۳	۲	-/۱۵۲	۱	-/۴۵۵	۳
	T29	-/۰.۱۵	-/۰.۱۵	۱	-/۰.۱۵	۱	-/۰.۱۵	۱	-/۰.۶۱	۴
	مجموع	۱	۱/۸۷۹		۱/۶۵۲		۲/۰.۰۰		۲/۱۹۷	
	S36	-/۰.۱۳	-/۰.۱۳	۱	-/۰.۵۱	۴	-/۰.۱۳	۱	-/۰.۱۳	۱
	S37	-/۰.۶۴	-/۱۲۸	۲	-/۱۹۲	۳	-/۰.۶۴	۱	-/۰.۶۴	۱
	S38	-/۰.۷۷	-/۳۰۸	۴	-/۳۰۸	۴	-/۰.۷۷	۱	-/۰.۷۷	۱
	W30	-/۱۲۸	-/۲۵۶	۲	-/۱۲۸	۱	-/۱۲۸	۱	-/۳۸۵	۳
	W31	-/۱۰۳	-/۱۰۳	۱	-/۳۰۸	۳	-/۳۰۸	۳	-/۱۰۳	۱
	W32	-/۰.۵۱	-/۰.۵۱	۱	-/۱۵۴	۳	-/۱۵۴	۳	-/۰.۵۱	۱
	O33	-/۰.۹۰	-/۳۵۹	۴	-/۰.۹۰	۱	-/۰.۹۰	۱	-/۲۵۹	۴
	O34	-/۰.۲۶	-/۱۰۳	۴	-/۰.۲۶	۱	-/۰.۲۶	۱	-/۱۰۳	۴
	O35	-/۰.۲۸	-/۰.۲۸	۱	-/۱۱۵	۳	-/۱۵۴	۴	-/۰.۲۸	۱
	T30	-/۱۵۴	-/۴۶۲	۳	-/۱۵۴	۱	-/۱۵۴	۱	-/۱۶۱۵	۴
	T31	-/۱۴۱	-/۴۲۳	۳	-/۱۴۱	۱	-/۱۴۱	۱	-/۵۶۴	۴
	T32	-/۱۱۵	-/۱۱۵	۱	-/۳۴۶	۳	-/۳۴۶	۳	-/۱۱۵	۱
	مجموع	۱	۲/۳۵۹		-/۰.۱۳		۱/۶۴۵		۲/۴۸۷	



