

ارائه الگویی برای بررسی بحران‌های ناشی از زلزله احتمالی با شدت‌های مختلف با توجه به استحکام ساختمان از دیدگاه ایمنی بهداشت محیط زیست در مراکز آموزش عالی (مطالعه موردی دانشکده عمران دانشگاه آزاد اسلامی قزوین)

مهدی زحمت کشان^۱، منوچهر امیدواری^{۲*}، حسن آقابرانی^۳

^۱ کارشناس ارشد دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

^۲ استادیار دانشکده مهندسی صنایع و مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی قزوین، ایران (عهده‌دار مکاتبات)

^۳ استادیار دانشکده مهندسی عمران و نقشه برداری، دانشگاه آزاد اسلامی قزوین، ایران

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۱، اصلاحیه: آبان ۱۳۹۱، پذیرش: فروردین ۱۳۹۲

چکیده

در کشور ایران بحث زلزله و خطرات و خسارات آن از مهم‌ترین مسایلی است که در بحث مدیریت بحران مطرح می‌باشد. مراکز آموزش عالی از مهم‌ترین سازمان‌هایی هستند که در آن سرمایه‌های انسانی، تجهیزات علمی و تاریخی قابل توجهی وجود دارد که لازم است مورد توجه قرار گیرد. در این تحقیق با بهره‌گیری از روش PSHA و تلفیق آن با منطق AHP و با استفاده از تکنیک FMEA اقدام به ارائه الگویی در خصوص ارزیابی ریسک گردید. نتایج نشان داد که ساختمان دانشکده عمران دارای ساختار ریسک قابل قبول در خصوص زلزله‌های ۹ ریشتر بوده (به دلیل احتمال وقوع بسیار کم زلزله ۹ ریشتر در منطقه) ولی در ارتباط با زلزله‌های ۸ ریشتر دارای ریسک غیر قابل قبول ولی قابل تحمل و در زلزله‌های ۷ ریشتر دارای ریسک غیر قابل تحمل می‌باشد. با توجه به ساختار ساختمان که دارای مقاومت کافی در مقابل زلزله می‌باشد در خصوص نحوه و نوع استفاده و چیدمان کاربری لازم است مورد بازنگری قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی ریسک زلزله، ایمنی بهداشت محیط زیست، مراکز آموزش عالی

۱- مقدمه

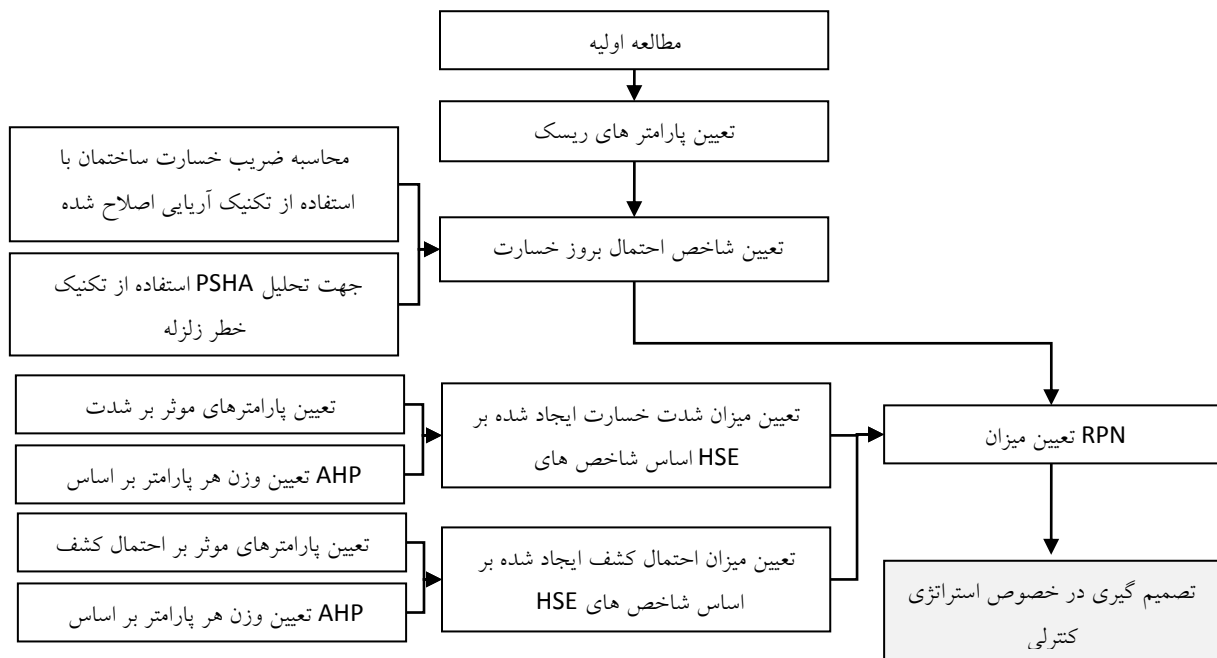
آسیب پذیری مراکز آموزش عالی در خصوص بحران‌های مختلف در مراکز آموزش عالی ارائه نمودند که در آن ساکنین، ساختار ساختمان و لایه‌های کنترلی ایجاد شده به عنوان پارامترهای مؤثر بر آسیب‌پذیری در مراکز آموزش عالی معرفی شد [۲۰]. در مقاله‌ای که Kuligowski و Mileti در سال ۲۰۰۹ ارائه نمودند، به بحث تخلیه ساختمان‌های بحران زده اشاره نمودند که در این مقاله چنین عنوان گردیده است که هم تحقیقات بحران‌های اجتماعی، هم حریق ساختمان‌ها نشان داد که مردم به اخطارهای شفاهی و راهنمایی‌های فیزیکی سریعاً پاسخ نمی‌دهند. به جای تشخیص و تأیید راهنماها مردم برای انجام یک عمل حفاظتی تلاش خود را با تأخیر انجام می‌دهند. همچنین این تحقیق نشان داد که مشخصات بحران ایجاد شده و افرادی که تجربه چنین اتفاقاتی را دارند به چه میزان تأثیر روی تأخیر زمانی ساکنین قبل از شروع عملی مانند تخلیه می‌گذارد. از مهم‌ترین این پارامترها می‌توان به، راهنماهای محیطی، نزدیکی مکان‌های ایمن، کسب اطلاعات، جمع‌آوری اطلاعات اضافی، درک ریسک، انجام فعالیت‌هایی قبل از تخلیه را اشاره نمود [۱۷]. همچنین در مقاله‌ای دیگر، در خصوص تخلیه لازم است سیستمی را جهت ارزیابی ریسک مرتبط با تخلیه تدوین نمود. این مسئله می‌تواند در

