مدیریت ریسک های بهداشتی موثر بر سلامت افراد در پروژه های بلند مرتبه سازی با رویکرد فازی

عبداله اردشیر[1*] - رضا مکنون[2] - محمد رکاب اسلامی[3] - زینب جهانتاب[4]

ardeshir53@yahoo.com

چکیده

مقدمه: با توجه به افزایش جمعیت و نیاز بیش از پیش افراد به سکونت در شهرها،شاهد رونق روزافزون بلندمرتبه سازی در ایران هستیم.از طرفی پروژه های ساخت به دلیل ماهیت مبهم و پیچیده، دارای ریسک های متعددی می‌باشند که یک گروه از ریسک ها، ریسک های بهداشتی می باشند.این ریسک ها یا اثرات کوتاه مدت دارند یا اثرات آنها پنهان بوده و در دراز مدت اثر منفی خود را بروز می دهند و مشکلات و بیماری های عدیده و حتی مرگ را برای افراد همراه دارند.

روش کار: این مقاله ریسک های بهداشتی در ساخت پروژه‌های بلند مرتبه را شناسایی، ارزیابی و رتبه بندی می‌کند. ریسک ها از طریق مصاحبه با افراد با سابقه در زمینه بلند مرتبه سازی و همچنین چک لیست های تخصصی ایمنی و بهداشت، شناسایی و با استفاده از نظر متخصصین ارزیابی شدند و برای کمی سازی با توجه به ماهیت مبهم ریسک ها و وجود عدم قطعیت، از محاسبات اعداد ذوزنقه ای فازی استفاده گردید. در نهایت پس از ارزیابی ریسک ها و وزن‌دهی، درجه بحرانی بودن هر ریسک محاسبه و ریسک ها برای پاسخ رتبه بندی شدند.

یافته ها: پس از ارزیابی ها، فاکتور ریسک برای بیشتر ریسک ها بالای ۰/۵ به‌دست آمد که نشان از اهمیت این ریسک‌ها در پروژه های عمرانی دارد.همچنین نشان دهنده این مهم است که ریسک های بهداشتی باید قبل از شروع پروژه ارزیابی شوند و برای کاهش و یا حذف آنها اقدامات لازم صورت گیرد.

نتیجه گیری: در پروژه های بلند مرتبه سازی، مدیریت ریسک‌های بهداشتی بسیار مهم است و این ریسک‌ها به‌صورت مستقیم و غیر مستقیم بر روی زمان، کیفیت و هزینه پروژه تاثیرات قابل توجهی می گذارند. بنابراین بررسی و کنترل ریسک های بهداشتی در مرحله طراحی و اجرا لازم و ضروری است. بسیاری از این ریسک ها، با استفاده از وسایل حفاظت فردی قابل پیشگیری و کنترل هستند و این نشان دهنده اهمیت بسیار زیاد این وسایل می باشد که در این میان نقش فرهنگ سازی و آموزش به افراد درگیر در پروژه و لزوم استفاده از وسایل حفاظت فردی بسیار مهم و ضروری است.

کلمات کلیدی: *بلند مرتبه سازی، ریسک، بهداشت،اعداد فازی،سلامت،ارزیابی ریسک، ساخت و ساز، مدیریت ریسک*

۱- دانشیار دانشکده عمران و محیط زیست، رییس پژوهشکده محیط زیست دانشگاه صنعتی امیرکبیر
۲- استادیار دانشکده عمران و محیط زیست،دانشگاه صنعتی امیرکبیر
۳- کارشناس ارشد مهندسی HSE، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
۴- کارشناس ارشد معماری، دانشگاه هنر اسلامی تبریز

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

افزایش روز افزون جمعیت و شهرنشینی و به تبع آن کمبود زمین باعث شده است که بسیاری از شهرهای دنیا با توجه به محدودیت های بسیار به جای افزایش در سطح، به افزایش در ارتفاع و ایجاد سازه های بلند مرتبه روی بیاورند. در بسیاری از شهرهای ایران از جمله تهران به دلیل تجمیع افراد در سطحی محدود، بلند مرتبه سازی در سال‌های اخیر بسیار رواج پیدا کرده است و همچنین به دلیل اینکه این پروژه های عمرانی در درون شهرها واقع هستند و در تماس مستقیم با مردم شهر می باشند، از لحاظ ریسک های بهداشتی ازاهمیت ویژه ای نسبت به سایر پروژه های عمرانی برخوردارند.

از طرفی با توجه به این‌که صنعت ساختمان برحسب ماهیت، متکی بر نیروی انسانی بوده و انسان سالم رکن اساسی توسعه پایدار به شمار می‌آید، بنابراین توجه به سلامت افرادی که در فرآیند اجرا مشارکت داشته و یا آنانی که ممکن است درحیطه اثر عملیات اجرایی از آن آسیب ببینند، امری ضروری است و بدون توجه به نیروی انسانی هیچ فرآیندی به سمت نتیجه مطلوب حرکت نخواهد کرد و نتیجه عدم توجه به این مهم، اضمحلال و از هم پاشیدگی سیستم خواهد بود.از طرفی نیز در اکثر حوادث و رویدادها شرکت ها نسبت به هزینه واقعی آن بینش کافی ندارند. این هزینه ها بسته به تعداد کارکنان، تعداد و نوع رویدادها، نوع کار و فعالیت، ارزش مواد، محصولات و خدمات، گردش مالی و سود سالانه، از شرکتی به شرکت دیگر متفاوت است.این عدم آگاهی از آنجا ناشی می شود که بسیاری از کارفرمایان براین باورند که اکثر هزینه های مربوط به رویدادها و حوادث، توسط سازمان های بیمه پوشش داده می شود، حال آن‌که واقعیت خلاف آن است. ممکن است صرفاً هزینه های مستقیم مانند آسیب ها، جراحات و خسارات جدی توسط شرکت های بیمه پرداخت شده و بنابراین سایر هزینه ها (از جمله زمان از دست رفته، تاخیر در تولید، کاهش اعتبار شرکت، کاهش قیمت سهام، زمان و هزینه صرف شده جهت تحقیق و بررسی، هزینه های قانونی، افزایش حق بیمه و غیره) بر سازمان تحمیل شود. هزینه های غیرمستقیم با توجه به نوع کسب و کار و رویداد به وقوع پیوسته متفاوتند.(RekabEslami, *et al.*, 2013)

بهداشت عبارت است از مجموعه دانش و هنر پیشگیری از بیماری و تامین، حفظ و ارتقا تندرستی و توانمندی بشر با استفاده از تلاشی دسته جمعی که منجر به توسعه جامعه شود.این مفهوم در حوزه زندگی انسان گسترش یافته و به طریقی ضامن سلامت فرد و جامعه به شمار می رود.