مؤلفه	عوامل داخلی و خارجی	امتیاز وزن دار	راهبرد اول		راهبرد دوم		راهبرد سوم		راهبرد چهارم	
			TAS	As	TAS	As	TAS	As	TAS	As
	S39	-/۰۱۳	۲	-/۰۲۶	۱	-/۰۱۳	۱	-/۰۱۳	۲	-/۰۲۶
	S40	-/۰۲۶	۳	-/۰۷۷	۴	-/۰۱۰۳	۲	-/۰۵۱	۳	-/۰۷۷
	S41	-/۰۲۸	۴	-/۱۵۴	۲	-/۰۷۷	۱	-/۰۲۸	۳	-/۱۱۵
	W33	-/۰۵۱	۱	-/۰۵۱	۲	-/۰۱۰۳	۲	-/۰۱۰۳	۲	-/۱۰۳
	W34	-/۱۵۴	۱	-/۱۵۴	۱	-/۱۵۴	۴	-/۱۵۴	۴	-/۱۵۴
	W35	-/۰۶۴	۱	-/۰۶۴	۲	-/۱۲۸	۳	-/۱۹۲	۴	-/۲۵۶
L	O36	-/۱۲۸	۴	-/۵۱۳	۳	-/۲۸۵	۲	-/۲۵۶	۲	-/۲۵۶
	O37	-/۱۴۱	۳	-/۴۲۳	۲	-/۲۸۲	۴	-/۲۸۲	۲	-/۲۸۲
	O38	-/۰۷۷	۲	-/۱۵۴	۳	-/۲۳۱	۴	-/۲۰۸	۳	-/۲۳۱
	T33	-/۰۹۰	۱	-/۰۹۰	۲	-/۱۷۹	۴	-/۲۵۹	۲	-/۲۳۱
	T34	-/۱۱۵	۲	-/۲۳۱	۱	-/۱۱۵	۲	-/۲۳۱	۲	-/۲۳۱
	T35	-/۱۰۳	۲	-/۲۰۵	۱	-/۱۰۳	۲	-/۲۰۵	۳	-/۲۰۵
	مجموع	۱	۲/۱۴۱	۱/۸۷۲	۲/۶۵۴	۲/۸۵۹				
	S42	-/۰۳۶	۱	-/۰۳۶	۴	-/۱۲۵	۱	-/۰۳۶	۳	-/۱۰۹
	S43	-/۰۱۸	۴	-/۰۷۳	۲	-/۰۳۶	۲	-/۰۳۶	۱	-/۰۱۸
	W36	-/۱۸۱	۱	-/۱۸۲	۱	-/۱۸۲	۳	-/۱۸۲	۳	-/۵۴۵
	W37	-/۱۰۹	۱	-/۱۰۹	۳	-/۳۳۷	۴	-/۴۳۶	۲	-/۲۱۸
	W38	-/۱۲۷	۱	-/۱۲۷	۱	-/۱۲۷	۴	-/۱۲۷	۳	-/۲۸۲
M	O39	-/۰۹۰	۳	-/۲۷۳	۲	-/۱۸۲	۴	-/۲۶۴	۱	-/۰۹۱
	O40	-/۰۵۴	۴	-/۲۱۸	۲	-/۱۰۹	۳	-/۱۶۴	۱	-/۰۵۵
	T36	-/۱۶۳	۲	-/۳۳۷	۴	-/۶۵۵	۳	-/۴۹۱	۲	-/۳۳۷
	T37	-/۱۴۵	۱	-/۱۴۵	۳	-/۴۳۶	۲	-/۲۹۱	۴	-/۵۸۲
	T38	-/۰۷۲	۳	-/۲۱۸	۴	-/۲۹۱	۲	-/۰۱۴۵	۱	-/۰۷۳
	مجموع	۱	۱/۷۰۹	۲/۴۹۱	۲/۲۷۳	۲/۴۰۰				

ماتریس عوامل داخلی و خارجی تحلیل سوات

در این مرحله براساس مجموع امتیاز موزون ماتریس عوامل داخلی و ماتریس عوامل خارجی وضعیت سیستم مدیریت بحران اجتماع محور شهر اردبیل، از بین موقعیت‌های چهارگانه ماتریس سوات مشخص شده است. در ادامه مجموع امتیازهای به‌دست‌آمده در محور X و Y ماتریس سوات ترسیم شده است تا موقعیت سیستم مدیریت بحران اجتماع محور باتوجه به تمامی عوامل نشان داده شود. باتوجه به نتایج به‌دست‌آمده از نمره ماتریس

ارزیابی عوامل داخلی، نقاط ضعف در سیستم موردنظر بیشتر از نقاط قوت آن است. همچنین باتوجه به نتایج به‌دست‌آمده از نمره ماتریس ارزیابی عوامل خارجی، تهدیدات سیستم موردنظر بیشتر از فرصت‌های آن است. بنابراین وضعیت سیستم مدیریت بحران اجتماع محور شهر اردبیل در موقعیت تدافعی قرار دارد (تصویر شماره ۲). بنابراین به‌منظور تقویت این رویکرد لازم است در راستای کاهش نقاط ضعف و پرهیز از تهدیدات برنامه‌ریزی و اقدام کرد.

ارائه راهبرد جهت تقویت رویکرد اجتماع‌محور در سیستم مدیریت بحران شهر اردبیل

در این مرحله برای هریک از مؤلفه‌های پژوهش، با بهره‌گیری از نظر کارشناسان و باتوجه به موقعیت‌های چهارگانه روش سوات چهار راهبرد مجزا ارائه شده است. **جدول شماره ۷**، راهبردهای ارائه‌شده برای هر مؤلفه را نشان می‌دهد.