امروزه بحث شناسایی، مهار و پیشگیری از تلفات و خسارات جانی و اقتصادی ناشی از حوادث طبیعی و انسان‌ساز که منجر به بحران می‌شوند به ویژه زلزله مورد توجه خاص محافل علمی-تحقیقاتی و مسئولین کشورهاست. چرا که با بروز یک زلزله، مقدار بسیار زیادی از سرمایه‌های یک کشور (انسانی و مالی) از بین می‌رود. از طرفی هزینه‌های بسیار زیادتری باید صرف بازسازی و باز تأمین امکانات و ساختمان‌ها گردد. نگاه به موضوع زلزله از دو جنبه اهمیت بسزایی دارد. نخست این‌که ساختمان‌ها یا ساختمان‌های مهم در کجا با چه شرایطی ساخته شوند و دیگر این‌که ساختمان‌های ساخته شده چگونه مدیریت و هدایت شوند تا در زمان وقوع زلزله کمترین آسیب به ساکنین آن‌ها وارد شود. نگاه مدیریتی به بحران‌هایی مانند زلزله این نگرش را ایجاد می‌کند که دیگر نباید به موضوع زلزله فقط و صرفاً از نگاه سازه و استحکام بنا توجه داشت بلکه نوع طراحی ایمن و چیدمان ادوات و نوع تقسیم‌بندی راه‌های خروج و برنامه‌ها و مانورهای آزمایشی آنالیز شده برای حفظ آرامش و سلامت حاضرین در ساختمان‌ها در زمان وقوع زلزله و نکاتی بسیار از این دست نیز اهمیت دارد. در همین خصوص Nori و همکارانش مدلی را جهت

* Omidvari88@yahoo.com

مراکز آموزش عالی از نظر مدیریت بحران می‌توان به تحقیق فلاحی در سال ۱۳۸۹ اشاره نمود. دانشکده معماری دانشگاه شهید بهشتی در این تحقیق به وضعیت راهروها پنجره‌ها و عمر ساختمان (بدون در نظر گرفتن شدت زلزله احتمالی) به ارائه راهکارهایی برای افزایش آگاهی دانشجویان پرداخته شده و در خصوص ملحقات غیر اصولی و سست نظیر کولرهای آبی و قفسه بندیها و کمدها پرداخته شده و بخشی از آنالیز شرایط توسط مدیریت استراتژیک SWOT انجام گرفته در پایان نامه ای که با موضوع برنامه ریزی مدیریت اجتماع محور خطر بحران زلزله در مراکز آموزش عالی تهیه شده به موضوع توانمند سازی ساکنین پرداخته و به این نتیجه رسیده که توانمند سازی ساکنین نسبت معکوس با میزان آسیب پذیری از زلزله دارد.* در تحقیق دیگری که امیدواری در خصوص بحران در مراکز آموزش عالی ارائه نموده به توانمند سازی و کاهش آسیب پذیری مراکز آموزش عالی از طریق آموزش و ایجاد ساختارهای مناسب برای یک مرکز آموزش عالی اشاره شده است.* در مقاله ای با عنوان مدیریت ایمنی ساختمان‌ها در صنایع فرایندی (موسویون و پرشن، ۱۳۸۸) به مشخص نمودن خطرات بالقوه و مدل‌هایی برای تخمین پیامدها پرداخته شده در این تحقیق بر آن شدیم با تلفیق روش PSHA و FMEA و AHP الگوی مدیریت بحران برای مراکز آموزش عالی با ملاحظات ایمنی، بهداشت و محیط زیست ارائه نماییم. با استفاده از این الگو می‌توان سیستم ممیزی بحران مناسبی را برای مراکز آموزش عالی ارائه نمود. این تحقیق بصورت مطالعه موردی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین در بزرگترین و پرخطرترین دانشکده‌ها که دارای منابع خطرات مختلفی است به اجراء در آمد.

