



Research Paper

**Earthquake crisis management and promotion of citizens' education using virtual reality technique (Case of Study: Case Study: District 4 of Kerman City)**

Mohsen Pourkhosravani <sup>a\*</sup>, Sadegh Karimi <sup>a</sup>, MohammadJavad Esmaeili Sadr <sup>a</sup>

<sup>a</sup>. Department of Geography, Faculty of Literature and Humanities, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

ARTICLE INFO

*Keywords:*

Earthquake,  
Kirkpatrick Model,  
virtual reality,  
Crisis Management,



ABSTRACT

Abstract

The present study tries to evaluate the effectiveness of the trainings provided using the virtual reality technique. The present research is an applied type that has been done by descriptive-analytical method. For this purpose, Microsoft visual studio software has been used for programming and unity game engine has been used to make the game (simulated environment). The statistical population of the study includes 80 citizens of region 4 of Kerman city. By placing individuals in a simulated position through virtual reality glasses, their behavior was collected based on the four levels of the Kirkpatrick model. Also, a questionnaire was used, the validity of which was confirmed by experts and its reliability was confirmed according to Cronbach's alpha model of 0.936. Descriptive statistics and one-sample t-test were also used to analyze the data. The research findings show that citizens have had a favorable reaction to the training provided at the level of reaction, learning, behavior and results, and the training provided by the virtual reality technique has had a positive effect on their learning; their skills have increased and can have good results for individuals and society. The results show that the average effectiveness of the trainings conducted by the virtual reality technique to improve the performance of citizens was equal to 3.18. The value of t is significant at the level of 0.05, so there is a significant difference between the theoretical mean and the experimental mean. Therefore, it can be concluded that the training provided by the virtual reality technique has been statistically effective.

**Citation:** Pourkhosravani, M. Karimi, S. Esmaeili Sadr, M.J (2023). Earthquake crisis management and promotion of citizens' education using virtual reality technique (Case of Study: Case Study: District 4 of Kerman City). *Geography (Regional Planning) Journ*, 10 (1), 31-48.

<http://doi.org/10.22034/jgeoq.2023.364024.3882>

\* . Corresponding author (Email: [pourkhosravani@uk.ac.ir](mailto:pourkhosravani@uk.ac.ir))

## Extended Abstract

### Introduction

Earthquakes as one of the natural hazards can threaten the security and survival of human life. People are not able to withstand earthquakes, so they must be able to control the situation when such events occur. In this regard, awareness of natural disasters is a key factor in reducing injuries and deaths from events such as earthquakes. One of the ways to improve the level of knowledge to properly control activities during an earthquake is to perform maneuvers. Repeated maneuvers at regular intervals allow people to perform better and more accurately when in real situations. However, participants in this method are not always committed and some of them do not even take it seriously. In addition, participants are not able to feel the earthquake. For this reason, it is necessary to design a tool that a person can feel the earthquake and then practice. Virtual reality technique is a tool that has both educational and entertainment dimensions. Virtual reality is a system that aims to create a complete copy of real-world elements using a combination of 3D content. In this regard, this research tries to evaluate strategies to increase behavioral responses to earthquakes using virtual reality techniques.

### Methodology

The present research is an applied type that has been done by descriptive-analytical method. For this purpose, Microsoft visual studio software has been used for programming and unity game engine has been used to make the game (simulated environment). The statistical population of the study includes 80 citizens of region 4 of Kerman city. By placing individuals in a simulated position through virtual reality glasses, their behavior was collected based on the four levels of the Kirkpatrick model. The Kirk Patrick model is one of the most important hybrid evaluation models that emphasize process and product alike. There are four levels of evaluation in the Kirkpatrick model. Also, a questionnaire was used, the validity of which was confirmed by experts and its reliability was confirmed according to Cronbach's alpha model of 0.936. Descriptive statistics and one-sample t-test were also used to analyze the data.

### Results and discussion

The research findings show that 50% of the respondents are men and 50% of them are women. Also, people aged 23 to 26 years are the most and people aged 19 to 22 years are the least in the statistical population of the study. The research findings show that citizens have had a favorable reaction to the training provided at the level of reaction, learning, behavior and results, and the training provided by the virtual reality technique has had a positive effect on their learning; their skills

have increased and can have good results for individuals and society. Also, the study of the differences between the research variables based on demographic variables shows that, Also, the study of the differences between the research variables based on demographic variables (age and sex) shows that there is no significant difference between women and men at different levels of the KirkPatrick model (reaction, learning, behavior, results).

### Conclusion

Based on the results obtained from the levels of reaction, learning, behavior and results, it can be concluded that citizens have had a favorable reaction to the trainings done through the virtual reality technique, these trainings in the amount of learning.  $\rightarrow$  have had a significant impact. It has improved their skills and can bring good results for individuals and society. The results of the four research questions indicate that the training provided by the virtual reality technique is very effective. The results show that the average effectiveness of the trainings provided by the virtual reality technique to improve the performance of citizens was equal to 3.18. The value of t is significant at the level of 0.05, so there is a significant difference between the theoretical mean and the experimental mean, and given that the experimental mean is greater than the theoretical mean, so it can be concluded that the training It has been statistically effective through the virtual reality technique. The results obtained from demographic variables show that at four levels of reaction, learning, behavior and results, there is no difference between the research variables in terms of gender. This means that male and female respondents did not have different views on the research variables. Also, the results obtained in the four levels of reaction, learning, behavior and results show that there is no difference between the research variables based on age. This also means that respondents of different age groups did not have different views on the research variables.

**Keywords:** Earthquake, Kirkpatrick Model, virtual reality, Crisis Management,

### Funding

There is no funding support.

### Authors' Contribution

Authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work declaration of competing interest none.

### Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

### Acknowledgments

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.



## مدیریت بحران زلزله و ارتقای آموزش شهروندان با استفاده از تکنیک واقعیت مجازی (مورد مطالعه: منطقه چهار شهر کرمان)

محسن پورخسروانی<sup>۱</sup> - گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

صادق کریمی - گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

محمدجواد اسماعیلی صدر - گروه جغرافیا، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

### اطلاعات مقاله

### چکیده

### واژگان کلیدی:

زلزله،


مدل کرک پاتریک،

واقعیت مجازی،

مدیریت بحران

پژوهش حاضر با هدف توسعه تکنیک واقعیت مجازی برای تقویت آموزش در مرحله پیشگیری مدیریت بحران و اثربخشی آموزش‌های ارائه شده با استفاده از این تکنیک واقعیت مجازی در بهبود واکنش‌های رفتاری شهروندان در برابر زلزله انجام شده است. بدین منظور جهت برنامه‌نویسی از نرم‌افزار *Microsoft Visual Studio* و برای ساخت محیط شبیه‌سازی شده، از موتور بازی‌سازی *Unity* استفاده شده است. جامعه آماری پژوهش شامل ۸۰ نفر از شهروندان منطقه ۴ شهر کرمان می‌باشد که، دیدگاه آنها بر اساس سطوح چهارگانه مدل کرک پاتریک جمع‌آوری شد. برای جمع‌آوری داده‌ها از پرسشنامه محقق ساخته که روایی آن توسط متخصصین و پایایی آنها با مقدار ۰/۹۳۶ مورد تأیید قرار گرفته، استفاده شد؛ همچنین برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از شاخص‌های آمار توصیفی و آزمون تی تک‌نمونه‌ای استفاده شد. یافته‌های تحقیق حاکی از آنست که، شهروندان در سطح واکنش، یادگیری، رفتار و نتایج واکنش مطلوبی داشته‌اند و آموزش‌های صورت گرفته به وسیله تکنیک واقعیت مجازی در یادگیری آنان تأثیر مثبتی داشته؛ میزان مهارت‌های آنان افزایش یافته و می‌تواند نتایج مطلوبی برای افراد و جامعه به همراه داشته باشد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که، میانگین اثربخشی آموزش‌های صورت گرفته به وسیله تکنیک واقعیت مجازی در جهت ارتقای عملکرد شهروندان برابر با ۳/۱۸ بوده است. مقدار  $t$  در سطح ۰/۰۵ معنادار می‌باشد؛ لذا تفاوت معناداری بین میانگین نظری و میانگین تجربی وجود دارد و می‌توان نتیجه گرفت که آموزش‌های صورت گرفته به وسیله تکنیک واقعیت مجازی به لحاظ آماری اثربخش بوده است.

**استناد:** پورخسروانی، محسن، کریمی، صادق و اسماعیلی صدر، محمدجواد. (۱۴۰۲). مدیریت بحران زلزله و ارتقای آموزش شهروندان با استفاده از تکنیک واقعیت مجازی (مورد مطالعه: منطقه چهار کرمان). فصلنامه جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)، ۱۳(۱)، ۳۱-۴۸.