شناسایی راهبرد برتر به روش ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک کمی

در این بخش از پژوهش برای انتخاب راهبرد برتر از بین راهبردهای ارائه‌شده برای هر مؤلفه، از روش ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک کمی استفاده شده است. بدین منظور با بهره‌گیری از نظرات کارشناسان، نخست برای هریک از عوامل داخلی و خارجی مؤلفه‌ها، وزنی بین (۰) تا (۱) اختصاص داده شده است، به‌طوری‌که نهایتاً مجموع اوزان برابر با ۱ باشد. در ادامه به هریک از عوامل باتوجه به جذابیت آن‌ها عددی بین (۱) تا (۴) اختصاص داده شده است. حاصل ضرب امتیاز موزون هر عامل در امتیاز جذابیت آن (AS) نشانگر امتیاز کل جذابیت (TAS) هر عامل خواهد بود. درنهایت راهبردی که بیشترین نمره مجموع امتیاز نهایی را به دست آورده است، به‌عنوان راهبرد برتر انتخاب شده است (**جدول شماره ۸**).

براساس نتایج به‌دست‌آمده، راهبرد برتر برای مؤلفه برنامه‌ریزی برای اقبال آسیب‌پذیر، راهبرد اول با مقدار (۳/۲۵۵)، برای مؤلفه برنامه مختص هر مخاطره، راهبرد اول با مقدار (۲/۸۱۰)، برای مؤلفه اقدامات مربوط به امور ایمنی، راهبرد دوم با مقدار (۲/۱۹۲)، برای مؤلفه درک و آگاهی از مخاطرات محیطی، راهبرد چهارم با مقدار (۲/۷۱۸)، برای مؤلفه به‌کارگیری روش‌های نوین مدیریت بحران، راهبرد سوم با مقدار (۲/۳۴۱)، برای مؤلفه آموزش، داشتن مطالعات بروز و افزایش دانش، راهبرد سوم با مقدار (۲/۸۵۵)، برای مؤلفه حضور افراد مطلع محلی در مدیریت بحران، راهبرد چهارم با مقدار (۲/۵۰۰)، برای مؤلفه اعتقاد به مشارکت و کار گروهی، راهبرد چهارم با مقدار (۲/۵۵۱)، برای مؤلفه مسئولیت‌پذیری اجتماعی، راهبرد سوم با مقدار (۳/۰۲۸)، برای مؤلفه مشارکت در برنامه اجتماعات محلی، راهبرد چهارم با مقدار (۲/۱۹۷)، برای مؤلفه اعتماد اجتماعی، راهبرد چهارم با مقدار (۲/۴۸۷)، برای مؤلفه انگیزه مشارکت مردم، راهبرد چهارم با مقدار (۲/۸۵۹) و برای مؤلفه مشارکت مالی با نهادهای محلی، راهبرد دوم با مقدار (۲/۴۹۱) می‌باشد.

نتیجه‌گیری

علی‌رغم پتانسیل بالای شهر اردبیل در زمینه بروز مخاطرات مختلف و با وجود تکرار بحران‌های متعدد، متأسفانه مسئولان

شهری نتوانسته‌اند به کمبود اصلی سیستم مدیریت بحران شهری، یعنی ضعف و یا نبود مشارکت مردمی پی ببرند. ضعف مشارکت مردمی که به‌عنوان اصول مهم مدیریت پایدار می‌باشد، باعث شده است با وجود صرف هزینه‌های زیاد در سیستم مدیریت بحران شهر اردبیل، اما کماکان با بروز مخاطرات محیطی، سیستم شهری دچار اختلال و سردرگمی گردد.

در این مطالعه باتوجه به اهمیت برنامه‌ریزی راهبردی و توانایی آن در کمک به سازمان‌ها و جوامع جهت نشان دادن واکنش مؤثر به شرایط و اوضاع در حال تغییری که پیرامون آن‌ها را احاطه کرده است؛ از روش سوات برای ارائه راهبرد در جهت تقویت رویکرد اجتماع‌محور در سیستم مدیریت بحران شهر اردبیل، استفاده شد. بدین منظور ابتدا باتوجه به وضع موجود، عوامل داخلی و خارجی شناسایی گردید و سپس به ارزیابی این عوامل پرداخته شد. نتایج به‌دست‌آمده وضعیت متوسط سیستم مدیریت بحران اجتماع‌محور در شهر اردبیل را نشان می‌دهد. لذا می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که در همین راستا، براساس نتایج به‌دست‌آمده از روش ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک کمی و باتوجه به شرایط و ویژگی‌های اجتماعی و فرهنگی شهر اردبیل از جمله افزایش میزان جمعیت طی سال‌های اخیر و به تبع آن افزایش مشکلات اقتصادی، ناهنجاری‌های اجتماعی، فاصله طبقاتی و کاهش اعتماد و انسجام اجتماعی و همچنین ضعف زیرساخت‌ها و توزیع ناعادلانه امکانات، در نهایت ۱۳ راهبرد به دست آمد که به شرح زیر می‌باشند:

- وضع قوانین صریح در جهت ارائه خدمات ویژه تأمین اجتماعی و بیمه گروه‌های آسیب‌پذیر در مواقع بحران؛
- استفاده از تسهیلات بانکی برای نوسازی و مقاوم‌سازی بافت‌های فرسوده طبق قوانین و مقررات مقاوم‌سازی بناها؛
- تقویت سیستم‌های امنیت شبکه برای اجرای پروژه‌های تاب‌آوری و مقاوم‌سازی زیرساخت‌های شهری؛
- شناسایی مخاطرات و تهدیدات جدید در راستای دستیابی به اطلاعات بروز در حوزه مدیریت بحران شهر؛
- بهره‌گیری از افراد متخصص در امور مدیریت بحران شهر و تجهیز نمودن مسئولان به دانش و فناوری نوین؛
- ایجاد ساختار مناسب مبتنی بر مدیریت دانش در قبال مدیریت بحران در تمامی سازمان‌های متولی بحران با بهره‌گیری از اصول سند راهبرد ملی مدیریت بحران و ملاحظات آن؛
- از بین بردن موانع تشکیل یا فعالیت سازمان‌های مردم‌نهاد متولی مدیریت بحران در شهر؛



تشکر و قدردانی

نویسندگان از کسانی که در این مطالعه شرکت کرده‌اند سپاس‌گزاری می‌کنند.

- افزایش اقدامات در حوزه فرهنگی و جلب مشارکت مردم در شهر در راستای افزایش فرهنگ یاری‌گری، همیاری، همکاری و تعامل؛

- افزایش توجه به رویکرد محله‌محور با هدف جلب مشارکت شهروندان و احیای نگاه سنتی به محلات در کنار پذیرش تحولات مدرن در راستای ایجاد حس تعلق مکانی و افزایش مسئولیت‌پذیری اجتماعی؛

- افزایش بهره‌گیری از نقش مدارس و سایر نهادهای آموزشی در فهم و اشاعه مقوله مشارکت در راستای ارتقای آگاهی عمومی در زمینه اهمیت شرکت در اجتماعات محلی و تأثیر آن بر افزایش تاب‌آوری؛

- افزایش آگاهی ساکنان نسبت به برنامه‌ها، تصمیمات و آینده محله خود در راستای ایجاد اعتماد بین نهادهای متولی و مردم و کاهش مشارکت‌گریزی؛

- ایجاد و تقویت هویت جمعی و زیرساخت‌های حیات دموکراتیک در جامعه برای کاستن از موضع منفعلانه شهروندان در ارتباط با مسئولان؛

- اجرای طرح‌های مختلف با هدف بهره‌گیری از مشارکت مردم و واگذاری امور به خود اهالی.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاقی پژوهش

موضوعات اخلاقی در این مقاله رعایت شده است. از جمله همه شرکت‌کننده‌ها قبل از شرکت در مطالعه، رضایت آگاهانه خود را برای شرکت در آن اعلام کرده‌اند.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از رساله دکترای هما واعظی در گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری و روستایی دانشگاه محقق اردبیلی است و تحت حمایت مالی شهرداری اردبیل می‌باشد.

مشارکت‌نویسندگان

مفهوم‌سازی، روش‌شناسی، تحلیل و نظارت: هما واعظی، عطا غفاری گیلانده و علیرضا محمدی؛ اعتبارسنجی، تحقیق و بررسی، نگارش پیش‌نویس: هما واعظی و عطا غفاری گیلانده؛ منابع و ویراستاری و نهایی‌سازی نوشته: هما واعظی؛ مدیریت پروژه: عطا غفاری گیلانده.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