نحوه تخلیه و مسیرهای تخلیه از ساختمان‌ها تأثیرگذار باشد در مطالعه- ای که در خصوص برنامه‌ریزی برای کاهش خسارات ناشی از زلزله در نواحی با خطرپذیری بالا نمونه موردی محله چیدر تهران انجام گرفت، به شدت زلزله احتمالی تهران و میزان تأثیر آن بر منطقه چیدر و تعداد تلفات احتمالی بر اساس نوع ساختمان‌های آن منطقه پرداخته شده. در این مقاله اشاره به کاهش آسیب‌پذیری مناطق با استفاده از ایجاد ارگان‌های مرتبط با مدیریت بحران و خدمات و امدادرسانی تکیه شده است [۹]. یکی از مهم‌ترین مسائلی مرتبط با بحران در مراکز آموزش عالی وجود نیروهای داوطلب در این‌گونه مراکز است که به عنوان یکی از نقاط قوت به حساب می‌آید با مدیریت و برنامه‌ریزی درست نیروهای جوان موجود در مراکز آموزش عالی می‌توان از ریسک بحران به شدت کاست، به طوری که در همین خصوص در مقاله‌ای که Debachoudhury ارائه نمود، یکی از شاخص‌های آمادگی در بحران‌های طبیعی را مدیریت داوطلبان نام برد که بر اساس تعریف، داوطلبان افرادی هستند که از تخصص و مهارت زیادی برخوردار نبوده و آسیب‌پذیری آن‌ها بسیار زیاد است. ولی اگر درست مدیریت شوند می‌توانند به عنوان نیروهای بالقوه در جهت کاهش ریسک بحران‌های طبیعی مؤثر باشند. هم‌چنین در مقاله‌ای دیگر که در خصوص بحث داوطلبان ارایه شد، اشاره گردیده است که در صورتی که داوطلبان مدیریت نگردند خود می‌توانند بحران‌های ثانویه‌ای را ایجاد نمایند و میزان خسارت و تلفات را افزایش دهند. آموزش افراد و آمادگی جامعه در نحوه رفتار در بحران‌های طبیعی می‌تواند بسیار در این رابطه مؤثر باشد. هم‌چنین ابزار ارزیابی ریسک بحران‌های طبیعی از مهمترین ابزارهایی است که می‌تواند خسارات ناشی از بحران را به حداقل برساند. در تحقیق صورت گرفته دیگر با هدف بررسی وضعیت



شکل شماره (۱): الگوریتم اجرای تحقیق

۲- روش تحقیق

بر اساس نتایج حاصل از تکنیک PSHA نزدیک ترین گسل به سازه مورد بررسی ۴ کیلومتر مربوط به گسل اردبیلک می باشد که این گسل دارای طولی برابر ۶۰ کیلومتر بوده که براساس محاسبات می تواند حداکثر زلزله ای با بزرگی ۷.۲ ریشتر ایجاد نماید. دوره بازگشت زلزله در منطقه تا شعاع ۲۰۰ کیلومتر بر اساس این روش ۴۰ سال برآورد می گردد.

جدول شماره (۲): تعدادی از گسله های اصلی و لرزه ای موجود در گستره

قزوین و شتاب قابل اعمال بر منطقه شهر قزوین

مقدار شتاب- افقی (Y) که می تواند بر شهر وارد شود	بزرگی زلزله احتمالی	موقعیت آن	فاصله آن از شهر قزوین (km)	راستای گسله	درازای گسله (km)	نام گسله	ردیف
>۰/۳۵g	۷/۲	در شمال	۱۰	E-W	۶۰	گسله شمال قزوین	۱
0/186g	۷/۴	در جنوب	۶۲	E-W	۸۵	ایپک	۲
0/171g	۷/۳	در جنوب	۶۲	E-W	۶۳	اشتهارد	۳
0/243g	۶/۹	جنوب شرقی	۳۳	WNW-ESE	۳۳	قشلاق	۴
0/203g	۷/۲	جنوب شرقی	۵۰	E-W	۶۰	طالقان	۵
0/198g	۷/۳	شمال	۵۵	WNW-ESE	۶۲	کلیشوم	۶
0/327g	۷/۲	شمال	۳۱	NW-SE	۶۰	شاهرود	۷
0/293g	۷/۲	شمال شرقی	۳۵	NW-SE	۵۵	الموترود	۸
0/218g	۷/۶	جنوب شرقی	۶۲	E-W	۲۰۰	مشا	۹

در مرحله دوم مقاومت ساختمان و میزان خسارت آن با توجه به زلزله برآورد شده از تکنیک PSHA بر اساس تکنیک آریایی اصلاح شده تعیین می گردد که در این تکنیک پارامترهایی مانند؛ نوع زمین (سخت، متوسط، نرم، روان)، نوع ساختار سازه (اسکلت فلزی با بادبند، اسکلت فلزی بدون بادبند، اسکلت بتن مسلح، دیوار بنایی بدون کلاف با آجر، دیوار بنایی با کلاف افقی با آجر، دیوار بنایی با کلاف افقی و قائم با آجر با اجرای مناسب، دیوار بنایی با کلاف افقی و قائم با آجر و اجرای ضعیف (از نظر یکپارچگی و کلاف بند، دیوار بنایی با کلاف افقی و قائم با بلوک سیمانی، دیوار بنایی با کلاف افقی و قائم با بلوک سیمانی با اجرای ضعیف (از نظر یکپارچگی و کلاف بندی)، دیوار بنایی بدون کلاف با بلوک سیمانی، مختلط)، سیستم کف طبقات (طاق ضربی با تکیه گاه مناسب، طاق ضربی با تکیه گاه و پا طاق نامناسب، تیرچه بلوک با شرایط عمومی و تکیه گاهی و پوشش میلگرد مناسب، تیرچه بلوک با شرایط عمومی و

این تحقیق از نوع تحقیقات توصیفی بوده که مبانی علمی آن مبتنی بر پیش بینی احتمال وقوع زلزله و شدت آن و تاثیر بر ساختمان مورد نظر و بررسی استحکام ساختمان مورد نظر در برابر زلزله پیش بینی شده و بررسی شرایط بحران را از نظرایمینی بهداشت و محیط زیستی بوده است. در خصوص تخمین نرخ تلفات ناشی از زلزله تحقیقات بسیاری صورت گرفته است بطوریکه علوی در سال ۱۳۸۶ در تحقیق در خصوص برآورد میزان تخریب ناشی از زلزله با توجه به ساختارهای فعلی مدلی را ارائه نموده که در آن تعداد تلفات احتمالی براساس بزرگی زلزله و نوع ساختمانهای برآورد شده [۹]. مراحل اجراء این تحقیق در شکل شماره ۱ نشان داده شده است.