 <http://doi.org/10.22034/jgeoq.2023.364024.3882>

## مقدمه

هر تغییر ناگهانی که به دلیل وقوع حوادث غیرمترقبه رخ می‌دهد و باعث اختلال در شرایط عادی و معمولی جامعه می‌شود بحران نامیده می‌شود. در همین رابطه تمامی فعالیت‌هایی که برای جلوگیری و کاهش تبعات بحران و بازگشت سریع به شرایط عادی انجام می‌شود را مدیریت بحران می‌نامند. مدیریت بحران فرایندی پویا در قالب اقداماتی سنجیده است که پیش از وقوع بحران، در زمان وقوع بحران و بعد از وقوع بحران انجام می‌شود، چرخه مدیریت بحران شامل چهار مرحله، پیشگیری و کاهش اثر حادثه<sup>۱</sup>، آمادگی در برابر خطر<sup>۲</sup>، واکنش به هنگام وقوع<sup>۳</sup> و بازسازی خسارت‌ها<sup>۴</sup> می‌باشد (حسینی زحمتکش و همکاران، ۱۴۰۰: ۶۲۷). در همین راستا آمادگی در برابر خطر یکی از مهمترین بخش‌های این چرخه است که پیش از وقوع فاجعه صورت می‌گیرد. در این بین آموزش عمومی به علت افزایش آگاهی بخشی در بین جوامع هدف و کمک به شناخت مخاطره و اتخاذ رفتار مناسب در هنگام مواجهه با خطر از پارامترهای موثر بر میزان آمادگی در برابر خطر می‌باشد. تکنیک واقعیت مجازی (VR) سیستمی است که با شبیه سازی دنیای واقعی قادر خواهد بود نقش مهمی را در آموزش عمومی و آگاهی بخشی به افراد ایفا نماید. به عبارت دیگر واقعیت مجازی سیستمی است که به عنوان هدف خود، نسخه‌ی کاملی از عناصر دنیای واقعی را با استفاده از ترکیب محتوای 3D ایجاد می‌کند. این تکنیک با پیاده سازی زیرکانه دنیای مجازی و تحریک حواس مختلف کاربران موجب می‌شود که آنها احساسی واقعی از دنیای مجازی طراحی شده داشته باشند (ساسمن و وانهیگن<sup>۵</sup>، ۲۰۰۰: ۱۰۸۱)، کاربران در یک محیط مجازی ایده‌آل، می‌توانند با (VE<sup>۶</sup>) تعامل تغییراتی را در محیط ایجاد نموده و رفتاری مبتنی بر واقعیت را از خود بروز دهند. بر همین اساس و با توجه به قابلیت‌های این تکنیک می‌تواند کاربردهای زیادی در توسعه مهارت‌های ایمنی و واکنش‌های رفتاری در برابر انواع مخاطرات و به خصوص زلزله داشته باشد. وقوع ناگهانی و غیرقابل پیش‌بینی بودن از جمله ویژگی‌های مهم زلزله می‌باشند که موجب کاهش آمادگی، و افزایش خسارت‌های ناشی از این مخاطره می‌باشند. در همین رابطه آموزش عمومی موجب افزایش آمادگی برای رویارویی با زلزله و اتخاذ رفتار منطقی و صحیح‌تر در هنگام وقوع این پدیده خواهد شد (پورخسروانی و کریمی، ۱۴۰۲: ۲۷۴). لذا بهره‌گیری از روش‌های نوین به منظور بهبود عملکرد شهروندان در هنگام وقوع زلزله به عنوان بخشی از مدیریت بحران الزامی است. استان کرمان به علت موقعیت ساختاری ویژه آن و همچنین پراکندگی گسل‌های متنوع در آن از جمله مناطق فعال تکتونیکی در ایران می‌باشد. وجود گسل‌های فعالی چون، کوهبنان، گلباف، لکرکوه در این استان که مسبب بسیاری از رویدادهای لرزه‌ای در این استان می‌باشند دلیلی بر این مدعاست. به طور مثال قرار گرفتن مرکز بیش از ۱۲ زلزله تاریخی با بزرگی بیش از ۵ ریشتر بر روی گسل گلباف یا وقوع زمین لرزه ویرانگر ۱۳۰/۱۲۹۰ راور که با کشته شدن حدود ۷۰۰ نفر همراه بود به فعالیت این گسل نسبت داده شده است از جمله این موارد است (پورخسروانی و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۵۴). همچنین زلزله‌های ویرانگر سیرج و شه‌داد در دهه ۶۰، زلزله‌های پیاپی در گلباف در دهه ۷۰، زلزله‌های ویرانگر بم و زرنند در دهه ۸۰ و زلزله هجدک و سیرج در دهه ۹۰ شواهدی متقن بر تکتونیک فعال در استان کرمان می‌باشند. پراکندگی انواع گسل‌ها در جای جای این استان نشان می‌دهد که کمتر شهرستانی در استان کرمان وجود دارد که از خطر زلزله در امان باشد. به همین علت ارائه راهکارهای مختلف جهت کاهش خسارت‌های ناشی از زلزله در این منطقه از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. مشاهدات نشان می‌دهد که در زلزله سال‌های اخیر تعداد زیادی از شهروندان به علت عدم تجربه و مهارت لازم در هنگام وقوع زلزله جان خود را از دست داده‌اند. پیش‌آگاهی و کسب مهارت از این مخاطرات با استفاده از ظرفیت تکنیک واقعیت مجازی قبل و

<sup>1</sup> Disaster mitigation

<sup>2</sup> Disaster preparedness

<sup>3</sup> Disaster response

<sup>4</sup> Recovery

<sup>5</sup> Sussmann & Vanhegan

<sup>6</sup> Virtual Environment

هنگام وقوع هر زلزله‌ای می‌تواند باعث کاهش مصدومین و جان‌باختگان شود.

### سوال پژوهشی

تکنیک واقعیت مجازی تا چه اندازه می‌تواند در افزایش مهارت‌های ایمنی و واکنش‌های رفتاری شهروندان در برابر زلزله مؤثر باشد؟

### هدف پژوهش

در همین راستا این پژوهش سعی دارد، ارزیابی راهکارهای افزایش واکنش‌های رفتاری در برابر زلزله را با استفاده از تکنیک واقعیت مجازی.

### پیشینه پژوهش

با توجه به اهمیت بسیار زیاد تکنیک واقعیت مجازی در بهبود عملکرد شهروندان در هنگام وقوع زلزله، تاکنون در ایران مطالعه‌ی جدی در این زمینه صورت نگرفته است، در واقع این پژوهش به دنبال ارائه ایده به منظور استفاده از تکنیک واقعیت مجازی در زمینه افزایش مهارت‌های ایمنی و واکنش‌های رفتاری شهروندان می‌باشد. در همین رابطه، رجایی و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی تحت عنوان کاربردهای واقعیت مجازی و واقعیت افزوده در آموزش به این نتیجه رسیده‌اند که، یادگیری دانش آموزان به مدد این دو تکنولوژی مفیدتر شده و انگیزه، همکاری، تعامل و دستاوردهای یادگیری نیز افزایش می‌یابد. لوورگلیو<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی تحت عنوان نمونه‌سازی از واقعیت مجازی بازی‌های جدی برای آمادگی در برابر زلزله در ساختمان‌ها که با استفاده از تکنیک واقعیت مجازی انجام شده است به بررسی مؤلفه‌های اصلی طراحی برای ساخت یک برنامه VR SG<sup>۲</sup> می‌پردازند که شامل: الف) چه ویژگی‌هایی، ساختار یک زلزله را تشکیل می‌دهد. ب) کدام نوع ساختمان‌ها را می‌توان برای واقعیت مجازی انتخاب و در محیط آن نمایش داد. ج) چگونه خسارات وارد شده به ساختمان، قابل تعیین و نمایش است. د) چگونه می‌توان شخصیت‌های غیرقابل بازی (NPC) ها را طراحی کرد و ه) چه سطح از تعاملات بین NPC ها و شرکت کنندگان انسانی می‌توان وجود داشته باشد. سوکرمین و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۹) در پژوهشی با عنوان تمرینات تخلیه فردی با استفاده از واقعیت مجازی برای آمادگی در برابر زلزله به این نتیجه رسیده‌اند که برنامه واقعیت مجازی می‌تواند به صورت مستقل برای تمرینات تخلیه زلزله مورد استفاده قرار گیرد و می‌توان امید داشت که باعث بهتر شدن آمادگی کاربران برای مقابله با بلایای طبیعی، به خصوص زلزله شود. فنگ<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۲۰) ضمن ارزیابی نحوه تصمیم‌گیری مردم هنگام زلزله و تخلیه پس از زلزله با استفاده از تجزیه و تحلیل پروتکل کلامی در واقعیت مجازی، نتیجه می‌گیرند که، شرکت کنندگان تمایل دارند که تحت تاثیر افراد دیگر، به ویژه افراد مقتدر قرار داشته باشند و هنگام تخلیه می‌خواهند که افراد دیگر را نیز همراهی کنند. فنگ و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۲۰) در پژوهشی تحت عنوان به سمت یک بازی جدی واقعیت مجازی قابل برنامه‌ریزی (شخصی سازی) برای آموزش‌های اضطراری هنگام زلزله، نتیجه می‌گیرند که، امکان فرایند سفارشی‌سازی (شخصی سازی) با سهولت، ایجاد یک تجربه آموزشی سفارشی و ارائه آموزش سفارشی برای یادگیری مطلوب وجود دارد. فنگ و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی دیگر تحت عنوان بازی جدی واقعیت مجازی سه بعدی برای پیشرفت (بالا بردن) در پاسخ‌های رفتاری هنگام زلزله و آمادگی تخلیه ساختمان پس از زلزله به این نتیجه رسیده‌اند که میزان دانش و کنترل فرد (خود) بعد از تمرینات به

1 Lovreglio

2 Serious Games

3 Sukirman et al

4 Feng

5 Feng et al

صورت قابل توجهی افزایش یافته. علاوه بر آن، یادگیری دانش تخلیه در هنگام زلزله با برنامه سیستم آموزشی<sup>۱</sup> IVR<sup>۱</sup> SG برای آنها آسان، مفید و جذاب بوده است. لو<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی تحت عنوان شبیه‌سازی وضعیت نجات از آتش‌سوزی پس از زلزله براساس مدل اطلاعات ساختمان و واقعیت مجازی که با استفاده از تکنیک واقعیت مجازی انجام شده است به این نتیجه رسیده‌اند که وضعیت ساخته شده در واقعیت مجازی، از واقع‌گرایی و تعاملات همواری برخوردار می‌باشد و دود در نجات از آتش‌سوزی، بیشتر از آوار ریخته شده، جلب توجه می‌کند. ژانگ<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای تحت عنوان ارزیابی مبتنی بر واقعیت مجازی اقدامات ایمنی مربوط به زلزله در فضاهای سرپوشیده برای ساکنین، سه اقدام ایمنی در برابر زلزله (رها کردن، پوشاندن و نگه داشتن، مثلث زندگی و دویدن به سمت بیرون) مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج حاکی از آن بود که "رها کردن، پوشاندن و نگه داشتن" ایمن‌ترین اقدامات در بیشتر سناریوهای زلزله است. فنگ و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی به تحلیل توالی رفتارها در واقعیت مجازی برای زلزله در فضاهای سرپوشیده و تخلیه پس از زلزله می‌پردازند و با استفاده از نمودارهای انتقال رفتاری به این نتیجه می‌رسند که مانور مجازی زلزله موجب پیشرفت رفتارهای بشر در شرایط اضطراری زلزله شده است.