References

- Abdollahi, M. (2011). [Disaster Management in Urban Areas (Persian)]. Tehran: Publications of the National Municipalities and Rural Development Organization. [\[Link\]](#)
- Ahadnejad Reveshty, M., Tahmasebi Moghadam, H. & Heydari, M. T. (2023). [Analysis of Effective Factors in Increasing the Resilience of Urban Communities against the Corona Epidemic with a Community-Based Disaster Risk Management Approach (the Case of Zanjan) (Persian)]. *Environmental Based Territorial Planning*, 15 (59), 159-186. [\[Link\]](#)
- Amin, A. (1998). *An institutional perspective on regional economic development*. New Jersey: Wiley-Blackwell publishes. [\[Link\]](#)
- Azizpour, M., Zangiabadi, A., & Esmailian, Z. (2011). [Prioritizing the effective factors in urban crisis management against the natural disasters (Studying sample: The organizations related to Isfahan's crisis) (Persian)]. *Geography and Environmental Planning*, 22 (3), 107-124. [\[Link\]](#)
- Blaikie, P., Cannon, T., & Wisner, B. (2014). *At risk: Natural hazard, people's vulnerability and disasters*. London: Routledge. [\[DOI:10.4324/9780203714775\]](#)
- CRED. CRED Publication: 2021 Disasters in Numbers. New York: United Nations; 2022. [\[Link\]](#)
- Dadpour, S. (2012). [Solutions for increasing social capital on a micro scale in accordance with the goals of urban design (Persian)]. *Taq*, (62 and 63), 32-35. [\[Link\]](#)
- Dejing, Z. (2023). Research on the dilemma and improvement of public participation in public crisis management. *International Journal of Frontiers in Sociology*, 5(15), 140-145. [\[DOI:10.25236/IJFS.2023.051524\]](#)
- Firoozpour, A., Daraei, M., & Sadabadi, A.A. (2016). [Modeling of the Relation between Capability Approach and Community Based Approach Disaster Management (Persian)]. *Journal of Urban Management Studies*, 8 (25), 1-9. [\[Link\]](#)
- Ferrier, N., & Haque, C. E. (2003). Hazards risk assessment methodology for emergency managers: A standardized frame work for application. *Natural Hazards*, 28 (2), 271-290. [\[DOI:10.1023/A:1022986226340\]](#)
- Guha-Sapir, D., Hargit, D & Hoyois, P. (2004). *Thirty Years of Natural Disaster 1974- 2003: The Numbers*. Louvain-la-Neuve: Presses universitaires de Louvain. [\[Link\]](#)
- Harris, R.B. Harris, K. J. & Harvey, P. (2007). A test of competing models of the relationships among perceptions of organizational politics, perceived organizational support, and individual outcomes. *The Journal of Social Psychology*, 147 (6), 631-656. [\[DOI:10.3200/SOCP.147.6.631-656\]](#) [\[PMID\]](#)
- Hedayatifard, M., & Rozenblat, C. (2021). [The Relationship between Economic Tightness and Regional Resilience (Case Study: Counties in Kerman Province) (Persian)]. *Urban and Regional Development Planning*, 4(8), 111- 144. [\[DOI:10.22054/urdp.2021.49891.1184\]](#)
- Hostettler, S., Jeoh, A., Montes, C. & D'Acunzi, A. (2019). Community-based landslide risk reduction: a review of a Red Cross soil bioengineering for resilience program in Honduras. *Landslides*, 16, 1779-1791. [\[DOI:10.1007/s10346-019-01161-3\]](#)
- Hudson, R. (2004). *Addressing the regional problem: Changing perspectives in geography and on regions*. Paper Presented to the Conference of Irish Geographers, 7-9 May, 2004; Maynooth. [\[Link\]](#)