همانطور که در شکل شماره ۱ مشخص است بعد از مطالعات اولیه برای تعیین میزان احتمال بروز خسارتی مشخص در میزان بزرگی تعریف شده زلزله از تکنیک PSHA استفاده نمودیم مراحل این بخش عبارتند از:

۱- بررسی وضعیت گسلهای منطقه تا شعاع دویست کیلومتری بر اساس تاریخچه زمین لرزه ها (جدول ۱)

۲- محاسبه شدت زلزله هر گسل بر اساس طول گسل.

۳- محاسبه بیشینه شتاب قابل اعمال از سوی هر گسل بر منطقه مورد مطالعه (جدول ۲).

۴- بررسی سوابق ثبت شده زلزله های منطقه (جدول ۱).

۵- مشخص نمودن نقاط دارای سابقه زلزله روی نقشه.

۶- بررسی دوره بازگشت زلزله های منطقه مورد مطالعه.

جدول شماره (۱): مشخصات تعدادی از زمین لرزه های بزرگ روی داده در

گستره شهر قزوین

سال رویداد زمین لرزه	بزرگی زمین لرزه (ریشتر)	میزان خسارت وارده
۱۸۶۴ میلادی	۵/۳	در گستره ری رخ داده و در قزوین به شدت احساس شد
۱۹۵۸ میلادی	۷/۷	در گستره ری تا طالقان روی داده و تا فاصله ۴۰۰ کیلومتری از کنون زمین لرزه بخوبی احساس شده
۱۱۱۹/۱۲/۱۰ میلادی	۶/۵	در گستره قزوین روی داده و شمار زیادی را کشته و خرابی گسترده ای را به بار آورده
۱۱۷۷ میلادی	۷/۲	در گستره شهر ری تا قزوین رخ داده و این پهنه را ویران نموده و مردم زیادی کشته شده اند
۱۶۰۸ میلادی	۷/۶	پهنه رودبارت الموت و طالقان را ویران نمود
۱۸۰۸ میلادی	۵/۹	پهنه غربی مازندران و طالقان را ویران نمود و در شهر قزوین نیز خانه هایی ویران شد
۱۸۷۶ میلادی	۵/۷	کله دره بوئین زهرا
۱۹۰۱ میلادی	۵/۴	در گستره قزوین روی داد
۱۹۶۲ میلادی	۷/۲	پهنه بوئین زهرا در جنوب قزوین را ویران کرد
۱۹۹۰ میلادی	۷/۷	پهنه وسیعی از کشورمان را در غرب کوههای البرز لرزاند و سبب ویرانی رودبار، منجیل و لوشان و ۳۰۰ روستا گردید.

نهایی هر پارامتر اقدام می‌نماییم. وزن‌های تعیین شده ساختار اصلی مدل مفهومی ارزیابی و مدیریت ریسک را تشکیل می‌دهد. خبرگان افرادی بودند که آشنایی کامل با روش AHP و مدیریت بحران و مبحث زلزله داشتند. در بخش بعد با تلفیق وزن‌های بدست آمده و نرمال کردن آنها بر اساس مدل FMEA می‌توان وزن شدت و احتمال شناخت خطر را در قالب FMEA تعریف نموده و میزان ریسک بحران زلزله در یک ساختمان را تعریف نمود. قابل ذکر است که پارامتر احتمال مدل FMEA بر اساس روش PSHA و تکنیک آریایی مشخص گردیده است که عدد آن وارد مدل FMEA می‌شود. میزان عدد ریسک بر اساس رابطه زیر تعیین می‌گردد.

$$RPN = \text{احتمال شناخت} \times \text{احتمال} \times \text{شدت}$$

با استفاده از نتایج بدست آمده استراتژی‌های کنترلی در خصوص کاهش ریسک تعریف می‌گردد. با توجه به مدل FMEA حدود قابل قبول ریسک در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول شماره (۴): میزان حد قابل قبول ریسک بر اساس مدل FMEA

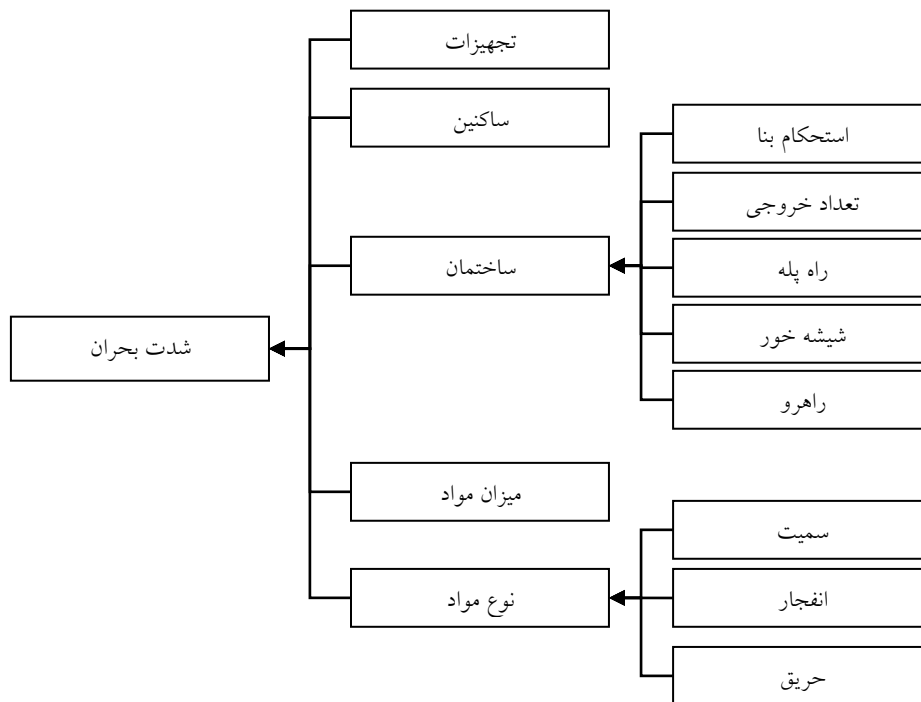
RPN	تعریف	ردیف
<۹۰	قابل قبول	۱
۹۰-۲۰۰	غیر قابل قبول - قابل تحمل	۲
>۲۰۰	غیر قابل تحمل	۳