بررسی و مطالعه منابع و تحقیقات انجام شده در رابطه با استفاده از تکنیک واقعیت مجازی حاکی از بهبود واکنش‌های رفتاری افراد در مواجهه با فرآیندهای مخاطره آمیز است. همانگونه که ذکر شد علی‌رغم نقش مهم این تکنیک در آموزش و یادگیری و همچنین بهبود واکنش‌های رفتاری افراد متاسفانه، هیچ پژوهشی در کشور ما در این رابطه صورت نگرفته است. به همین علت پژوهش حاضر برای اولین بار نقش این تکنیک را در ارزیابی واکنش‌های رفتاری افراد در برابر زلزله در ایران مورد ارزیابی و تحلیل قرار داده است.

### مبانی نظری

مخاطرات طبیعی پتانسیل این امر را دارند که در نبود سیستم‌های تقلیل به سوانحی هولناک تبدیل شوند. اگرچه برخی از ابزارهای پیش‌بینی کننده به کار گرفته شده‌اند، اما واقعیت این است که به راحتی نمی‌توان حالت، اندازه و مکان این مخاطرات را پیش‌بینی کرد. بنابراین افزایش یا بهبود توان ظرفیتی یک سیستم برای ایستادگی و بازیابی در برابر مخاطرات بسیار مهم است (پورشریفی و همکاران، ۱۴۰۰: ۹۲). باید توجه داشت که بهبود توان ظرفیتی یک سیستم در قالب یک سیستم مدیریت بحران منسجم و کارآمد امکان پذیر خواهد بود. مدیریت بحران چرخه بهم پیوسته‌ای از عوامل گوناگون است که سعی در کاهش خسارت‌های ناشی از مخاطرات مختلف دارد. این چرخه با پیشگیری از مخاطرات آغاز و سپس در صورت عدم دستیابی به پیشگیری کامل، مرحله تخفیف به معنی کاهش آثار منفی مخاطرات، و در مرحله بعد آمادگی به معنی آماده بودن در برابر مخاطرات با این رویکرد که از وقوع مخاطرات گریزی نیست موضوعیت پیدا می‌کند. مرحله بعد امداد و نجات است که در صورت وقوع مخاطره مصداق پیدا می‌کند. پس از آن بازسازی و نوسازی و سپس توسعه در مرحله پایانی آن قرار می‌گیرد. به طور کلی نظریه‌های مختلفی در رابطه با مدیریت بحران وجود دارد که نظریه تیری و میتراف<sup>۴</sup> یکی از مهمترین این نظریات می‌باشد. طبق این نظریه بحران‌ها پنج مرحله، شناسایی یا ردگیری علائم، آمادگی و پیشگیری، مهار ویرانی، بهبود و یادگیری را طی می‌کنند. این نظریه با شناسایی یا ردگیری علائم بحران شروع می‌شود و سپس با فرآیند یادگیری از مرحله بهبود به پایان می‌رسد. سپس نتایج یادگیری به مرحله اول برمی‌گردد و این

1 Immersive Virtual Reality

2 Lu

3 Zhang

4Tiri and Mitraf.

چرخه ادامه می‌یابد. در این نظریه دو مرحله اول مربوط به قبل از وقوع بحران است و مدیریت پیش فعال بحران را شامل می‌شود. هر تلاش یا فعالیتی در طول این مراحل کمک زیادی به شناسایی و پیشگیری از بحران‌های بالقوه در مراحل اولیه می‌کند. از طرف دیگر مراحل سوم و چهارم به عنوان مراحل بعد از بحران هستند که هر فعالیتی در طی آنها صورت گیرد به عنوان فعالیت‌های واکنشی یا منفعل به حساب می‌آیند. این واکنش تلاشی است در جهت مقاومت یا کنترل شدید بر یک بحران، به طوریکه بتوان ویرانی‌های احتمالی آن را به حداقل رساند (باستانی، ۱۳۹۹: ۵۴). بر همین اساس مدیریت پیش فعال بحران اهمیت زیادی در کاهش خسارت‌های ناشی از بحران‌های مختلف خواهد داشت. زیرا در این نوع مدیریت نقاط آسیب پذیر و عوامل موثر بر وقوع بحران شناسایی می‌شوند. سپس سعی می‌گردد آمادگی افراد را جهت مواجهه با بحران تقویت شود. آمادگی مجموعه اقداماتی است که برای افزایش توانایی جامعه، دولت، سازمان‌ها و مردم در انجام مراحل مختلف مدیریت بحران، انجام می‌شود (سنجری نیا، ۱۴۰۰: ۳۹). در بین همه مخاطرات طبیعی، زلزله یکی از شدیدترین مخاطرات محسوب می‌شود که قابل پیش بینی و کنترل نیست. به همین علت تنها راه کاهش خسارت‌های ناشی از زلزله آمادگی برای مواجهه با این پدیده مخاطره آمیز است. راه‌های مختلف آمادگی مانند ظرفیت سازی، ساختمان سازه مقاوم در برابر زلزله، و همچنین آمادگی جهت اتخاذ رفتار مناسب در هنگام وقوع زلزله می‌باشد نصیری هنده خاله، ۱۴۰۰: ۳۵). تکنیک واقعیت مجازی با شبیه‌سازی محیط واقعی نقش مهمی در آموزش و به تبع آن افزایش آمادگی افراد یک جامعه در مواجهه با فرآیندهای مخاطره‌آمیز خواهد داشت.

### روش پژوهش

این پژوهش از لحاظ هدف، از نوع کاربردی و به لحاظ روش مطالعه، توصیفی-تحلیلی می‌باشد. بدین منظور جهت برنامه نویسی از نرم افزار Microsoft Visual Studio و برای ساخت بازی (محیط شبیه‌سازی شده)، از موتور بازی‌ساز Unity استفاده شده است. جامعه آماری پژوهش شهروندان منطقه ۴ شهر کرمان می‌باشند که از بین آنها ۸۰ نفر به عنوان نمونه به صورت تصادفی انتخاب شده‌اند. با قرار دادن افراد در موقعیت شبیه‌سازی شده از طریق تکنیک واقعیت مجازی، دیدگاه آنها براساس سطوح چهارگانه مدل کرک پاتریک جمع‌آوری شد، تا تصویری از وضعیت اثربخشی آموزش‌های صورت گرفته از طریق تکنیک واقعیت مجازی ارائه گردد. به منظور گردآوری داده‌های پژوهش از پرسشنامه مدل کرک پاتریک استفاده گردید. همچنین روایی پرسشنامه توسط افراد خبره و اعضای هیات علمی مورد بررسی و تایید قرار گرفت. و برای محاسبه پایایی پرسشنامه، با توجه به اینکه پرسشنامه‌ی محقق براساس طیف لیکرت طراحی شده است از روش ضریب آلفای کرونباخ استفاده گردید. به طور کلی میزان پایایی این پرسشنامه براساس ضریب آلفای کرونباخ ۰/۹۳۱ می‌باشد که بیانگر پایایی قابل قبول پرسشنامه می‌باشد. میزان پایایی سطوح پرسشنامه براساس ضریب آلفای کرونباخ در (جدول ۱) ارائه شده است.

جدول ۱. ضریب آلفای کرونباخ پرسشنامه به تفکیک سطوح پژوهش

سطوح	ضریب آلفای کرونباخ
واکنش	۰/۷۹۴
یادگیری	۰/۸۱۸
رفتار	۰/۷۶۹
نتایج	۰/۷۵۱
کل	۰/۹۳۱

در این پژوهش جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش‌های آمار توصیفی و استنباطی استفاده شده است. آمار توصیفی شامل، تنظیم جداول، فراوانی، شاخص‌های مرکزی (میانگین)، شاخص‌های پراکندگی (انحراف استاندارد) است. برای

تحلیل استنباطی داده‌ها از آزمون تی تک‌نمونه‌ای، آزمون تی گروه‌های مستقل و آزمون کروسکال والیس استفاده شده است. در این پژوهش، میانگین نظری  $M=3$  می‌باشد که با میانگین حاصله (تجربی) مقایسه و تفاوت آن سنجیده شده است.

### الگوی کرک‌پاتریک

الگوی ارزشیابی کرک‌پاتریک یکی از مهم‌ترین الگوهای ارزشیابی ترکیبی است که به طور هم‌سنگ بر فرآیند و فرآورده تأکید دارد. در این الگو چهار سطح ارزشیابی وجود دارد (یوسف زاده و علیمردانی، ۱۳۹۶: ۲۷).

#### سطح اول: واکنش/رضایت

کلمه واکنش در ارزیابی دوره آموزشی عبارت است از میزان واکنشی که فراگیران به تمامی عوامل مؤثر در اجرای یک دوره آموزشی از خود نشان می‌دهند. در این مدل ارزشیابی واکنش افراد همان ارزشیابی رضایت فراگیر است. واکنش مثبت افراد خیلی مهم است و آینده یک دوره آموزشی به آن بستگی دارد. در این سطح اندازه‌گیری روی احساس فراگیران در دوره‌ها درباره موضوع دوره و مدرسان، پیشنهاد آنان برای بهبود برنامه و میزانی که آموزش به بهتر انجام دادن وظایف شغلی به آنها کمک کرده، انجام می‌گیرد. واکنش، پاسخ فراگیر به فعالیت‌های آموزشی، بر اساس عقاید، مشاهدات، قضاوت، برداشت و درک در مورد برنامه‌های آموزشی و همچنین عملکرد فراگیر پس از آموزش است. در این سطح ارزیابی، تمرکز بر روی ذی‌نفعان کلیدی است.

#### سطح دو: یادگیری/دانش

تغییر در دانش، توانایی، یا نگرش شرکت‌کنندگان در یک دوره آموزشی به‌عنوان یک نتیجه از آموزش است. یادگیری عبارت است از تعیین میزان فراگیری مهارت‌ها، تکنیک‌ها و حقایق که به شرکت‌کنندگان در یک دوره آموزشی آموخته شده است. ارزشیابی میزان یادگیری مستلزم شناسایی دوره‌های مخصوص می‌باشد. یادگیری زمانی اتفاق می‌افتد که: نگرش‌ها تغییر کند، دانش افزایش یابد و مهارت بهبود یابد.