- Inkpen, R. (2005). *Science, Philosophy and Physical Geography*. London: Routledge. [\[DOI:10.4324/9780203498484\]](#)
- Keith, D. W., Ha-Duong, M., & Stolaroff, J. K. (2006). "Climate strategy with CO2 capture from the air. *Climatic Change*, 74, 17-45. [\[DOI:10.1007/s10584-005-9026-x\]](#)
- Khammar, Gh. & Rakhshani, A. (2016). [The Role of Risk Management Strategies to Mitigate the Damages Caused by Earthquake (Case study: Khorramabad city) (Persian)]. *Geography and Development (GD)*, 13(41), 147-16. [\[DOI:10.22111/gdj.2015.2233\]](#)
- Lassa, J. A., Boli, Y., Nakmofa, Y., Faggidae, S., Ofong, A., & Leonis, H. (2018). Twenty years of community-based disaster risk reduction experience from a dryland village in Indonesia. *Jamba (Potchefstroom, South Africa)*, 10(1), 502. [\[DOI:10.4102/jamba.v10i1.502\]](#) [\[PMID\]](#)
- Mahdieh, O. (2020). [Investigating the Effect of Public Participation on Crisis Management Performance (Persian)]. *Disaster Prevention and Management Knowledge*, 10(2), 126-141. [\[Link\]](#)
- Margerum, R. D. (2002). Collaborative Planning: Building Consensus and Building a Distinct Model for Practice. *Planning Education and Research*, 21(3), 237-253. [\[DOI:10.1177/0739456X020100302\]](#)
- Mayunga, J. S. (2007). *Understanding and applying the concept of community disaster resilience: A capital-based approach*. A draft working paper prepared for the Summer Academy for Social Vulnerability and Resilience Building, Munich, Germany, 22 - 28 July 2007. [\[Link\]](#)
- Moghimi, E. (2014). [Hazard Science (for living with better quality and The more stable environment) (Persian)]. Tehran: University of Tehran Press.
- Moghimi, E. (2022). [Hazards science strategy Does Hazards science have a strategy? (Persian)]. *The Journal of Environmental Hazards Management (JEHM)*, 9 (1), 45-54. [\[DOI:10.22059/jhsci.2022.345598.730\]](#)
- Moghimi, E. (2024). [A new approach to environmental hazards and sustainable development for Iran (Persian)]. *Environmental Hazards Management (JEHM)*, 11 (1), 73-84. [\[Link\]](#)
- Mohageg, M. (2012). [New approaches in crisis management and disaster risk reduction (Persian)]. *Journal of Rescue and Relief*, 4 (3), 107-110. [\[Link\]](#)
- Mohaghegh, M. (2017). [Fundamentals of Legislation and Strategic Planning in Crisis Management (Persian)]. Tehran: Establishment of Islamic Parliament Research Center (IPRC). [\[Link\]](#)
- Mohebbati Zohan, H., Yaghoubi, N., Mohammad, M., & Mahmoudzadeh Washan, M. (2020). [Designing a Phased Model of Crisis Management with the Empowerment Approach of Local Communities Using Meta-synthesis Approach (Persian)]. *Public Administration*, 12 (2), 175-203. [\[DOI:10.22059/jpa.2020.305523.2771\]](#)
- Monavarian, A., Nargesian, A., Fatahi, M. & Vaseg, B. (2010). [Investigation of the Relation between Public accountability, Public Trust and Public Participation in Public Organizations (Case Study: 22 Areas of Tehran city) (Persian)]. *Journal of Management Research in Iran*, 14 (3), 251-274. [\[Link\]](#)
- Motahari, Z. S., & Rafeian, M. (2017). [An Explanation a Model for Enhancing Disaster Risk Management by Using Community-

