

# شناسایی فاکتورهای تخریب پذیر در ساختمان‌ها پس از وقوع بحران‌های سیل و زلزله و رتبه‌بندی فاکتورهای مشترک با روش الکتره

DOR: <https://dori.net/dor/20.1001.1.23453915.1402.12.2.2.8>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۱

صابر شیرپور<sup>۱\*</sup>، شهلا اندرز<sup>۲</sup>

۱- استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه گرمسار، گرمسار، ایران (s.shiripour@fmgarmsar.ac.ir)  
 ۲- کارشناس ارشد، گروه مهندسی و مدیریت ساخت، دانشکده مهندسی عمران، موسسه آموزش عالی طبری بابل، بابل، ایران

## چکیده

زلزله و سیل به‌عنوان دو عامل از اساسی‌ترین عوامل مخرب طبیعی در ایران به‌شمار می‌آیند. در واقع زلزله و سیل به‌عنوان یک پدیده طبیعی به‌خودی‌خود نتایج نامطلوبی در پی ندارند. آنچه از این عوامل مخرب یک فاجعه می‌سازد عدم پیشگیری از تأثیر آنها و عدم آمادگی برای مقابله با عواقب آنها است. هدف این پژوهش شناسایی و رتبه‌بندی فاکتورهای تخریب پذیر در ساختمان‌ها پس از وقوع سیل و زلزله و ارائه راهکارهایی برای کاهش عوامل مخرب است. جامعه آماری تحقیق شامل ۳۰۰ نفر از کارشناسان خبره عمران در حوزه ساخت و سازهای عمرانی هستند که با استفاده از فرمول کوکران، از این تعداد یک نمونه ۸۰ نفری به دست می‌آید. برای شناسایی فاکتورهای تخریب پذیری از تحقیقات پیشین و نظر متخصصان استفاده شده است. نظر متخصصان با استفاده از پرسشنامه دریافت شد. پس از تکمیل پرسشنامه‌ها توسط متخصصین، آزمون سنجش روایی و پایایی بر روی پرسشنامه انجام شد. در این تحقیق برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف استفاده شد. به این طریق، تعداد ۲۱ فاکتور تخریب پذیر پس از وقوع زلزله و ۱۱ فاکتور تخریب پذیر پس از وقوع سیل استخراج شدند. در ادامه، با تهیه پرسشنامه‌ای دیگر و توزیع آن در میان نمونه آماری، نظرات متخصصین را بر اساس طیف پنج گزینه‌ای لیکرت جمع‌آوری کرده و با انجام آزمون فرض عوامل تأثیرگذار شناسایی شدند. نتایج حاصل از آزمون فرض نشان می‌دهد که کلیه عوامل شناسایی شده برای زلزله و سیل، مؤثر هستند. در ادامه، عوامل تخریب پذیر مشترک بین آنها شناسایی شده و برای اولویت‌بندی این عوامل از روش تصمیم‌گیری چند معیاره الکتره ۴ استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهند که واژگونی ساختمان و تخریب فونداسیون مهم‌ترین فاکتورهای مشترک هستند.

واژه‌های کلیدی: سیل، زلزله، فاکتورهای تخریب پذیر، آزمون فرض، روش تصمیم‌گیری چند معیاره الکتره

## Identification of Destructive Factors in Buildings after Flood and Earthquake Crises and Ranking of Joint Factors Using ELECTRE Method

Saber Shiripour<sup>\*1</sup>, Shahla Andarz<sup>2</sup>

1. Assoc. Prof., Dept. of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, University of Garmsar, Garmsar, Iran (s.shiripour@fmgarmsar.ac.ir)

2. MSc. Graduated Student, Dept. of Construction Engineering and Management, Faculty of Civil Engineering, Tabari Institute of Higher Education, Babol, Iran

## Abstract

Earthquake and flood are two of the most important natural destructive factors in Iran. In fact, earthquakes and floods as a natural phenomenon do not in themselves have undesirable consequences. What makes these destructive factors a disaster is their inability to prevent them and their inability to deal with their consequences. The purpose of this study is to identify and rank destructive factors in buildings after floods and earthquakes. The statistical population of the study consists 300 experts in the field of civil construction. Prior research and expert opinion have been used to identify destructive factors. Experts' opinions were measured using a questionnaire. After completing the questionnaires by experts, validity and reliability test was performed on the questionnaire. In this study, Kolmogorov-Smirnov test was used to check the normality of the data. In this way, 21 destructive factors after earthquake and 11 destructive factors after flood have been extracted. Then, by preparing a questionnaire and distributing it among the statistical sample, experts' opinions were collected based on Likert's five-choice range and identified by testing the hypothesis of influential factors. The results of the hypothesis test show that all the identified factors are effective for earthquake and flood. Subsequently, common destructive factors are identified and the multi-criteria decision-making method of ELECTRE 4 is used to prioritize these factors. The results show that building reversal and foundation destruction are the most important common factors.

**Keywords:** Flood, Earthquake, Destructive Factors, Hypothesis Test, ELECTRE Multi Criteria Decision Making Method.



جای‌داده است. همه مقوله فوق، جمعیت وابسته‌ای را به دنبال خواهد آورد که در صورت وقوع بلایای طبیعی به شدت از آنها تأثیر پذیرفته و باعث لجام‌گسیختگی نظام زندگی و وارد آمدن ضررهای جانی و مالی فراوان در شهرها می‌شود [۲]. با توجه به موقعیت ایران در خصوص بلایای طبیعی که همواره اثرها و ضررهای زیادی از این بلایا متحمل شده است، همچنین آسیب‌پذیری اکثر شهرهای کشور در برابر این بلایا و ابعاد مهم اثرگذاری شرایط بحرانی در شهرها و تبعات ویرانگر آنها، در این پژوهش سعی خواهد شد با شناسایی فاکتورهای تخریب‌پذیر در ساختمان‌ها پس از وقوع سیل و زلزله، به رتبه‌بندی مهم‌ترین فاکتورهای تخریب‌پذیر مشترک بین سیل و زلزله پرداخته شود.

## ۲- مبانی نظری

### بحران

بحران در یک تعریف ساده عبارت است از عاملی که به‌طور جدی زیرساخت‌ها یا ارزش‌ها و هنجارهای بنیادین یک سیستم را تهدید کند و به‌موجب آن، اتخاذ تصمیمات در شرایطی کاملاً بی‌ثبات و محدود (از نظر زمانی) شناخته می‌شوند. تهدید به مرگ، زیان و خسارت، ویرانی «تهدید جدی» ضروری می‌شود. منظور از بحران، هر نوع حادثه دارای فشردگی زمانی و مکانی که در جریان آن، جامعه یا یک بخش نسبتاً خودکفای آن، خطر شدیدی را تجربه کرده و اعضا و شاکله فیزیکی آن دچار چنان تلفات و خساراتی شوند که ساختار اجتماعی مختل شده و اجرای همه یا بخشی از کارهای اساسی جامعه متوقف می‌شود [۳]. ساختارهای رسمی و سیاست‌های موجود با بروز بحران‌ها مورد آزمایش قرار می‌گیرند. اگر نهادهای مهم اجتماعی و کارکردها، در جریان یک حادثه خطرناک ناشی از وقایع حاد طبیعی، فتاوانه یا تصادفات وسایل

بشر از ابتدای حیات خود بر روی این کره خاکی با بحران‌های زیادی روبرو بوده است و همواره در پی یافتن راه‌حلی برای پیشگیری و مقابله با این بحران‌ها بوده است. بحران‌های طبیعی بخش اعظمی از این بحران‌ها را تشکیل می‌دهند. بسیاری از رخداد‌های طبیعی که اتفاق می‌افتند از نظر اکوسیستم و حفظ تعادل ژئوسیستم لازم و ضروری هستند و به‌منظور حفظ نظم در طبیعت انجام می‌پذیرند و با توجه به تکنیک و فناوری هر کشوری میزان خسارات ناشی از آنها شدت و ضعف دارد. در کشور ایران که کشور لرزه‌خیزی است و بر روی کمربند زلزله قرار گرفته است، بحران زلزله از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. همچنین با توجه به شرایط آب و هوایی کشور ایران، امکان بروز سیل نیز در کشور وجود دارد. زلزله و سیل به‌عنوان پدیده‌های طبیعی به‌خودی‌خود نتایج نامطلوبی در بر ندارند، آنچه از این پدیده‌ها یک فاجعه می‌سازد، عدم پیشگیری از تأثیرات آن و عدم آمادگی برای مقابله با عواقب آن است. گسترش شهرها و شهرنشینی و افزایش تدریجی تعداد شهرهای بزرگ در جهان به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه و از جمله ایران، از یک‌طرف و رشد شهرها، تمرکز و تجمع جمعیت و افزایش بارگذاری‌های محیطی و اقتصادی بر بستر آنها از طرف دیگر، ضمن توجه بیشتر به شهرها، منجر به پذیرش نقش‌ها و عملکردهای متعدد شده است [۱].

شهرها دارای کالبدی هستند که این کالبد‌ها هرکدام یک فعالیت را در خود جای‌داده‌اند و مجموع آنها فضای شهری را می‌سازند و به آن هویت می‌بخشند. شهر با مرکزهای تجمع و تراکم انسان، فعالیت‌های انسانی و ساختمان‌ها تعریف می‌شود. فضای شهری در درون خود تأسیسات و تجهیزات زیربنایی با انواع کاربری‌ها اعم از مسکونی، اداری خدماتی، بهداشتی و غیره را

نقلیه، ناکارآمد جلوه کنند و کفایت لازم را از خود نشان ندهند بحران‌هایی که پس‌از این حوادث بروز می‌کنند، اعمال تغییرات را ضروری کرده، فرصت‌هایی را فراهم می‌کنند که نهادها و سیاست‌های ناکارآمد و فاقد کفایت، مورد بازنگری، اصلاح و در صورت لزوم، از نو طراحی و ساخته شوند.

## سیل

طبق تعریف فرهنگ آب‌شناسی یونسکو، سیل عبارت است از افزایش معمولاً کوتاه‌مدت در سطح تراز آب یک رودخانه تا اوجی که سطح تراز آب از آن اوج با آهنگی آهسته‌تر عقب می‌نشیند. طبق تعریف دیگری سیل عبارت است از اضافه جریان آب نسبت به محدوده معمول رود یا حجمی از آب. سیل ممکن است در اثر بروز یک بارندگی شدید و یا مستمر و یا ذوب ناگهانی برف‌ها در یک حوضه آبخیز و یا در نتیجه شکسته شدن یک سد به وقوع بپیوندد. به‌هر حال بروی سیل و سیلاب باعث تخریب و ایجاد خسارت و تلفات به مراکز انسانی و سازه‌های مسیر سیلاب است [۴]. وقوع بارش‌های با شدت زیاد، به‌طوری‌که میزان آن از ظرفیت نفوذ خاک بیشتر باشد، موجب ایجاد رواناب و بروز سیل می‌شود. حال اگر این بارش‌های رگباری و شدید در نواحی شهری اتفاق بیفتد، با خطرهای بیشتری همراه است، زیرا نفوذپذیری در مناطق شهری کمتر از نواحی خارج شهر است و مقدار درخور توجهی از چنین بارش‌هایی در نواحی شهری به رواناب و سیل تبدیل شده، موجب خسارت دیدن اماکن و ابنیه و تأسیسات شهری می‌شود [۵].

## زلزله

زلزله که شاید مخرب‌ترین نیروهای طبیعی باشد پدیده‌ای طبیعی و یکی از مشخصات سیاره ماست

که به‌تنهایی در سراسر جهان هزاران زندگی را قربانی و میلیاردها دلار خسارات مادی وارد ساخته است و به دلیل گستردگی قلمرو و نیز وسعت و شدت خساراتی که وارد می‌سازد یکی از شناخته‌شده‌ترین بلایای طبیعی جهان است. زلزله یک حادثه طبیعی و ناگهانی است که در اثر آزاد شدن انرژی الاستیک زمین ایجاد می‌شود. هر از گاهی در اخبار می‌شنویم که زمین‌لرزه‌ای روی داده است، اما جالب است بدانید زمین‌لرزه پدیده‌ای است که هر روز در کره زمین روی می‌دهد.