#### سطح سه: رفتار/استفاده از دانش

توانایی شرکت‌کنندگان در یک دوره آموزشی به استفاده از رفتار آموخته شده در طول آموزش، در موقعیت‌های واقعی کار و زندگی بستگی دارد. در مقایسه با سطوح پیشین این سطح بسیار چالش برانگیز است چراکه، نخست باید فرصت برای تغییر در رفتار مهیا شود، دوم اینکه، زمان تغییر در رفتار به طور واقعی قابل پیش‌بینی نیست و سوم، جو سازمانی در تغییر رفتار حین کار مؤثر است. برخی مواقع ممکن است ارزشیابی سطح یک و دو به منظور سنجش میزان تغییرات رفتاری صورت گیرد و گمان شود که هیچ تغییری در رفتار رخ نداده و در نتیجه دوره آموزشی اثربخش نبوده است. اما این احتمال وجود دارد که واکنش مطلوب بوده و اهداف یادگیری نیز محقق گردیده باشد ولی همان‌طور که ذکر شد شرایط ارزشیابی برای سطح سه و چهار مهیا نباشد. لذا به منظور ایجاد تغییر علاوه بر موارد مذکور جو مناسب آموزشی و این که شخص بداند که چه کاری را چگونه انجام می‌دهد و تشویق به تغییر ضروری می‌باشد. یک دوره آموزشی زمانی اثربخش واقع می‌شود که اول نگرش مثبت راجع به تغییر مطلوب در سازمان ایجاد نماید و دوم دانش و مهارت‌های ضروری به افراد آموزش داده شود و سرپرستان مستقیم کارکنان جو مناسب و حمایتی را فراهم آورند.

#### سطح چهارم: نتایج/تأثیر سازمانی

میزان دستیابی به نتایج هدفمند که به عنوان نتایج رویداد یادگیری رخ می‌دهد و بهبود بعدی. به عبارتی نتایج به صورت دستاوردهایی که پس از اجرای یک دوره آموزشی ایجاد شده است تعریف می‌گردد. نتیجه نهایی به صورت



افزایش تولید، بهبود کیفیت، کاهش هزینه‌ها و ... بیان می‌شود. نتیجه دوره‌ها به صورت توصیفی قابل ارزشیابی است و کاملاً به صورت مالی قابل بیان شدن نیست. به طور کلی نتایج شرکت در دوره در محیط کار فراگیران جست‌وجو می‌گردد و در قالب شاخص‌هایی مانند کاهش هزینه‌ها، افزایش کیفیت و کمیت تولید، تعالی اخلاقی، رفع کمبودهای کمی و کیفی، کاهش حوادث کار، تغییر و جابه‌جایی کارکنان تعریف می‌شود (رضائی فورگ، ۱۳۹۱: ۴۵).

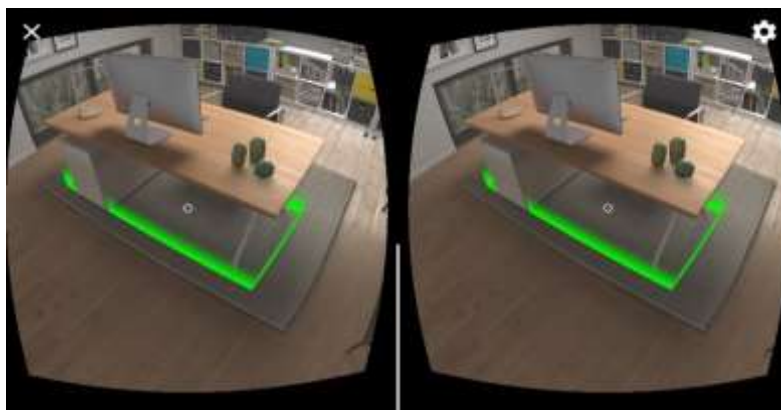
### محیط مجازی برای آموزش

محیط مجازی در این تکنیک، محیط یک خانه است که هم به صورت فضای داخلی و هم به صورت فضای خارجی طراحی شده است. در فضای داخلی چهار اتاق طراحی شده که در داخل آنها چندین شیء قرار دارد، فضای خارجی شامل یک حیاط می‌باشد. واقعیت مجازی علاوه بر امکان ارتباط با وسایل مجازی، این امکان را به کاربر می‌دهد که بتواند، با استفاده از کنترلر، در محیط مجازی راه برود و در آن جست و جو کند. کاربر می‌تواند برنامه واقعیت مجازی و تعاملات آن را با کنترلی که با بلوتوث به برنامه متصل است، انجام دهد. پس کاربر نیازی به راه رفتن در هنگام استفاده از برنامه ندارد و می‌تواند به صورت نشسته یا ایستاده تمرینات خود را انجام بدهد. مراحل انجام تکنیک شامل دو بخش می‌باشد. در بخش اول که مربوط به اقدامات قبل از وقوع زلزله است به کاربر آموزش داده می‌شود که لوازم ضروری مانند، جعبه کمک‌های اولیه، بیلچه، لوازم بهداشتی فردی، چراغ قوه، رادیو، بطری آب و ... را از فضای داخلی محیط جمع‌آوری و در داخل کوله‌پشتی قرار دهد. (شکل ۱) نحوه جمع‌آوری لوازم ضروری به وسیله کاربر را نشان می‌دهد.



شکل ۱. جمع‌آوری لوازم ضروری به وسیله کاربر (منبع: نویسندگان، ۱۴۰۰)

بخش دوم این تکنیک مربوط به اقدامات حین و بعد از وقوع زلزله می‌باشد که در آن به کاربر آموزش داده می‌شود که هنگام وقوع زلزله کجا پناه گیرد. در این تکنیک زمانی که زلزله اتفاق می‌افتد در فضای داخلی محیط نقاط امن مشخص می‌شوند (مانند زیر میز) تا کاربر بتواند آنجا پناه بگیرد. در واقع کاربر با پنهان شدن در زیر میز، برای در امان ماندن از اجسامی که می‌توانند روی او بیفتند (مثل لوستر)، تمرین محافظت از خود را انجام می‌دهد. کاربر زمانی که زیر میز پناه می‌گیرد، باید صبر کند تا زلزله تمام شود و پس از آن به منظور تخلیه، اقدام کند. (شکل ۲) نحوه مشخص شدن مکان‌های امن در فضای داخلی محیط را به نمایش می‌گذارد.



شکل ۲. مشخص شدن مکان امن در فضای داخلی (منبع: نویسندگان، ۱۴۰۰)

هنگامی که زلزله متوقف می‌شود کاربر کوله پشتی که شامل لوازم ضروری می‌باشد را برداشته و از فضای داخلی به سمت محیط بیرون می‌رود و در این محیط جریان برق و گاز را قطع و از خانه خارج می‌شود. (شکل ۳) نحوه قطع جریان برق به وسیله کاربر را نشان می‌دهد.



شکل ۳. قطع جریان برق به وسیله کاربر (منبع: نویسندگان، ۱۴۰۰)

## یافته‌ها

نتایج آمار توصیفی نمونه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که ۵۰ درصد از پاسخ دهندگان را مردان و ۵۰ درصد از آنها را زنان تشکیل داده‌اند. طبق این نتایج افراد ۲۳ تا ۲۶ سال با ۳۹ نفر (۴۸/۸ درصد) بیشترین و افراد ۱۹ تا ۲۲ سال با ۱۳ نفر (۱۶/۳ درصد) کمترین نفرات از جامعه آماری پژوهش را تشکیل داده‌اند. جدول شماره ۲ میانگین و انحراف معیار وضع موجود متغیرهای مؤثر بر اثربخشی آموزش‌های صورت گرفته با استفاده از تکنیک واقعیت مجازی را بر اساس طیف لیکرت (با حداکثر امتیاز ۵) نشان می‌دهد.

جدول ۲. آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

سطح	ردیف	سؤال	میانگین	انحراف معیار
واکنش	۱	تا چه میزان استفاده از تکنیک واقعیت مجازی برای آموزش مواجهه صحیح با زلزله اهمیت و ضرورت دارد؟	۳/۱۶	۰/۱۸۶۳
	۲	تا چه میزان استفاده از تکنیک واقعیت مجازی باعث شد به آموزش‌های مرتبط با زلزله بیشتر توجه کنید؟	۳/۲۴	۰/۹۷۱
	۳	تا چه میزان استفاده از تکنیک واقعیت مجازی می‌تواند به ارائه مطالب کاربردی در خصوص زلزله به شما کمک کند؟	۳/۲۵	۱/۰۲۵

