Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 21:43 IRDT on Friday July 31st 2020

تجزیه و تحلیل علل حوادث سقوط از ارتفاع در پروژه های ساختمانی با رویکرد تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

شهرام وثوقی[1*] ، محمد حسین چالاک[2] ، سجاد رستم زاده[3] ،منوچهر جهان پناه[4] ، حسین ابراهیمی[5]

[1] گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات بهداشت کار، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
[2] گروه مهندسی بهداشت حرفه ای،کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
[3] گروه ارگونومی، مرکز تحقیقات بهداشت کار، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.
[4] گروه مهندسی ایمنی، تهران، ایران.
[5] گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۲، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۱۵

چکیده

مقدمه: با توجه به رشد گسترده صنعت ساخت و ساز در کشورهای در حال توسعه مانند ایران، روند حوادث شغلی در این بخش در سال های اخیر در حال افزایش است. در صنعت ساخت و ساز حوادث سقوط از ارتفاع بزرگ ترین علت مرگ و میر کارگران بوده و پیشگیری از آن مولفه ای تاثیرگذار در برنامه مدیریت ایمنی کارگاه های ساختمانی می باشند. لذا شناسایی، درک و اولویت بندی علل گوناگون حوادث سقوط از ارتفاع به منظور تنظیم راهبردهای مدیریتی الزامی است.

روش کار: تحقیق حاضر از نوع توصیفی-تحلیلی و به صورت مقطعی در پنج پروژه عمرانی در منطقه صنعتی پارس جنوبی انجام شد. در این تحقیق براساس بررسی مستندات سیستم مدیریت ایمنی، بهداشت و محیط زیست پروژه ها در طی سال های ۹۰ تا ۹۴، تعداد ۳۷۷ حادثه تجزیه و تحلیل شد که از بین آنها ۷۴ حادثه از نوع سقوط ار ارتفاع بودند. علل حوادث سقوط از ارتفاع براساس نظر خبرگان (N=۱۰) به ۳ گروه عوامل اصلی شامل عوامل فردی، سازمانی و محیطی و ۱۴ زیرعامل تقسیم شدند. پایایی پرسشنامه خبرگان که مبتنی بر مقایسه زوجی طراحی شده بود با توجه به نرخ سازگاری مقایسات زوجی مورد تایید قرار گرفت. سپس با استفاده از روش AHP و استفاده از نرم افزار Expert choice نسخه ۱۱ وزن نسبی معیارها تعیین گردید و رتبه بندی عوامل اصلی و زیرعوامل براساس میانگین هندسی و وزن نرمال شده آنها صورت پذیرفت.

یافته ها: نتایج حاصل از بررسی سازگاری در تحلیل سلسله مراتبی نشان داد که نرخ ناسازگاری مقایسه های انجام شده همگی کوچکتر از ۰/۱ می باشد، بنابراین میتوان به مقایسه های انجام شده اطمینان کرد. همچنین نتایج حاصل از تحلیل سلسله مراتبی علل حوادث نشان داد که عوامل محیطی با وزن ۰/۳۵۹ در اولویت اول، عوامل فردی با وزن ۰/۳۵۱ در اولویت دوم و عوامل سازمانی با وزن ۰/۲۹۰ در اولویت سوم وقوع حوادث سقوط از ارتفاع قرار دارند. همچنین در بین تمامی زیرعوامل مورد بررسی ارتفاع سکوی کار، استرس های روانی/ شغلی و فرهنگ ایمنی به ترتیب بالاترین اولویت را داشتند.

نتیجه گیری: براساس یافته های تحقیق، در یک برنامه مدیریت ایمنی جهت کاهش حوادث سقوط از ارتفاع بایستی بیشترین توجه را به عوامل محیطی و فردی معطوف داشت و اقدامات کنترلی برای این عوامل را در اولویت قرار داد. در برنامه های میان-مدت و بلندمدت ایمنی، توجه به راهبردهایی که منجر به ارتقاء فرهنگ ایمنی کارکنان گردیده و سطح استرس شغلی آنها را در محیط کار کاهش می دهد میتواند در پیشگیری از وقوع حوادث سقوط از ارتفاع بسیار موثر میباشند.