تکیه گاهی و پوشش میلگرد نامناسب، دال بتن مسلح، سقف چوبی با پوشش سبک، سقف چوبی با مصالح بنایی، سقف فلزی سبک با مهاربند افقی، ارتفاع ساختمان، باز شو در دیوارهای با مصالح بنایی، پیش آمدگی ها، نا منظمی در پلان، توسعه ساختمان، کیفیت ساختمان، نما { آجری یا سنگی ثابت، آجری یا سنگی غیر ثابت، نمای سیمان، گل، شیب زمین، پی و شناژ } پی و شناژ نامناسب، پی و شناژ نامناسب، عدم اجرای پی و شناژ { با استفاده از شاخص‌های ارائه شده ضریب نسبت خسارت (LR) تعیین می‌گردد (تکنیک آریا ۱۹۶۷) در مرحله سوم با استفاده از جدول ۳ میزان خسارت پذیری ساختمان مورد نظر بررسی می‌شود. جدول شماره (۳): راهنمای تعیین خسارت پذیری پس از محاسبه نسبت

خسارت (LR)

۱	احتمال ریزش ساختمان (نیاز به نوسازی)	$LR \geq 0/75$
۲	خسارت زیاد (باز سازی و مقاوم سازی وسیع الزامی است)	$0/5 \leq LR \leq 0/75$
۳	خسارت متوسط (نیاز به مرمت زیاد)	$0/25 \leq LR \leq 0/5$
۴	خسارت کم (نیاز به تعمیرات جزئی)	$LR \leq 0/25$

در مرحله بعد میزان شدت و احتمال شناخت خطر را مورد ارزیابی قرار می‌دهیم. در این مرحله در قدم اول سعی به تعیین پارامترهای موثر بر این فاکتورها به تفکیک عمل می‌نماییم. که در این مرحله از نظر خبرگان استفاده نموده و نوع و وزن تاثیر پارامترها را برآورد می‌نماییم. با استفاده از نتایج حاصل، ماتریس زوجی آنرا تشکیل داده و با استفاده از روش AHP نسبت به تعیین وزن



شکل شماره (۲): مدل مفهومی معیارهای موثر بر شدت بحران در ساختمان‌های مراکز آموزش عالی