سطح	ردیف	سوال	میانگین	انحراف معیار	
یادگیری	۴	تا چه میزان استفاده از تکنیک واقعیت مجازی نیازها و علایق شما را در خصوص مواجهه با زلزله پوشش می‌دهد؟	۳/۱۳	۱/۱۸۴	
	۵	تا چه میزان استفاده از تکنیک واقعیت مجازی باعث شد در برنامه‌های دیگری که از این طریق صورت می‌گیرد شرکت کنید؟	۳/۰۴	۱/۰۳۷	
	۶	تا چه میزان استفاده از تکنیک واقعیت مجازی نسبت به سایر شیوه‌های آموزشی نظیر تلویزیون، رادیو، مطبوعات، مانورهای زلزله، کلاسهای آموزشی و... برای شما مفید بوده است؟	۳/۲۶	۱/۰۲۸	
	۷	از طریق تکنیک واقعیت مجازی تا چه میزان با اقداماتی که قبل از وقوع زلزله باید انجام دهید آشنا شده‌اید؟	۳/۰۸	۱/۰۱۶	
	۸	از طریق تکنیک واقعیت مجازی تا چه میزان نسبت به خطرات احتمالی زلزله آگاهی پیدا کرده‌اید؟	۳/۱۶	۰/۹۹۹	
	۹	از طریق تکنیک واقعیت مجازی تا چه میزان با وسایل مورد نیاز در هنگام وقوع زلزله و نحوه استفاده از آنها آشنا شده‌اید؟	۳/۱۶	۱/۰۸۴	
	۱۰	از طریق تکنیک واقعیت مجازی تا چه میزان متوجه شده‌اید که در هنگام وقوع زلزله به چه نحوه باید پناه بگیرید؟	۳/۰۳	۱/۰۹۱	
	۱۱	از طریق تکنیک واقعیت مجازی تا چه میزان با اقداماتی که بلافاصله بعد از وقوع زلزله باید انجام دهید آشنا شده‌اید؟	۳/۰۶	۱/۱۲۹	
	۱۲	از طریق تکنیک واقعیت مجازی تا چه میزان درک صحیحی نسبت به زلزله پیدا کرده‌اید؟	۳/۲۵	۰/۸۹۳	
	۱۳	از طریق تکنیک واقعیت مجازی تا چه میزان نگرش مثبت تری نسبت به اقدامات قبل، حین و ضمن زلزله پیدا کرده‌اید؟	۳/۴	۰/۹۷۶	
	۱۴	از طریق تکنیک واقعیت مجازی تا چه میزان برای مواجهه با زلزله آماده تر شده‌اید؟	۲/۹۹	۱/۰۴۹	
	۱۵	از طریق تکنیک واقعیت مجازی تا چه میزان مهارت و توانایی بیشتری برای مواجهه با زلزله کسب کرده‌اید؟	۳/۳۵	۰/۹۲۹	
	تقارن	۱۶	تا چه میزان آموزش زلزله از طریق تکنیک واقعیت مجازی باعث شد بتوانید سریع تر از وسایل و ابزارهای مورد نیاز برای کاهش خطرات و صدمات احتمالی زلزله استفاده کنید؟	۳/۰۱	۰/۹۸۷
		۱۷	تا چه میزان آموزش زلزله از طریق تکنیک واقعیت مجازی باعث شد بتوانید در مواجهه با زلزله استرس و خونسردی خود را کنترل کنید؟	۳/۱۵	۱/۱۵۹
		۱۸	تا چه میزان آموزش زلزله از طریق تکنیک واقعیت مجازی باعث شد قدرت تصمیم‌گیری شما در هنگام وقوع زلزله افزایش یابد؟	۳/۱۹	۱/۰۸
۱۹		تا چه میزان آموزش زلزله از طریق تکنیک واقعیت مجازی باعث شد بتوانید در هنگام وقوع زلزله ابتکار و خلاقیت بیشتری از خود نشان دهید؟	۳/۲۶	۰/۸۳۸	
۲۰		تا چه میزان آموزش زلزله از طریق تکنیک واقعیت مجازی باعث شد بعد از زلزله، عضو مفید و موثری برای کمک و نجات دیگران باشید؟	۳/۱	۱/۰۱۴	
تایید	۲۱	تا چه میزان آگاهی و واکنش صحیح شما قبل، حین و بعد از زلزله با استفاده از تکنیک واقعیت مجازی هزینه‌های زلزله را برای افراد و جامعه کاهش خواهد داد؟	۳/۱۶	۰/۹۶۱	
	۲۲	تا چه میزان آگاهی و واکنش صحیح شما قبل، حین و بعد از زلزله با استفاده از تکنیک واقعیت مجازی فعالیت‌های نیروهای امداد و نجات را در هنگام وقوع زلزله راحت‌تر خواهد کرد؟	۳/۳۵	۰/۹۵۶	
	۲۳	تا چه میزان آگاهی و واکنش صحیح شما قبل، حین و بعد از زلزله با استفاده از تکنیک واقعیت مجازی پیامدهای منفی زلزله را برای افراد و جامعه کمتر خواهد کرد؟	۳/۲۱	۰/۹۳۷	
	۲۴	تا چه میزان آگاهی و واکنش صحیح شما قبل، حین و بعد از زلزله با استفاده از تکنیک واقعیت مجازی افراد دیگر را ترغیب خواهد کرد که در این خصوص آموزش صحیح ببینند؟	۳/۲۴	۱/۰۴۶	

سطح	ردیف	سؤال	میانگین	انحراف معیار
	۲۵	تا چه میزان آگاهی و واکنش صحیح شما قبل، حین و بعد از زلزله با استفاده از تکنیک واقعیت مجازی مشکلاتی که در هنگام امداد و نجات پیش می‌آید را کاهش خواهد داد؟	۳/۰۴	۰/۹۷۴

(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۰)

### یافته‌های استنباطی

#### تحلیل پاسخ به سؤال‌ها

در این قسمت سؤال‌ها پژوهش تک‌به‌تک مطرح و با توجه به جدول تحلیل داده‌ها که از SPSS استخراج شد، توضیحات مربوط به یافته‌ها بیان می‌شود.

سؤال اول: آموزش‌های صورت گرفته از طریق تکنیک واقعیت مجازی تا چه میزان برای شهروندان از اثربخشی لازم برخوردار بوده است؟

جدول ۳. تجزیه و تحلیل آزمون تی برای بررسی اثربخشی آموزش‌های صورت گرفته با استفاده از تکنیک واقعیت مجازی

Test Value= 3			انحراف استاندارد	میانگین	تعداد
سطح معنی‌داری	درجه آزادی	t			
۰/۰۰۹	۷۹	۲/۶۶۷	۰/۶۱۵	۳/۱۸	۸۰

(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۰)

با توجه به جدول (۳)، در مقایسه میانگین تجربی و نظری مشاهده می‌شود که میانگین تجربی ( $M= 3/18$ ) بیشتر از میانگین نظری است. به منظور بررسی تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها، نتایج آزمون تی نشان داد ( $df= 79, p= 0/009, t= 2/667$ ) فرض صفر مبنی بر عدم تفاوت بین میانگین‌ها رد و فرض مقابل پذیرفته می‌شود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که آموزش‌های صورت گرفته از طریق تکنیک واقعیت مجازی به لحاظ آماری اثربخش بوده است. سؤال دوم: تا چه اندازه آموزش‌های صورت گرفته از طریق تکنیک واقعیت مجازی می‌تواند واکنش شهروندان را در برابر زلزله ارتقاء دهد؟

#### جدول ۴. تجزیه و تحلیل آزمون تی برای بررسی سطح واکنش

Test Value= 3			انحراف استاندارد	میانگین	تعداد
سطح معنی‌داری	درجه آزادی	t			
۰/۰۲۸	۷۹	۲/۲۳۴	۰/۷۱۷	۳/۱۷۹	۸۰

(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۰)

با توجه به (جدول ۴)، در مقایسه میانگین تجربی و نظری مشاهده می‌شود که میانگین تجربی ( $M= 3/179$ ) بیشتر از میانگین نظری است. به منظور بررسی تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها، نتایج آزمون تی نشان داد ( $df= 79, p= 0/028, t= 2/234$ ) فرض صفر مبنی بر عدم تفاوت بین میانگین‌ها رد و فرض مقابل پذیرفته می‌شود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که واکنش شهروندان نسبت به آموزش‌های صورت گرفته از طریق تکنیک واقعیت مجازی از مطلوبیت برخوردار است.

سؤال سوم: تا چه اندازه آموزش‌های صورت گرفته از طریق تکنیک واقعیت مجازی می‌تواند میزان یادگیری شهروندان را در برابر زلزله ارتقاء دهد؟

جدول ۵- تجزیه و تحلیل آزمون تی برای بررسی سطح یادگیری

Test Value= 3			انحراف استاندارد	میانگین	تعداد
سطح معنی داری	درجه آزادی	t			
۰/۰۲۷	۷۹	۲/۲۵۱	۰/۶۵۱	۳/۱۶۳	۸۰

(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۰)

با توجه به (جدول ۵)، در مقایسه میانگین تجربی و نظری مشاهده می‌شود که میانگین تجربی ( $M= ۳/۱۶۳$ ) بیشتر از میانگین نظری است. به منظور بررسی تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها، نتایج آزمون تی نشان داد ( $df= ۷۹$ ,  $p= ۰/۰۲۷$ )،  $t= ۲/۲۵۱$ ) فرض صفر مبنی بر عدم تفاوت بین میانگین‌ها رد و فرض مقابل پذیرفته می‌شود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که میزان یادگیری شهروندان نسبت به آموزش‌های صورت گرفته از طریق تکنیک واقعیت مجازی مطلوب است. سؤال چهارم: تا چه اندازه آموزش‌های صورت گرفته از طریق تکنیک واقعیت مجازی می‌تواند رفتار شهروندان را در برابر زلزله ارتقا دهد؟

جدول ۶. تجزیه و تحلیل آزمون تی برای بررسی سطح رفتار

Test Value= 3			انحراف استاندارد	میانگین	تعداد
سطح معنی داری	درجه آزادی	t			
۰/۰۴۴	۷۹	۲/۰۴۵	۰/۷۲۷	۳/۱۶۶	۸۰

(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۰)

با توجه به (جدول ۶)، در مقایسه میانگین تجربی و نظری مشاهده می‌شود که میانگین تجربی ( $M= ۳/۱۶۶$ ) بیشتر از میانگین نظری است. به منظور بررسی تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها، نتایج آزمون تی نشان داد ( $df= ۷۹$ ,  $p= ۰/۰۴۴$ )،  $t= ۲/۰۴۵$ ) فرض صفر مبنی بر عدم تفاوت بین میانگین‌ها رد و فرض مقابل پذیرفته می‌شود. بدین ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که تغییر در رفتار شهروندان براساس آموزش‌های صورت گرفته از طریق تکنیک واقعیت مجازی قابل قبول بوده است.