کلمات کلیدی: *پروژه های ساختمانی ، تحلیل سلسله مراتبی ، سقوط از ارتفاع، مدیریت حوادث.*

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: *vosoughi.sh@iums.ac.ir*

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 21:43 IRDT on Friday July 31st 2020

مقدمه

سازمان بین المللی کار (ILO) تخمین می زند که در سطح جهانی سالانه ۲/۳ میلیون مورد حوادث و بیماری های شغلی منجر به فوت، ۱۶۰ میلیون بیماری غیر کشنده مرتبط با کار و ۳۱۷ میلیون آسیب های شغلی غیر کشنده وجود دارد. بنابراین اطمینان از سلامت و ایمنی شغلی یک چالش بزرگ در همه جوامع است(۱). حوادث ناشی از کار سومین عامل مرگ و میر در جهان و دومین عامل مرگ و میر در ایران پس از سوانح رانندگی است (۲). با توجه به رشد گسترده صنعت ساخت و ساز در کشورهای در حال توسعه، روند حوادث شغلی در این بخش در سال های اخیر در حال افزایش است(۳). حوادث شغلی در صنعت ساخت و ساز در مقایسه با سایر زمینه ها بیشتر رایج است. این صنعت به لحاظ ذاتی خطرناک است و پتانسیل بسیاری از جراحات و خطرات مرگبار شغلی را دارد (۴-۷). جراحات و صدمات شغلی و همچنین مرگ‌ومیرهای ناشی از کار در صنعت ساخت‌وساز نه‌تنها باعث از بین رفتن جان انسان‌ها و کاهش کیفیت سطح زندگی آن‌ها می‌شود بلکه باعث ایجاد تأخیر درروند اجرای پروژه و نیز تحمیل خسارات مالی برای کارفرمایان و کارگران نیز می‌شود (۸). بنابراین مدیریت ایمنی یک موضوع کلیدی در صنعت ساخت و ساز است .در این صنعت سقوط از ارتفاع به عنوان بیشترین علت مرگ و میر در حوادث ساخت و ساز، توجه زیادی از محققان را به خود به جلب کرده است و نشان دهنده ی چالش برانگیز بودن موضوع ایمنی در صنعت ساختمان می باشد(۹). حوادث ساختمانی در مقایسه با میانگین جهانی در کشورهای در حال توسعه، به ویژه در ایران، شدیدتر است (۴). بر اساس مطالعه ای مروری که اعظمی و همکاران در سال ۲۰۱۷ با هدف شرح اپیدمیولوژی جراحات در ایران انجام داده اند از ۳۲۳۴۴۸۱ مورد جراحت بررسی شده، شایع ترین مکانیزم های ایجاد کننده ی آن، حوادث جاده ای (۵۰/۱٪) و سقوط (۲۲/۳٪) از ارتفاع بوده است (۱۰). جراحات ناشی از سقوط بالاترین هزینه ها را به افراد و جامعه تحمیل می کنند (۱۱). بنابراین مدیریت ایمنی پروژه ها و حفاظت از سقوط بخش مهمی از برنامه پیشگیری می باشد .(۱۲, ۱۳)اطمینان از ایمنی زمانی که اطلاعات پایه ای ناکافی مانند نرخ حوادث در بخش های مختلف، رخدادهای متفاوت انواع حوادث، عوامل علی و استراتژی های کاهش ، برای مداخلات موثر و مد نظر در دسترس نیست بسیار دشوار است. البته مدیریت حوادث شغلی و علل آنها منحصر به محل خاصی نیستند. دانش استخراج شده از تحقیقات موجود و فراوان مناطق دیگر را می توان در مناطقی که داده ها و تحقیقات ناکافی وجود دارد استفاده کرد. با این حال، رتبه بندی فاکتورهای موثر در بروز حادثه و مدیریت این فاکتورها ، در مکان هایی با اطلاعات کم و زیاد ممکن است مشابه یا متفاوت باشد.در مطالعه که Fass و همکاران با هدف درک علل سقوط و آسیب های ناشی از حوادث در صنعت ساختمانی انجام داد نتایج نشان داد که مهمترین فاکتورها مهارت و آموزش کارکنان،تجربه کاری ،استفاده از ابزار ایمنی و درک ریسک می باشد (۱). از آنجایی که بیشتر حوادث ساختمانی قابل پیشگیری هستند، پیشگیری از حوادث یکی از اهداف اصلی مدیریت ایمنی در پروژه های ساختمانی به شمار می آید. بر این اساس شناخت علل حوادث و اولویت بندی آنها موجب تدوین استراتژی های بهتری به منظور پیشگیری از آنها می گردد. همه میدانند که، حادثه تعاریف متعددی دارد. یک حادثه، ریسک تحقق یافته می باشد؛ اما آنچه مهم است، ایجاد حوادث توسط پارامترهای زیادی (عوامل فردی، سازمانی، محیطی) تحت تاثیر قرار می گیرد. بعنوان مثال حادثه ای که ممکن است بد شانسی به نظر برسد (قرار دادن چیزی در محل نادرست در زمان نادرست) می تواند، در تجزیه و تحلیل، به صورت یک زنجیره از شکست ها و اشتباهات دیده شود که در اثر تصمیمات نادرست سازمانی و یا اعمال نادرست مدیریت رخ داده باشند. معمولاً دست یابی به علل حادثه از طریق تحقیق آن صورت می گیرد. تحقیق حادثه، شناخت علل و اولویت بندی علل حادثه، نقش کلیدی در مدیریت ایمنی بازی می کند و به عنوان یک مبنای اساسی برای درس آموزی از حوادث و بهبود عملکرد مدیران ایمنی محسوب