در زمینه بهداشت، تعریفی که امروزه بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد، تعریف سازمان جهانی بهداشت (WHO) می‌باشد. طبق این تعریف، بهداشت یک حالت کامل سلامتی جسمی-روانی و اجتماعی است و تنها عدم ابتلا به بیماری یا ناتوانی و نقص عضو دلیل بر سلامت و بهداشت نمی تواند باشد (Hatami and Safavi, 2004).

ریسک طبق تعریف مارک و همکارانش، پتانسیلی است که باعث ایجاد مشکلات و عوارضی در دستیابی به هدف پروژه می شود.با وجود این‌که ریسک در زمینه های مختلف تعریف شده، بعضی از مشخصات آن عبارتند از :

- یک ریسک، یک حادثه آتی است که ممکن است اتفاق بیفتد یا اتفاق نیفتد.
- یک ریسک، باید حادثه‌ای باشد که قطعیت نداردکه اگر اتفاق افتاد، حداقل یکی از اهداف پروژه از قبیل برنامه، هزینه یا کیفیت را تحت تاثیر قرار دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

- احتمال وقوع حادثه آتی باید بیشتر از ۰% و کمتر از ۱۰۰% باشد.حادثه ای که ۰% یا ۱۰۰% تغییر ایجاد کند ریسک به حساب نمی آید.
- اثر یا پیامد حادثه ایجاد شده باید نا خواسته یا غیر منتظره باشد.

چی و هو در سال ۱۹۹۷ پنج مدل را پیشنهاد دادند که در آنها ارتباط بین سن و میزان حوادث را بررسی کردند و بیشترین گروه ریسک را که سبب آسیب می‌شدند، بر اساس تاثیر متقابل سن و شغل و بر اساس مهم‌ترین و بیش‌ترین حوادث شغلی روی داده، یافتند.(Chi and Wu, 1997)

چی و همکارانش در سال ۲۰۰۹ آنالیزی بر روی ۲۵۵ مورد از حوادث شغلی مهم و اصلی در صنعت ساخت و ساز انجام دادند.آنها V احتمالاتی کرامر را برای تعیین همبستگی در میان فاکتور های تاثیرگذار به‌کار بردند و هم‌چنین از ضریب Phi برای به‌دست آوردن ارتباطات در میان هر علت حادثه برای شناسایی فاکتورهای وقوع چنین حوادثی، استفاده کردند.(Chi, *et al.,* 2009)

در سال ۲۰۱۱ آنزریس و همکارانش ریسک های حوادث شغلی در هلند را ارزیابی کردند.مدل آنها ریسک هایی را مورد بررسی قرار داد که کارگران با فعالیت های گوناگون و خطرات مختلف، با آن سر و کار دارند.ریسک ها برای سه نوع از عواقب ارزیابی شدند: صدمات قابل بازگشت، صدمات ماندگار و فوت.در این تحقیق آنها ۶۳ ریسک با خطرات گوناگون را شناسایی و ارزیابی و رتبه بندی کردند. (Aneziris, *et al.,* 1989)

در بسیاری از ارزیابی های ریسک به جای استفاده از مقادیر عددی از متغیر های زبانی استفاده می شود. در ارزیابی ریسک ها با توجه به ماهیت مبهم ریسک و عدم قطعیت و پیچیدگی، می توان از منطق فازی استفاده کرد.تئوری مجموعه های فازی اولین بار توسط پروفسور لطفعلی عسگر زاده در سال ۱۹۶۵ مطرح شد.منطق فازی ابزاری توانمند جهت حل مسائل پیچیده به شمار می‌رود، که درک آنها مشکل می‌باشد یا داده های کافی در مورد آنها وجود ندارد،.این ابزار با استفاده از داده های کیفی به تصمیم گیری می پردازد.اولین ترکیب تئوری فازی با ارزیابی ریسک را کنگری در سال ۱۹۸۹ بیان کرد. (Kangari and Riggs, 1989) پس از آن تحقیقات زیادی بر روی ارزیابی ریسک با استفاده از مجموعه ها و منطق فازی انجام شد.

در سال ۱۹۹۴ فوجینو کاربرد FTA فازی را در حوادث ساخت و سازدر سایت پروژه ها در ژاپن بیان کرد. (Fujino, 1994) کو و همکارانش در سال ۲۰۰۲ روش فازی ETA را با استفاده از یک شکل جدید از منحنی توابع عضویت عنوان نمود. (Cho, *et al.,* 1994) در سال ۲۰۰۱ کار و تاه یک مدل رسمی را که بر پایه ساختار شکست ریسک بنا نهاده شده است، معرفی کردند.ریسک ها توصیف شدند و پیامد های آنها با متغیرهای زبانی تعریف شدند و ارتباط بین احتمال وقوع (L) و شدت اثر (S) و اثر فاکتور ریسک (F) را با استفاده از قوانین اگر.... آنگاه، بیان کردند. (Carr and Tah, 2004)

در سال ۲۰۰۷ زنگ و همکارانش روشی را بر مبنای استدلال فازی و AHP مطرح نمودند. آن‌ها از یک روش تحلیل سلسله مراتبی اصلاح شده برای ساختار ریسک‌ها با در نظر گرفتن سه پارامتر استفاده کردند که آن سه پارامتر عبارت بودند از: احتمال ریسک (RL)، شدت ریسک (RS) و فاکتور ریسک (FI). که هر سه پارامتر را به صورت زبانی تعریف شدند و سپس به عدد فازی ذوزنقه ای تبدیل کردند.پس از آن ارتباط بین ورودی های RS، RL و FI و خروجی

Archive of SID

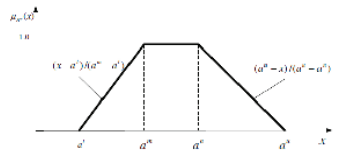
www.SID.ir

بزرگی ریسک RM با استفاده از قوانین اگر...آنگاه بیان شد.(Zeng and Smith, 2007) دیکمن و همکارانش در سال ۲۰۰۷ روشی برای رتبه بندی ریسک پروژه های بین المللی ارائه کردند.ابتدا ریسک ها شناسایی شدند و با استفاده از نمودارهای تاثیر مدل شدند و با استفاده از اصطلاحات زبانی ارزیابی شدند. ارتباط بین ریسک ها و فاکتورهای تاثیر از طریق قضاوت متخصص جمع آوری می شوند و با استفاده از قوانین آنگاه ... اگر خروجی ها ساخته شدند. (Dikmen *et al.*, 2007).