بر اساس تحقیقات جدید هر ساله حدود ۳ میلیون زمین‌لرزه اتفاق می‌افتد، یعنی هشت هزار زلزله در روز یا هر دقیقه ۵۰ زمین‌لرزه. تعداد زیادی از سه میلیون زمین‌لرزه سالانه بسیار ضعیف هستند و هیچ‌کس متوجه آنها نیست فقط زمین‌لرزه‌های شدید مناطق مسکونی توجه ما را به خود جلب می‌کند [۶]. از مهم‌ترین اثرات وقوع زلزله از بین رفتن یا آسیب دیدن سازه‌های عمومی و خصوصی است. هنگام یک زلزله، خاک ماسه‌ای که از آب اشباع شده است، تبدیل به یک گل مایع می‌شود که به آن پدیده مایع شدن می‌گویند. با ضعیف شدن پی خاکی زیر سازه‌ها و ساختمان‌ها، این فرآیند مایع شدن باعث تخریب می‌شود.

## ۲-۱- پیشینه تحقیق

مانن و برینخویس [۷] با استفاده از تحلیل‌های فضایی معیاری، ابتدا محدودیت‌های دیدگاه‌های کنونی سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) را در تحلیل آسیب‌پذیری اثبات و سپس کمبودهای نرم‌افزارهای GIS را بررسی نمود. همچنین، از نرم‌افزار HAZUS برای تحلیل آسیب‌پذیری زلزله استفاده کرد. بالرام و دراچیسویچ [۸] در تحقیق خود به بررسی اثربخشی زیرساخت‌های سبز

شهری در کاهش جاری شدن سیل شهری پرداختند. نتایج آنان نشان داد که مدل سطوح غیرقابل نفوذ بیشترین سهم را در آبراه شهری دارد، همچنین کاهش ظرفیت تسهیلات زیرساخت‌های فضای سبز بخصوص در مواقع طوفان‌های شدید در سیلاب شهری تأثیرگذار است. همچنین زیرساخت‌های فضای سبز در کاهش رواناب از ۱۰۰ به ۸۵ درصد و اوج رواناب از ۱۰۰ به ۹۲٫۸ درصد مؤثرند. یوسفی‌پور [۹] به بررسی میزان افزایش آگاهی افراد در اثر آموزش کمک‌های اولیه و مدیریت بحران در استان تهران - شهرستان ری پرداخته است و سعی کرده است تا در خصوص هدف میزان افزایش آگاهی مردم قبل و پس از آموزش ارزیابی لازم را به دست آورد.

مارتینلی و سیفانی [۱۰] ابتدا با استفاده از مدل‌های ارزیابی آسیب‌پذیری از جمله مدل Risk-UE میزان آسیب‌پذیری ساختمانی را ارزیابی نموده و در نهایت با ارائه سناریوهای زلزله در شدت‌های مختلف به تخمین و مدل‌سازی خسارات ناشی از زلزله‌های احتمالی پرداخته‌اند. یین و ژو [۱۱] در تحقیق خود دریافتند که فضاهای سبز تأثیر قابل توجهی در احتمال سیل گیری شهری در سئول دارند و احتمالات جاری شدن سیل در مناطقی که فضای سبز شهری وجود دارد را می‌توان حدود ۴۰ درصد کاهش داد. افزایش سطح فضای سبز مؤثرترین روش کاهش احتمال سیل در مناطق نوع سوم بوده و در مناطق نوع دوم حداکثر بارش ساعتی در احتمال جاری شدن سیل به‌طور قابل توجهی مؤثر هستند و احتمال جاری شدن سیل در این مناطق باوجود فضای سبز، بالا بود. لیو و همکاران [۱۲] زلزله مخرب ۷/۱ ریشتری سال ۲۰۱۰ بخش یوشو کشور چین با ۲۶۹۸ نفر کشته را مورد مطالعه قرار دادند و در آن ضمن بیان عوامل مؤثر در شدت گرفتن خسارات وارده بر منطقه، به

تجربیات بازسازی و بازگرداندن منطقه به حالت قبل از وقوع زلزله و نقش سازمان‌ها و نهادهای دولتی در امداد رسانی به آسیب دیدگان از جمله اسکان آنها پرداخته‌اند. این پژوهش شرایط محیطی خاص منطقه و کمبود امکانات زیرساختی برای امداد رسانی را از جمله عوامل مؤثر در شدت تلفات دانسته است.

رجا و شاجاهان [۱۳] به تجزیه و تحلیل آسیب‌پذیری زلزله برای مناطق شهری شهر چیتاگونگ پرداختند. ابتدا با استفاده از مدل‌های ارزیابی آسیب‌پذیری میزان آسیب‌پذیری ساختمانی را ارزیابی نموده و در نهایت با ارائه مدل Risk-UE به تخمین و مدل‌سازی خسارات ناشی از زلزله‌های احتمالی پرداخته‌اند. چانگ و لیاو [۱۴] اظهار داشته‌اند که سیلاب‌های ناگهانی وقایع مکرری در منطقه مدیترانه هستند که همراه با فعال شدن فرایندهای هیدرو ژئومورفیک است. در محیط شهری پیچیدگی‌ها به دلیل وجود رواناب‌های سریع افزایش می‌یابد، اگرچه کارهای بهبود فوری نشانه‌های شهری را حذف می‌کند. در پایان، نویسندگان یادآوری می‌کنند که این روش به کار گرفته شده می‌تواند جایگزین مناسبی برای مدل‌های ریاضی معمولی هیدرولوژی باشد.

لقاب دوست‌آرانی و بنی‌حبیب [۱۵] از روش الکترو-سه که یکی از قوی‌ترین و مؤثرترین روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره بوده استفاده کرده‌اند. به‌عنوان مطالعه موردی، روش الکترو-سه برای رتبه‌بندی گزینه‌های مدیریت سیلاب در بازه‌ای از گرگان‌رود واقع در استان گلستان بکار گرفته شد که در آن هفت گزینه بر مبنای یازده معیار تعریف شده است. با امتیازدهی سی نفر از متخصصین بخش مدیریت و مهار سیلاب، وزن معیارها و گزینه‌ها تعیین و رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس روش الکترو-سه مشخص شده است. نتایج نشان داد که گزینه‌ی غیرسازه‌ای سیستم هشدار

توأم با بیمه سیل در رتبه اول قرار گرفته است. کزازی و همکاران [۱۶] با استفاده از روش الکترونیک در محیط فازی انواع استراتژی‌های شرکت نماد را مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصله از رتبه‌بندی اولیه و نیز تحلیل حساسیت آشکار ساخت که روش الکترونیک می‌تواند رتبه‌بندی گزینه‌های استراتژیک شرکت نماد را فراهم آورد.

فولادیان و جان‌فشان [۱۷] نشان دادند که تکرار وقوع سیل هر سال در استان گلستان، تلفات جانی، انتقال سکونت‌گاه و دبی سیل و اشباع زمین‌های حوزه آبریز و بستر رودخانه در سیلاب اول مشابه بوده و از نظر عوامل تشدیدکننده سیل، جنس خاک و بستر رود، نوع پوشش گیاهی، منطقه و بافت آسیب‌دیده نیز تفاوت‌هایی دارند و تخریب جنگل در حوزه آبریز رود نکا و پوشش فقیر حوزه آبریز کلاله، دخل و تصرف و ساخت غیرمجاز سکونت‌گاه‌ها در حریم رودخانه، احداث پل در بستر صغیر رودخانه از عوامل اصلی طغیان این دو رودخانه و تحمیل خسارات جانی و مالی است. خاکپور [۱۸] تحقیقی در مورد گستره فضای سبز مشهد برای کاهش اثرات سیل انجام داد. یافته‌ها نشان داد که سرانه فضای سبز منطقه ۱,۷ متر بوده که با توجه به سرانه پیشنهادی، ۷۷۴۳۴۷ مترمربع کمبود فضای سبز وجود دارد و با توجه به تراکم بالای جمعیت در این محدوده نیازمند گسترش فضای سبز در منطقه است.

معصومیان [۱۹] به ارزیابی خطر سیل ناشی از عوامل انسانی در شهر تهران پرداخت. نویسنده نشان داد که مدیریت بحران و کاهش آسیب‌پذیری و خسارات مناطق با خطر بالا و بسیار بالا نیازمند برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌های مناسب و قابل‌اجرا مانند کاهش تراکم سکونتگاه‌های انسانی در حریم رودخانه و مسیله‌ها وضع قوانین ساخت و ساز در حریم رودخانه‌ها و رعایت استانداردهای زمینه‌ای

زراعی در هر منطقه است. ساوویا و همکاران [۲۰] به بررسی آسیب و تخریب در ساختمان‌های پیش‌ساخته صنعتی پس از زمین‌لرزه ۲۰۱۲ میلیا پرداختند. در این مقاله، مجموعه کامل از موارد آسیب و فروپاشی ساختمان‌های پیش‌ساخته بتن مسلح (RC) ارائه شده است که توسط نویسندگان در طی یک سری از نظرسنجی‌های انجام شده پس از زمین‌لرزه سال ۲۰۱۲ میلیا در شمال ایتالیا، مشاهده شده است. آنها در مجموع از حدود ۲۰۰۰ ساختمان پیش‌ساخته RC صنعتی انتخاب شدند که مشخصات ساختاری و آسیب‌هایشان در پایگاه داده‌های بزرگ توسط نویسندگان جمع‌آوری شده است.

نصیری و سنگ‌تراش [۲۱] با بررسی تاریخچه حوادث طبیعی در ایران و با در نظر گرفتن واقعیات موجود در کشور، راه‌های پیشگیری و کاهش اثرات مخرب زلزله و سیل ناشی از آن را با استفاده از تجربه کشورهای مشابه توسعه یافته از نظر بلاخیزی، مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که رعایت اصول و مقررات ملی ساختمانی و شهرسازی، تجدیدنظر جدی در مکان‌یابی و اندازه و ساخت سدها و سازه‌های ذخیره آب، آموزش مردم از طریق رسانه‌های جمعی، استفاده از تجربیات کشورهای مشابه توسعه‌یافته، ایجاد ساختارهای هشدار پیش از وقوع خطر، ایجاد امکانات در روستاها و کم کردن تفاوت روستا با شهر، نظارت دقیق شهرسازان و مهندسان بر ساخت‌وساز شهرها قبل و بعد از حوادث و استفاده از فناوری جدید مثل سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای شناسایی راه‌های امن و فرار به مکان‌های مناسب و اسکان موقت آسیب‌دیدگان از حوادث، می‌توانند جزء بهترین راهکارهای مدیریت صحیح این بحران باشند.

پولس و همکاران [۲۲] به بازسازی پس از

زمین‌لرزه (مطالعه عوامل مؤثر بر تصمیم‌گیری‌های تخریب پس از زلزله) پرداختند. نویسندگان بانک اطلاعاتی از ساختمان‌های به‌شدت آسیب‌دیده پس از زلزله و اطلاعات مربوط به تعمیرات و هزینه‌های تکمیل‌شده و همچنین تصمیم‌نهایی مربوط به بازسازی، تخریب و بازسازی را مورد بررسی قرار دادند. بشاش و همکاران [۲۳] به بررسی عوامل مشترک تخریب ساختمان‌ها در زلزله کرمانشاه و بم با محوریت بررسی اجمالی اشکالات اجرایی حین ساخت پرداختند. تکرار اشتباهات و سهل‌انگاری‌ها، بی‌مسئولیتی برخی مهندسان و دست‌اندرکاران جامعه ساخت و ساز و ناآگاهی مجریان ذی‌صلاح، عدم تعهد پیمانکاران و استفاده از مصالح غیر مرغوب، نظارت ناکافی و نواقص آیین‌نامه‌ای در هر دو منطقه زلزله‌زده کرمانشاه و بم از عوامل شناسایی‌شده در این تحقیق هستند. پرورش و همکاران [۲۴] با استفاده از روش الکترو-سه برای دستیابی به اولویت پتانسیل سیل‌خیزی در زیرحوزه‌های آبخیز استفاده کردند. نتایج نشان داد که روش الکترو می‌تواند به‌عنوان یک روش مناسب برای تعیین پتانسیل سیل‌خیزی زیرحوزه‌های دارای اولویت معرفی شود.