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 21:43 IRDT on Friday July 31st 2020

می گردد (۱۴, ۱۵). جهت اولویت بندی فاکتورها روش های تصمیم گیری چند منظوره (MCDM) مختلفی وجود دارد(۱۶). یافته های برخی از مطالعات حاکی از آنست که تحلیل سلسله مراتبی(AHP) محبوب ترین و پرکاربردترین روش از میان روش های مختلف MCDM است. این روش سطح نسبتا کمی از پیچیدگی را دارد و اولویت گزینه های تصمیم گیری را با در نظر گرفتن معیارهای مختلف وزن دهی محاسبه می کند و برای حل مشکلاتی با بیش از یک معیار تصمیم گیری استفاده می شود (۱۷-۱۹). این روش برای اولین بار در ایمنی و بهداشت توسط Freivalds و Henderson بکار بسته شد (۲۰, ۲۱). در برخی از مطالعات از این روش برای تجزیه و تحلیل ریسک فاکتور های موثر در بروز حوادث ، مدیریت ایمنی و ارزیابی ریسک استفاده شد در این مطالعات از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای شناسایی و اولویت بندی ریسک فاکتورهای ایمنی موثر بر بروز حوادث ساختمانی و انتخاب تجهیزات ایمنی برای ماشین آلات صنعتی استفاده شد(۲۲-۲۴). درک علل حوادث شغلی در صنعت ساخت و ساز و اولویت بندی آن ها در تنظیم استراتژی های مدیریتی و تعیین اولویت های پیشگیری کمک کننده است(۲۵). پژوهش حاضر درصدد است تا ضمن بررسی میزان تأثیر عوامل موثر در بروز حوادث سقوط از ارتفاع در پروژه‌های ساختمانی ، به شناسایی زیر فاکتورهای مؤثر هریک از این عوامل پرداخته و با استفاده از روش تحلیل سلسه مراتبی به تعیین میزان اهمیت و اولویت عوامل فردی در مقایسه با عوامل سازمانی و محیطی در پروژه ها و کارگاه های ساختمانی بپردازد.