مجموعه های فازی

تئوری مجموعه های فازی که برای اولین بار در سال ۱۹۶۵ توسط پروفسور لطفعلی عسگر زاده بیان شد، برای داده هایی که دارای ابهام و عدم قطعیت در ارزیابی ریسک هستند بسیار مناسب است. در مجموعه مرجع X، یک زیر مجموعه فازی A از X بوسیله تابع عضویت $\mu_A(x)$ بیان می‌شود که هر جز x در X در بازه [۰و۱] می‌باشد. مقدار تابع $\mu_A(x)$ درجه‌ای از عضویت x در A است. هرچقدر $\mu_A(x)$ بزرگ‌تر باشد درجه عضویت x در A قوی‌تر است. (Kaufman *et al.*, 2007)

یک عدد فازی ذوزنقه ای A به صورت (a, b, c, d) نشان داده می شود و تابع عضویت آن به صورت زیر ارایه می‌گردد: (Fazl zarandi, 2010)



(۱)

$$\mu_A(x)=\begin{cases}0 & \text{for } x<a\\ \mu_A^L(x)=\frac{x-a}{b-a} & \text{for } a\leqslant x\leqslant b\\ 1 & \text{for } b\leqslant x\leqslant c\\ \mu_A^R(x)=\frac{x-d}{c-d} & \text{for } c\leqslant x\leqslant d\\ 0 & \text{for } x>d\end{cases}$$

محاسبه اعداد فازی

برای جمع، تفریق، ضرب و تقسیم برای دو عدد فازی $A=(a_1, b_1, c_1, d_1)$ و $B=(a_2, b_2, c_2, d_2)$ به صورت زیر است :

$$A\oplus B=(a_1+a_2,b_1+b_2,c_1+c_2,d_1+d_2) \quad (۲)$$

$$A\Theta B=(a_1-d_2,b_1-b_2,c_1-c_2,d_1-a_2) \quad (۳)$$

که در اینجا منظور از $\oplus$ و Θ جمع فازی و تفریق فازی می باشد. در ضرب و تقسیم اعداد فازی به دلیل پیچیدگی از α-cut استفاده می‌شود. α-cut مجموعه فازی A با تابع عضویت $\mu_A(x)$، یک مجموعه غیر فازی است از تمام اعدادی که درجه عضویت آنها بزرگ‌تر یا مساوی α باشند یعنی: (Ghazanfari and rezaee, 2010)

$$A^{\alpha}=\{x\,|\alpha\leq\mu_A(x),1\leq\alpha\leq 0\}$$

و به صورت $[A_l^{\alpha},A_u^{\alpha}]$ نمایش داده می شود. که A_l^{α} مرز پایین و A_u^{α} مرز بالای A^{α} است.

$$A^{\alpha}=[A_l^{\alpha},A_u^{\alpha}]$$

و برای عدد فازی $A=(a_1, b_1, c_1, d_1)$ خواهیم داشت:

$$A_l^{\alpha}=(b_1-a_1)\times\alpha+a_1 \quad (۴)$$

$$A_u^{\alpha}=-(d_1-c_1)\times\alpha+d_1 \quad (۵)$$

برای دو عدد بازه‌ای P=[a,b] و q=[c,d]، عملیات ضرب و تقسیم به صورت زیر می باشد:

$$p\times q=[\min(ac,ad,bc,bd),\max(ac,ad,bc,bd)] \quad (۶)$$

$$p\phi q=[a,b]\times[\frac{1}{d},\frac{1}{c}]=[\min(\frac{a}{d},\frac{a}{c},\frac{b}{d},\frac{b}{c}),\max(\frac{a}{d},\frac{a}{c},\frac{b}{d},\frac{b}{c})] \quad (۷)$$

همان‌طور که قبلاً بیان شد، ضرب و تقسیم اعداد فازی با استفاده از α-cut انجام می شود به عبارتی برای دو عدد فازی A و B با مقطع α، $A^{\alpha}=[A_l^{\alpha},A_u^{\alpha}]$ و $B^{\alpha}=[B_l^{\alpha},B_u^{\alpha}]$، داریم:

Archive of SID

www.SID.ir

$$A \otimes B = (A \times B)^{\alpha} = [A_l^{\alpha}, A_u^{\alpha}] \otimes [B_l^{\alpha}, B_u^{\alpha}] \quad (۸)$$

$$A \phi B = (A \div B)^{\alpha} = [A_l^{\alpha}, A_u^{\alpha}] \phi [B_l^{\alpha}, B_u^{\alpha}] \quad (۹)$$

که $\otimes$ و ϕ به ترتیب نماد ضرب و تقسیم اعداد فازی می باشد. طبق اصل توسعه برای عدد فازی A داریم: (Klir and Yuan,1995)

$$A = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} \alpha - A^{\alpha} \quad (۱۰)$$

$$A \otimes B = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} \alpha - (A \times B)^{\alpha}(x) \quad (۱۱)$$

$$A \phi B = \bigcup_{\alpha \in [0,1]} \alpha - (A \phi B)^{\alpha}(x) \quad (۱۲)$$

روش کار

تشکیل تیم پروژه ارزیابی ریسک

برای بررسی ریسک ها ابتدا یک گروه برای ارزیابی ریسک ها تشکیل می‌دهیم. افراد عضو این گروه متخصصین با رویکردها، تخصص ها و سوابق مختلف می باشند، به‌طور مثال مدیر پروژه، رییس کارگاه مدیر HSE .پرسشنامه ها با استفاده از قضاوت این افراد تکمیل می شوند و به هر متخصص با در نظر گرفتن سلیقه و سابقه ای که در زمینه کاری خود دارد، یک ضریب به نام ضریب مشارکت می دهیم که این ضریب با تغییر شرایط پروژه و افراد تغییر می کند. (Zeng, *et al.*, 2007).

$$C_1 + C_2 + C_3 + ... + C_k + ..C_m = 1 \quad (۱۳)$$

C_k ضریب مشارکت متخصص K ام و m تعداد متخصصان تیم مدیریت ریسک.

