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 آقابراتی[۳]

[۱] دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

[۲] 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

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 منطقAHP و با استفاده از تکنیک FMEA اقدام به ارایه 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 زلزله های ۸ ریشتر دارای ریسک غیر قابل قبول ولی قابل تحمل و در زلزله‌های ۷ ریشتر دارای ریسک غیر قابل تحمل می باشد. 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

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 آسیب پذیری مراکز آموزش عالی در خصوص بحران های مختلف در مراکز آموزش عالی ارایه نمودند که در آن ساکنین، ساختار ساختمان و لایه‌های کنترلی ایجاد شده به عنوان پارامترهای مؤثر بر آسیب‌پذیری در مراکز آموزش عالی معرفی شد (Nori, et al., 2011). در مقاله‌ای که Kuligowski و Mileti در سال ۲۰۰۹ ارایه 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 (Kuligowski & Mileti, 2009). همچنین در مقاله‌ای دیگر، در خصوص تخلیه لازم است سیستمی را جهت ارزیابی

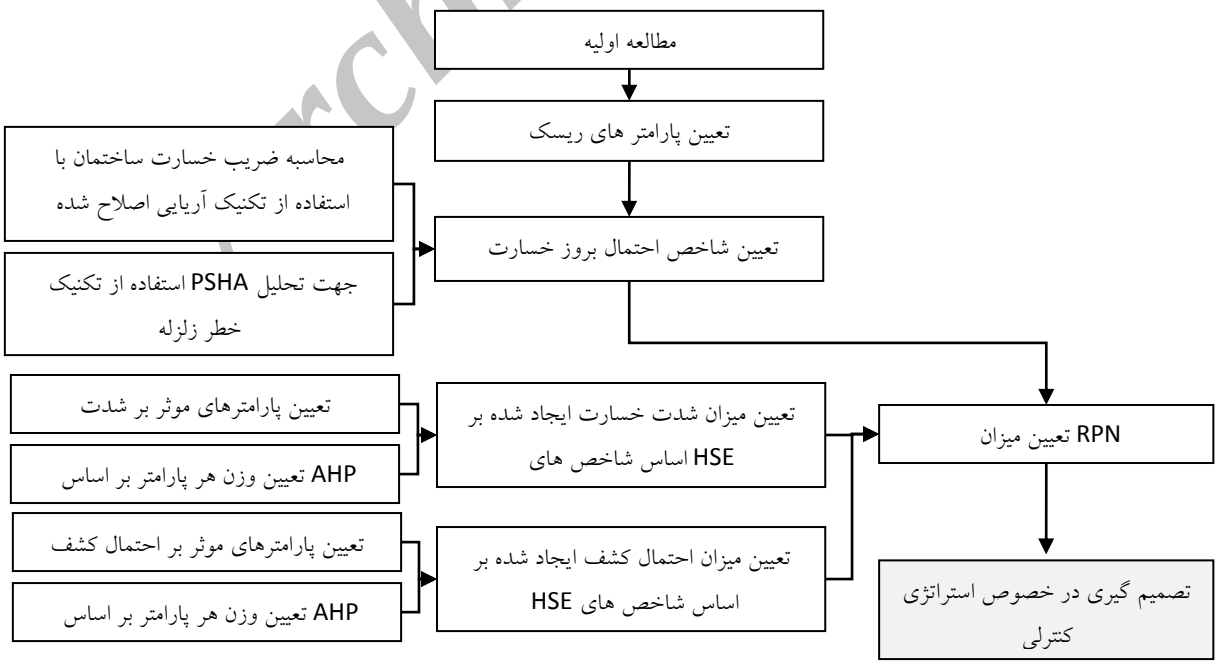
* Omidvari88@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