در این مقاله، هدف شناسایی و رتبه‌بندی فاکتورهای تخریب پذیر در ساختمان‌ها پس از وقوع سیل و زلزله است. زلزله و سیل از مخاطرات طبیعی هستند که همواره احتمال رخ دادن آنها وجود دارد و زمانی مخاطره‌آمیز و بحران‌آفرین است که جامعه‌ی در معرض آن نسبت به این وقایع آسیب‌پذیر باشند. ساخت طبیعی کشور ایران، زلزله و سیل را به‌عنوان مخرب‌ترین و تهدیدکننده‌ترین عوامل انهدام حیات انسانی تبدیل نموده است و بررسی‌های تاریخی نشان می‌دهد که هر از چند گاهی نقاط یا مناطق وسیعی از این کشور توسط این بلایای طبیعی

منهدم شده و آسیب‌های جانی و مالی بسیاری بر جای مانده است. از سوی دیگر عدم به‌کارگیری صحیح تکنیک‌های مقابله با زلزله و سیل، شهرها و روستاهای کشور را در خطر آسیب‌پذیری شدید قرار داده است.

با شناسایی فاکتورهای تخریب پذیر در ساختمان‌ها پس از وقوع زلزله و سیل، می‌توان تا حد زیادی برای مقابله با آنها تمهیدات لازم را اندیشید. در ادامه، پس از معرفی اجمالی روش الکترو، جامعه آماری تحقیق بیان خواهد شد. سپس، مهم‌ترین فاکتورهای تخریب پذیر با استفاده از نظر متخصصان و مطالعه تحقیقات پیشین شناسایی و به کمک آزمون فرض صفر و یک، مؤثرترین فاکتورها انتخاب خواهند شد. در ادامه، پس از شناسایی فاکتورهای تأثیرگذار مشترک، به اولویت‌بندی این فاکتورها با استفاده از روش الکترو پرداخته خواهد شد. در بخش ۵، نتیجه‌گیری و تحقیقات آتی ارائه خواهد شد.

## ۲-۲- روش ELECTRE

این مدل در اواخر دهه ۱۹۸۰ مطرح شد و به‌عنوان یکی از بهترین فنون تصمیم‌گیری چند معیاره است، یعنی لزوماً به روابط غیر رتبه‌ای شاخصه مورد توجه قرار گرفت. اساس این مفهوم به رتبه‌بندی گزینه‌ها منتهی نمی‌شود بلکه ممکن است گزینه‌هایی را حذف کند [۲۶]. مراحل حل این مدل به شرح زیر است:

تشکیل ماتریس تصمیم: با توجه به تعداد معیارها و همچنین تعداد گزینه‌ها و ارزیابی تمام گزینه‌ها برای معیارهای مختلف، ماتریس تصمیم به‌صورت رابطه ۱ تشکیل می‌شود:

$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

که در آن  $x_{ij}$  گزینه  $i$  ام ( $i=1,2,\dots,m$ ) در



رابطه با معیار  $z$  ام ( $j=1,2,\dots,n$ ) است.

اصلی آن غیر صفر بوده و مقدار این عناصر مساوی با ضریب اهمیت بردار مربوطه است.

تعیین ماتریس تصمیم نرمال شده وزن دار: از ضرب ماتریس تصمیم بی مقیاس شده در وزن معیارها، ماتریس تصمیم وزن دار به دست می آید:

$$V = R \times W = \begin{bmatrix} v_1 & \dots & 0 \\ \vdots & \dots & \vdots \\ 0 & \dots & v_n \end{bmatrix} \quad (5)$$

تشکیل مجموعه هماهنگ و ناهماهنگ: در این مرحله تمامی گزینه‌ها به صورت دوه‌دو باهم مقایسه شده و شاخص‌هایی را که با بقیه در (AKI) ام برتری دارد در مجموعه هماهنگ I ام در آن نسبت به گزینه k گزینه قرار می‌دهیم. برای سادگی می‌توان ماتریسی را در نظر گرفت که (DKI) مجموعه ناهماهنگ سطرها و ستون‌های آن را گزینه‌ها تشکیل داده و هر عنصر به جز قطر اصلی یک مجموعه است که برای مجموعه‌های هماهنگ اعضاء این مجموعه‌ها شاخص‌هایی که در آن گزینه سطر به گزینه ستون برتری دارد بوده و بقیه مجموعه ناهماهنگ.

$$D_{kl} = \{j \mid v_{kj} < v_{ij}\} \quad (6)$$

$$A_{kl} = \{j \mid v_{kj} \geq v_{ij}\} \quad (7)$$

تشکیل ماتریس هماهنگ: این ماتریس فاقد عناصر قطر اصلی بوده و بقیه عناصر آن از مجموع اوزان اعضاء مجموعه هماهنگ تشکیل می‌شود.

$$I_{ki} = \sum w_j \quad (8)$$

بی مقیاس کردن (نرمالایز) کردن ماتریس تصمیم: این فرآیند سعی می‌کند معیارهایی با ابعاد مختلف را به معیارهایی بدون بعد تبدیل کند و ماتریس R به صورت رابطه ۲ تعریف می‌شود:

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & \dots & r_{1n} \\ \vdots & \dots & \vdots \\ r_{m1} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

به منظور بی واحد کردن ماتریس تصمیم روش‌های مختلفی همچون بی مقیاس کردن خطی، بی مقیاس کردن فازی، بی مقیاس کردن به روش نورم وجود دارد. در روش بی مقیاس کردن نورم جنبه مثبت یا منفی در نظر گرفته نمی‌شود در حالی که در دو روش خطی و فازی این مهم در نظر گرفته شده است. از آنجایی که در حل مسئله ممکن است گاهی جنبه مثبت یا منفی بودن معیار فراموش شود، از روش نورم در بی مقیاس کردن ماتریس تصمیم استفاده می‌شود.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (3)$$

تعیین ماتریس وزن معیارها: در این مرحله با توجه به اهمیت معیارهای مختلف تصمیم‌گیری ضرایبی به صورت ماتریس ذیل تعریف می‌شود:

$$W = \begin{bmatrix} w_1 & \dots & 0 \\ \vdots & \dots & \vdots \\ 0 & \dots & w_n \end{bmatrix} \quad (4)$$

همان گونه که دیده می‌شود ماتریس W یک ماتریس قطری است که فقط عناصر روی قطر



محاسبه می‌شود.

$$NI = \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m \frac{N_{ik}}{m(m-1)} \quad (14)$$

$$G_{ki} = \begin{cases} 1 & NI_{ki} \geq NI \\ 0 & NI_{ki} < NI \end{cases} \quad (15)$$

تشکیل ماتریس کلی مؤثر: با ترکیب ماتریس هماهنگ مؤثر (F) و ماتریس ناهماهنگ مؤثر (G) «ماتریس کلی مؤثر» (H) به دست می‌آید. محاسبه این ماتریس به صورت رابطه ۱۶ است [۲۶]

$$H_{mi} = F_{mi} \times G_{mi} \quad (16)$$

### ۳- روش شناسی

در این مقاله، با مطالعه و بررسی تحقیقات پیشین و با نظرسنجی از متخصصین امر در زمینه عوامل تخریب بعد از وقوع بلایای طبیعی سیل و زلزله، فاکتورهایی که باعث تخریب ساختمان‌ها می‌شوند شناسایی می‌شوند. پس از شناسایی فاکتورها، فاکتورهایی که برای وقوع سیل و وقوع زلزله مشترک هستند شناسایی شده و در ادامه با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره الکترون [۲۵] به رتبه‌بندی عوامل تخریب پذیر مؤثر پرداخته خواهد شد. برای حل مدل با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند معیاره الکترون، ابتدا ساختار سلسله‌مراتبی همانند شکل ۱ تشکیل شده است. در این شکل، مخاطراتی که با استفاده از آزمون فرض صفر و یک مؤثر شناخته شده‌اند و در هر دو حادثه سیل و زلزله مشترک هستند، با در نظر گرفتن سه معیار شدت اثر، کنترل فاکتورها قبل از وقوع حادثه و کنترل فاکتورها بعد از وقوع حادثه مورد ارزیابی و رتبه‌بندی قرار خواهند گرفت. برای این منظور، با توجه به معیارها و

$$I = \begin{bmatrix} - & I_{1,2} & I_{1,3} & \dots & I_{1,m} \\ I_{2,1} & - & I_{2,3} & \dots & I_{2,m} \\ \vdots & \vdots & - & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & - & \vdots \\ I_{m,1} & I_{m,2} & \dots & I_{m,(m-1)} & - \end{bmatrix} \quad (9)$$

تشکیل ماتریس ناهماهنگ: این ماتریس نیز از نظر منطق شبیه ماتریس هماهنگ است با این تفاوت که اعضاء آن از رابطه ۱۰ به دست می‌آید:

$$NI_{ki} = \frac{\text{Max}(|V_{kj} - V_{ij}|, I_{\alpha} D_{R1})}{\text{Max}(|V_{kj} - V_{ij}|, I_{\alpha} D_{I1})} \quad (10)$$

(۱۱)

$$N_i = \begin{bmatrix} - & NI_{1,2} & NI_{1,3} & \dots & NI_{1,m} \\ NI_{2,1} & - & NI_{2,3} & \dots & NI_{2,m} \\ \vdots & \vdots & - & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & - & \vdots \\ NI_{m,1} & NI_{m,2} & \dots & NI_{m,(m-1)} & - \end{bmatrix}$$

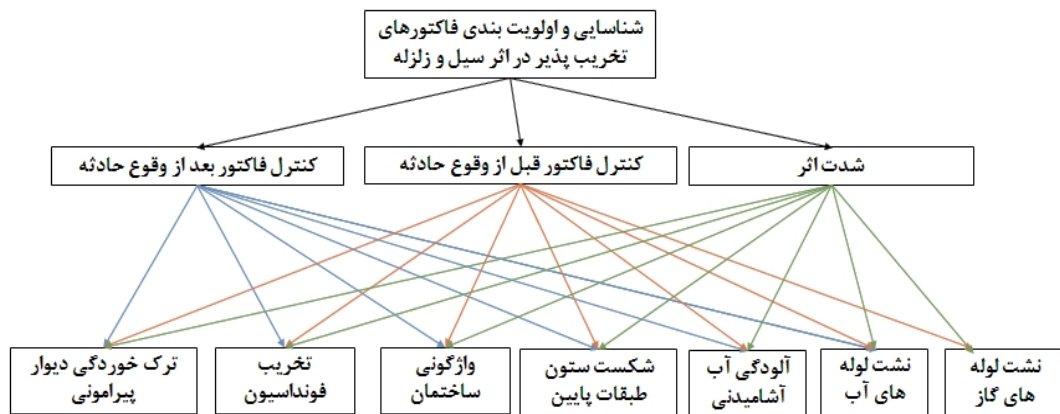
تشکیل ماتریس هماهنگ مؤثر: این مقدار مشخص را معمولاً حد آستانه موافقت می‌گویند. در ماتریس‌های هماهنگ و ناهماهنگ هم می‌توان گزینه‌هایی را که مطلوبیت آنها پایین‌تر از حد مشخصی است را به صفر و مابقی را به یک تبدیل کرد. حد آستانه موافقت را در اینجا می‌توان از رابطه ۱۲ به دست آورد [۲۵].

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m \frac{I_{ki}}{m(m-1)} \quad (12)$$

$$F_{ki} = \begin{cases} 1 & I_{ki} \geq F \\ 0 & I_{ki} < F \end{cases} \quad (13)$$

تشکیل ماتریس ناهماهنگ مؤثر: این ماتریس نیز که با G نشان داده می‌شود، مانند ماتریس هماهنگ مؤثر به دست می‌آید. حد آستانه مخالفت برای این ماتریس به صورت رابطه ۱۴





شکل ۱- ساختار سلسله مراتبی.