شناسایی ریسک ها

هدف از این مرحله شناسایی بیش‌تر ریسک‌ها می باشد زیرا تا ریسکی شناخته نشود سایر مراحل مدیریت ریسک بر روی آن صورت نمی‌گیرد. روش‌های مختلفی برای شناسایی ریسک ها وجود دارد. (Rafee zadeh and Ardeshir, 2009) در این مقاله ریسک ها از طریق مصاحبه و هم فکری با افراد متخصص، تحقیقات قبلی انجام شده، آمار حوادث ساختمانی در زمینه بلند مرتبه سازی و HSE و هم‌چنین چک‌لیست های تخصصی ایمنی و بهداشت، شناسایی و سپس دسته بندی شدند. (Lahootia and Nemati, 2011; Adibi, 2011)

در شناسایی ریسک ها باید تمام عوامل بالقوه که پروژه را تهدید می‌کنند، مورد بررسی قرار بگیرند.این مرحله بسیار مهم است زیرا فرایند تحلیل و ارزیابی ریسک و پاسخ به ریسک در مورد ریسک های شناسایی شده انجام می شود. (Nieto-Morote and Vila, 2011)

تعریف توابع فاکتور ریسک

فاکتور ریسک (RF) توسط دو پارامتر اندازه گیری می شود.احتمال وقوع ریسک (RP) و شدت اثر ریسک (RI). پارامتر شدت اثر ریسک شامل پتانسیل اثر هر عامل بر روی هدف پروژه از قبیل: زمان، هزینه و کیفیت و سلامت افراد و محیط زیست می باشد.

$$RF = RI + RP - (RI \times RP) \quad (۱۴)$$

تعریف پارامتر های زبانی

پارامترهای زبانی که برای ارزیابی پارامترهای ریسک، RP ، RI استفاده می شوند، عبارتند از:

*- برای شدت اثر (RI) پنج واژه زبانی استفاده شده است: خیلی کم (VL)، کم (L)، متوسط (M)، زیاد (H) و خیلی زیاد (VH)

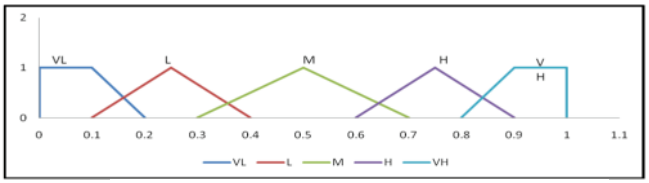
*- برای احتمال وقوع (RP) پنج واژه زبانی استفاده شده است: خیلی کم (VL)، کم (L)، متوسط (M)، زیاد (H) و خیلی زیاد (VH)

پس از تعریف پارامترهای زبانی، این پارامترها باید به اعداد فازی ذوزنقه ای استاندارد تبدیل شوند.یکی از مهمترین نکات کلیدی در مدل‌سازی فازی، تبدیل این متغیرهای زبانی به اعداد و توابع فازی است که بتوانند ابهام و عدم قطعیت را بیان کنند. هنگامی که با اعداد فازی کار می‌کنیم، نتیجه کار ما و خروجی‌های ما به طور کامل به شکل توابع عضویت اعداد فازی بستگی دارند. (Nieto-Morote andVila,2011)

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱: تعریف عدد فازی RI

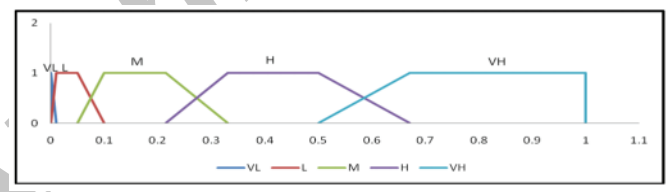
RI	تعریف	علامت اختصاری	عدد فازی
خیلی زیاد	آسیب شدید، منجر به بیماری لاعلاج یا منجر به فوت	VH	(0.8,0.9,1,1)
زیاد	آسیب جدی	H	(0.6,0.75,0.75,0.9)
متوسط	آسیب کوتاه مدت	M	(0.3,0.5,0.5,0.7)
کم	آسیب خفیف قابل رفع	L	(0.1,0.25,0.25,0.4)
خیلی کم	آسیب ناچیز	VL	(0,0,0.1,0.2)



شکل ۱: عدد فازی RI

جدول ۲: تعریف عدد فازی RP

RP	تعریف	علامت اختصاری	عدد فازی
خیلی زیاد	به دفعات زیاد اتفاق می‌افتد	VH	(0.5,0.67,1,1)
زیاد	بارها اتفاق می‌افتد	H	(0.215,0.33,0. 5,0.67)
متوسط	معمولاً اتفاق می‌افتد	M	(0.05,0.1,0.215,0.33)
کم	گهگاهی اتفاق می‌افتد	L	(0,0.01,0.05,0.1)
خیلی کم	به ندرت اتفاق می‌افتد	VL	(0,0,0,0.01)



شکل ۲: عدد فازی RP

اندازه گیری پارامترهای RI و RP

RI و RP در پایین ساختار شکست، در هر سطح، به‌وسیله تمام افراد در گروه ارزیابی ریسک، با استفاده از پارامترهای زبانی اندازه گیری می‌شود. پس از آن متغیرهای زبانی باید به اعداد فازی تبدیل شوند. جداول ۱ و۲ اعداد فازی متناظر با پارامترهای زبانی را برای اندازه گیری احتمال وقوع و شدت اثر هر ریسک بیان می کند.

(Nieto-Morote and Vila, 2011).

پس از آن‌که تمام متخصصین نظرات خود را راجع به هر کدام از ریسک ها بیان کردند، باید تمام اعداد فازی داده شده به هر ریسک را با هم جمع کرد و متوسط آن را به عنوان عدد نسبت داده شده به آن ریسک در محاسبات وارد کرد.برای محاسبه متوسط اعداد از روابط زیر استفاده می کنیم:

Archive of SID

www.SID.ir

$$RI_i = RI_{i1} \otimes c_1 \oplus RI_{i2} \otimes c_2 \oplus ... \oplus RI_{im} \otimes c_m \quad (۱۵)$$

$$RP_i = RP_{i1} \otimes c_1 \oplus RP_{i2} \otimes c_2 \oplus ... \oplus RP_{im} \otimes c_m \quad (۱۶)$$

RI_i و RP_i به ترتیب متوسط اعداد فازی داده شده برای شدت اثر و احتمال وقوع ریسک i ام می باشد. C ضریب اشتراک هر متخصص و m تعداد متخصصین در گروه ارزیابی ریسک می باشد.