۳- نتایج

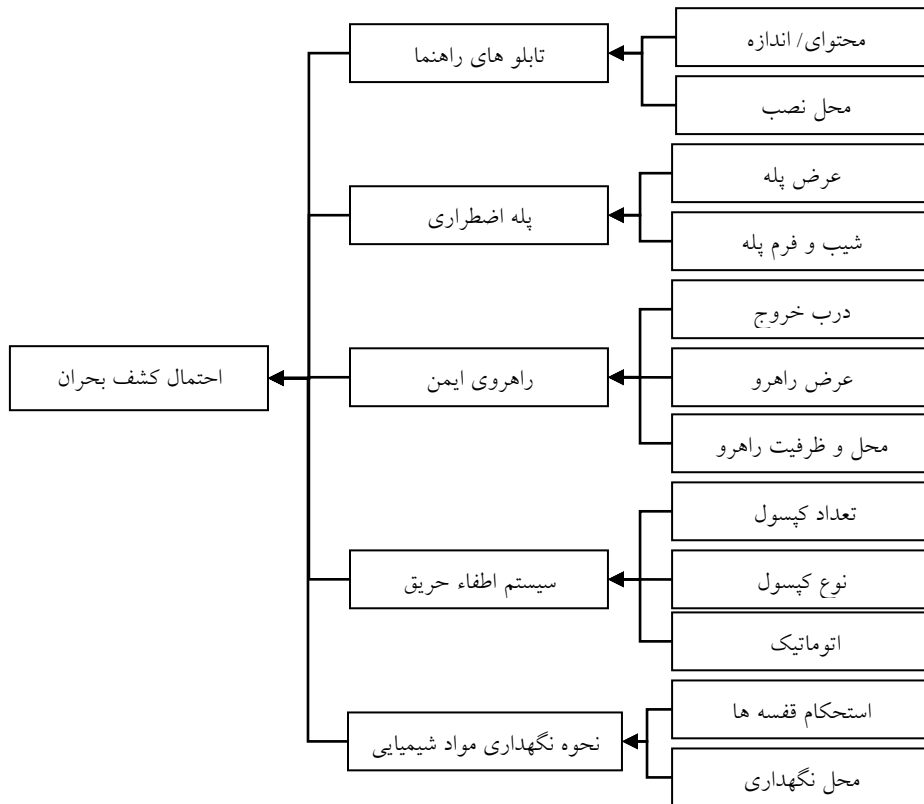
۳-۱ نتایج حاصل از بخش AHP

جدول شماره (۵): وزن معیارها و زیر معیارهای شدت ریسک زلزله و

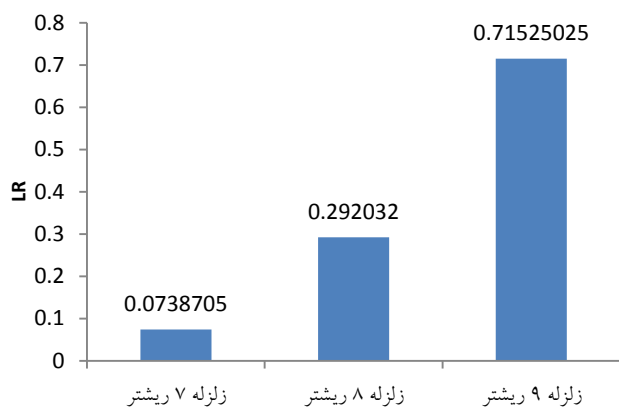
محاسبه آن برای استفاده در FMEA

ردیف	معیارها	زیر معیارها	W_i	W_{FMEA}
۱	ارزش تجهیزات		۰/۱۸۹۸۷۹	۱/۸۹۸۷۹
۲	تعداد افراد		۰/۲۳۹۱۸	۲/۳۹۱۸
۳	ساختمان	استحکام بنا در ۷ ریشتر LR هفت ریشتر=۰/۷۳۸۷	۰/۰۱۲۰۵	۰/۱۲۰۵
		در ۸ ریشتر LR هشت ریشتر=۰/۲۹۲۰۳۲	۰/۰۲۴۱	۰/۲۴۱
		در ۹ ریشتر LR نه ریشتر=۰/۷۱۵۲۵۰۲	۰/۰۳۶۱۵	۰/۳۶۱۵
		شیشه خور	۰/۰۲۴۱۵	۰/۲۴۱۵
		راه پله	۰/۰۴۲۶۸۹	۰/۴۲۶۸۹
		راهرو	۰/۰۴۲۵۱۸	۰/۴۲۵۱۸
		تعداد خروجی	۰/۰۴۵۷۴	۰/۴۵۷۴
۴	نوع مواد	منفجره	۰/۰۷۴۱۰۲	۰/۴۷۱۰۲
		محترقه	۰/۰۳۱۷۵۹	۰/۳۱۷۵۹
		سمی	۰/۰۶۳۵	۰/۶۳۵
۵	میزان مواد		۰/۱۹۸۱۳	۱/۹۸۱۳
	جمع		۱	۱۰

معیارهای موثر بر شدت بحران در جدول ۴ نشان داده شده است. همانطور که در جدول مشخص است پارامترهای موثر بر شدت در قالب ارزش تجهیزات، متوسط تعداد ساکنین، ساختار موجود، نوع و میزان مواد شیمیایی نگهداری شده در ساختمان. مدل مفهومی این بخش از تحقیق، در شکل ۲ نشان داده شده است. وزن نرمال شده حاصل از محاسبات AHP معیارهای شدت در جدول ۵ نشان داده شده است. همانطور که در جدول مشخص است در صورتیکه تمامی پارامترهای مشخص شده در داخل ساختمان وجود داشته باشد و یا اثرات منفی روی بحران داشته باشد وزن کل ۱۰ را بخود می گیرد و در صورتیکه هر کدام از این پارامترها در سیستم مدیریت بحران کنترل شود و اثرات منفی آن از بین رود وزن مربوطه به آن پارامتر از ۱۰ کم می گردد.



شکل شماره (۳): مدل مفهومی معیارهای موثر بر احتمال کشف بحران در ساختمان های مراکز آموزش عالی



شکل شماره (۴): میزان LR ساختمان دانشکده مهندسی عمران و نقشه

برداری محاسبه شده با استفاده از تکنیک آریایی اصلاح شده

نتایج حاصل از ممیزی ساختمان مورد مطالعه و ضرایب معیارهای احتمال، شدت و احتمال کشف در جدول ۷ نشان داده شده است.

جدول شماره (۷): نتایج حاصل از ارزیابی ریسک خطر زلزله با بزرگی ۸٫۷

و ۹ ریشتر ساختمان دانشکده عمران و نقشه برداری دانشگاه آزاد قزوین

زلزله	احتمال	شدت	شناسایی	RPN	تصمیم‌گیری
وقوع زلزله ۷ ریشتر	۱۰	۸/۴۹۸۲۵۶	۷/۷۷۲۳۸	۶۶۰/۵۱	غیر قابل قبول/ اقدام کنترلی نیاز دارد
وقوع زلزله ۸ ریشتر	۱	۸/۷۳۹۲۵۶	۷/۷۷۲۳۸	۶۷/۹۲	قابل قبول
وقوع زلزله ۹ ریشتر	۱	۸/۸۵۹۷۵۶	۷/۷۷۲۳۸	۶۸/۸۶	قابل قبول

نتایج نشان داد که ساختمان مورد مطالعه برای زلزله‌های ۷ ریشتر از نظر ساختاری مناسب ولی از نظر معیارهای ایمنی، بهداشت و محیط زیست نیاز به بازنگری دارد. تا با ایجاد ساختارهای مناسب HSE نسبت به کاهش ریسک آن اقدام نمود.

۴- بحث

یکی از مهم‌ترین مسائلی که در ارزیابی ریسک مطرح می‌باشد قضاوت شخصی ارزیابی و تاثیر آن بر میزان برآورد ریسک است. این مسئله در مقاله‌ای که در سال ۲۰۱۱ توسط Nori و همکارانش ارائه گردیده مطرح شده. در این مقاله اشاره شده است که با استفاده از مدل‌های MCDM می‌توان اثر قضاوت‌های ارزیابی‌ها را به حداقل رساند. این مسئله با روش کار پیشنهادی و الگوریتم آن همخوانی دارد [۲۰]. در همین مقاله مدل آسیب‌پذیری ارائه شده بر اساس تمامی بحران‌های موجود در یک مرکز آموزش عالی تدوین شده است که در آن احتمال بروز بحران را در مدل جامع ارائه شده دیده است. در خصوص زلزله در این مدل فقط اکتفاء به نزدیکی به گسل را ملاک قرار داده است که در مدل ارائه شده در این مطالعه ما از روش جامع PSHA و تلفیق آن با تکنیک آریایی اصلاح شده میزان احتمال بروز زلزله را تعیین و وارد مدل ریسک کرده ایم. وجود منابع خطرناک و عدم کنترل صحیح بر روی آن و همچنین وجود تجهیزات ارزشمند و افرادی با ارزش اجتماعی و علمی بالا این اهمیت را ایجاد می‌کند که برای حفظ آنها لازم است درجه آمادگی