تعیین حجم نمونه در تحقیقات از روش‌های مختلفی استفاده می‌شود. برای تعیین حجم نمونه در این پژوهش از فرمول کوکران با اندازه جامعه متناهی استفاده شده است که فرمول آن به شرح زیر است:

$$n = \frac{z^2 pq}{d^2} \quad (17)$$

$$1 + \frac{1}{N} \left( \frac{z^2 pq}{d^2} - 1 \right)$$

که در آن  $z$  آماره توزیع نرمال است که در سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر با ۱/۹۶ است،  $p$  احتمال موفقیت و  $q$  احتمال عدم موفقیت که مقدار هریک برابر ۰٫۵ بوده و همچنین  $d$  درجه اطمینان یا دقت احتمالی مطلوب است که مقدار آن برابر ۰/۰۵ در نظر گرفته شده است. با استفاده از فرمول (۱۷)، اندازه نمونه آماری برابر ۸۰ به دست آمده است که در شکل ۲ آمار توصیفی از این نمونه آماری نمایش داده شده است.

### ۳-۲- آزمون فرض

به‌طور کلی فرضیه‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند:

-فرضیه صفر  $H_0$

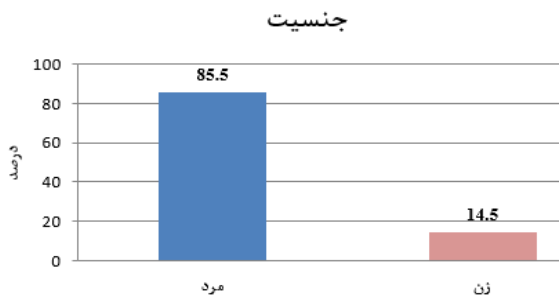
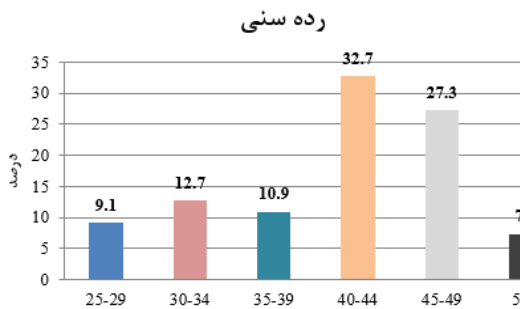
-فرضیه تحقیق (فرضیه یک)  $H_1$

گزینه‌های مورد نظر، ابتدا می‌بایستی ماتریس تصمیم‌گیری تشکیل شود. با توجه به اینکه هدف اولویت‌بندی فاکتورهای تخریب پذیر مؤثر پس از وقوع سیل و زلزله در ساختمان‌ها است، این فاکتورها بر اساس هدف مورد نظر و همچنین بر اساس نظر متخصصان، وارد محاسبات می‌شوند.

برای تشکیل ماتریس بی‌مقیاس وزن‌دار، گزینه‌ها با توجه به معیارهای موجود بر اساس نظر متخصصان وزن دهی خواهند شد و سپس به روش الکترون، اولویت‌بندی انجام خواهد شد. نظر تمامی خبرگان (نمونه آماری ۸۰ نفری شامل کارشناسان خبره در حوزه ساخت و سازهای عمرانی استان مازندران) در یک ماتریس کلی جمع می‌شود، اعداد موجود در این ماتریس، میانگین هندسی نظرات خبرگان هستند. همچنین، برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده می‌شود.

### ۳-۱- جامعه آماری تحقیق

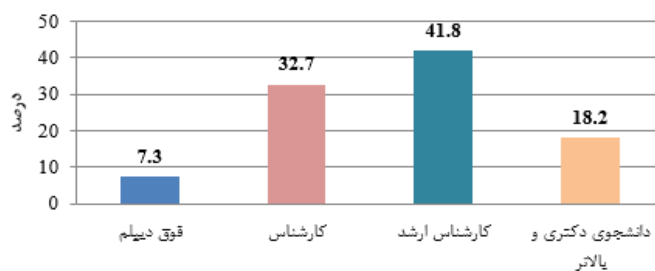
جامعه آماری تعدادی از عناصر مطلوب مورد نظر را گویند که حداقل دارای یک صفت مشخصه باشند. جامعه آماری تحقیق حاضر شامل ۳۰۰ نفر ( $N=300$ ) از کارشناسان خبره در حوزه ساخت و سازهای عمرانی استان مازندران هستند. برای



ب- رده سنی

الف- جنسیت

سطح تحصیلات



ج- سطح تحصیلات

شکل ۲- توصیف آماری پرسش‌شوندگان.

۳-۳- رویایی و پایایی پرسشنامه

پس از توزیع پرسش‌نامه باید روایی و پایایی پرسشنامه‌ها سنجیده شود. در اینجا، برای تعیین روایی پرسش‌نامه از تکنیک روایی محتوایی استفاده شده است. روایی محتوا نوعی روایی است که برای بررسی اجزای تشکیل‌دهنده یک ابزار اندازه‌گیری به کار برده می‌شود. اعتبار محتوایی یک ابزار اندازه‌گیری به سؤال‌های تشکیل‌دهنده آن بستگی دارد.

اگر سؤال‌های پرسشنامه معرف ویژگی‌ها و مهارت‌های ویژه‌ای باشد که محقق قصد اندازه‌گیری آن را داشته باشد، آزمون دارای روایی محتوا است. برای اطمینان از روایی محتوا، می‌بایستی در موقع ساختن ابزار اندازه‌گیری چنان عمل کرد که سؤال‌های تشکیل‌دهنده ابزار اندازه‌گیری معرف قسمت‌های محتوای انتخاب‌شده باشد؛ بنابراین روایی محتوا، ویژگی

فرضیه تحقیق حاکی از احتمال وجود رابطه یا اثر و یا تفاوت بین متغیرها است. این فرض‌ها به دو تقسیم خواهند شد: دسته جهت‌دار و دسته بدون جهت. فرضیه صفر معمولاً، با نام فرضیه آماری و یا فرضیه پوچ نیز به چشم می‌خورد و هدفش مشخص کردن وجود رابطه، اثر یا تفاوت بین متغیرها خواهد بود که آنها را انکار یا قبول خواهد کرد. فرض  $H_0$  فرضیه قابل قبول و فرض  $H_1$  فرضیه رد شدنی یا غیرقابل قبول است.

بر اساس نظر کارشناسان، گزینه‌هایی که بیشترین نزدیکی جواب را نسبت به هم دارند به‌عنوان فرضیه قابل قبول و گزینه‌هایی که فرضیه پراکنده نسبت به هم دارند به‌عنوان فرضیه رد شدنی انتخاب می‌شوند. در صورتی که مقدار آماره آزمون (t) در ناحیه بحرانی قرار بگیرد، فرض صفر رد می‌شود، در غیر این صورت، دلیلی برای رد کردن فرض صفر وجود ندارد.

جدول ۱- مخاطرات شناسایی شده زلزله.

ردیف	فاکتورهای تخریب	ردیف	فاکتورهای تخریب	ردیف	فاکتورهای تخریب
۱	کمانش میان قابها [۱۰]	۸	کمانش ستونها [۹ و ۱۸]	۱۵	ریزش دیوارهای داخلی [۸]
۲	ترک خوردگی دیوار پیرامونی [۱۰]	۹	تخریب ستونها [۹ و ۱۸]	۱۶	نشست لوله‌های گاز [۷]
۳	ریزش دیوار پیرامونی [۱۰]	۱۰	فروریختن نما [۸]	۱۷	نشست لوله‌های آب [۷]
۴	ترک خوردگی تیرها [۱۰]	۱۱	کمانش مهاربندها [۹]	۱۸	آلودگی آب آشامیدنی [۷]
۵	کمانش تیرها [۱۰]	۱۲	ترک دیوار برشی [۹]	۱۹	تخریب فونداسیون [۱۰]
۶	تخریب تیرها [۹ و ۱۰]	۱۳	تخریب دیوار برشی [۹]	۲۰	شکست ستون طبقات پایین [۱۰]
۷	ترک خوردگی ستونها [۹ و ۱۰]	۱۴	ترک دیوارهای داخلی [۸]	۲۱	واژگونی ساختمان [۹]

جدول ۲- مخاطرات شناسایی شده سیل.

ردیف	فاکتورهای تخریب	ردیف	فاکتورهای تخریب
۱	نشست لوله‌های گاز [۷]	۷	شکست ستون طبقات پایین [۱۱]
۲	نشست لوله‌های آب [۷]	۸	واژگونی ساختمان [۱۱]
۳	خیس شدن دیوارها [۶ و ۷]	۹	تخریب فونداسیون [۷ و ۱۱]
۴	خیس شدن ستونها [۶ و ۸]	۱۰	ترک خوردگی دیوارهای پیرامونی [۸]
۵	نشست آب در فونداسیون [۱۱]	۱۱	آلودگی آب آشامیدنی [۸]
۶	خوردگی ستون [۱۱]		

#### ۴- تجزیه و تحلیل و یافته‌ها

##### ۴-۱- شناسایی عوامل تخریب پذیر مؤثر

پس از بررسی مطالعات پیشین، ابتدا با استفاده از نظرات متخصصان و جستجو در مقالات علمی مختلف به شناسایی فاکتورهای تخریب پذیر در اثر بلایای طبیعی سیل و زلزله برای ساختمان‌ها، پرداخته خواهد شد. در جداول ۱ و ۲، برای این منظور، مخاطرات شناسایی به ترتیب برای زلزله و سیل آورده شده‌اند.

پس از استخراج ۲۱ فاکتور تخریب پذیر پس از وقوع زلزله و ۱۱ فاکتور تخریب پذیر پس از وقوع سیل، می‌بایستی به شناسایی عوامل مخرب تأثیرگذار پرداخت. برای این منظور، پرسشنامه‌ای تهیه شد و در اختیار نمونه آماری تحقیق قرار گرفت. کارشناسان نظراتشان را بر اساس طیف پنج‌تایی لیکرت اعمال کردند. سپس، آزمون فرض آماری برای بررسی تأثیرگذاری هر ۲۱ فاکتور زلزله و هر ۱۱ فاکتور سیل با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. در جدول ۳ نتایج آزمون فرض

ساختاری ابزار اندازه‌گیری است که هم‌زمان با تدوین آزمون در آن تنیده می‌شود.

روایی محتوای، معمولاً توسط افرادی متخصص در موضوع مورد مطالعه تعیین می‌شود. در اینجا نیز روایی محتوای پرسشنامه توسط ۸۰ نفر از کارشناسان خبره در حوزه ساخت و سازهای عمرانی استان مازندران مورد تأیید قرار گرفته است.

همچنین، پایایی پرسشنامه با استفاده از روش آلفای کرونباخ سنجیده می‌شود [۲۷]. در صورتی که ضریب آلفای کرونباخ بین ۰/۵ تا ۰/۷ باشد، پرسشنامه دارای پایایی متوسط و اگر ضریب آلفای کرونباخ کمتر از ۰/۵ باشد، پرسشنامه پایایی لازم را ندارد.

پس از تکمیل پرسشنامه‌ها توسط متخصصان، برای بررسی صحت داده‌ها باید از نرمال بودن آنها اطمینان حاصل کرد، به این منظور از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن داده‌ها استفاده شده است.