روش کار

پژوهش حاضر در راستای شناسایی عوامل مؤثر در بروز حوادث سقوط از ارتفاع به منظور اعمال مدیریت ایمنی با استفاده از تحقیقات کاربردی گذشته و باهدف بهینه‌سازی برنامه‌های سیستم مدیریت ایمنی در خصوص پیشگیری از این نوع حادثه صورت گرفته است. این مطالعه در زمره پژوهش‌های کاربردی می باشد و با توجه به نحوه گردآوری اطلاعات مطالعه ما پژوهشی توصیفی-پیمایشی می باشد. به‌منظور انجام این مطالعه پس از بررسی مطالعات داخلی و خارجی انجام شده ، از اطلاعات موجود در سیستم مدیریت یکپارچه ۵ پروژه‌های عمرانی در جنوب کشور استفاده شده است. جامعه موردپژوهش در این مطالعه کارگران ۵ پروژه احداث پالایشگاه گاز در جنوب ایران بوده اند که در این پروژه ها ، ما بین سال‌های ۹۰ تا ۹۴ به‌طور میانگین ۴۰۰۰ نفر در آنها مشغول به کار بوده‌اند. داده های این پژوهش با استفاده از پرسشنامه پژوهشگر ساخته گردآوری شد. در ابتدا مطالعات کتابخانه‌ای از تحقیقات مشابه در خارج از کشور صورت گرفت و پس ازآن یک بررسی از اطلاعات موجود در سیستم مدیریت اطلاعات یکپارچه واحد ایمنی و بهداشت پروژه مذکور انجام پذیرفت و با استفاده از این اطلاعات عوامل و زیرعوامل اثرگذار بر بروز حوادث کار در ارتفاع در پروژه های عمرانی تعیین گردید.سپس پرسشنامه مقایسه‌های زوجی مبتنی بر روش AHP طراحی و توسط نفر از خبرگان ایمنی و بهداشت کار(متخصصین شاغل در دانشگاه و صنعت) با بیش از ۵ سال تجربه کاری تکمیل گردید سپس داده ها گردآوری و تحلیل شد. فرآیند انجام پژوهش به صورت گام به گام در زیرآورده شده است.

گام اول: شناسایی عوامل و زیر عوامل پژوهش

جهت انجام این پژوهش ابتدا مطالعات کتابخانه‌ای از تحقیقات مشابه در خارج از کشور صورت گرفت. نتایج برخی از مطالعات بررسی شده در جدول (۱) آمده است؛ برای این منظور از اطلاعات موجود در سیستم مدیریت اطلاعات یکپارچه واحد ایمنی و بهداشت پروژه های مذکور استفاده گردید. تمامی حوادث رخداده شده در پروژه ها مابین سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴ موردمطالعه قرار گرفت و از میان ۳۷۷ مورد حادثه شغلی ۷۴ مورد حادثه تحت عنوان حوادث سقوط از ارتفاع در نظر گرفته شد. گردآوری داده های پژوهش براساس تجزیه و تحلیل ۷۴ مورد حادثه سقوط از ارتفاع ثبت شده و براساس

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 21:43 IRDT on Friday July 31st 2020