در خصوص معیارهای موثر بر احتمال کشف بحران در شکل ۳ نشان داده شده است. همانطور که مشخص است این معیارها شامل لایه‌های کنترلی و ایمنی ایجاد شده در ساختمان جهت مقابله با بحران اسن که در دو فاز قابل تقسیم بندی است بخشی شامل معیارهایی برای اقدامات واکنشی و بخشی شامل معیارهایی برای اقدامات پیشگیرانه در جهت جلوگیری از تشدید اثرات بحران و ایجاد بحران‌های ثانویه می‌باشد. نتایج حاصل از محاسبات مدل AHP و نتایج حاصل از تلفیق آن با FMEA در جدول ۶ نشان داده شده است.

جدول شماره (۶): وزن معیارها و زیر معیارهای شدت ریسک زلزله و

محاسبه آن برای استفاده در FMEA

ردیف	معیارها	زیر معیارها	W_i	W_{FMEA}
۱	تابلوی راهنما	معیار محتوای و اندازه	۰/۱۰۲۹۸۸	۱۰۲۹۸۸
		معیار محل نصب	۰۰۶۰۲۲	۰۰۶۰۲۲
۲	پله اضطراری	معیار عرض پله	۰/۰۹۴۲۶۱	۰۹۴۲۶۱
		معیار شیب و فرم پله	۰/۱۱۲۳۴۵	۱۱۲۳۴۵
۳	راهروی ایمن	معیار درب خروج	۰/۰۷۶۵۷	۰۷۶۵۷
		معیار عرض راهرو	۰/۰۹۷۶۵۱۲	۰۹۷۶۵۱
۴	سیستم اطفاء حریق	تعداد کپسول	۰/۰۴۲۲۸۵	۰۴۲۲۸۵
		نوع کپسول	۰/۰۵۷۳۴۵	۰۵۷۳۴۵
۵	نحوه نگهداری مواد شیمیایی	سیستم اطفاء اتوماتیک	۰/۱۲۳۱۳	۱۲۳۱۳
		استحکام قفسه	۰/۰۹۴۲۹۲	۰۹۴۲۹۲
		محل نگهداری	۰/۰۷۶۵۳۶	۰۷۶۵۳۶
	جمع		۱	۱۰

۳-۲ نتایج حاصل از مطالعه موردی

ساختمان مورد مطالعه در این تحقیق دانشکده عمران دانشگاه آزاد اسلامی قزوین است با ۱۶۰۰ متر مربع فضای سر پوشیده در چهار طبقه دارد، در مجموع ۱۶۰ فضا شامل کلاس درس و آزمایشگاه و دفاتر اداری می‌باشد سیستم اطفاء حریق در آزمایشگاه‌ها نصب گردیده، پنجره‌ها از نوع شیشه خور می‌باشد، در وسط ساختمان پله نیم پیچ بزرگی نصب گردیده، حجم زیادی از مواد شیمیایی و ابزار گرافیمت در آزمایشگاه‌ها وجود دارد.

نتایج حاصل از بخش PSHA و آریایی اصلاح شده در شکل ۴ نشان داده شده است. همانطور که در شکل ۴ مشخص است ضریب ریسک احتمال خسارت در سه زلزله ۷، ۸ و ۹ ریشتر به ترتیب ۱۰، ۱ و ۱ می‌باشد. که بیان‌کننده این مسئله است که احتمال بروز زلزله‌ای با بزرگی ۷ ریشتر تقریباً ۱۰٪ است ولی احتمال بروز زلزله‌ای با بزرگی ۸ و ۹ ریشتر تقریباً غیر محتمل می‌باشد.

برنامه ریزی و اجرا گردد چرا که با توجه به شرایط ذکر شده در متن تحقیق با یک فاجعه انسانی روبرو خواهیم بود.