سؤال پنجم: تا چه اندازه آموزش‌های صورت گرفته از طریق تکنیک واقعیت مجازی می‌تواند نتایج مفید و موثری برای شهروندان در برابر زلزله داشته باشد؟

جدول ۷. تجزیه و تحلیل آزمون تی برای بررسی سطح نتایج

Test Value= 3			انحراف استاندارد	میانگین	تعداد
سطح معنی داری	درجه آزادی	t			
۰/۰۰۴	۷۹	۲/۹۳۷	۰/۶۸۲	۳/۲۲۴	۸۰

(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۰)

با توجه به (جدول ۷)، در مقایسه میانگین تجربی و نظری مشاهده می‌شود که میانگین تجربی ( $M= ۳/۲۲۴$ ) بیشتر از میانگین نظری است. به منظور بررسی تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها، نتایج آزمون تی نشان داد ( $df= ۷۹$ ,  $p= ۰/۰۰۴$ )،  $t= ۲/۹۳۷$ ) فرض صفر مبنی بر عدم تفاوت بین میانگین‌ها رد و فرض مقابل پذیرفته می‌شود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در سطح نتایج آموزش‌های صورت گرفته از طریق تکنیک واقعیت مجازی مطلوب است.

### بررسی تفاوت میان متغیرهای پژوهش براساس متغیرهای جمعیت‌شناختی

در این قسمت به تجزیه و تحلیل تفاوت میان متغیرهای پژوهش براساس متغیرهای جمعیت‌شناختی پرداخته می‌شود.

### بررسی متغیرها بر اساس جنسیت پاسخ دهندگان

اگر فرضیه مطرح شده به مقایسه میانگین دو جامعه پردازد برای بررسی صحت و سقم آن باید از آزمون مقایسه میانگین دو جامعه استفاده کرد. برای استفاده از این آزمون وجود یک متغیر کمی و یک متغیر طبقه‌ای الزامی است. متغیر کمی همان متغیر وابسته و متغیر مورد مقایسه در دو جامعه است، ولی متغیر طبقه‌ای همان متغیر مستقل است و متغیری است که جامعه‌ها را از یکدیگر متمایز می‌کند. این آزمون به بررسی فرضیه زیر می‌پردازد:

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 = \mu_2 \\ H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \end{cases}$$

برای آزمون تساوی میانگین دو جامعه لازم است ابتدا بررسی شود که آیا واریانس دو جامعه برابرند یا خیر. به عبارت دیگر آزمون تساوی واریانس‌ها مقدم بر آزمون تساوی میانگین هاست. جهت آزمون تساوی واریانس‌ها از آزمون لوین استفاده می‌گردد. چنانچه مقدار معناداری (sig) مربوط به این آزمون کوچک‌تر از ۰/۰۵ باشد، فرض برابری واریانس‌ها رد می‌گردد و در غیر این صورت فرض برابری واریانس‌ها تأیید می‌گردد (خدایی، ۱۳۹۴: ۴۶). در جداول (۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۴) نتایج بدست آمده از آزمون مقایسه میانگین دو جامعه مستقل برای متغیرهای پژوهش نشان داده شده است.

جدول ۸. نتایج آزمون تی سطح واکنش برحسب نمونه پژوهش

جنسیت	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	خطای استاندارد میانگین	t	درجه آزادی	سطح معناداری
زن	۴۰	۳/۱۷۵	۰/۷۹۱	۰/۱۲۵	-۰/۰۵۲	۷۸	۰/۳۰۲
مرد	۴۰	۳/۱۸۳	۰/۶۴۴	۰/۱۰۱	-	-	-

(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۰)

با توجه به (جدول ۸)، میانگین سطح واکنش در جنسیت زن ( $M= 3/175$ ) کمتر از میانگین واکنش در جنسیت مرد ( $M= 3/183$ ) است. با توجه به همگنی واریانس‌ها ( $f= 1/078, p= 0/959$ )، به منظور بررسی تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها نتایج آزمون تی ( $t= -0/052, df= 78, p= 0/302$ )، نشان داد فرض صفر مبنی بر عدم تفاوت میانگین‌ها قبول و فرض مقابل رد می‌شود. بدین ترتیب می‌توان نتیجه گرفت در سطح واکنش، بین شهروندان زن و مرد تفاوت وجود ندارد.

جدول ۹. نتایج آزمون تی سطح یادگیری برحسب نمونه پژوهش

جنسیت	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	خطای استاندارد میانگین	t	درجه آزادی	سطح معنی‌داری
زن	۴۰	۳/۱۵	۰/۶۵۷	۰/۱۰۳	-۰/۱۹	۷۸	۰/۶۶۸
مرد	۴۰	۳/۱۷۷	۰/۶۵۳	۰/۱۰۳	-	-	-

(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۰)

با توجه به (جدول ۹)، میانگین سطح یادگیری در جنسیت زن ( $M= 3/15$ ) کمتر از میانگین واکنش در جنسیت مرد ( $M= 3/177$ ) است. با توجه به همگنی واریانس‌ها ( $f= 0/185, p= 0/85$ )، به منظور بررسی تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها نتایج آزمون تی ( $t= -0/19, df= 78, p= 0/668$ )، نشان داد فرض صفر مبنی بر عدم تفاوت میانگین‌ها قبول و فرض مقابل رد می‌شود. بدین ترتیب می‌توان نتیجه گرفت در سطح یادگیری، بین شهروندان زن و مرد تفاوت وجود ندارد.

جدول ۱۰. نتایج آزمون تی سطح رفتار برحسب نمونه پژوهش

جنسیت	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	خطای استاندارد میانگین	t	درجه آزادی	سطح معنی‌داری
زن	۴۰	۳/۱۵۷	۰/۶۹	۰/۱۰۹	-۰/۱۱۴	۷۸	۰/۳۵۹
مرد	۴۰	۳/۱۷۵	۰/۷۷۱	۰/۱۲۲	-	-	-

(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۰)

با توجه به (جدول ۱۰)، میانگین سطح رفتار در جنسیت زن ( $M=3/157$ ) کمتر از میانگین واکنش در جنسیت مرد ( $M=3/175$ ) است. با توجه به همگنی واریانسها ( $f=0/852, p=0/91$ )، به منظور بررسی تفاوت معنادار میانگینها نتایج آزمون تی ( $t=-0/114, df=78, p=0/359$ )، نشان داد فرض صفر مبنی بر عدم تفاوت میانگینها قبول و فرض مقابل رد می‌شود. بدین ترتیب می‌توان نتیجه گرفت در سطح رفتار، بین شهروندان زن و مرد تفاوت وجود ندارد.

جدول ۱۱. نتایج آزمون تی سطح نتایج برحسب نمونه پژوهش

جنسیت	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	خطای استاندارد	t	درجه آزادی	سطح معنی‌داری
زن	۴۰	۳/۲۴۱	۰/۶۵۹	۰/۱۰۴	۰/۲۱۹	۷۸	۰/۶۷۶
مرد	۴۰	۳/۲۰۷	۰/۷۱۳	۰/۱۱۲	-	-	-

(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۰)

با توجه به (جدول ۱۱)، میانگین سطح نتایج در جنسیت زن ( $M=3/241$ ) بیشتر از میانگین واکنش در جنسیت مرد ( $M=3/207$ ) است. با توجه به همگنی واریانسها ( $f=0/176, p=0/827$ )، به منظور بررسی تفاوت معنی‌دار میانگینها نتایج آزمون تی ( $t=0/219, df=78, p=0/676$ )، نشان داد فرض صفر مبنی بر عدم تفاوت میانگینها قبول و فرض مقابل رد می‌شود. بدین ترتیب می‌توان نتیجه گرفت در سطح نتایج، بین شهروندان زن و مرد تفاوت وجود ندارد.

### بررسی متغیرها بر اساس سن پاسخ‌دهندگان

از آنجا که داده‌های متغیر سن از توزیع نرمال پیروی نمی‌کنند، با استفاده از آزمون کروسکال والیس<sup>۱</sup> به بررسی تفاوت بین متغیرها بر اساس سن نمونه آماری پرداخته شده است.

جدول ۱۲. نتایج آزمون کروسکال والیس سطح واکنش برحسب نمونه پژوهش

سن	تعداد	میانگین رتبه	کروسکال والیس	درجه آزادی	سطح معناداری
۱۹-۲۲	۱۳	۳۶/۱۹	۴/۳۶۷	۲	۰/۱۱۳
۲۳-۲۶	۳۹	۳۶/۶۴	-	-	-
۲۷-۳۰	۲۸	۴۷/۸۸	-	-	-

(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۰)

با توجه به جدول فوق، افراد ۲۷ تا ۳۰ سال بیشترین میانگین رتبه را در سطح واکنش دارند. به منظور بررسی تفاوت معنی‌دار میانگینها، نتایج آزمون کروسکال والیس نشان داد ( $df=2, p=0/113$ ) فرض صفر مبنی بر عدم تفاوت بین میانگینها قبول و فرض مقابل رد می‌شود. بدین ترتیب می‌توان نتیجه گرفت در سطح واکنش، بین میانگینهای متغیر سن تفاوت وجود ندارد.

جدول ۱۳. نتایج آزمون کروسکال والیس سطح یادگیری برحسب نمونه پژوهش

سن	تعداد	میانگین رتبه	کروسکال والیس	درجه آزادی	سطح معنی‌داری
۱۹-۲۲	۱۳	۳۶/۵۸	۲/۱۲	۲	۰/۳۴۶
۲۳-۲۶	۳۹	۳۸/۱۵	-	-	-
۲۷-۳۰	۲۸	۴۵/۵۹	-	-	-

(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۰)

با توجه به (جدول ۱۳)، افراد ۲۷ تا ۳۰ سال بیشترین میانگین رتبه را در سطح یادگیری دارند. به منظور بررسی تفاوت

<sup>۱</sup> - Kruskal- Wallis H test

معنی دار میانگین‌ها، نتایج آزمون کروسکال والیس نشان داد ( $p=0/346$ ،  $df=2$ ) فرض صفر مبنی بر عدم تفاوت بین میانگین‌ها قبول و فرض مقابل رد می‌شود. بدین ترتیب می‌توان نتیجه گرفت در سطح یادگیری، بین میانگین‌های متغیر سن تفاوت وجود ندارد.