جدول ۱: نتایج برخی از مطالعات انجام شده در صنعت ساختمان

نام نویسندگان و	هدف مطالعه	عوامل شناسایی شده	روش شناسی تحقیق
Francisco و همکاران (۳۶)	اثر پیچیدگی سازمانی و منابع بر ریسک های صنعت ساختمان	پیچیدگی سایت، منابع شرکت، مدیریت منابع	بازرسی و بررسی مطالعات
Haslam و همکاران (۳۷)	فاکتورهای کمک کننده در حوادث ساختمانی	آموزش های ایمنی، عوامل اقتصادی، مدیریت ریسک، مدیریت پروژه، وسایل حفاظت فردی، فاکتورهای محیط کار، ویژگیهای کارگران و تیم کاری.	بررسی مطالعات و مستندات، مصاحبه گروه های متمرکز
Huang و همکاران (۳۸)	تجزیه و تحلیل حوادث سقوط از ارتفاع در کارگران ساختمانی	ویژگی ها و عوامل محیط کار ،خطای انسانی	بررسی مطالعات و روش AHP
مهاجر و همکاران (۳۹)	رتبه بندی عوامل اصلی خطر سقوط از ارتفاع در پروژه های بلند مرتبه سازی	عوامل فیزیکی و محیطی، تجهیزات و موانع، عوامل شخصی، مدیریت و نظارت	بررسی مطالعات و روش AHP و آنالیز خطای فازی
جهانگیری و همکاران (۴۰)	تجزیه و تحلیل ریسک های ایمنی پروژه های ساختمانی	عوامل سازمانی، مدیریت و نظارت، نیروی کار، فیزیکی و محیطی	بررسی مطالعات و روش DEA-AHP
عادلیزاده و همکارانش (۴۱)	شناسایی و اولویت بندی عوامل موثر بر بروز حوادث ساختمانی	ویژگی های فرهنگی، ارتفاع کار، فعالیت های متنوع در ساخت، حفاری، عدم حمایت قانونی	روش AHP
Shi و همکاران (۲۶)	ارزیابی ریسک سقوط از ارتفاع	عوامل فردی، مدیریتی و محیطی	روش Fuzzy AHP

مدلTMEPM در تحلیل حوادث و روش پیشنهادی Shiliang و همکاران جهت تقسیم بندی علل بروز حادثه در محل کار صورت گرفت (۲۶). مدل TMEPM عوامل موثر در وقوع حوادث را در پنج بخش وظایف محوله به کارکنان (Task)، وسایل و تجهیزات و مواد کاربردی (Material)، محیط کار (Environment)، کارکنان (Personal) و مدیریت (Management) تقسیم بندی می کند (۲۵-۳۰). در نظر گرفتن تمامی فاکتور ها نیاز به صرف زمان زیاد و آموزش پرسنل جهت جمع آوری اطلاعات دارد. با توجه به اینکه وجود اطلاعات زیاد و تنوع در اطلاعات منجر به سخت شدن تصمیم گیری و کاهش کیفیت تصمیم های مدیریت می شود (۳۱)، لذا انتخاب یک گروه از متخصصین برای اطمینان از اعتبار، شفافیت ، قابلیت اطمینان و تناسب فرآیند ضروری بود (۳۲, ۳۳). Tongco بیان میکند که در نمونه گیری هدفمند وجود حداقل ۵ متخصص برای قابل اعتماد بودن داده ها مورد نیاز است(۳۴). Guest و همکاران نیز پیشنهاد می کنند که تعداد ۶ تا ۱۲ نفر از خبرگان و متخصصین برای این امر کافی است(۳۵). لذا با توجه به رویه فوق الذکر، در این مطالعه از نظرات ۱۰ نفر از متخصصین حوزه ایمنی و بهداشت استفاده شد و از میان عوامل توجه به هدف مطالعه و وضعیت پروژه های مذکور عوامل و زیر عوامل شناسایی شده به ۳ دسته عوامل اصلی و ۱۴ دسته زیرعوامل تقسیم بندی گردیده اند (شکل ۱).