ریسک مرتبط با تخلیه تدوین نمود. این مسئله می‌تواند در نحوه تخلیه و مسیر های تخلیه از ساختمان‌ها تأثیرگذار باشد (Chen, et al., 2011). در مطالعه‌ای که در خصوص برنامه‌ریزی برای کاهش خسارات ناشی از زلزله در نواحی با خطرپذیری بالا نمونه موردی محله چیذر تهران انجام گرفت، به شدت زلزله احتمالی تهران و میزان تأثیر آن بر منطقه چیذر و تعداد تلفات احتمالی بر اساس نوع ساختمان‌های آن منطقه پرداخته شده. دراین مقاله اشاره به کاهش آسیب‌پذیری مناطق با استفاده از ایجاد ارگان‌های مرتبط با مدیریت بحران و خدمات و امدادرسانی تکیه شده است (مسعود و علوی، ۱۳۸۶). یکی از مهم‌ترین مسایل 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 طوری‌که در همین خصوص در مقاله‌ای که Debchoudhury اراdه 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 (Debchoudhury, 2011). هم‌چنین در مقاله‌ای دیگر که در خصوص بحث داوطلبان ارایه شد، اشاره گردیده است که در صورتی‌که 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 بحران های طبیعی می تواند بسیار در این رابطه موثر باشد.

همچنین ابزار ارزیابی ریسک بحران های طبیعی از مهمترین ابزار هایی است که می تواند خسارات ناشی از بحران را به حداقل برساند (Sun, et al. 2010). در تحقیق صورت گرفته دیگر با هدف بررسی وضعیت مراکز آموزش عالی از نظر مدیریت بحران می توان به تحقیق فلاحی در سال ۱۳۸۹ اشاره نمود.دانشکده معماری دانشگاه شهید بهشتی در این تحقیق به وضعیت راهروها پنجره ها 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 (فلاحی، ۱۳۸۹) 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 مراکزآموزش عالی ارائه نموده به توانمند سازی و کاهش آسیب پذیری مراکز آموزش عالی از طریق آموزش و ایجاد ساختار های 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 نمایید. با استفاده از این الگو می توان سیستم ممیزی بحران مناسبی را برای مراکز آموزش عالی ارائه نمود. این تحقیق بصورت مطالعه موردی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد قزوین دربزرگترین و پرخطر ترین دانشکده ها که دارای منابع خطرات مختلفی است به اجراء در آمد.



شکل شماره (۱): الگوریتم اجرای تحقیق

Archive of SID

www.SID.ir

۲- روش تحقیق

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 زا از نظرایمنی 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 ساختار های فعلی مدلی را ارائه نموده که در آن تعداد تلفات احتمالی براساس بزرگی زلزله و نوع ساختمانهای برآورد شده (مسعود و علوی،۱۳۸۶). 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 (جدول۱)

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
۸٦٤میلادی	۵/۳	در گستره ری رخ داده و در قزوین به شدت احساس شد
۹۵۸میلادی	۷/۷	در گستره ری تا طالقان روی داده و تا فاصله ٤۰۰کیلومتری از کنون زمین لرزه بخوبی احساس شده
۱۱۱۹/۱۲/۱۰ میلادی	٦/۵	در گستره قزوین روی داده و شمار زیادی را کشته وخرابی گسترده ای را به بار آورده
۱۱۷۷میلادی	۷/۲	در گستره شهر ری تا قزوین رخ داده واین پهنه را ویران نموده ومردم زیادی کشته شده اند
۱٦۰۸میلادی	۷/٦	پهنه رودبارات الموت و طالقان را ویران نمود
۱۸۰۸میلادی	۵/۹	پهنه غربی مازندران و طالقان را ویران نمود ودرشهر قزوین نیز خانه هایی ویران شد
۱۸۷٦میلادی	۵/۷	کله دره بوئین زهرا
۱۹۰۱میلادی	۵/٤	در گستره قزوین روی داد
۱۹٦۲میلادی	۷/۲	پهنه بوئین زهرا در جنوب قزوین را ویران کرد
۱۹۹۰میلادی	۷/۷	پهنه وسیعی از کشورمان را در غرب کوههای البرز لرزاند و سبب ویرانی رودبار، منجیل و لوشان و ۳۰۰ روستا گردید.