استنتاج فازی

در این مرحله RI و RP به دست آمده از مراحل قبل به عدد فازی که ریسک کلی پروژه را بیان می‌کند، تبدیل می‌شود:

$$ORF_i = RI_i \oplus RP_i \Theta (RI_i \otimes RP_i) \quad (۱۷)$$

فازی زدایی

فازی زدایی از اعداد فازی یک فرایند بسیار مهم برای ارزیابی ریسک در محیط فازی می باشد.برای فازی زدایی چندین روش وجود دارد که در این مقاله از روش متوسط ماکزیمم ها (MOM) استفاده می کنیم.

$$(RF_T)_i = \frac{M_1 + M_2}{2} \quad (۱۸)$$

درجه بحرانی بودن

پس از محاسبه فاکتور ریسک، برای پاسخ به ریسک ها و همچنین برای این‌که بتوانیم برروی نتایج به‌دست آمده از ارزیابی ها بحث کرد، باید درجه بحرانی بودن ریسک به صورت دقیق محاسبه گردد.زیرا مقدار بعضی از ریسک‌ها می‌تواند در دو محدوده قرار گیرد. برای به‌دست آوردن درجه بحرانی بودن ریسک، از اعداد فازی جدول شماره ۳ استفاده می‌شود. به این ترتیب که اعداد فازی برای فاکتور های مختلف به‌دست آمده از قسمت۳-۷ را بر نمودار اعداد فازی درجه بحرانی بودن ریسک منطبق کرده و درجه هر ریسک خوانده می شود

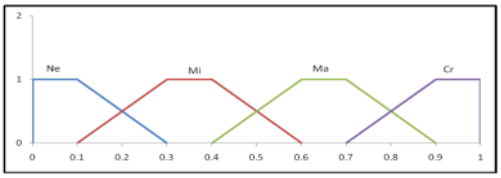
یافته ها

تیم پروژه ارزیابی ریسک های بهداشتی در پروژه های بلند مرتبه سازی

افراد عضو این تیم ۳۵ نفر از متخصصین با رویکردها، تخصص ها و سوابق مختلف در زمینه بلند مرتبه سازی و HSE در شهر تهران می باشند. برای دادن ضریب به افراد گروه ارزیابی ریسک، سابقه کاری در زمینه بلند مرتبه سازی، میزان تحصیلات و رشته تحصیلی ملاک قرار داده شد.

جدول ۳: اعداد فازی درجه بحرانی بودن

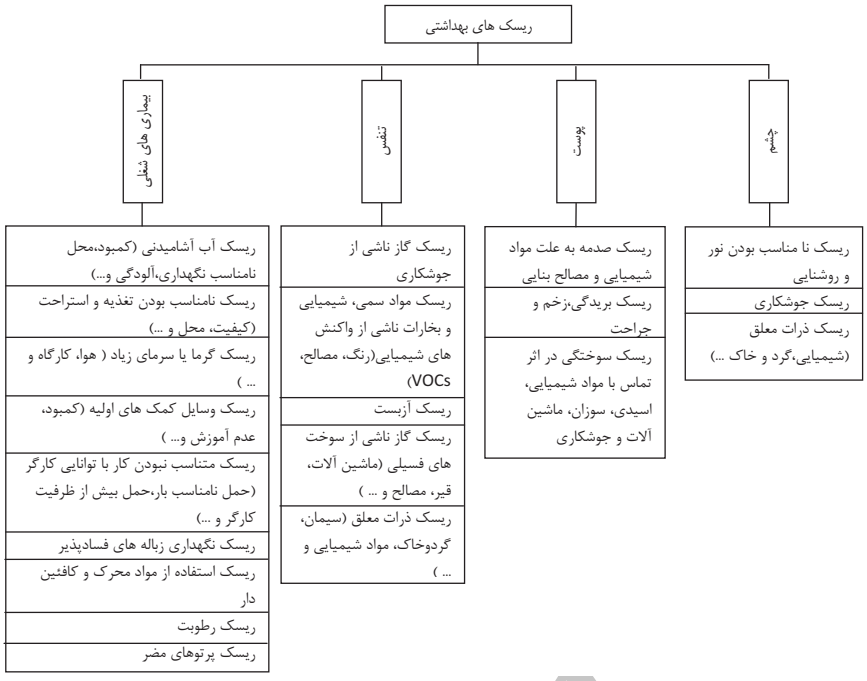
عدد فازی	تعریف	M	علامت اختصاری
(0,0,0.1,0.3)	ریسک قابل قبول است	قابل قبول	N[۵]
(0.1,0.3,0.4,0.6)	ریسک قابل تحمل است ولی بهتر است کنترل شود	کم	Mi[۶]
(0.4,0.6,0.7,0.9)	منطقی است که ریسک کاهش یابد	زیاد	Ma[۷]
(0.7,0.9,1,1)	ریسک باید کاهش یابد	بحرانی	C[۸]



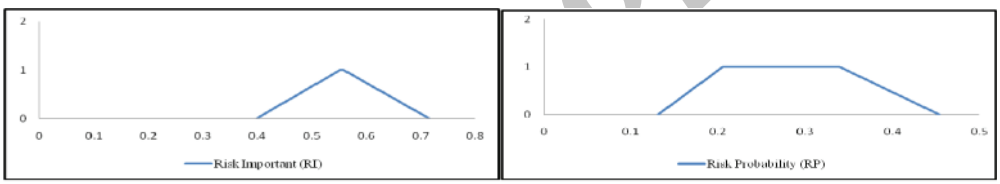
شکل ۳: عدد فازی درجه بحرانی بودن

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۴: ساختار شکست ریسک های بهداشتی در پروژه های بلند مرتبه سازی



شکل ۵: عدد فازی شدت اثر و احتمال وقوع برای ریسک نامناسب بودن نور و روشنایی برای چشم

شناسایی ریسک های بهداشتی در پروژه های بلند مرتبه سازی

برای شناسایی بهتر ریسک ها، با توجه به اعضای اصلی آسیب پذیر در بدن، ریسک های بهداشتی در کارگاه های بلند مرتبه سازی به ۴ گروه ریسک آسیب به چشم، پوست، سیستم تنفس و بیماری های شغلی تقسیم شد.پس از آن پرسشنامه ای طراحی گردیدکه در آن ۴ گروه اصلی ریسک های بهداشتی نوشته و از متخصصین HSE و مدیران پروژه‌های بلند مرتبه سازی عضو تیم ارزیابی ریسک خواسته شد که ریسک های موجود در هر گروه را با توجه به تجربه و اطلاعات پروژه‌های قبلی خود، بنویسند. پس از جمع آوری پرسشنامه ها، ریسک های نوشته شده توسط متخصصین استخراج شد. برای تکمیل ریسک‌ها، از چک‌لیست‌های موجود، مطالعات و تحقیقات قبلی انجام شده و آمار حوادث در کارگاه های ساختمانی نیز استفاده گردید و در نهایت ۲۰ریسک مهم مطابق شکل شماره ۴ شناسایی و ساختار شکست آنها رسم شد.پس از شناسایی نهایی ریسک‌ها، پرسشنامه‌ای دیگر طراحی و از تمامی ۳۵ نفر متخصصین عضو تیم ارزیابی ریسک خواسته شد که به تمامی ریسک های بهداشتی پروژه پاسخ دهند و شدت اثر و احتمال وقوع هر ریسک را با توجه به پارامترهای زبانی گفته شده در قسمت ۳-۴ بیان کنند.