گام دوم: گردآوری داده ها و تائید ابزار پژوهش

پس از تعیین عوامل و زیر عوامل اثرگذار بر بروز حوادث سقوط از ارتفاع جهت تعیین اهمیت فاکتورها و زیرفاکتورهای شناسایی شده یک پرسشنامه خبره طراحی و از اساتید دانشگاهی کشور در حوزه ایمنی صنعتی و بهداشت حرفه‌ای خواسته شد تا نسبت به اولویت‌بندی اهمیت هریک از این عوامل اقدام نمایند.برای افزایش قابل اطمینان بودن نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل پرسشنامه ها، سازگاری مقایسه‌های زوجی مورد بررسی قرار گرفت. در پرسشنامه خبره که مبتنی بر مقایسه زوجی تمامی عناصر با یکدیگر است احتمال اینکه یک متغیر در نظر

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 21:43 IRDT on Friday July 31st 2020

شکل ۱: سلسله مراتب عوامل اثرگذار بر حوادث سقوط از ارتفاع

گرفته نشود صفر است. بنابراین چون تمامی فاکتورها در این سنجش مورد توجه قرار گرفته است و طراح قادر به جهت گیری خاصی در طراحی سؤالات نمی‌باشد. بنابراین پرسشنامه‌های مبتنی بر مقایسه زوجی خودشان از روائی برخوردار هستند. پایائی پرسشنامه خبره نیز همان محاسبه شاخص سازگاری است .پس از بررسی پرسشنامه ها، آن دسته از مقایسه‌هایی که نرخ سازگاری آن ها کمتر از ۰/۱ باشد معتبر بوده و می توان به مقایسه‌های زوجی انجام شده اعتماد کرد .اما در صورت عدم سازگاری مقایسه‌های زوجی ، خبرگان باید در مقایسه‌های زوجی تجدید نظر کنند.در نهایت برای تجمیع دیدگاه خبرگان در روش AHP تمام داده های حاصل از پرسشنامه های معتبر ، به وسیله میانگین هندسی تجمیع شد(۴۲). در این مطالعه نتایج حاصل از این پرسشنامه ها با استفاده از نرم‌افزار expert choice نسخه ۱۱ مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفت و نتایج نهایی استخراج گردید. "Expert choice"نرم افزاری است که تجزیه و تحلیل های مورد نیاز AHP را انجام می دهد.

این نرم افزار سیستمی برای تجزیه و تحلیل، همزمان سازی و تعدیل تصمیم گیری ها و ارزیابی های پیچیده است. با توجه به هدف، عوامل موثر درختی انبوه از معیارها، زیر معیارها، عوامل و گزینه ها را تشکیل می دهند. "Expert Choice"از داده های فراهم آمده برای تعیین اولویت اهداف بهره جسته و کاربر را از همبستگی مقایسه های انجام شده (نرخ سازگاری مقایسات) مطلع میسازد (۴۳, ۴۴).

گام سوم :تحلیل داده ها و استفاده از AHP

AHP یکی از آنالیزهای تصمیم گیری چند معیاره و قابل کاربرد برای حل مشکلات با بیش از یک معیار تصمیم گیری می باشد. این روش به وسیله ی Saaty در سال ۱۹۷۰ به منظور حل مشکلات ناشی از تصمیم گیری های پیچیده با یک روش نسبتا ساده توسعه پیدا کرد .در این روش امکان تصمیم گیری گروهی وجود دارد؛ به طوریکه اگر گروهی از تصمیم گیرندگان بخواهند در مورد یک مساله پیچیده تصمیم گیری کنند و در مورد گزینه ها

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 21:43 IRDT on Friday July 31st 2020

جدول۲: مقادیر ترجیحات/ قضاوت های شفاهی عنصر i ام بر عنصر jام برای مقایسه‌های زوجی

مقادیر عددی	معادل انگلیسی	معادل فارسی
۹	Extremely Preferred	کاملا مرجع و کاملا مطلوب تر
۷	Very Strongly Preferred	ترجیح یا اهمیت خیلی قوی
۵	Strongly Preferred	ترجیح یا اهمیت قوی
۳	Moderately Preferred	کمی مرجع یا مهمتر یا کمی مطلوب تر
۱	Equally Preferred	ترجیح ،اهمیت یا مطلوبیت یکسان
۲،۴،۶،۸	Intermediate value	ترجیحات بین فواصل