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 ۲۰۰کیلومتر 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

ردیف	نام گسله	درازای گسله (km)	راستای گسله	فاصله آن از شهر قزوین (km)	موقعیت آن	بزرگی زلزله احتمالی	مقدار شتاب-افقی (Y) که می تواند بر شهر وارد شود
۱	گسله شمال قزوین	٦۰	E-W	۱۰	در شمال	۷/۲	>۰/۳۵g
۲	ایپک	۸۵	E-W	٦۲	در جنوب	۷/٤	0/186g
۳	اشتهارد	٦۳	E-W	٦۲	در جنوب	۷/۳	0/171g
٤	قشلاق	۳۳	WNW-ESE	۳۳	جنوب شرقی	٦/۹	0/243g
۵	طالقان	٦۰	E-W	۵۰	جنوب شرقی	۷/۲	0/203g
٦	کلیشوم	٦۲	WNW-ESE	۵۵	شمال	۷/۳	0/198g
۷	شاهرود	٦۰	NW-SE	۳۱	شمال	۷/۲	0/327g
۸	الموترود	۵۵	NW-SE	۳۵	شمال شرقی	۷/۲	0/293g
۹	مشا	۲۰۰	E-W	٦۲	جنوب شرقی	۷/٦	0/218g

در مرحله دوم مقاومت ساختمان و میزان خسارت آن با توجه به زلزله براورد شده از تکنیک PSHA بر اساس تکنیک آریایی اصلاح شده تعیین می گردد که در این تکنیک پارامتر هایی 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 واجرای ضعیف (از نظر یکپارچگی وکلاف بند، دیوار بنایی با کلاف افقی وقائم با بلوک سیمانی با اجرای مناسب، دیوار بنایی با کلاف افقی وقائم با بلوک سیمانی، دیوار بنایی با کلاف افقی و قائم با بلوک سیمانی با اجرای ضعیف (از نظر یکپارچگی وکلاف بندی)، دیوار بنایی بدون کلاف با بلوک سیمانی، مختلط }، سیستم کف طبقات {طاق ضربی با تکیه گاه مناسب، طاق ضربی با تکیه گاه وپا طاق نامناسب، تیرچه بلوک با شرایط عمومی و

Archive of SID

www.SID.ir

تکیه گاهی وپوشش میلگرد مناسب، تیرچه بلوک با شرایط عمومی و تکیه گاهی وپوشش میلگرد نامناسب، دال بتن مسلح، سقف چوبی با پوشش سبک، سقف چوبی با مصالح بنایی، سقف فلزی سبک با مهاربند افقی}، ارتفاع ساختمان، بازشو 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 وشناژمناسب، پی وشناژ نامناسب، عدم اجرای پی وشناژ } با استفاده از شاخص های ارائه شده ضریب نسبت خسارت (LR) تعیین می گردد (تکنیک آریا۱۹۶۷) در مرحله سوم با استفاده از جدول ۳ میزان خسارت پذیری ساختمان مورد نظر بررسی می شود.

جدول شماره (۳): راهنمای تعیین خسارت پذیری پس از محاسبه نسبت خسارت (LR)

ردیف ۱	احتمال ریزش ساختمان (نیاز به نوسازی)	$LR \geq 0/75$
ردیف ۲	خسارت زیاد (باز سازی ومقاوم سازی وسیع الزامی است)	$0/5 \leq LR \leq 0/75$
ردیف ۳	خسارت متوسط (نیاز به مرمت زیاد)	$0/25 \leq LR \leq 0/5$
ردیف ٤	خسارت کم (نیاز به تعمرات جزئی)	$LR \leq 0/25$