جدول ۱۴. نتایج آزمون کروسکال والیس سطح رفتار برحسب نمونه پژوهش

سن	تعداد	میانگین رتبه	کروسکال والیس	درجه آزادی	سطح معناداری
۲۲-۱۹	۱۳	۳۰/۱۹	۵/۶۱۷	۲	۰/۰۶
۲۶-۲۳	۳۹	۳۸/۶۸	-	-	-
۳۰-۲۷	۲۸	۴۷/۸۲	-	-	-

(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۰)

با توجه به (جدول ۱۴)، افراد ۲۷ تا ۳۰ سال بیشترین میانگین رتبه را در سطح رفتار دارند. به منظور بررسی تفاوت معنی دار میانگین‌ها، نتایج آزمون کروسکال والیس نشان داد ( $p=0/06$ ،  $df=2$ ) فرض صفر مبنی بر عدم تفاوت بین میانگین‌ها قبول و فرض مقابل رد می‌شود. بدین ترتیب می‌توان نتیجه گرفت در سطح رفتار، بین میانگین‌های متغیر سن تفاوت وجود ندارد.

جدول ۱۵. نتایج آزمون کروسکال والیس سطح نتایج برحسب نمونه پژوهش

سن	تعداد	میانگین رتبه	کروسکال والیس	درجه آزادی	سطح معنی داری
۲۲-۱۹	۱۳	۳۷/۸۵	۱/۸۲۲	۲	۰/۴۰۲
۲۶-۲۳	۳۹	۳۷/۹۷	-	-	-
۳۰-۲۷	۲۸	۴۵/۲۵	-	-	-

(منبع: نویسندگان، ۱۴۰۰)

با توجه به (جدول ۱۵)، افراد ۲۷ تا ۳۰ سال بیشترین میانگین رتبه را در سطح نتایج دارند. به منظور بررسی تفاوت معنی دار میانگین‌ها، نتایج آزمون کروسکال والیس نشان داد ( $p=0/402$ ،  $df=2$ ) فرض صفر مبنی بر عدم تفاوت بین میانگین‌ها قبول و فرض مقابل رد می‌شود. بدین ترتیب می‌توان نتیجه گرفت در سطح نتایج، بین میانگین‌های متغیر سن تفاوت وجود ندارد.

## بحث

آمادگی برای مواجهه با مخاطرات محیطی و بخصوص مخاطراتی که دو ویژگی وقوع ناگهانی و غیرقابل پیش‌بینی را دارند از اصول اساسی مدیریت بحران می‌باشد. در همین راستا آموزش نقش مهمی را در یادگیری و آمادگی افراد جهت مواجهه با این پدیده‌ها دارد. مدل کرک پاتریک از جمله مدل‌هایی است که سنجش مطلوبی از میزان یادگیری و واکنش‌های رفتاری افراد در مواجهه با پدیده‌های مختلف انجام می‌دهد. ترکیب این مدل با تکنیک واقعیت مجازی نتایج مطلوبتری را به همراه داشته است. به طوریکه تحلیل نتایج در سطح واکنش نشان می‌دهد با توجه به اینکه میانگین تجربی از میانگین نظری بزرگتر است و مقدار  $t$  در سطح  $0/05$  معنادار می‌باشد، لذا نتیجه گرفته می‌شود واکنش شهروندان نسبت به آموزش‌های صورت گرفته از مطلوبیت برخوردار است. به عبارت دیگر، شهروندان نسبت به تکنیک یا شیوه آموزش، امکانات و محتوای مورد آموزش رضایت دارند. همچنین تحلیل نتایج در سطح یادگیری حاکی از آنست که با توجه به این که میانگین تجربی از میانگین نظری بزرگتر است و مقدار  $t$  در سطح  $0/05$  معنادار می‌باشد، لذا نتیجه گرفته می‌شود میزان یادگیری شهروندان نسبت به آموزش‌های صورت گرفته از مطلوبیت برخوردار است. به عبارت دیگر،



آموزش‌های ارائه شده به وسیله‌ی تکنیک واقعیت مجازی در کسب دانش جدید، افزایش مهارت و توانایی شهروندان نقش موثری داشته است. از طرفی تحلیل نتایج در سطح رفتار نشان می‌دهد که تغییر در رفتار شهروندان نسبت به آموزش‌های صورت گرفته از وضعیت مطلوبی برخوردار است. به عبارت دیگر، آموزش‌های ارائه شده به وسیله‌ی تکنیک واقعیت مجازی در بهبود رفتار شهروندان (نظیر کار با کیفیت و سریع، نظم و انضباط، خلاقیت و نوآوری) نقش موثری داشته است. معنادار بودن مقدار  $t$  در سطح  $0/05$ ، و بزرگتر بودن میانگین تجربی نسبت به میانگین نظری دلیلی بر این مدعاست. همچنین بررسی سطح نتایج شهروندان نسبت به آموزش‌های صورت گرفته از طریق تکنیک واقعیت مجازی نشان می‌دهد که میانگین تجربی از میانگین نظری بزرگتر است و مقدار  $t$  در سطح  $0/05$  معنادار می‌باشد. این بدان معناست که سطح نتایج شهروندان نسبت به آموزش‌های صورت گرفته از مطلوبیت برخوردار است. به عبارت دیگر آموزش‌های ارائه شده به وسیله‌ی تکنیک واقعیت مجازی می‌تواند در افزایش کیفیت خدمات و کاهش هزینه‌ها و تلفات نقش موثری داشته باشد. به طور کلی نتایج به دست آمده از سطوح واکنش، یادگیری، رفتار و نتایج نشان می‌دهد که شهروندان واکنش مطلوبی نسبت به آموزش‌های صورت گرفته از طریق تکنیک واقعیت مجازی داشته‌اند، این آموزش‌ها در میزان یادگیری آنها تاثیر معنی‌داری داشته است. مهارت‌های آنها را بهبود بخشیده است و می‌تواند نتایج مطلوبی برای افراد و جامعه به همراه داشته باشد.

### نتیجه گیری

نتایج نشان می‌دهد که میانگین اثربخشی آموزش‌های صورت گرفته به وسیله تکنیک واقعیت مجازی در جهت ارتقای عملکرد شهروندان برابر با  $3/18$  بوده است. مقدار  $t$  در سطح  $0/05$  معنادار می‌باشد، لذا تفاوت معناداری بین میانگین نظری و میانگین تجربی وجود دارد و با توجه به این امر که میانگین تجربی از میانگین نظری بزرگتر است، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که آموزش‌های صورت گرفته به وسیله تکنیک واقعیت مجازی به لحاظ آماری اثربخش بوده است. همچنین نتایج به دست آمده از متغیرهای جمعیت‌شناسی نشان می‌دهد که در چهار سطح واکنش، یادگیری، رفتار و نتایج، بین متغیرهای پژوهش از لحاظ جنسیت تفاوت وجود ندارد. این امر بدین معنا می‌باشد که پاسخ‌دهندگان زن و مرد نظر متفاوتی نسبت به متغیرهای پژوهش نداشته‌اند. همچنین نتایج به دست آمده در چهار سطح واکنش، یادگیری، رفتار و نتایج نشان می‌دهد بین متغیرهای پژوهش بر اساس سن تفاوت وجود ندارد. این امر نیز بدین معنا می‌باشد که پاسخ‌دهندگان گروه‌های مختلف سنی نظر متفاوتی نسبت به متغیرهای پژوهش نداشته‌اند.

### منابع فارسی

- ۱- باستانی، جواد (۱۳۹۹). تبیین و ارائه الگوی مناسب جهت تخلیه جمعیت در حرم مطهر امام رضا (ع) در مواقع بحران، رساله دکترای رشته مدیریت بحران، دانشگاه شهید باهنر کرمان.
- ۲- پورخسروانی، محسن؛ کریمی، صادق (۱۴۰۲). رخدادهای و مخاطرات ژئومورفیک با تاکید بر فرآیندهای زمینی و هیدرواقلمی، انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان، چاپ اول، صص ۳۵۸.
- ۳- پورخسروانی، محسن؛ غضنفرپور، حسین؛ سلیمانی ساردو، مهدیه (۱۳۹۳). بررسی توزیع فضایی مراکز جاذب جمعیتی نسبت به ساختار تکتونیکی شهر کرمان، فصلنامه جغرافیا و آمایش شهری- منطقه‌ای، سال پنجم، شماره ۱۷، صص ۱۷۲-۱۴۹. doi: 10.22111/gaij.2016.2276
- ۴- پورشریفی، جواد؛ طیبیان، منوچهر؛ مسعود، محمد؛ طغیانی، شیرین (۱۴۰۰). سنجش تاب آوری کالبدی شهر قزوین در برابر زلزله با رویکرد ساختگاه طبیعی شهر، فصلنامه علمی پژوهشی- جغرافیا و برنامه ریزی منطقه‌ای سال یازدهم، شماره ۲، صص ۹۱-۱۱۴.

- ۵- رجایی، بهروز؛ سلیمی، جعفر؛ عباسی، ناصر؛ باباخانی، خدیجه (۱۴۰۰). کاربردهای واقعیت مجازی و واقعیت افزوده در آموزش، سیستم‌های پردازشی و ارتباطی چندرسانه‌ای هوشمند، (IMPCS)، دوره ۲، شماره ۳، صص ۶۳-۷۰.  
[https://impcs.zanjan.iau.ir/article\\_693857.html?lang=fa](https://impcs.zanjan.iau.ir/article_693857.html?lang=fa)
- ۶- رضائی فورگ، منیره (۱۳۹۱). اثربخشی ارزشیابی دانشجویان از تدریس اعضای هیات علمی دانشگاه بیرجند با رویکرد مدل کرک‌پاتریک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه بیرجند.
- ۷- حسینی زحمتکش، ریحانه سادات؛ وزیری مجید؛ یاقوتی، ابراهیم (۱۴۰۰). بررسی مسئولیت مدنی دولت در جبران خسارات مخاطرات طبیعی و نقش مدیریت بحران در آن (مطالعه موردی سیل). مجله حقوق پزشکی ویژه نامه نوآوری حقوقی، جلد ۱۵، صص ۶۳۰-۶۲۱.  
<https://ijmedicallaw.ir/article-1-1437-fa.html>
- ۸- سنجری‌نیا، رویا (۱۴۰۰). مدیریت بحران زلزله با تاکید بر زلزله سرپل ذهاب، فصلنامه پیشرفت و توسعه استان کرمانشاه، دوره ۱، شماره ۲، صص ۵۶-۳۱.