جدول ۳- نتایج آزمون فرض آماری.

test t example -one								
Tets value=2								
H1	H0	95% Confidence Interval of the Difference		Mean Difference	(2-tailed) siq	df	t	فاکتورهای تخریب پذیر زلزله
		Upper	Lower					
	✓	۱.۰۸۳	۰.۱۴۶	۰.۸۶۵	۰.۰۱۹	۸۰	۲.۱۸۷	کمانش میان قابها
	✓	۰.۸۶۴	۰.۳۳۸	۰.۶۹۰	۰.۰۰۶	۸۰	۲.۹۲۸	ترک خوردگی دیوار پیرامونی
	✓	۰.۵۱۹	۰.۲۷۱	۰.۷۲۳	۰.۰۰۱	۸۰	۲.۳۳۹	ریزش دیوار پیرامونی
	✓	۰.۸۴۵	۰.۰۹۹	۰.۷۹۴	۰.۰۹۳	۸۰	۲.۳۹۲	ترک خوردگی تیرها
	✓	۰.۵۸۸	۰.۳۱۲	۰.۶۱۲	۰.۰۰۹	۸۰	۲.۲۳۱	کمانش تیرها
	✓	۰.۷۴۷	۰.۳۵۸	۰.۸۹۲	۰.۰۱۷	۸۰	۲.۶۳۰	تخریب تیرها
	✓	۰.۷۴۴	۰.۳۷۷	۰.۸۶۰	۰.۰۶۱	۸۰	۲.۶۰۱	ترک خوردگی ستونها
	✓	۰.۶۵۳	۰.۱۷۵	۰.۷۵۳	۰.۰۰۸	۸۰	۲.۲۲۴	کمانش ستونها
	✓	۰.۹۵۸	۰.۲۳۵	۰.۸۲۰	۰.۰۰۹	۸۰	۲.۵۰۷	تخریب ستونها
	✓	۰.۹۲۰	۰.۱۳۴	۰.۸۵۲	۰.۰۳۱	۸۰	۲.۴۶۳	فرورویختن نما
	✓	۰.۸۸۰	۰.۰۴۸	۰.۶۱۲	۰.۰۱۸	۸۰	۲.۴۶۶	کمانش مهاربندها
	✓	۰.۸۵۵	۰.۲۰۳	۰.۶۸۰	۰.۰۰۵	۸۰	۲.۲۰۴	ترک دیوار برشی
	✓	۰.۹۱۷	۰.۱۳۸	۰.۷۰۴	۰.۰۰۱	۸۰	۲.۵۳۳	تخریب دیوار برشی
	✓	۱.۰۶۶	۰.۰۰۴	۰.۷۵۴	۰.۰۲۲	۸۰	۲.۴۱۹	ترک دیوارهای داخلی
	✓	۰.۹۲۸	۰.۱۱۵	۰.۸۸۱	۰.۰۰۸	۸۰	۲.۳۷۸	ریزش دیوارهای داخلی
	✓	۰.۸۳۱	۰.۰۹۶	۰.۸۵۲	۰.۰۰۶	۸۰	۲.۴۰۶	نشست لوله‌های گاز
	✓	۰.۶۸۱	۰.۰۵۰	۰.۶۴۲	۰.۰۰۹	۸۰	۲.۶۴۲	نشست لوله‌های آب
	✓	۰.۹۹۸	۰.۰۲۶	۰.۶۸۷	۰.۰۴۲	۸۰	۲.۹۷۷	آلودگی آب آشامیدنی
	✓	۰.۸۹۷	۰.۲۰۱	۰.۷۰۶	۰.۰۲۴	۸۰	۲.۷۹۴	تخریب فونداسیون
	✓	۰.۶۴۷	۰.۱۸۵	۰.۶۳۹	۰.۰۰۹	۸۰	۲.۴۰۶	شکست ستون طبقات پایین
	✓	۰.۷۳۳	۰.۰۷۲	۰.۸۵۵	۰.۰۷۳	۸۰	۲.۲۱۸	واژگونی ساختمان
فاکتورهای تخریب پذیر سیل								
	✓	۰.۶۲۱	۰.۲۸۸	۰.۶۵۳	۰.۰۸۵	۸۰	۲.۷۲۸	نشست لوله‌های گاز
	✓	۱.۰۹۸	۰.۱۸۵	۰.۷۳۱	۰.۰۸۶	۸۰	۲.۱۴۵	نشست لوله‌های آب
	✓	۱.۰۲۹	۰.۳۰۷	۰.۸۴۹	۰.۰۱۳	۸۰	۲.۷۱۱	خیس شدن دیوارها
	✓	۰.۹۳۹	۰.۳۰۸	۰.۸۲۰	۰.۰۱۳	۸۰	۲.۳۰۲	خیس شدن ستونها
	✓	۱.۰۵۸	۰.۰۰۳	۰.۶۷۴	۰.۰۷۲	۸۰	۲.۸۲۰	نشست آب در فونداسیون
	✓	۰.۷۵۶	۰.۱۳۱	۰.۶۱۵	۰.۰۴۱	۸۰	۲.۹۹۸	خوردگی ستون
	✓	۱.۰۴۴	۰.۱۶۶	۰.۶۷۳	۰.۰۳۳	۸۰	۲.۸۱۵	شکست ستون طبقات پایین
	✓	۱.۰۴۸	۰.۲۲۵	۰.۶۷۲	۰.۰۳۹	۸۰	۲.۳۸۰	واژگونی ساختمان
	✓	۰.۸۲۷	۰.۱۳۳	۰.۸۲۱	۰.۰۳۳	۸۰	۲.۸۴۸	تخریب فونداسیون
	✓	۰.۸۳۲	۰.۲۷۲	۰.۸۳۱	۰.۰۳۶	۸۰	۲.۶۰۷	ترک خوردگی دیوارهای پیرامونی
	✓	۰.۸۶۹	۰.۰۵۱	۰.۸۳۹	۰.۱۰۱	۸۰	۲.۵۹۳	آلودگی آب آشامیدنی

۳۰  
شماره ۲۴  
پاییز و زمستان ۱۴۰۲  
دو فصلنامه علمی  
و پژوهشی



شناسایی فاکتورهای تخریب پذیر در ساختمان‌ها پس از وقوع بحران‌های سیل و زلزله و رتبه‌بندی فاکتورهای مستترک با روش الکترو / صابر شهری پور، شهلا اندرز

### جدول ۵- ضریب آلفای کرونباخ

تعداد آیتم‌ها	ضریب آلفای کرونباخ
۸۰	۰,۷۹۶

همچنین در جدول ۶، نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف برای بررسی نرمال بودن داده‌ها ارائه شده است. با توجه با نتایج SPSS معیارهایی که سطح معناداری آنها کوچک‌تر از ۰,۰۵ باشد، توزیع آنها می‌بایستی بر اساس تابع توزیع نرمال باشد. در ستون آخر این جدول سلول‌های خالی نشان‌دهنده آن است که معیارهای مربوطه نیاز به توزیع نرمال نداشته است زیرا سطح معنی‌داری آن بزرگ‌تر از ۰/۰۵ است.

### ۴-۳- رتبه‌بندی عوامل تخریب پذیر

در این قسمت رتبه‌بندی عوامل تخریب پذیر با استفاده از روش الکترون انجام خواهد شد. با توجه به اینکه در این بخش هدف اولویت‌بندی فاکتورهای تخریب پذیر مؤثر پس از وقوع سیل و زلزله در ساختمان‌ها است، این فاکتورها بر اساس هدف مورد نظر و همچنین بر اساس متخصصان، وارد محاسبات می‌شوند. با توجه به میانگین‌گیری از پرسشنامه‌های موجود، اعداد بر اساس جدول ۷ به‌دست‌آمده و وارد محاسبات می‌شوند.

پس از مشخص شدن ماتریس تصمیم‌گیری، ماتریس بی‌مقیاس تشکیل خواهد شد. ماتریس بی‌مقیاس همان ماتریس نرمال شده است. برای تشکیل این ماتریس، هر درایه از ماتریس تصمیم بر بزرگ‌ترین عدد ماتریس تصمیم بر اساس هدف مورد نظر تقسیم خواهد شد. نتایج حاصله در جدول ۸ نشان داده شده است.

پس از مشخص شدن ماتریس بی‌مقیاس، ماتریس بی‌مقیاس وزن‌دار تشکیل خواهد شد. به این صورت که هر درایه از ماتریس در مقدار وزن شاخص مورد نظر ضرب خواهد شد. در ردیف آخر

تأثیرگذاری هر یک از عوامل مخرب شناسایی شده برای زلزله و سیل نمایش داده شده است. همان‌طور که بیان شد فاکتورهایی که فرض صفر را به خود اختصاص داده‌اند به‌عنوان فاکتورهای تخریب پذیر مؤثر شناسایی شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که در این تحقیق، از نظر کارشناسان تمامی فاکتورهای تخریب پذیر شناسایی شده برای سیل و زلزله جزء فاکتورهای تأثیرگذار هستند؛ بنابراین تمام فاکتورهای شناسایی شده مورد قبول واقع می‌شوند. در ادامه، فاکتورهای تخریب پذیر مشترک در میان سیل و زلزله مشخص شده و مطابق جدول ۴ دسته‌بندی می‌شوند. به‌منظور رتبه‌بندی این فاکتورهای تخریب پذیر که در سیل و زلزله مشترک هستند، پرسشنامه‌ای تهیه شده و در میان خبرگان تحقیق توزیع شد تا با توجه به امتیازاتی که به هر یک از این فاکتورها داده می‌شود به رتبه‌بندی این فاکتورها پرداخته شود.

### جدول ۴- مخاطرات مشترک شناسایی شده سیل و زلزله.

ردیف	فاکتورهای تخریب
۱	نشت لوله‌های گاز
۲	نشت لوله‌های آب
۳	آلودگی آب آشامیدنی
۴	شکست ستون طبقات پایین
۵	واژگونی ساختمان
۶	تخریب فونداسیون
۷	ترک خوردگی دیوارهای پیرامونی

### ۴-۲- بررسی پایایی پرسشنامه و نرمال بودن داده‌ها

در جدول ۵ نتیجه بررسی پایایی پرسشنامه با استفاده روش آلفای کرونباخ قابل مشاهده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود ضریب آلفای کرونباخ بزرگ‌تر از ۰,۷ است. به همین دلیل، طراحی پرسشنامه از پایایی لازم برخوردار است.

### جدول ۶- بررسی توزیع نرمال داده‌ها

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test								
		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
N		۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰
Normal Parameters <sup>a</sup>	Mean	۳,۱۲	۳,۶۱	۳,۵۸	۳,۴۲	۳,۱۳	۳,۲۲	۳,۶۸
	Std. Deviation	۱,۴۳۳	۱,۰۳۷	۱,۰۰۶	۱,۸۸	۱,۹۴۲	۱,۴۷۳	۱,۹۱۱
Most Extreme Differences	Absolute	۰,۸۸۷	۰,۹۷۲	۰,۳۷۶	۰,۲۰۱	۰,۹۵۶	۰,۱۹۰	۰,۶۸۵
	Positive	۰,۳۸۴	۰,۶۸۹	۰,۷۷۹	۰,۵۵۲	۰,۵۱۷	۰,۲۷۲	۰,۸۲۱
	Negative	-۰,۶۳	-۰,۳۲	-۰,۷۶	-۰,۹۹	-۰,۸۴	-۰,۷۶	-۰,۹۵
Kolmogorov-Smirnov Z		۱,۳۱۲	۱,۴۴۱	۱,۱۴۲	۱,۶۰۵	۱,۱۵۳	۱,۱۷۷	۱,۲۷۵
Asymp. Sig. (2-tailed)		۰,۰۷۷	۰,۰۶۵	۰,۰۱۱	۰,۰۹۸	۰,۰۴۸	۰,۰۹۳	۰,۰۵

### جدول ۷- ماتریس معیار تصمیم بر اساس نظر خبرگان

فاکتورهای تخریب	شدت اثر	کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه
نشست لوله‌های گاز	۳,۲۷	۵,۹۹	۴,۹۶
نشست لوله‌های آب	۴,۴۰	۸,۹۳	۴,۹۷
آلودگی آب آشامیدنی	۷,۳۰	۵,۲۶	۶,۵۰
شکست ستون طبقات پایین	۵,۳۱	۲,۱۲	۵,۴۶
واژگونی ساختمان	۸,۰۱	۸,۳۰	۴,۷۰
تخریب فونداسیون	۵,۹۳	۹,۹۲	۶,۰۹
ترک خوردگی دیوار پیرامونی	۴,۱۱	۵,۵۵	۵,۷۸

### جدول ۸- تشکیل ماتریس بی مقیاس (ماتریس نرمال شده)

فاکتورهای تخریب	شدت اثر	کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه
نشست لوله‌های گاز	۰,۲۱۶	۰,۳۲۲	۰,۳۳۹
نشست لوله‌های آب	۰,۲۹۱	۰,۴۸۰	۰,۳۳۹
آلودگی آب آشامیدنی	۰,۴۸۴	۰,۲۸۲	۰,۴۴۴
شکست ستون طبقات پایین	۰,۳۵۲	۰,۱۱۳	۰,۳۷۳
واژگونی ساختمان	۰,۵۳۱	۰,۴۴۶	۰,۳۲۱
تخریب فونداسیون	۰,۳۹۳	۰,۵۲۳	۰,۴۱۶
ترک خوردگی دیوار پیرامونی	۰,۲۷۲	۰,۲۹۸	۰,۳۹۵
وزن	۴,۴۶	۸,۸۱	۷,۸۹

ناهماهنگی  $D_{k,1}$  مشخص شود. با توجه به ماتریس بی مقیاس وزن دار، گزینه‌های موجود را دوبه‌دو با هم مقایسه نموده و اعدادی که ردیف اول نسبت به ردیف دوم بزرگ‌تر باشد، در مجموعه هماهنگ قرار می‌گیرند و در حالت بالعکس، در مجموعه ناهماهنگ قرار خواهند گرفت.