- based Approach (CBDRM), Case Study: A Local Community in Tehran (Persian)]. *Armanshahr Architecture & Urban Development Journal*, 9 (17), 389-401. [Link]
- Nekoudari, M., & Yagoubi, N. M. (2011). [Investigation of Facilitating Factors of Knowledge Management (KM) in Disaster Management Organization (Persian)]. *Public Management Researches*, 4 (13), 95-119. [Link]
- N'Guessan, S., Attiey, H. B., Ndiaye, S., Diarrassouba, M., McLain, G., & Shamamba, L., et al. (2019). Community-based surveillance: A pilot experiment in the Kabadougou-Bafing-Folon health region in Cote d'Ivoire. *Journal of Interventional Epidemiology and Public Health*, 2(1), 9-9. [DOI:10.37432/JIEPH.2019.2.3.20]
- Nojavan, M., Salehi, E., Omidvar, B., & Faryadi, Sh. (2022). [The Study of Theoretical Approach of Natural Disaster Management in Iran using Meta-analysis (Persian)]. *Journal of Environmental Sciences and Technology*, 23 (11), 115-133. [DOI:10.30495/jest.2022.9657]
- Noori, M., Miller, R., Kirchain, R., & Gregory, J. (2018). How much should be invested in hazard mitigation? Development of a streamlined hazard mitigation cost assessment framework. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 28, 578-584. [DOI:10.1016/j.ijdrr.2018.01.007]
- Norouzi, A., & Farhadi, M. (2017). [Vulnerability Assessment and Strategic Planning for Crisis Management (Earthquake) in Rural Areas (C.S: Shahrekord City) (Persian)]. *Journal of Emergency Management*, 6 (1), 31-45. [Link]
- Pourmosavi, S. M., Daraei, M., Firozpour, A. & Sadabadi, A. (2013). [Future Researching Approach for Formulating Disaster Management Overactive Strategy with Emphasis on Community-Based Approach (Persian)]. *Journal of Disaster Prevention and Management Knowledge*, 3 (1), 31-39. [Link]
- Rabii, A. & Hoseini, S. (2014). [Crisis Management: Concepts, Models, and Planning Methods in Natural Disasters (Persian)]. Tehran: Tisa. [Link]
- Rafieian, M., Rezaei, M. R., Asgari, A., Parhizkar, A., & Siavash, Sh. (2012). [Conceptual explanation of resilience and its indexing in community-based disaster management (CBDM) (Persian)]. *Journal of Spatial Planning*, 15 (4), 19-41. [Link]
- Rafieian, M. & Motahhari, Z. (2012). [Designing Model for Study Approach of Community-based Disaster Risk Management Case Study DAVAM Plan (Community Emergency Response Volunteers) (Persian)]. *Emergency Management (JOEM)*, 1 (1), 5-12. [Link]
- Rahnama, M. R., & Razavi, M.M. (2012). [An Study of Sense of place Effect on Social Capital and Participation in Mashhad's Neighborhoods (Persian)]. *Fine Arts*, 17 (2), 29-36. [DOI:10.22059/jfaup.2012.30157]
- Ratnayake, R., Tammaro, M., Tiffany, A., Kongelf, A., Polonsky, J. A., & McClelland, A. (2020). People-centred surveillance: a narrative review of community-based surveillance among crisis-affected populations. *The Lancet. Planetary Health*, 4(10), e483-e495. [DOI:10.1016/S2542-5196(20)30221-7] [PMID]
- Rezaei, M.R., Safarpour, M., & Kamandari, M. (2014). [Investigating and analyzing the compatibility of urban land use with communication arteries, case example: Hospitals in two metropolitan areas of Tabriz (Persian)]. Paper presented at 6th National Conference on Urban Planning and Management with Emphasis on the Elements of Islamic City, Mashhad, Iran, 12 November, 2014. [Link]
- Rokneddin Eftekhari, A., Sojasi Ghidari, H. & Einali, J. (2007). [New Attitude towards Rural Management with an Emphasis on Effective Institutions (Persian)]. *Village and Development*, 10 (2), 1-30. [Link]
- Sager, T. (2006). The logic of critical communicative planning: Transaction cost alteration. *Planning Theory*, 5(3), 223-254. [DOI:10.1177/1473095206068629]
- Salehinodez, A., Yaghoubi, N. M. & Keikha, A. (2021). [Designing a Model for Community-Based Disaster Management Using Meta-Synthesis Approach (Persian)]. *Iranian Public Administration Studies (JIPAS)*, 4 (2), 71-102. [Link]
- Sarabia, M., Kagi, A., Davison, A. G., Barwell, N., Montes, G., & Aebischer, Gh., et al. (2020). The challenges of impact evaluation: Attempting to measure the effectiveness of community-based disaster risk management. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 49, 101732. [DOI:10.1016/j.ijdrr.2020.101732]
- Sharma, S., Kumar, V., & Saruchi. (2022). Community approach toward disaster resilience. In: S. Bhattacharyya, N. Mondal & K. B. Prakash (Eds.), *Cognitive Data Science in Sustainable Computing* (pp 125-161). Cambridge: Academic Press. [DOI:10.1016/B978-0-12-824038-0.00003-1]
- Sojasi Ghidari, H., Sadeghloo, T., & Rayisi, E. (2014). [Measuring crisis management knowledge level between rural local administrator with emphasis on earthquake (Case study: Gosht County in Saravan province) (Persian)]. *Journal of Rural Research*, 5 (3), 541-564. [DOI:10.22059/jrr.2014.53180]
- Teitz, M. (2007). *Planning and the new institutionalisms*. Amsterdam: Elsevier. [Link]
- Tokakisa, V. Polychroniou, P. & Boustras, G. (2019). Crisis management in public administration: The three phases model for safety incidents. *Safety Science*, 113, 37-43. [DOI:10.1016/j.ssci.2018.11.013]
- Yeo, J., Li, H., Shin, Y. A., & Haupt, B. (2017). Cultural approach to crisis management. In A. Farazmand, (Ed), *Global Encyclopedia of Public Administration, Public Policy, and Governance*. Cham: Springer. [DOI:10.1007/978-3-319-31816-5_794-1]