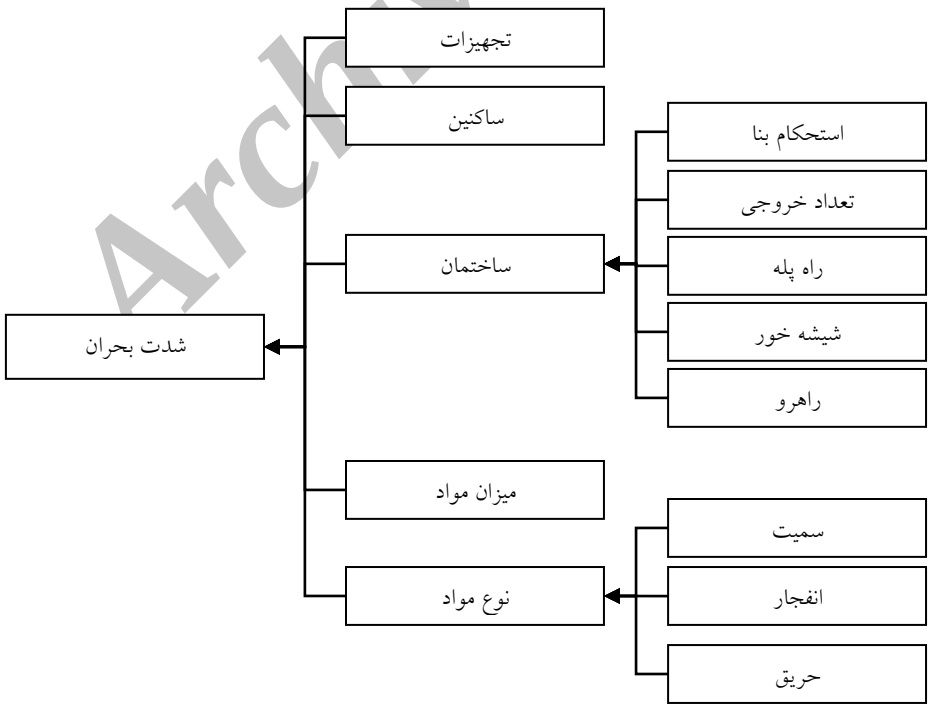
در مرحله بعد میزان شدت و احتمال شناخت خطر را مورد ارزیابی قرار می دهیم. در این مرحله در قدم اول سعی به تعیین پارامتر های موثر بر این فاکتورها به تفکیک عمل می نماییم . که در این مرحله از نظر خبرگان استفاده نموده و نوع و وزن تاثیر پارمتر ها را برآورد می نماییم . با استفاده از نتایج حاصل ،ماتریس زوجی آنرا تشکیل داده و با استفاده از روش AHP نسبت به تعیین وزن نهایی هر پارامتر اقدام می نماییم. وزن های تعیین شده ساختار اصلی مدل مفهومی ارزیابی و مدیریت ریسک را تشکیل می دهد. خبرگان افرادی بودند که آشنایی کامل با روش AHP و مدیریت بحران و مبحث زلزله داشتند. در بخش بعد با تلفیق وزن های بدست آمده و نرمال کردن آنها بر اسا س مدل FMEA می توان 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 می شود. میزان عدد ریسک بر اساس رابطه زیر تعیین می گردد.