پس از محاسبه مجموعه هماهنگ و ناهماهنگ

جدول ۸، مقادیر وزن شاخص محاسبه داده شده‌اند (وزن شاخص‌ها بر اساس میانگین نظر متخصصان به دست آمده است). نتایج حاصله در جدول ۹ نشان داده شده است. برای رتبه‌بندی فاکتورهای تخریب پذیر از روش الکترون، با توجه به جدول ۱۰، پس از تشکیل ماتریس بی مقیاس وزن دار، باید مجموعه‌های هماهنگی  $Sk,1$  و مجموعه



جدول ۹- ماتریس بی مقیاس وزن دار (ماتریس نرمال شده وزن دار).

فاکتورهای تخریب	شدت اثر	کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه
نشت لوله‌های گاز	۰,۹۶۳	۲,۸۳۶	۲,۶۷۴
نشت لوله‌های آب	۱,۲۹۷	۴,۳۲۸	۲,۶۷۴
آلودگی آب آشامیدنی	۲,۱۵۸	۲,۴۸۴	۳,۵۰۳
شکست ستون طبقات پایین	۱,۵۶۹	۰,۹۹۵	۲,۹۴۲
واژگونی ساختمان	۲,۳۶۸	۳,۹۲۹	۲,۵۳۲
تخریب فونداسیون	۱,۷۵۲	۴,۶۹۵	۳,۲۸۲
ترک خوردگی دیوار پیرامونی	۱,۲۱۳	۲,۶۲۵	۳,۱۱۶

جدول ۱۰- مشخص نمودن مجموعه‌های هماهنگی ((S)) و ناهماهنگی ((D))

D <sub>k,1</sub>		S <sub>k,1</sub>		گزینه
D <sub>1,2</sub>		S <sub>1,2</sub>		۱. نشت لوله‌های گاز ۲. نشت لوله‌های آب
شدت اثر	۴,۴۶	کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه		
کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱			
کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹			
D <sub>1,3</sub>		S <sub>1,3</sub>		۱. نشت لوله‌های گاز ۳. آلودگی آب آشامیدنی
کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹	کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱	
شدت اثر	۴,۴۶			
D <sub>1,4</sub>		S <sub>1,4</sub>		۱. نشت لوله‌های گاز ۴. شکست ستون طبقات پایین
		کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱	
شدت اثر	۴,۴۶			
D <sub>1,5</sub>		S <sub>1,5</sub>		۱. نشت لوله‌های گاز ۵. واژگونی ساختمان
شدت اثر	۴,۴۶	کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹	
کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱			
D <sub>1,6</sub>		S <sub>1,6</sub>		۱. نشت لوله‌های گاز ۶. تخریب فونداسیون
شدت اثر	۴,۴۶	کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه		
کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱			
کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹			
D <sub>1,7</sub>		S <sub>1,7</sub>		۱. نشت لوله‌های گاز ۷. ترک خوردگی دیوار پیرامونی
شدت اثر	۴,۴۶	کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱	
کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹			
D <sub>2,1</sub>		S <sub>2,1</sub>		۲. نشت لوله‌های آب ۱. نشت لوله‌های گاز
کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹	شدت اثر	۴,۴۶	
		کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱	
D <sub>2,3</sub>		S <sub>2,3</sub>		۲. نشت لوله‌های آب ۳. آلودگی آب آشامیدنی
شدت اثر	۴,۴۶	کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱	
کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹			
D <sub>2,4</sub>		S <sub>2,4</sub>		۲. نشت لوله‌های آب ۴. شکست ستون طبقات پایین
کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹	کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱	
شدت اثر	۴,۴۶			
D <sub>2,5</sub>		S <sub>2,5</sub>		۲. نشت لوله‌های آب ۵. واژگونی ساختمان
شدت اثر	۴,۴۶	کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹	
		کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱	

۳۳

شماره ۲۴

پاییز و زمستان ۱۴۰۲

دو فصلنامه علمی

و پژوهشی



شناسایی فاکتورهای تخریب پدید در ساختمان‌ها پس از وقوع بحران‌های سیل و زلزله و رتبه‌بندی فاکتورهای مشترک با روش الکترو-صابر شبیری پور، شهلا اندرز

D <sub>2,6</sub>		S <sub>2,6</sub>		۲. نشت لوله‌های آب ۶. تخریب فونداسیون
شدت اثر	۴,۴۶			
کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱			
کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹			
D <sub>2,7</sub>		S <sub>2,7</sub>		۲. نشت لوله‌های آب ۷. ترک خوردگی دیوار پیرامونی
کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹	شدت اثر	۴,۴۶	
		کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱	
D <sub>3,1</sub>		S <sub>3,1</sub>		۳. آلودگی آب آشامیدنی ۱. نشت لوله‌های گاز
کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱	شدت اثر	۴,۴۶	
		کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹	
D <sub>3,2</sub>		S <sub>3,2</sub>		۳. آلودگی آب آشامیدنی ۲. نشت لوله‌های آب
کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱	شدت اثر	۴,۴۶	
		کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹	
D <sub>3,4</sub>		S <sub>3,4</sub>		۳. آلودگی آب آشامیدنی ۴. شکست ستون طبقات پایین
		شدت اثر	۴,۴۶	
		کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱	
		کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹	
D <sub>3,5</sub>		S <sub>3,5</sub>		۳. آلودگی آب آشامیدنی ۵. واژگونی ساختمان
شدت اثر	۴,۴۶	کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹	
کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱			
D <sub>3,6</sub>		S <sub>3,6</sub>		۳. آلودگی آب آشامیدنی ۶. تخریب فونداسیون
کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱	شدت اثر	۴,۴۶	
		کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹	
D <sub>3,7</sub>		S <sub>3,7</sub>		۳. آلودگی آب آشامیدنی ۷. ترک خوردگی دیوار پیرامونی
کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱	شدت اثر	۴,۴۶	
کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹			
D <sub>4,1</sub>		S <sub>4,1</sub>		۴. شکست ستون طبقات پایین ۱. نشت لوله‌های گاز
کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱	شدت اثر	۴,۴۶	
		کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹	
D <sub>4,2</sub>		S <sub>4,2</sub>		۴. شکست ستون طبقات پایین ۲. نشت لوله‌های آب
کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱	شدت اثر	۴,۴۶	
		کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹	
D <sub>4,3</sub>		S <sub>4,3</sub>		۴. شکست ستون طبقات پایین ۳. آلودگی آب آشامیدنی
شدت اثر	۴,۴۶			
کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱			
کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹			
D <sub>4,5</sub>		S <sub>4,5</sub>		۴. شکست ستون طبقات پایین ۵. واژگونی ساختمان
شدت اثر	۴,۴۶	کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹	
کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱			
D <sub>4,6</sub>		S <sub>4,6</sub>		۴. شکست ستون طبقات پایین ۶. تخریب فونداسیون
شدت اثر	۴,۴۶			
کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱			
کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹			

۳۴

شماره ۲۴

پاییز و زمستان ۱۴۰۲

دو فصلنامه علمی

و پژوهشی



شناسایی فاکتورهای تخریب پذیر در ساختمان‌ها پس از وقوع بحران‌های سیل و زلزله و رتبه‌بندی فاکتورهای مستترک با روش الکترو / صابو شیری پور، شهلا اندرز

D <sub>4.7</sub>		S <sub>4.7</sub>		۴. شکست ستون طبقات پایین ۷. ترک خوردگی دیوار پیرامونی
کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱	شدت اثر	۴,۴۶	
کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹			
D <sub>5.1</sub>		S <sub>5.1</sub>		۵. واژگونی ساختمان ۱. نشت لوله‌های گاز
کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹	شدت اثر	۴,۴۶	
		کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱	
D <sub>5.2</sub>		S <sub>5.2</sub>		۵. واژگونی ساختمان ۲. نشت لوله‌های آب
کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱	شدت اثر	۴,۴۶	
کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹			
D <sub>5.3</sub>		S <sub>5.3</sub>		۵. واژگونی ساختمان ۳. آلودگی آب آشامیدنی
		شدت اثر	۴,۴۶	
		کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱	
		کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹	
D <sub>5.4</sub>		S <sub>5.4</sub>		۵. واژگونی ساختمان ۴. شکست ستون طبقات پایین
کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹	شدت اثر	۴,۴۶	
		کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱	
D <sub>5.6</sub>		S <sub>5.6</sub>		۵. واژگونی ساختمان ۶. تخریب فونداسیون
کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱	شدت اثر	۴,۴۶	
کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹			
D <sub>5.7</sub>		S <sub>5.7</sub>		۵. واژگونی ساختمان ۷. ترک خوردگی دیوار پیرامونی
کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹	شدت اثر	۴,۴۶	
		کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱	
D <sub>6.1</sub>		S <sub>6.1</sub>		۶. تخریب فونداسیون ۱. نشت لوله‌های گاز
		شدت اثر	۴,۴۶	
		کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱	
		کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹	
D <sub>6.2</sub>		S <sub>6.2</sub>		۶. تخریب فونداسیون ۲. نشت لوله‌های آب
		شدت اثر	۴,۴۶	
		کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱	
		کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹	
D <sub>6.3</sub>		S <sub>6.3</sub>		۶. تخریب فونداسیون ۳. آلودگی آب آشامیدنی
شدت اثر	۴,۴۶	کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱	
		کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹	
D <sub>6.4</sub>		S <sub>6.4</sub>		۶. تخریب فونداسیون ۴. شکست ستون طبقات پایین
		شدت اثر	۴,۴۶	
		کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱	
		کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹	
D <sub>6.5</sub>		S <sub>6.5</sub>		۶. تخریب فونداسیون
شدت اثر	۴,۴۶	کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱	

۳۵

شماره ۲۴

پاییز و زمستان ۱۴۰۲

دو فصلنامه علمی

و پژوهشی



شناسایی فاکتورهای تخریب‌پذیر در ساختمان‌ها پس از وقوع بحران‌های سیل و زلزله و رتبه‌بندی فاکتورهای مشترک با روش شاپرو شپری‌پور، شهلا اندرز

		۵. واژگونی ساختمان	
		وقوع حادثه	
		کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹
D 6,7		S 6,7	
		شدت اثر	۴,۴۶
		کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱
		کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹
D 7,1		S 7,1	
کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱	شدت اثر	۴,۴۶
		کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹
D 7,2		S 7,2	
شدت اثر	۴,۴۶	کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹
		کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱
D 7,3		S 7,3	
شدت اثر	۴,۴۶	کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹
		کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱
D 7,4		S 7,4	
کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹	کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱
		شدت اثر	۴,۴۶
D 7,5		S 7,5	
شدت اثر	۴,۴۶	کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱
		کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹
D 7,6		S 7,6	
شدت اثر	۴,۴۶		
		کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه	۸,۸۱
		کنترل فاکتور بعد از وقوع حادثه	۷,۸۹

می‌شود. برای سایر گزینه‌ها نیز به همین ترتیب عمل خواهد شد و اگر در قسمت مجموعه هماهنگی  $(S_{(K,1)})$ ، بیش از یک معیار قرار داشت، وزن معیارها با هم جمع می‌شود. ماتریس مربوطه مطابق جدول ۱۱ است.