Archive of SID

www.SID.ir

تعریف پارامتر های زبانی

پس از جمع آوری پرسشنامه های توزیع شده بین متخصصین، پاسخ های زبانی داده شده به احتمال وقوع و شدت اثر هر ریسک با توجه به جداول ۱ و ۲ به عدد فازی تبدیل شد و در انتها میانگین تمام پاسخ ها با توجه به ضریب مشارکت هرمتخصص با استفاده از فرمول های ۱۵ و ۱۶ بهدست آمد.به عنوان مثال برای ریسک نا مناسب بودن نور و روشنایی برای چشم مقادیر RI و RP پس از محاسبات به صورت زیر حاصل شد.

ارزیابی ریسک های بهداشتی در پروژه های بلند مرتبه سازی

پس از شناسایی ریسک ها، فاکتور ریسک برای تمامی ریسک ها با استفاده از فرمول (۱۴) محاسبه شد و در نهایت ریسک ها رتبه بندی شدند. برای مثال برای محاسبه فاکتور ریسک نا مناسب بودن نور و روشنایی برای چشم، خواهیم داشت: (جدول ۴) و پس از فازی زدایی مقدار فاکتور ریسک برای ریسک نا مناسب بودن نور و روشنایی برای چشم ۰,۶۷ بهدست آمد.

$$ORF_T = \frac{0.205 + 1.12}{2} = 0.67$$

مقدار فاکتور ریسک برای تمامی ریسک های بهداشتی در جدول شماره ۵ آمده است.

درجه بحرانی بودن ریسک ها

با توجه به قسمت ۳-۸ درجه بحرانی بودن تمامی ریسک‌های بهداشتی بهدست آمد. برای مثال برای ریسک نامناسب بودن نور و روشنایی برای چشم مقدار ریسک ۰/۶۷۶۳ حاصل شد که با توجه به جدول ۳ و شکل ۳، ۱۰۰% در محدوده ریسک های زیاد (Ma) قرار دارد.

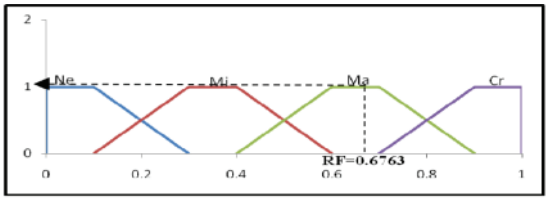
در نهایت برای ریسک های پروژه خواهیم داشت (جدول ۵)

بحث

در این مقاله با استفاده از نظر ۳۵ نفر از متخصصین با تجربه در زمینه بلند مرتبه سازی، ریسک های بهداشتی شناسایی و ارزیابی شدند.پس از آن ریسک ها در گروه های مشخص دسته بندی و گروه های ریسک

جدول ۴: محاسبه *α-cut* و فاکتور ریسک برای ریسک نا مناسب بودن نور و روشنایی برای چشم

α	شدت اثر		احتمال وقوع		P+I		PxI		RF=P+I-(PxI)	
0	0.399017	0.715725	0.131425	0.454521	0.530442	1.170246	0.052441	0.325312	0.20513	1.117805
0.1	0.414337	0.700012	0.138838	0.443021	0.553174	1.143033	0.057526	0.31012	0.243054	1.085508
0.2	0.429656	0.6843	0.146251	0.431521	0.575907	1.115821	0.062837	0.29529	0.280617	1.052983
0.3	0.444975	0.668587	0.153663	0.420021	0.598639	1.088608	0.068376	0.280821	0.317818	1.020232
0.4	0.460295	0.652875	0.161076	0.408521	0.621371	1.061396	0.074143	0.266713	0.354658	0.987253
0.5	0.475614	0.637162	0.168489	0.397021	0.644103	1.034183	0.080136	0.252967	0.391137	0.954047
0.6	0.490934	0.62145	0.175902	0.385521	0.666835	1.006971	0.086356	0.239582	0.427254	0.920614
0.7	0.506253	0.605737	0.183314	0.374021	0.689568	0.979758	0.092804	0.226558	0.463009	0.886954
0.8	0.521572	0.590025	0.190727	0.362521	0.7123	0.952545	0.099478	0.213896	0.498404	0.853067
0.9	0.536892	0.574312	0.19814	0.351021	0.735032	0.925333	0.10638	0.201596	0.533436	0.818953
1	0.552211	0.5586	0.205553	0.339521	0.757764	0.89812	0.113509	0.189656	0.568108	0.784612



شکل ۶: محاسبه درجه بحرانی بودن برای ریسک نا مناسب بودن نور و روشنایی برای چشم

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۵: رتبه بندی و درجه بحرانی بودن ریسک های بهداشتی در پروژه های بلند مرتبه سازی