Doi: 10.22034/mpo.2021.133455

- ۹- نصیری هنده خاله، اسماعیل (۱۴۰۰). تحلیل آسیب پذیری اجتماعی بافت های فرسوده شهری کلانشهر کرج در برابر بحران زلزله با استفاده از مدل ویکور (مطالعه موردی: کرج کهن)، فصلنامه علمی پژوهشی- جغرافیا و برنامه ریزی منطقه‌ای سال دوازدهم، شماره ۱، صص ۵۰-۳۱. Doi: 10.22034/jgeoq.2021.139985
- ۱۰- یوسف‌زاده، محمدرضا؛ علیمردانی، اکرم (۱۳۹۶). ارزشیابی اثربخشی دوره آموزشی عملیات انتظامی براساس مدل کرک-پاتریک. مجله انتظام اجتماعی، جلد ۹، شماره ۱، صص ۴۶-۲۳.  
[http://sopra.jrl.police.ir/article\\_70366.html](http://sopra.jrl.police.ir/article_70366.html)

## ۲. منابع انگلیسی

- 11- Feng, Zhenan, González, Vicente A., Spearpoint, Michael, Thomas, Jared, Ellis, Debra, Lovreglio, Ruggiero (2020). How people make decisions during earthquakes and post-earthquake evacuation: Using Verbal Protocol Analysis in Immersive Virtual Reality, *Safety Science* 129(15):104837. DOI: 10.1016/j.ssci.2020.104837
- 12- Feng, Zh, González, V., Amor, R, Spearpoint, M., Thomas, J.A., Sacks, R., Lovreglio, R., Cabrera-Guerrero, G (2020). An immersive virtual reality serious game to enhance earthquake behavioral responses and post-earthquake evacuation preparedness in buildings, *Advanced Engineering Informatics* 45:101118. DOI: 10.1016/j.aei.2020.101118.
- 13- Feng, Zhenan, González, Vicente A., Mutch, Carol, Amor, Robert, Rahouti, Anass, Baghouz, Anouar, Li, Nan, Cabrera-Guerrero, Guillermo (2020). Towards a customizable immersive virtual reality serious game for earthquake emergency training, *Advanced Engineering Informatics* 46(2):101134. DOI: 10.1016/j.aei.2020.101134.
- 14- Feng, Zh, González, V., Amor, R, Spearpoint, M., Thomas, J.A., Sacks, R., Lovreglio, R., Cabrera-Guerrero, G., Paes, D (2022). A sequence analysis of behaviors in immersive virtual reality for indoor earthquake and post-earthquake evacuation, *International Journal of Disaster Risk Reduction* 75:102978, DOI: 10.1016/j.ijdrr.2022.102978.
- 15- Lovreglio, R., Gonzalez, V., Feng, Zh., Amor, R., Spearpoint, M., Thomas, J., Trotter, M., Sacks, R (2018). Prototyping virtual reality serious games for building earthquake preparedness: The Auckland City Hospital case study, *Advanced Engineering Informatics*, 38(1), 670-682. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2018.08.018>.
- 16- Lu, X., Yang, Zh., Xu, Zh., Xiong, Ch (2020). Scenario simulation of indoor post-earthquake fire rescue based on building information model and virtual reality, *Advances in Engineering Software*, 143(1), DOI: 10.1016/j.advengsoft.2020.102792
- 17- Sukirman, S., ArifWibisono, R., Sujalwo, R (2019): Self-Evacuation Drills by Mobile Virtual Reality Application to Enhance Earthquake Preparedness, *Procedia Computer Science* 157:247-254. DOI: 10.1016/j.procs.2019.08.164.
- 18- Sussmann, S., Vanhegan, H. (2000). Virtual Reality and the Tourism Product Substitution or

Complement?, Proceedings of the 8th European Conference on Information Systems, Trends in Information and Communication Systems for the 21st Century, Vienna, Austria, July 3-5 (ECIS), pp. 1077-1083.

- 19- Zhang, F., Xu, Zh., Yang, Y., Qi, M., Huazhen, Zh (2021). Virtual reality-based evaluation of indoor earthquake safety actions for occupants, *Advanced Engineering Informatics* 49:101351, DOI: 10.1016/j.aei. 2021.101351.

### ۳. منابع کامل

1. Bastani, J (2019). Explaining and presenting a suitable model for evacuating the population in the holy shrine of Imam Reza (a.s.) in times of crisis, PhD thesis in the field of crisis management, Shahid Bahonar University of Kerman. [In Persian]
2. Feng, Zhenan, González, Vicente A., Spearpoint, Michael, Thomas, Jared, Ellis, Debra, Lovreglio, Ruggiero (2020). How people make decisions during earthquakes and post-earthquake evacuation: Using Verbal Protocol Analysis in Immersive Virtual Reality, *Safety Science* 129(15):104837. DOI: 10.1016/j.ssci.2020.104837.
3. Feng, Zh, González, V., Amor, R, Spearpoint, M., Thomas, J.A., Sacks, R., Lovreglio, R., Cabrera-Guerrero, G (2020). An immersive virtual reality serious game to enhance earthquake behavioral responses and post-earthquake evacuation preparedness in buildings, *Advanced Engineering Informatics* 45:101118. DOI: 10.1016/j.aei. 2020. 101118.
4. Feng, Zhenan, González, Vicente A., Mutch, Carol, Amor, Robert, Rahouti, Anass, Baghouz, Anouar, Li, Nan, Cabrera-Guerrero, Guillermo (2020). Towards a customizable immersive virtual reality serious game for earthquake emergency training, *Advanced Engineering Informatics* 46(2):101134. DOI: 10.1016/j.aei.2020.101134.
5. Feng, Zh, González, V., Amor, R, Spearpoint, M., Thomas, J.A., Sacks, R., Lovreglio, R., Cabrera-Guerrero, G., Paes, D (2022). A sequence analysis of behaviors in immersive virtual reality for indoor earthquake and post-earthquake evacuation, *International Journal of Disaster Risk Reduction* 75:102978, DOI: 10.1016/j.ijdr.2022.102978.
6. Hosseini Zahmatkesh R S, Vaziri M, Yaghouti E. Investigating Government Civil Liability In Compensating For Natural Hazards And The Role Of Crisis Management In Reducing It (Flood case study). *MLJ* 2021; 15:621-630 [In Persian]
8. Lovreglio, R., Gonzalez, V., Feng, Zh., Amor, R., Spearpoint, M., Thomas, J., Trotter, M., Sacks, R (2018). Prototyping virtual reality serious games for building earthquake preparedness: The Auckland City Hospital case study, *Advanced Engineering Informatics*, 38(1), 670-682. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2018.08.018>.
9. Lu, X., Yang, Zh., Xu, Zh., Xiong, Ch (2020). Scenario simulation of indoor post-earthquake fire rescue based on building information model and virtual reality, *Advances in Engineering Software*, 143(1), DOI: 10.1016/j.advensoft.2020.102792.
10. Nasiri hendeh khaleh, E. (2021). The Analysis of Social Vulnerability of the Metered Urban Waste Metals of the Karaj Metropolitan Region against the Earthquake Crisis Using the VIKOR Model (Case Study: Karaj, Ancient). *Geography (Regional Planning)*, 11(45), 50-31. doi: 10.22034/jgeoq.2021.139985 [In Persian]
11. Pourkhosravani, M., Ghazanfarpour, D. H., & mousavi, S. E. (2016). Study the spatial distribution of populating attractive centers spatial distribution in relation with tectonic structure of Kerman city. *Geography and Territorial Spatial Arrangement*, 5(17), 149-172. doi: 10.22111/gaij.2016.2276 [In Persian]
12. Pourkhosravani, M, Karimi, S (2023). Geomorphic events and hazards with an emphasis on terrestrial and hydroclimatic processes, Shahid Bahonar University Publications, Kerman. Pp: 358. [In Persian]
13. Poursharifi, J., Tabibian, M., Masoud, M., & Toghiani, S. (2021). Evaluation of physical resilient of the city of Qazvin against earthquake with the approach of natural site of the city. *Geography (Regional Planning)*, 11(42), 91-114. [In Persian]
14. Rajaei, B., salimi, J., abbasi, N., babakhani, K (2021). Applications of Virtual Reality and Augmented Reality in Education. *Intelligent Multimedia Processing and Communication Systems (IMPCS)*, 2(3), 63-70. [In Persian]
15. Rezaei Forg, M (2013). Effectiveness of students' evaluation of the teaching of academic staff

- members of Birjand University with Kirk-Patrick's model approach. MA thesis, Birjand University.
16. Sanjarinia, R (2021). Earthquake crisis management with emphasis on Sarpol-e Zahab earthquake, scientific progress and development of Kermanshah, 1(2): 31-56.[In Persian]
  17. Sukirman, S., ArifWibisono, R., Sujalwo, R (2019): Self-Evacuation Drills by Mobile Virtual Reality Application to Enhance Earthquake Preparedness, *Procedia Computer Science* 157:247-254. DOI: 10.1016/j.procs.2019.08.164.
  18. Sussmann, S., Vanhegan, H. (2000). Virtual Reality and the Tourism Product Substitution or Complement?, *Proceedings of the 8th European Conference on Information Systems, Trends in Information and Communication Systems for the 21st Century, Vienna, Austria, July 3-5 (ECIS)*, pp. 1077–1083.
  19. Yousefzade, M., Alimardani, A (2017). Evaluation of the Effectiveness of Police Operations Training Course Based on Kirk Patrick Model. *Journal of Social Order*, 9(1), 23-46. [In Persian]
  20. Zhang, F., Xu, Zh., Yang, Y., Qi, M., Huazhen, Zh (2021). Virtual reality-based evaluation of indoor earthquake safety actions for occupants, *Advanced Engineering Informatics* 49:101351, DOI: 10.1016/j.aei. 2021.101351.