در ادامه باید ماتریس ناهماهنگی  $(N)$  محاسبه شود. برای این منظور، ابتدا معیار ناهماهنگی  $(NIK1)$  را برای هر کدام از  $DK1$ ، مطابق فرمول  $(10)$  به دست آورده و با توجه به آنها ماتریس ناهماهنگی تشکیل خواهد شد. باید توجه شود که برای محاسبه معیار ناهماهنگی، در صورت کسر، ماکسیمم اختلاف اعداد  $DK1$ ، با توجه به ماتریس نرمال شده وزن دار، به دست

باید ماتریس هماهنگی  $(I)$  تشکیل شود. برای این منظور با توجه به جدول ۱۰، در مقایسه دو گزینه «نشت لوله‌های گاز» و «نشت لوله‌های آب» در قسمت مجموعه هماهنگی  $(S_{(K,1)})$  هیچ معیاری نیست بنابراین در جدول ۱۱ در قسمت مقایسه «نشت لوله‌های آب» و «نشت لوله‌های گاز» عدد صفر نوشته می‌شود. در جدول ۱۰، در مقایسه دو گزینه «نشت لوله‌های گاز» و «آلودگی آب آشامیدنی»، در قسمت مجموعه هماهنگی  $(S_{(K,1)})$  معیار «کنترل فاکتور قبل از وقوع حادثه» و با وزن ۸,۸۱ قرار دارد، بنابراین در جدول ۱۱ در قسمت مقایسه «نشت لوله‌های گاز» و «آلودگی آب آشامیدنی» عدد ۸,۸۱ نوشته

جدول ۱۱- ماتریس همابهنگی (I).

ترک خوردگی دیوار پیرامونی	تخریب فونداسیون	واژگونی ساختمان	شکست ستون طبقات پایین	آلودگی آب آشامیدنی	نشت لوله- های آب	نشت لوله- های گاز	فاکتورهای تخریب
۸,۸۱	۰	۷,۸۹	۸,۸۱	۸,۸۱	۰	-	نشت لوله‌های گاز
۱۳,۲۷	۰	۱۶,۷	۸,۸۱	۸,۸۱	-	۱۲,۲۷	نشت لوله‌های آب
۴,۴۶	۱۲,۳۵	۷,۸۹	۲۱,۱۶	-	۱۲,۳۵	۱۲,۳۵	آلودگی آب آشامیدنی
۴,۴۷	۰	۷,۸۹	-	۰	۱۲,۳۵	۱۲,۳۵	شکست ستون طبقات پایین
۱۳,۲۷	۴,۴۶	-	۱۳,۲۷	۲۱,۱۶	۴,۴۶	۱۳,۲۷	واژگونی ساختمان
۲۱,۱۶	-	۱۶,۷	۲۱,۱۶	۱۶,۷	۲۱,۱۶	۲۱,۱۶	تخریب فونداسیون
-	۰	۱۶,۷	۸,۸۱	۷,۸۹	۷,۸۹	۱۲,۳۵	ترک خوردگی دیوار پیرامونی

جدول ۱۲- ماتریس ناهماهنگی (N).

ترک خوردگی دیوار پیرامونی	تخریب فونداسیون	واژگونی ساختمان	شکست ستون طبقات پایین	آلودگی آب آشامیدنی	نشت لوله- های آب	نشت لوله- های گاز	فاکتورهای تخریب
۱	۱	۱	۰,۶۴۹	۲,۸۲۹	۱	-	نشت لوله‌های گاز
۰,۲۷۵	۱	۱	۰,۰۸۲	۰,۴۹۳	-	۰	نشت لوله‌های آب
۰,۱۵۲	۱	۱	۰	-	۱	۰,۰۱۰	آلودگی آب آشامیدنی
۱	۱	۱	-	۱	۱	۱	شکست ستون طبقات پایین
۰,۵۰۰	۱	-	۰	۰	۰,۱۳۲	۰,۱۰۱	واژگونی ساختمان
۰	-	۰,۸۰۴	۱	۰	۰	۰	تخریب فونداسیون
-	۱	۰,۲۶۰	۱,۱۲۹	۱	۱	۰,۴۳۴	ترک خوردگی دیوار پیرامونی

خواهد آمد و در مخرج کسر، ماکزیمم اختلاف کلیه اعداد ردیف‌های DK1, با توجه به ماتریس نرمال شده وزن دار به دست خواهد آمد. ماتریس ناهماهنگی (N) در جدول ۱۲ نشان داده شده است. به طور مثال، برای مقایسه دو گزینه «نشت لوله‌های گاز» و «نشت لوله‌های آب» در جدول ۱۰، در مجموعه ناهماهنگی  $(D_{(K,1)})$  هر سه معیار قرار دارند. با توجه به جدول ۹ و فرمول شماره ۱۸ عدد مورد نظر برای ماتریس ناهماهنگی به دست خواهد آمد.

(۱۸)

$$NI_{1,2} = \frac{\max(|0.963-1.297|, |2.836-4.228|, |2.674-2.674|)}{\max(|0.963-1.297|, |2.836-4.228|, |2.674-2.674|)} = 1$$

سایر گزینه‌ها به همین ترتیب دوبره دو با هم مقایسه شده و بر اساس معیارهای موجود در

مجموعه ناهماهنگی جدول ۱۰، اعداد مورد نظر در جدول ۱۲ به دست خواهد آمد.

حال باید ماتریس همابهنگ مؤثر (F) مشخص شود. برای این منظور ابتدا می‌بایستی مقدار آستانه ( $\bar{I}$ ) را مشخص نموده و سپس به تشکیل ماتریس F پرداخت. در رابطه ۱۹، برای به دست آوردن مقدار آستانه موافقت، در صورت کسر تمام اعداد ماتریس همابهنگ با هم جمع می‌شوند و در مخرج کسر، ابتدا تعداد گزینه‌ها منهای یک شده و سپس در تعداد گزینه‌ها ضرب خواهد شد. حال با داشتن مقدار آستانه موافقت، برای تشکیل ماتریس همابهنگ مؤثر مطابق جدول ۱۳ به این صورت عمل خواهد شد که هر عدد از ماتریس همابهنگ بزرگ‌تر از عدد آستانه موافقت باشد عدد ۱ قرار خواهد گرفت و اگر هر عدد از ماتریس همابهنگ کوچک‌تر از عدد آستانه موافقت باشد

**جدول ۱۳- تشکیل ماتریس هم‌هانگ مؤثر F (ماتریس تسلط موافق) مطابق با عدد آستانه موافقت**

ترک‌خوردگی دیوار پیرامونی	تخریب فونداسیون	واژگونی ساختمان	شکست ستون طبقات پایین	آلودگی آب آشامیدنی	نشت لوله- های آب	نشت لوله- های گاز	فاکتورهای تخریب
۰	۰	۰	۰	۰	۰	-	نشت لوله‌های گاز
۱	۰	۱	۰	۰	-	۱	نشت لوله‌های آب
۰	۱	۰	۱	-	۱	۱	آلودگی آب آشامیدنی
۰	۰	۰	-	۰	۱	۱	شکست ستون طبقات پایین
۱	۰	-	۱	۱	۰	۱	واژگونی ساختمان
۱	-	۱	۱	۱	۱	۱	تخریب فونداسیون
-	۰	۱	۰	۰	۰	۱	ترک‌خوردگی دیوار پیرامونی

**جدول ۱۴- ماتریس G ناهم‌هانگ مؤثر (ماتریس تست مخالف)**

ترک‌خوردگی دیوار پیرامونی	تخریب فونداسیون	واژگونی ساختمان	شکست ستون طبقات پایین	آلودگی آب آشامیدنی	نشت لوله- های آب	نشت لوله- های گاز	فاکتورهای تخریب
۰	۰	۰	۱	۰	۰	-	نشت لوله‌های گاز
۱	۰	۰	۱	۱	-	۱	نشت لوله‌های آب
۱	۰	۰	۱	-	۰	۱	آلودگی آب آشامیدنی
۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	شکست ستون طبقات پایین
۱	۰	-	۱	۱	۱	۱	واژگونی ساختمان
۱	-	۰	۰	۱	۱	۱	تخریب فونداسیون
-	۰	۱	۰	۰	۰	۱	ترک‌خوردگی دیوار پیرامونی

مشخص نموده. برای این منظور مطابق رابطه ۲۰، در صورت کسر جمع تمام اعداد ماتریس ناهم‌هانگی نوشته می‌شود و در مخرج کسر، ابتدا تعداد گزینه‌ها منهای یک شده و سپس در تعداد گزینه‌ها ضرب خواهد شد. سپس ماتریس G ناهم‌هانگ مؤثر تشکیل خواهد شد. به این صورت که هر عدد از ماتریس ناهم‌هانگ کوچک‌تر از عدد معادل (همان سلول در ماتریس) در ماتریس ناهم‌هانگ مؤثر باشد عدد یک و هر عدد که بزرگ‌تر باشد عدد صفر قرار خواهد گرفت. ماماتریس G ناهم‌هانگ مطابق جدول ۱۴ تشکیل خواهد شد. به طور مثال، با توجه به جدول ۱۲ (ماتریس ناهم‌هانگی) در سلولی که دو گزینه «نشت لوله‌های گاز» و «نشت لوله‌های آب» با هم مقایسه می‌شوند، عدد ۱ قرار دارد و این عدد بزرگ‌تر از مقدار آستانه ۰,۶۶۳ است. به همین دلیل در جدول ۱۴ و در سلول مورد نظر عدد صفر قرار خواهد گرفت. برای سایر گزینه‌ها نیز به

عدد صفر قرار خواهد گرفت. به طور مثال، با توجه به جدول ۱۱ (ماتریس هم‌هانگی) در سلولی که دو گزینه «نشت لوله‌های گاز» و «نشت لوله‌های آب» با هم مقایسه می‌شوند، عدد صفر قرار دارد و این عدد کوچک‌تر از مقدار آستانه موافقت ۱۰,۵۵ است. به همین دلیل در جدول ۱۳ و در سلول مورد نظر عدد صفر قرار خواهد گرفت. برای سایر گزینه‌ها نیز به همین ترتیب عمل خواهد شد، اگر عدد مورد نظر در جدول ۱۱ بزرگ‌تر از ۱۰,۵۵ باشد در جدول ۱۳ عدد یک قرار خواهد گرفت و اگر کوچک‌تر از ۱۰,۵۵ باشد، عدد صفر قرار می‌گیرد.

$$\bar{I} = \frac{443.37}{42} = 10.55 \quad (19)$$

در ادامه باید ماتریس ناهم‌هانگ مؤثر یا همان ماتریس تسلط موافق مشخص شود. برای این منظور، ابتدا مقدار شاخص ناهم‌هانگی یا ( $\bar{NI}$ ) را



جدول ۱۵- ماتریس کلی H (ماتریس تسلط نهایی)