نسبت به یک معیار کیفی نظر بدهند، تحلیل سلسله مراتبی این امکان را فراهم میکند که وزن نسبی گزینه ها با استفاده از نظرات همه تصمیم گیرندگان محاسبه شود. همچنین این تکنیک امکان فرموله کردن مسأله را بصورت یک ساختار سلسله مراتبی فراهم میکند و تمام مشکلات تصمیم گیری به عنوان یک ساختار سلسله مراتبی در AHP در نظر گرفته می شود. روش های تصمیم گری چند شاخصه از جمله روش آنالیز تحلیل سلسله مراتبی (AHP) قادر به در نظر گرفتن شرایط و متغیرهای کمی و کیفی در مسئله سقوط از ارتفاع به طور همزمان می باشند. استفاده از روش AHP توسط Shisginag در سال ۲۰۱۲ جهت ارزیابی ریسک سقوط از ارتفاع استفاده شد (۳۸). همچنین Lin Teo و همکاران با استفاده از روش AHP مدلی را برای اثربخشی سیستم مدیریت ایمنی در پروژه های ساختمانی پیشنهاد دادند (۴۵). از آنجایی که این روش بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده است، قضاوت و محاسبات را راحت میکند و میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان میدهد که این نیز از مزایای برتر این تکنیک در تصمیم گیری های چند معیاره است. (۴۶-۵۰). روش AHP را می توان به صورت زیر در ۵ مرحله خلاصه کرد:

مرحله ۱: ساخت یک مدل سلسله مراتبی از معیارها و تصمیم های متنوع (شکل ۱)

مرحله ۲ : مقایسه زوجی معیارها به شکل ماتریس های متقابل و تولید بردار وزنی (ترکیب قضاوت های ذهنی و محاسبه وزن یا اهمیت نسبی) برای معیارهای اصلی

مرحله ۳ :مقایسه زوجی تصمیم های متنوع با توجه به معیار های اصلی و تولید بردار وزنی مکانی

مرحله ۴ :سنجش نرخ سازگاری مقایسات زوجی

مرحله ۵ : رتبه بندی کردن گزینه ها و تعیین بهترین گزینه یا راهبرد (۴۶, ۵۱-۵۴).

روش AHP مستلزم مقایسات زوجی بوده و تصمیم گیرنده در مقایسات از قضاوت های شفاهی استفاده میکند. این قضاوت ها به مقادیر کمی بین ۱ تا ۹ تبدیل شده اند و مقایسات براساس مقادیر ترجیحات جدول ۲ صورت میگیرد(۴۶-۴۹). تعداد مقایسه های زوجی با استفاده از فرمول ۱ زیر محاسبه می شود(۵۵).

$$\text{تعداد مقایسه های زوج} = \frac{n!}{2!(n-1)} = \frac{n(n-1)}{2} = \binom{n}{2} \quad (1)$$

n تعداد معیار یا گزینه ها

یافته ها

روش تحلیل سلسله مراتبی بعنوان راه حلی مناسب و استراتژیک برای الویت بندی عوامل موثر در بروز حوادث سقوط از ارتفاع براساس استراتژی های موجود بکار گرفته شد با توجه به هدف مطالعه و وضعیت پروژه مذکور عوامل و زیر عوامل شناسایی شده به ۳ دسته معیار اصلی و ۱۴ دسته زیرمعیار مطابق شکل ۱ تقسیم

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 21:43 IRDT on Friday July 31st 2020

جدول ۳: تعیین اولویت معیارهای اصلی بر اساس هدف

	عوامل فردی	عوامل سازمانی	عوامل محیطی
عوامل فردی	۱	۰/۹۰۴	۱/۳۰۵
عوامل سازمانی	۱/۱۰۶	۱	۰/۶۰۶
عوامل محیطی	۰/۷۶۶	۱/۶۵۰	۱