RPN= احتمال شناخت × احتمال × شدت

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

جدول شماره (٤): میزان حد قابل قبول ریسک بر اساس مدل FMEA

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



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

Archive of SID

www.SID.ir

۳- نتایج

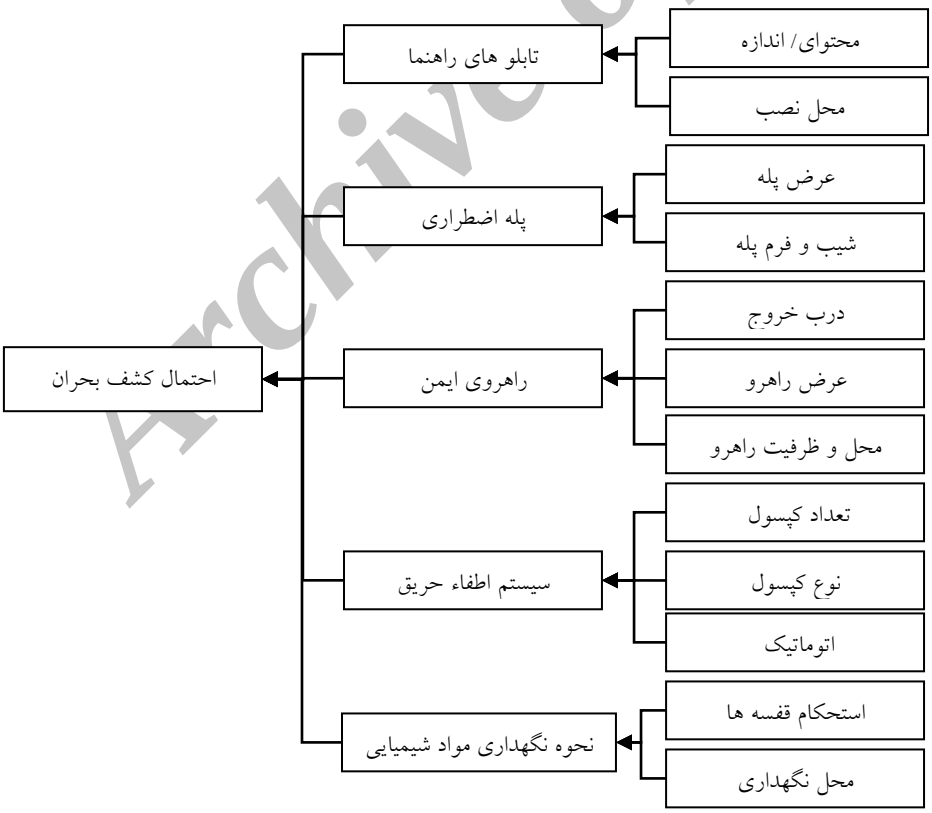
۳-۱ نتایج حاصل از بخش AHP

معیارهای موثر بر شدت بحران در جدول ۴ نشان داده شده است. همانطور که در جدول مشخص است پارامتر های 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 پارامتر های 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 پارامتر ها در سیستم مدیریت بحران کنترل شود و اثرات منفی آن از بین رود وزن مربوطه به آن پارامتر از ۱۰ کم می گردد.

جدول شماره (۵): وزن معیارها و زیر معیار های 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=۰/۰۷۳۸۷**		
		در ۸ ریشتر **LR هشت ریشتر=۰/۲۹۲۰۳۲**	**۰/۰۱۲۰۵**	۰/۱۲۰۵
		در ۹ ریشتر **LR نه ریشتر=۰/۷۱۵۲۵۰۲**	**۰/۰۲۴۱**	۰/۲۴۱
			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



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

Archive of SID

www.SID.ir

در خصوص معیارهای موثر بر احتمال کشف بحران در شکل۳ نشان داده شده است. همانطور که مشخص است این معیار ها شامل لایه های کنترلی و ایمنی ایجاد شده در ساختمان جهت مقابله با بحران است که در دو فاز قابل تقسیم بندی است بخشی شامل معیارهایی برای اقدامات واکنشی و بخشی شامل معیار هایی برای اقدامات پیشگیرانه در جهت جلوگیری از تشدید اثرات بحران و ایجاد بحران های ثانویه می باشد. نتایج حاصل از محاسبات مدل AHP و نتایج حاصل از تلفیق آن با FMEA در جدول ۶ نشان داده شده است.