۶- منابع

- [۱] اطلاعیه آموزشی بهداشت محیط و کاهش آثار بلایای طبیعی دانشگاه علوم پزشکی تبریز
- [۲] پایگاه ملی داده های علوم زمین کشور
- [۳] زارع مهدی، (۱۳۸۶)، مبانی تحلیل خطر زلزله
- [۴] زهرایی، سید مهدی، وطنی اسکویی اصغر، (۱۳۸۸)، بررسی آسیب پذیری لرزه ای ساختمانهای شهر قزوین
- [۵] شرحی بر آئین نامه زلزله ۲۸۰۰ طراحی ساختمانها در برابر زلزله www.icivil.ir/om
- [۶] عسکری، علی، (۱۳۸۹) مدیریت بحران، انتشارات شهر، چاپ دوم صص ۸۰-۱۰۰
- [۷] فصلنامه علمی پژوهشی زمین و منابع (۱۳۸۸) واحد لاهیجان، سال اول، شماره اول.
- [۸] کاظمی، داود، (۱۳۸۹) دانشگاه آزاد قزوین، پایان نامه ارشد، برنامه ریزی مدیریت بحران اجتماع محور خطر بحران زلزله
- [۹] مسعود محمد، علوی سید محسن، (۲۰۱۲)، برنامه ریزی کاهش خسارات ناشی از زلزله برای منطقه چیدر
- [۱۰] موسویون و پرشن، (۱۳۸۸)، مدیریت ایمنی ساختمانها در صنایع فرایندی، همایش سراسری مدیران و متخصصین HSE و سومین همایش مهندسی ایمنی و مدیریت HSE در دانشگاه صنعتی شریف
- [11] Razavian amrei Kazemi, A. Razeghi H and. Ghodrati G Amiri (2011) **Asian Journal Of Civil Ivil Engineering (Builsing And Housing)** Vol. 11, No. 1 PAGES 61-73. School of Civil Engineering, Iran University of Science and Technology, Narmak, Tehran
- [12] Archive Of Sid november 5, (2009). **Probabilistic Seismic Hazard Assessment Of Tehran Based On Arias Intensity** .
- [13] Building Material and Technology Promotion Council Department of Civil Engineering Indian Institute of Technology Kanpur Kanpur(2010)
- [14] Kirchsteiger C , (1999) **trends in accidents, disasters and risk sources in Europe** , journal of loss prevention in the process industries , 12 , 7-17.
- [15] Chu.G,Sun.J,(2008), **decision analysis on fire safety design based on evaluating building fire risk to life**, safety science, 46, 1125-1136.
- [16] Grünthal, G., Wahlström, R. (2012): **The European-Mediterranean Earthquake Catalogue (EMEC) for the last millennium**. - Journal of Seismology, 16, 3, 535-570.
- [17] Kuligowski, E.D.; Mileti, D.S.; (2009). **Modeling pre-evacuation delay by occupants in World Trade Center Towers 1 and 2 on44**, 487-496.
- [18] Liu Shaobo, yang Lizhong, Fang Tingyong, Li Jian, (2009) **Evacuation from a classroom considering the occupant density around exits**, **Physical A**, 10, 1016-1023.
- [19] Ministry of Urban Development & Poverty Alleviation, (2005) **Government of India**. New Delhi
- [20] Nouri, J. , Mansouri, N., Abbaspour, M., Karbassi, AR., Omidvari, M.,(2011) **Designing a developed model for assessing the disaster induced vulnerability value in educational centers**. Safety science, 49, 675-685. *
- [21] Tippu R Muhammad I ,(2009) **Hse Risk Assessment in Seismic Data Acquisition Activities: Threat and Mitigation**.2009
- [22] The European-Mediterranean Earthquake Catalogue (EMEC) for the last millennium Received: 10 October 2011 /Accepted: 20 March 2012 / Published online: 28 April 2012.

قابل قبولی را داشته باشیم. در برنامه ای که دانشگاه فلوریدا در خصوص مدیریت بحران ارائه داد سه سطح مدیریت بحران (اقدامات قبل، حین و بعد از بحران) مد نظر قرار گرفته (UF, 2005). در برنامه مدیریت بحران دانشگاه جرج واشنگتن برنامه ریزی هم برای بحران های طبیعی و هم برای انسان ساز بوده. از بحران هایی که در این برنامه پیش بینی شده است می توان به بحران هایی مانند بمب گذاری، حریق و زلزله اشاره نمود. بیشترین تاکید این دانشگاه بر روی واکنش در شرایط اضطراری و بیشتر در مراحل حین و بعد از شرایط بحرانی است. در این طرح برنامه دقیقی برای پیش بینی و پیشگیری از بحران برنامه ریزی نشده است که از نقاط ضعف این برنامه می باشد (GW, 2002).

۵- نتیجه گیری

اقدامات پیشگیرانه از مهمترین بخش های مدیریت بحران می باشد که با استفاده از تکنیک مدیریت ریسک می توان بصورت هدفمند اقدامات پیشگیرانه را تعریف نمود. در این مطالعه با تلفیق تکنیک AHP، PSHA و FMEA می توان به الگویی دست یافت که ارزیابی واقعی تری را نسبت به شرایط بحران زلزله در یک مرکز آموزش عالی داشت. با توجه به نتایج بدست آمده برای کاهش ریسک بحران ساختمان مورد مطالعه می توان پیشنهادات زیر را ارائه نمود:

- نصب علائم هشدار دهنده و تابلوهای جهت نمای خروج اضطراری
- ایجاد سیستم اطفاء حریق اکتیو در ساختمان مورد مطالعه
- نصب کپسولهای آتشنشانی مناسب در مکانهای مناسب
- تعبیه درب های خروجی و پله کان اضطراری
- آموزش همگانی مدیریت بحران برای کلیه دانشجویان بعنوان یک واحد درسی اجباری
- تغییر مکان آزمایشگاهها و یا انبارهای مواد خطرناک از داخل ساختمان به ساختمانی مجزا با تجهیزات ویژه.
- در دسته بندی اقدامات ضروری پیشگیرانه با توجه به شدت زلزله احتمالی موارد زیر قابل توجه می باشند:
- به منظور کاهش خسارات زلزله ۷ ریشتر که بیشترین احتمال وقوع در منطقه مورد مطالعه را دارد
- با توجه به مقاومت کافی ساختمان اقدامات زیر ضروری می باشد
- تدوین برنامه تخلیه در زمان زلزله، برگزاری دوره های آموزشی پناه گیری در زمان زلزله، توزیع برگه های آموزشی، مشخص نمودن مسیرهای خروج ایمن، نصب پله های اضطراری بیرون ساختمان برای طبقات و...
- به منظور کاهش خسارات زلزله ۸ ریشتر که احتمال وقوع بسیار کمی دارد با توجه به بررسی های عمل آمده در این تحقیق ساختمان دچار آسیب های کمی خواهد شد واقدمات ضروری ذکر شده برای زلزله ۷ ریشتر به همراه اقدامات پزشکی لازم الاجرا است
- به منظور کاهش خسارات زلزله ۹ ریشتر که احتمال وقوع آن در این منطقه طبق بررسیهای انجام شده در این تحقیق بسیار بعید می باشد اقدامات پزشکی قبل و حین وبعد از زلزله به صورت تمام وکمال باید