This Page Intentionally Left Blank



Disaster Prevention and Management Knowledge

Autumn 2025. Vol 15. Issue 3

Table of Contents

266	Flood Risk Zoning Using the Flood Hazard Index: Case Study of Lowmar Sub-watershed of Seymareh, Ilam Province, Iran	Esmail Najafi, Farzaneh Gholami, Azam Gholami
292	Barriers to Disaster Management Exercises in Iran Using Interpretive Structural Modeling, and the Solutions for Improving Their Quality: Case Study of 22 Districts in Tehran	Samira Hasanzadeh, Azizollah Salimi Tari, Marzieh Samadi Foroushani, Samim Moradi Rouzbahani, Seyedeh Samaneh Miresmaeeli
320	Design and Validation of an HSE Evaluation Checklist for Urban Mass Gatherings: A Case Study in Tehran, Iran	Seyed Sajad Mousavi, Mobin Ebrahimian, Mohammad Najafi, Mohammad Delfan, Hossein Fahmi, Masoumeh Tazikeh, Nafiseh Mirzashemi
344	Identifying Subsurface Cavities and Fractures in Roads Using the Ground Penetrating Radar With Two 170-and 600-MHz Central Antennas: A Case Study in Iran	Shamseddin Esmaili, Mehdi Bolbolvand, Mohsen Ahmadzadeh Irandoust, Mohammad Talebi
364	Evaluation of Disaster Risk Management Standards in Tehran Province Hospitals	Masoumeh Abbasabadi-Arab, Ali Mohammad Mosadeghrad, Ali Meshkini, Leila Goudarzi
384	Impact of Digital Elevation Model Resolution on Flood Hazard Simulation: A Case Study of the River Downstream of Khorramabad City, Iran	Iraj Vayskarami, *Ali Haghizadeh, Aboalhasan Fathabadi
414	Developing Strategies to Strengthen the Community-based Approach to Risk Management; Case Study: Ardabil City	Homa Vaezi, *Ata Ghaffari Gilandeh, Alireza Mohammadi

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

Autumn 2025. Vol 15. Issue 3, Serial No. 57

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.

Aliakbar 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 Pirtzadeh

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 Mirasmaeeli

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.

Kalvan Karimlou

Ph.D. in Environmental Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran,
Iran.



Disaster Prevention and Management Knowledge

Autumn 2025. Vol 15. Issue 3, Serial No. 57

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 Tabataba'i University, Tehran, Iran.

Azizollah 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.

Marziyeh 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 Vejdani Nozar

Department of Disasters engineering, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran.

Kioumars maleki

Postdoctoral Researcher in Geography and Urban Planning, Faculty of Planning and Environmental Sciences, Tabriz University, Tabriz, Iran.

Afrasiyab Khairdast

Ph.D. in Environmental Management, Islamic Azad University, North Tehran Branch, Tehran, Iran.

Mohammad Talebi

International Institute of Earthquake Engineering and Seismology (IIEES), Tehran, Iran.

Iraj Mohammadfam

Professor, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran.

Jafar Yazdi

Associate Professor, Faculty of Civil, Water and Environmental Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Seyed Sajad Mosavi

Department of Industrial Engineering, Politecnico di Milano, Milano, Italy.



Disaster Prevention and Management Knowledge

Autumn 2025. Vol 15. Issue 3, Serial No. 57

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-Forushani, 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 Ghafory-Ashtiani, Professor

International Institute of Earthquake Engineering and Seismology, IIEES, 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.

Masoud Khoshsima, Associate Professor

Iranian Space Research Center, 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-Al-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

Binding & Printing : Hamshahri Printing House



Tehran Disaster Mitigation and Management Organization