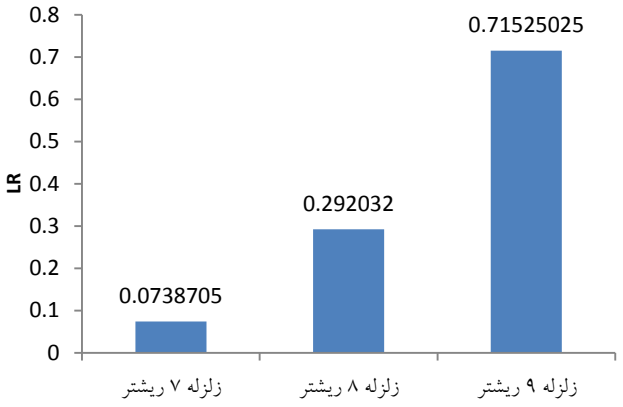
جدول شماره (٦): وزن معیارها و زیر معیار های شدت ریسک زلزله و محاسبه آن برای استفاده در FMEA

ردیف	معیارها	زیر معیارها	W_i	W_{FMEA}
۱	تابلوی راهنما	معیار محتوای و اندازه	۰/۱۰۲۹۸۸	۱.۰۲۹۸۸
		معیار محل نصب	۰.۰۶۰۲۲	۰.۶۰۲۲
۲	پله اضطراری	معیار عرض پله	۰/۰۹٤۲٦۱	۰.۹٤۲٦۱
		معیار شیب و فرم پله	۰.۱۱۲۳٤٥	۱.۱۲۳٤٥
۳	راهروی ایمن	معیار درب خروج	۰/۰۷٦٥۷	۰.۷٦٥۷
		معیار عرض راهرو	۰.۰۹۷٦٥۱۲	۰.۹۷٦٥۱
		معیار محل و ظرفیت	۰.۰٦۲۳۷٥	۰.٦۲۳۷٥
٤	سیستم اطفاء حریق	تعداد کپسول	۰.۰٤۲۲۸٥	۰.٤۲۲۸٥
		نوع کپسول	۰.۰٥۷۳٤٥	۰.٥۷۳٤٥
		سیستم اطفاء اتوماتیک	۰.۱۲۳۱۳	۱.۲۳۱۳
٥	نحوه نگهداری مواد شیمیایی	استحکانم قفسه	۰.۰۹٤۲۹۲	۰.۹٤۲۹۲
		محل نگهداری	۰.۰۷٦٥۳٦	۰.۷٦٥۳٦
	جمع		۱	۱۰

۳-۲ نتایج حاصل از مطالعه موردی

ساختمان مورد مطالعه در این تحقیق دانشکده عمران دانشگاه آزاد اسلامی قزوین است با۱۶۰۰۰متر مربع فضای سر پوشیده در چهار طبقه دارد ، در مجموع۱۶۰فضا شامل کلاس درس و آزمایشگاه و دفاتر اداری می باشد سیستم اطفائ حریق در آزمایشگاه ها نصب گردیده ، پنجره ها از نوع شیشه خور می باشد، در وسط ساختمان پله نیم پیچ بزرگی نصب گردیده، حجم زیادی از مواد شیمیایی و ابزار گراقیمت در آزمایشگاه ها 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 می باشد. که بیان کننده این مسئله است که احتمال بروز زلزله ای با بزرگی ۷ ریشتر تقریبا ۱۰۰٪ است ولی احتمال بروز زلزله ای با بزرگی ۸ و ۹ ریشتر تقریبا غیر محتمل می باشد.



شکل شماره (٤): 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 ۷، ۸ و ۹ ریشتر ساختمان دانشکده عمران و نقشه برداری دانشگاه آزاد قزوین

زلزله	احتمال	شدت	شناسایی	RPN	تصمیم گیری
وقوع زلزله ۷ ریشتر	۱۰	۸/٤۹۸۲٥٦	۷/۷۷۲۳۸	٦٦۰/٥۱	غیر قابل قبول/ اقدام کنترلی نیاز دارد
وقوع زلزله ۸ریشتر	۱	۸/۷۳۹۲٥٦	۷/۷۷۲۳۸	٦۷/۹۲	قابل قبول
وقوع زلزله ۹ریشتر	۱	۸/۸٥۹۷٥٦	۷/۷۷۲۳۸	٦۸/۸٦	قابل قبول