ترک خوردگی دیوار پیرامونی	تخریب فونداسیون	واژگونی ساختمان	شکست ستون طبقات پایین	آلودگی آب آشامیدنی	نشت لوله- های آب	نشت لوله- های گاز	فاکتورهای تخریب
۰	۰	۰	۰	۰	۰	-	نشت لوله‌های گاز
۱	۰	۰	۰	۰	-	۱	نشت لوله‌های آب
۰	۰	۰	۱	-	۰	۱	آلودگی آب آشامیدنی
۰	۰	۰	-	۰	۰	۰	شکست ستون طبقات پایین
۱	۰	-	۱	۱	۰	۱	واژگونی ساختمان
۱	-	۰	۰	۱	۱	۱	تخریب فونداسیون
-	۰	۱	۰	۰	۰	۱	ترک خوردگی دیوار پیرامونی

جدول ۱۶- نتیجه نهایی رتبه‌بندی

اولویت	اختلاف	تعداد مغلوب	تعداد تسلط	فاکتورهای تخریب
۳	-۶	۶	۰	نشت لوله‌های گاز
۲	-۲	۴	۲	نشت لوله‌های آب
۲	-۲	۴	۲	آلودگی آب آشامیدنی
۳	-۶	۶	۰	شکست ستون طبقات پایین
۱	۲	۲	۴	واژگونی ساختمان
۱	۲	۲	۴	تخریب فونداسیون
۲	-۲	۴	۲	ترک خوردگی دیوار پیرامونی

### ۵- نتیجه‌گیری

در این مقاله، به شناسایی فاکتورهای تخریب پذیر در ساختمان‌ها پس از وقوع سیل و زلزله و رتبه‌بندی فاکتورهای تخریب پذیر مشترک بین سیل و زلزله پرداخته شده است. جامعه آماری تحقیق شامل ۳۰۰ نفر از کارشناسان خبره عمران در حوزه ساخت و سازهای عمرانی بوده است که با استفاده از فرمول کوکران، از این تعداد یک نمونه ۸۰ نفری به دست آمد. برای شناسایی فاکتورهای تخریب پذیر از تحقیقات پیشین و نظر متخصصان استفاده شده است. نظر متخصصان با استفاده از پرسشنامه سنجیده شد. پس از تکمیل پرسشنامه‌ها توسط متخصصین، آزمون سنجش روایی و پایایی بر روی پرسشنامه انجام شد. در این تحقیق برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. از این طریق، تعداد ۲۱ فاکتور تخریب پذیر

همین ترتیب عمل خواهد شد، اگر عدد مورد نظر در جدول ۱۲ بزرگ‌تر از ۰/۶۶۳ باشد در جدول ۱۴ عدد صفر قرار خواهد گرفت و اگر کوچک‌تر از ۰/۶۶۳ باشد، عدد یک قرار می‌گیرد.

در ادامه برای مشخص کردن ماتریس کلی H، دو ماتریس F و G در هم ضرب نقطه‌ای خواهند شد (مطابق رابطه ۱۶). به این صورت که هر درایه (سلول) از ماتریس همهانگ مؤثر در همان درایه (سلول) از ماتریس ناهمهانگ مؤثر ضرب خواهد شد که مطابق جدول ۱۵ مشخص شده است.

بر اساس روش الکترو و با توجه به جدول ۱۶، مهم‌ترین فاکتور تخریب پذیر، واژگونی ساختمان و تخریب فونداسیون شناسایی شد. نشت لوله‌های آب، آلودگی آب آشامیدنی و ترک خوردگی دیوارهای پیرامون، در رتبه دوم قرار دارد و نشت لوله‌های گاز و شکست ستون طبقات پایین در رتبه سوم قرار دارند.

پس از وقوع زلزله و ۱۱ فاکتور تخریب پذیر پس از وقوع سیل استخراج شده‌اند. در ادامه، با تهیه یک پرسشنامه و توزیع آن در میان نمونه آماری، نظرات متخصصین را بر اساس طیف پنج‌گزینه‌ای لیکرت جمع‌آوری کرده و با انجام آزمون فرض عوامل تأثیرگذار شناسایی شده‌اند. نتایج حاصل از آزمون فرض نشان داد که کلیه عوامل شناسایی شده برای زلزله و سیل، مؤثر هستند. در ادامه، عوامل تخریب پذیر مشترک بین آنها شناسایی و برای اولویت‌بندی این عوامل از روش تصمیم‌گیری چند معیاره الکترو استفاده شد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره، فاکتور واژگونی ساختمان و تخریب فونداسیون با ۴ تسلط و ۲ مغلوب و با اختلاف ۲ در اولویت اول قرار گرفتند. این دو فاکتور نقش مهمی را در تخریب بنا ایفا می‌کنند.

نشت لوله‌های آب، آلودگی آب آشامیدنی و ترک خوردگی دیوارهای پیرامون، با ۲ تسلط و ۴ مغلوب و با اختلاف ۲- در رتبه دوم و نشت لوله های گاز و شکست ستون طبقات پایین با صفر تسلط و ۶ مغلوب و با اختلاف ۶- در رتبه سوم قرار دارند. برای واژگونی ساختمان، اگر انحراف سازه قابل توجه بود، باید مقدمات مطالعه، شرایط اصلاح و مقاوم‌سازی آن، در طی یک تحلیل بسیار دقیق فراهم شود. در صورتی که برای تخریب اسکلت ساختمان از جرثقیل یا وسایل مشابه استفاده می‌شود، باید برای حفظ تعادل از طناب هدایت‌کننده استفاده شود. در مورد نشت لوله‌های گاز، تخلیه شبکه و جلوگیری از نشت شبکه از محل آسیب‌دیده به محل پرخطر می‌تواند خسارت ثانویه شبکه را کاهش و از صدمات بعدی جلوگیری نماید. اگر تمهیدات لازم برای ذخیره مناسب آب آشامیدنی قبل از وقوع حوادث در نظر گرفته شود در زمان بحران می‌تواند بسیار مفید باشد. برای از بین بردن ترک‌های دیوار

پیرامونی از تزریق اپوکسی با فشار پمپ استفاده می‌شود. به‌عنوان تحقیقات آتی، پیاده‌سازی مدل پیشنهادی این تحقیق به منظور بررسی دیگر انواع فاکتورهای تخریب برای سایر بلایای طبیعی می‌تواند سودمند باشد. همچنین، استفاده از دیگر مدل‌های تصمیم‌گیری مانند VIKOR و Dematel برای حل این مسئله می‌تواند مفید باشد.

### سیاسگزاری

نویسندگان از دانشکده فنی و مهندسی گرمسار و موسسه آموزش عالی طبری بابل برای حمایت از این تحقیق کمال سپاسگزاری را دارند.

### ۶- منابع

- Ahmadi, H. (1998). The role of urban planning in reducing the vulnerability of the city. *Housing and Rural Environment*, 80, 61-70 .
- Ashtiani, M., & Nategh elahi, F. (1994). Planning Tehran City for Future Earthquakes. *International Institute of Seismology and Earthquake Engineering* .
- Arab, M., Zeraati, H., Akbari Haghghi, F., & Ravangard, R. (2009). A study on the executive managers' knowledge and performance, and their hospitals preparedness against earthquake events and their relationships at public hospitals (affiliated by Tehran University of Medical Sciences (TUMS) 2005-2006). *Journal of Health Administration*, 11(34), 7-14.
- اصغری مقدم، م.ر. (۱۳۸۴). آب و زیستگاه شهری (مطالعات هیدرولوژی در برنامه‌ریزی شهری)، تهران. انتشارات سرا، ۱۶۵.
- گندم‌کار، الف. (۲۰۱۲). مدیریت بحران وقوع سیل در شهر اصفهان با استفاده از سامانه‌های جوی. تحقیقات جغرافیایی، ۲۷(۱۰۵)، ۱۱۵-۱۲۸.
- نادری، ط. (۱۳۸۵)، زلزله در کمین است، کرمان: شهرداری کرمان، مرکز مطالعات و مدیریت بحران.
- Manen, R., Sipke, E., & Brinkhuis, M. (2005). Quantitative flood risk assessment for Polders. *Reliability Engineering & system safety*, 90(2-3), 229-237.
- Balram, S., & Dragićević, S. (2005).

Operation. Tehran.

19. Masoomian, Y. (2015). Survey of increasing awareness of people due to first aid training and crisis management in Tehran province - Rey city. First National Conference on Crisis Management, Safety, Health, Environment and Sustainable Development. Tehran, <https://civilica.com/doc/490005/>

20. Savoia, M., Buratti, N., & Vincenzi, L. (2017). Damage and collapses in industrial precast buildings after the 2012 Emilia earthquake. *Engineering Structures*, 137, 162-180.

21. Nasiri, A., & Sangtarash, S. (2017). Earthquake crisis management and its floods in Iranian cities (challenges and strategies). The first conference on new ideas and technologies in geographical sciences. <https://civilica.com/doc/679333/>

22. Polese, M., Ludovico, M.D., & Prota, A. (2018). Post-earthquake reconstruction: A study on the factors influencing demolition decisions after 2009 L'Aquila earthquake. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 105, 139-149.

23. Bashash, A., Nouri, GH., & Bohlooli, N. (2018). Common Causes of Demolition of Buildings in Kermanshah and Bam Earthquake Focused on Executive Problems During Construction. Islamic World Conference on Civil, Architecture and Urban Development. Tabriz, <https://civilica.com/doc/775253/>

24. Parvaresh, A., Mahdavi, R., Melikan, A., Esmailpour, Y., & Hali Saz, A. (2019). Studying the main factors and prioritizing the flooding potential of subwatersheds using fuzzy topsis and electre III, case study: Sarkhoon Watershed. *Journal of Watershed Engineering and Management*, 11(2), 493-507.

25. Azar, A., & Rajab Zadeh, A. (2003). *Applied Decision Making M.A.D.M. Knowledge Look*, Tehran.

26. Manen. Sipke, V., & Brinkhuis, E. M. (2005). Quantitative flood risk assessment for Polders. *Reliability Engineering & system safety*, 90(2-3), 229-237.

27. Habibi, A. (2008). *SPSS Application Training. Fifth Edition. Electronic Parsmodir*, Tehran.

questionnaire survey and collaborative GIS techniques to improve attitude measurements. *landscape and urban planning*, 71(2-4), 147-162.

9. Yousefipour, M.R. (2005). Securing and controlling Tehran gas network against earthquake, The first national conference on safety engineering and HSE management. Tehran .

10. Martinelli, A., & Cifani, G. (2008). Bulding Vulnerability Assessment and Damage Scenarios in Celano (Italy) Using a Quick Survey Data-based Methodology. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 28, 875-889.

11. Yin, H., & Xu, J. (2009). Measuring the Accessibility of Parks: a Case Study in Shanghai, China. Sixth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery. Tianjin, China, 10.1109/FSKD.2009.583.

12. Liu, J., Fan, Y., & Shi, P. (2011). Response to a high-Altitude Earthquake: The Yushu Earthquake example. *International journal of Disaster risk science*, 2(1), 43-53.

13. Reja, Y., & Shajahan, A. (2011). Analysing the earthquake vulnerabilities for urban areas: In the context of Chittagong city. *Proceeding of the Disaster, Risk and Vulnerability Conference. Mahatma Gandhi University. India*, 48-54.

14. Chang, H.S., & Liao, C.H. (2011). Exploring an integrated method for measuring the relative spatial equity in public facilities in the context of urban parkes. *Cities*, 28(5), 361-371.

15. Laghabdoost-arani, A., & Banihabib, M.E. (2011). Ranking flood management options using the ELECTRE-III. 6th National Congress of Civil Engineering. Semnan, Semnan University.

16. Kazzazi, A., Amiri, M., & Rahbar Yaghoobi, F. (2011). Evaluation and Ranking Strategies with ELECTRE III Techniques in Fuzzy Situation (Case Study Conducted at Temad Co.). *Industrial Management Studies*, 8(20), 49-79.

17. Fooladian, M., Janfeshan, H. (2014). A Step-by-Step Study of Crisis Management and Earthquake Risk and Its Role in Risk Reduction in Development Projects. First National Congress of Civil Engineering and Construction Project Evaluation. Gorgan.

18. Khakpour, A. (2015). Earthquake Rehabilitation Studies Project in Tehran. First National Conference on Water and Wastewater