رتبه	ریسک	فاکتور ریسک	درجه بحرانی بودن
1	ریسک بریدگی،زخم و جراحت	0.810013	0.45Ma-0.55C
2	ریسک جوشکاری برای چشم	0.794107	0.53Ma-0.47C
3	ریسک گرما یا سرمای زیاد (هوا، کارگاه و ...)	0.793665	0.53Ma-0.47C
4	ریسک ذرات معلق (سیمان، گردوخاک، مواد شیمیایی و ...)	0.78234	0.59Ma-0.41C
5	ریسک وسایل کمک های اولیه (کمبود، عدم آموزش و...)	0.776013	0.62Ma-0.38C
6	ریسک متناسب نبودن کار با توانایی کارگر (حمل نامناسب بار،حمل بیش از ظرفیت کارگر)	0.750604	0.75Ma-0.25C
7	ریسک ذرات معلق (شیمیایی،گرد وخاک و ...) برای چشم	0.74105	0.79Ma-0.21C
8	ریسک نامناسب بودن تغذیه و استراحت (کیفیت، محل و ...)	0.689475	Ma
9	ریسک نا مناسب بودن نور و روشنایی برای چشم	0.67636	Ma
10	ریسک آب آشامیدنی (کمبود،محل نا مناسب نگهداری،آلودگی و...)	0.676277	Ma
11	ریسک نگهداری زباله های فسادپذیر	0.674944	Ma
12	ریسک تنفس مواد سمی، شیمیایی و بخارات ناشی از واکنش های شیمیایی(رنگ، مصالح، VOCs)	0.630816	Ma
13	ریسک تنفس گاز ناشی از سوخت های فسیلی (ماشین آلات، قیر، مصالح و ...)	0.621558	Ma
14	ریسک صدمه به پوست به علت تماس با مواد و مصالح شیمیایی	0.601358	Ma
15	ریسک تنفس آزبست	0.578299	0.11Mi-0.89Ma
16	ریسک استفاده از مواد محرک و کافئین دار	0.541071	0.29Mi-0.71Ma
17	ریسک سوختگی پوست در اثر تماس با مواد شیمیایی،اسیدی، سوزان، ماشین آلات داغ، جوشکاری و ...	0.525223	0.37Mi-0.63Ma
18	ریسک رطوبت	0.521671	0.39Mi-0.61Ma
19	ریسک پرتوهای مضر (تشعشات از ماشین آلات،مصالح و ...)	0.464779	0.68Mi-0.32Ma
20	ریسک تنفس گاز ناشی از جوشکاری	0.442312	0.79Mi-0.21Ma

برای پاسخ، رتبه‌بندی گردیدند. پس از رتبه بندی گروه های ریسک، درجه بحرانی بودن برای تمامی ریسک های هر گروه به‌دست آمد و در آخر ریسک‌های بحرانی و ریسک‌هایی که درجه ای بحرانی بودند پاسخ داده شد.

مدل استفاده شده در این مقاله مدلی ساده و دقیق برای رتبه بندی و به‌دست آوردن مقادیر ریسک های مختلف می‌باشد که سادگی آن باعث می شود از آن بتوان در تمام مراحل پروژه استفاده کرد.همچنین فرمول استفاده شده برای ارزیابی ریسک ها و بدست آوردن فاکتور ریسک (فرمول شماره ۱۴) دارای مزیتی نسبت به فرمول های متداول فاکتور ریسک می باشد. این فرمول ریسک‌هایی که شدت اثر زیاد اما احتمال وقوع کم دارند، نیز به‌درستی و به صورت دقیق مورد ارزیابی قرار می دهد و فاکتور ریسک را برای آنها به‌دست می‌آورد. همان‌طور که مشاهده می‌شود جدول شماره ۵ فاکتور ریسک و درجه بحرانی بودن برای ریسک های بهداشتی در پروژه های بلند مرتبه سازی را نشان می‌دهد.در قسمت فاکتور ریسک، فاکتورها تقریباً اعداد بالا و نزدیک به ۱ می باشند که این نشان دهنده اهمیت چنین ریسک هایی بر سلامت افراد می باشد چرا که این ریسک ها در نگاه اول شاید اثرات کوتاه مدت و اثرات زود گذر داشته باشند اما در دراز مدت باعث خسارات جبران ناپذیر و فاجعه باری خواهند شد. بنابراین با توجه به اهمیت موضوع، بالا بودن فاکتور ریسک برای این ریسک‌ها منطقی است.

در قسمت درجه بحرانی بودن ریسک‌ها می‌توان به این نتیجه رسید که ریسک بریدگی، زخم و جراحت، ۵۵% دارای درجه بحرانی و ۴۵% دارای درجه زیاد است.

Archive

www.SID.ir

با این تفاسیر پاسخ به این ریسک بسیار مهم و ضروری است. بنابراین برای حذف این ریسک و یا کاهش اثرات آن باید از وسایل حفاظت فردی به طور کامل و دقیق استفاده شود.

از طرفی متوجه می‌شویم که بسیاری از ریسک های بحرانی و مهم در گروه بهداشت مربوط به عدم استفاده از وسایل حفاظت فردی می‌باشند. مشکلی که در پروژه‌های عمرانی وجود دارد عدم استفاده از وسایل حفاظت فردی در حین کار می باشد که دلیل آن را شاید بتوان به فرهنگ پایین سازمانی در ساخت و ساز ها و هم‌چنین فقدان آموزش لازم برای افراد درگیر در پروژه دانست.چه بسا ریسکی مانند خطرات آزبست با استفاده از ماسک تا حد بسیار زیادی کاهش می یابد. بنابراین افزایش سطح فرهنگ برای کاهش بسیاری از ریسک ها در کارگاه های ساخت و ساز و پروژه های عمرانی از طرق مختلف مانند آموزش، سیستم پاداش و تنبیه و ... لازم و ضروری است.

نتیجه گیری

پس از بررسی و ارزیابی ریسک ها مشاهده شد که بیشتر ریسک ها از در جه بحرانی بالایی برخوردارند که این مبین آن است که در پروژه های ساخت و ساز، حفظ جان و سلامت افراد در کوتاه مدت و بلند مدت اهمیت بسیاری دارد وتلاش HSE در کارگاه باید به گونه ای باشد که حتی سلامت یک نفر از افراد نیز تهدید نشود. این نشانگر آن است که در پروژه‌های بلند مرتبه سازی ریسک های بهداشتی بر خلاف تصور بسیاری از مهندسین ریسک های بسیار مهمی می باشند که قبل از شروع پروژه باید به آنها پاسخ داده شود.بنابراین علیرغم اینکه ریسک های بهداشتی بر روی زمان و هزینه پروژه شاید تاثیر زیادی نداشته باشند اما به دلیل تاثیر بر روی کیفیت پروژه و سلامت نیروی انسانی مشغول در پروژه باید در کنار ریسک های موثر بر معیارهای زمان، هزینه و کیفیت، تاثیر ریسک های بهداشتی نیز در نظر گرفته شود.