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

٤- بحث

یکی از مهم ترین مسایلی که در ارزیابی ریسک مطرح می باشد قضاوت شخصی ارزیابی و تاثیر آن بر میزان برآورداز ریسک است . این مسئله در مقاله ای که در سال ۲۰۱۱ توسط Nori و همکارانش ارائه گردیده مطرح شده. در این مقاله اشاره شده است که با استفاده از مدل های MCDM می توان اثر قضاوت های ارزیاب ها را به حداقل رساند. این مسئله با روش کار پیشنهادی و الگوریتم آن همخوانی دارد (Nori, et al., 2011). در همین مقاله مدل آسیب پذیری 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 دراین مدل فقط اکتفاء به نزدیکی به گسل را ملاک قرار داده است که در مدل ارائه شده در این مطالعه ما از روش جامع PSHAو تلفیق آن با تکنیک آریای 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

Archive of SID

www.SID.ir

اجتماعی و علمی بالا این اهمیت را ایجاد می کند که برای حفظ آنها لازم است درجه آمادگی 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 تاکیداین 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 PSHA، AHP 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 اظطراری بیرون ساختمان برای طبقات و...
- به منظور کاهش خسارات زلزله ۸ ریشتر که احتمال وقوع بسیار کمی دارد با توجه به بررسی های به عمل آمده در این تحقیق ساختمان دچار آسیب های کمی خواهد شد واقدامات ضروری ذکر شده برای زلزله ۷ ریشتر به همراه اقدامات پزشکی لازم الاجرا است
- به منظور کاهش خسارات زلزله۹ ریشتر که احتمال وقوع آن در این منطقه طبق بررسیهای انجام شده در این تحقیق بسیار بعید می‌باشد اقدامات پزشکی قبل وحین وبعد از زلزله به صورت تمام وکمال باید برنامه ریزی و اجرا گردد چرا که با توجه به شرایط ذکر شده در متن تحقیق با یک فاجعه انسانی روبرو خواهیم بود.

٦- 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،۱۳۸٦، مبانی تحلیل خطر زلزله

[٤] زهرایی، سید مهدی، وطنی اسکویی اصغر، ۱۳۸۸، بررسی آسیب پذیری لرزه ای ساختمانهای شهر قزوین

[٥] شرحی بر آئین نامه زلزله ۲۸۰۰طراحی ساختمانها در برابر زلزله **www.icivil.ir/om**

[٦] عسکری ،علی، چاپ ۲ سال ۱۳۸۹ ص ۸۰-۱۰۰، مدیریت بحران ، انتشارات شهر،

[۷] فصلنامه علمی پژوهشی زمین و منابع واحد لاهیجان، سال اول، شماره اول، پاییز۱۳۸۸

[۸] کاظمی، داود، تابستان ۱۳۸۹دانشگاه آزاد قزوین ،پایان نامه ارشد، برنامه ریزی مدیریت بحران اجتماع محور خطر بحران زلزله

[۹] محمد مسعود ، سید محسن علوی، تهران۲۰۱۲، برنامه ریزی کاهش خسارات ناشی از زلزله برای منطقه چیذر

[۱۰] موسویون و پرشن،۱۳۸۸، مدیریت ایمنی ساختمانها در صنایع فرایندی، همایشسراسری مدیران و متخصصین HSE و سومین همایش مهندسی ایمنی و مدیریت HSE در دانشگاه صنعتی شریف

[11] A.Razavian amrei Kazemi, H. Razeghi and G. Ghodrati Amiri Asian Journal Of Civil Ivil Engineering (Builsing And Housing) Vol. 11, No. 1 (2011) 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 Kanpur2010

[14] C.Kirchsteiger , (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 on September 11,2001; 44, 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, March 2005 Government of India. New Delhi March 2005

[20] Nouri, J. , Mansouri, N., Abbaspour, M., Karbassi, AR., Omidvari, M., Designing a developed model for assessing the disaster induced vulnerability value in educational centers. Safety science, 2011, 49, 675-685. *

[21] Rashid Tippu and Muhammad Ibrahim , 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.

Archive of SID

www.SID.ir