جدول شماره ۵ بستگی کامل به ماهیت ریسک ها و اهمیت پروژه دارد و مدیر HSE یا مدیر پروژه می تواند با توجه به اهمیت پروژه به ریسک های آن پاسخ دهد.مثلاً ممکن است در یک پروژه، بر حسب ماهیت به ریسک‌های دارای درجه بحرانی (ریسک شماره ۱ تا ۷) پاسخ داده شود یا در پروژه دیگر ریسک های با درجه زیاد نیز مهم می‌باشد که به آن‌ها پاسخ داده شوند. این جدول هم‌چنین می‌تواند در بهبود سلامت در پروژه‌های بلند مرتبه‌سازی و ساخت و سازهای شهری، به مدیران پروژه بسیار کمک کند. در بسیاری از مصاحبه ها، افراد متخصص اظهار داشتند در سازمان های آنها سیستم HSE وجود دارد و اجرا می‌شود. اما با توجه به محاسبات انجام شده و ریسک‌های ارزیابی شده به این نتیجه می‌رسیم که در استقرار نظام HSE آنها مشکلی وجود دارد. پس از بررسی های انجام شده در ریسک‌های بحرانی هر گروه متوجه شدیم که در سازمان‌های آن‌ها HSE وجود دارد اما فرهنگ HSE وجود ندارد. چرا که ریسک‌های بحرانی موجود در هر گروه، ریسک هایی هستند که هر فرد می تواند با بالابردن فرهنگ کاری خود، در کاهش آنها بسیار موثر باشد.مثلاً در یک کارگاه مشاهده شد که کارگر به دلیل اینکه مورد تمسخر دیگران واقع نشود از وسایل حفاظت فردی استفاده نمی‌کرد.این مصداق کامل بی فرهنگی در زمینه HSE می باشد. علاوه بر فرهنگ HSE، عدم آگاهی مسوولین HSE کارگاه ها از خطرات شغلی و عوامل زیان آور محیطی باعث بسیاری از حوادث جبران ناپذیر می شود.بنابراین برای کاهش بسیاری از این ریسک ها باید فرهنگ HSE در کارگاه ها و شرکت های مربوطه و همچنین در بین تمامی افراد درگیر در پروژه افزایش یابد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

Aneziris,O,N;Topali,E;Papazoglou.,(2011). Occupational risk of Building Construction .Reliability Engineering and System Safety journal.

Adibi,M;(2011).HSE and Technical Cheklist in construction Projects.fanavaran Publication.,(in Persian)

Chi, C,F; Wu, M,L;(1997).Effects of age and occupation on occupational fatality rates.Safety Science Journal; 27,pp1–17.

Chi, C,F;Yang, C,C;Chen, Z,L;(2009). In-depth accident analysis of electrical fatalities in the construction industry. International Journal of Industrial Ergonomics, 39,pp 635–644

Cho, H, M; Choia, H, H; Kimb, Y, K; (2009). A risk assessment methodology for incorporating uncertainties using fuzzy concepts.Reliability Engineering and System Safety, 78,P173-183

Carr,V;Tah,J,H,M; (2001).A fuzzy approach to construction project risk assessment and analysis: construction project risk management system.advances in Engineering Software, 32,P847-857

Dikmen,I ;Birgonul, M;Han,S; (2007).Using fuzzy risk assessment to rate cost overrun risk in international construction project.International Journal of project Management,25,pp494-505

Fujino,T; (1994).The Development of a Method for Investigation construction site Accident Using Fuzzy Falt Tree Analysis,[dissertation]. The Ohio State University ,USA.

Fazel zarandi,M;(2010).fuzzy set theory : Principles an Applications.a,ir kabir university publication.2th edition.(in Persian)

Ghazanfari,M; Rezaee,M; (2010). Introduction to fuzzy set theory. University of Science and Technology publication.2th edition.(in Persian)

Hatami,H;Safavi,M; (2004). public health comprehensive Book. (in Persian)

Kangari,R;Riggs,L,A;(1989).Construction Risk assessment by linguistic.IEEE Transactionon Engeering management. OL.36,NO.2,P126-131

Kaufmann,A;Gupta,M,M;(1991).Introduction to Fuzzy Arithmetic:Theory and Aplication.Van Nostrand Reinhold,New York.

Klir,G,J;Yuan,B;(1995).Fuzzy sets and Fuzzy logic:theory and application.

Lahooti,M;Nemati,S;(2011).safety Cheklist in construction site.Fadak Isatis publication. (in Persian)

Nieto - Morote, A; Ruz-vila, F; (2011). A fuzzy approach to construction project risk assessment. International Journal of Project Management, 29,pp220-231

Rekab Eslami, M; Ardeshir, A; Maknoon, R; (2013). Risk Assessment in high rise building construction projects with fuzzy Approach, [dissertation]. Amirkabir University of Thechnology. (in Persian)

Rafiee zadeh,A;Ardeshir,A;(2009).Qualitative risk assessment in Construction project with Fuzzy Approach,[dissertation]. Amirkabir University of Thechnology. (in Persian)

Zeng,J;An,M;Smith,N,J;(2007).Appliction of a fuzzy based decision making methodology to construction project risk assessment.International Journal of Project Management,pp589-600

Archive of SID

www.SID.ir

Health Risk Management which are effective on Human Health in High-rise Building construction projects with Fuzzy Approach

A. Ardeshir[1*]; R. Maknoon[2]; M. Rekab Islami Zadeh[3]; Z. Jahantab [4]

[1] Associate professor,department of civil and environment engineering , Head of Enviro. Research Center, Amirkabir university of technology

[2] Assisstant Professor,department of civil and environment engineering , Amirkabir university of technology

[3] Department of civil and environment engineering , Amirkabir university of technology

[3] Department of Architecture,Islamic Art University of Tabriz

Archive of SID

Abstract

Introduction: Due to the increasing population and the need for setting in cities, we witness an increase in high-rise building in Iran. Moreover, because of the ambiguity and complexity, they have various risks potential. Health problems are among this risks for the residents. These risks have short term or long term effects,which can cause illness or even death.

Material and Method: In the present study, health risks in high-rise buildings are identified, assessed and ranked. Health issue are identified by conducting interview with experts in high-rise building an using specific health and safety related checklists. Due to ambiguous nature of risks and existence of uncertainly, fuzzy logic technique with trapezoidal distribution was used for quantification. Finally, after risk evaluation and calculation of critical degree of each risk, the risks were ranked.

Result: Risk factors obtained over 0.5 for most of the risks that indicate the importance of Health in high-rise projects during construction phase. The results also showed that the health risks should be assessed before the start of the project in order to reduce or eliminate their impacts.

Conclusion: Safety risks in High-rise Building projects is very important. These risks have many impacts directly and indirectly on the time, quality and costs of projects. Therefore, evaluating and controlling each health risk in the design and implementation phases are essential. Most of the risks factors identified in this study, can be prevented by using personal protective equipment. The role of the training people involved in this projects are essential to use personal protective equipment.

Key words: *High-rise building, Risk, Health, Fuzzy numbers, Risk Assessment, Construction, Risk Management*

* Corresponding Author Email: *ardeshir53@yahoo.com*

www.SID.ir