جدول ۴: ماتریس مقایسه زوجی معیارهای اصلی

	عوامل فردی	عوامل سازمانی	عوامل محیطی	میانگین هندسی	وزن نرمال شده
عوامل فردی	۱	۰/۹۰۴	۱/۳۰۵	۱/۰۵۷	۰/۳۵۱
عوامل سازمانی	۱/۱۰۶	۱	۱/۶۰۶	۰/۸۷۵	۰/۲۹۰
عوامل محیطی	۰/۷۶۶	۱/۶۵۰	۱	۱/۰۸۱	۰/۳۵۹

بندی و مدل سلسله مراتبی ایجاد گردید.چون در این مطالعه از نظر بیش از یک کارشناس استفاده شده است بنابراین از تکنیک میانگین هندسی برای اولویت بندی نهایی دیدگاه کارشناسان استفاده شده است. میانگین هندسی مناسب‌ترین قاعده ریاضی برای ترکیب قضاوت‌ها است زیرا این میانگین خاصیت معکوس بودن در ماتریس مقایسه زوجی را حفظ می‌کند (۵۶).

تعیین اولویت معیارهای اصلی براساس هدف: چون در این مطالعه ۳ معیار اصلی وجود دارد. بنابراین تعداد مقایسه‌های انجام شده بین معیارهای اصلی با توجه به فرمول ۱ برابر با ۳ است. بنابراین ۳ مقایسه زوجی از دیدگاه گروهی از خبرگان انجام شده است.با توجه به نتایج حاصل از تجمیع دیدگاه خبرگان ماتریس مقایسه زوجی به صورت زیر قابل ارائه است.

گام بعدی محاسبه میانگین هندسی هر سطر برای تعیین وزن معیارها است

$$\pi_1 = \sqrt[3]{1 * ۰/۹۰۴ * ۱/۳۰۵} = ۱/۰۵۷$$

به همین ترتیب میانگین هندسی سایر سطرها محاسبه می‌شود و π_2 و π_3 به ترتیب ۰,۸۷۵ و ۱,۰۸۱ محاسبه می شود.سپس مجموع میانگین هندسی تمامی سطرها محاسبه می‌شود. با تقسیم میانگین هندسی هر سطر بر مجموع میانگین هندسی سطرها مقدار وزن نرمال بدست می‌آید که به آن برداریژه نیز گفته می‌شود (۵۷). خلاصه نتایج در جدول ۴ آمده است.

بر اساس بردار ویژه بدست آمده معیار عوامل محیطی با وزن نرمال شده ۰/۳۵۹در اولویت اول، معیار عوامل فردی با وزن نرمال شده ۰/۳۵۱در اولویت دوم و معیار عوامل سازمانی با وزن نرمال شده ۰/۲۹۰ در اولویت سوم می باشد. همچنین نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده نیز برابر ۰/۰۸۱ بدست آمده است که چون کوچکتر از ۰/۱ می‌باشد. بنابراین می‌توان به مقایسه‌های انجام شده اطمینان کرد.

مقایسه زوجی زیرمعیارها و تعین اولویت زیر معیارهای عوامل فردی، سازمانی و محیطی: در این گام زیرمعیارهای مطالعه به صورت زوجی مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. در این گام نیز مقایسه‌های زوجی در ۳ مرحله (تعداد معیارها) صورت گرفته است. در هر مرحله زیرمعیارهای مربوط به هر معیار اصلی به صورت زوجی مورد مقایسه قرار گرفته است.

مرحله ۱: تعیین اولویت زیر معیارهای عوامل فردی:محاسبات انجام شده برای تعیین اولویت زیر

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 21:43 IRDT on Friday July 31st 2020

جدول ۵: تعیین اولویت زیرمعیارهای عوامل فردی

	تحصیلات	ساعت آموزش	PPE	سن/تجربه	استرس های روانی/شغلی	میانگین هندسی	وزن نرمال شده
تحصیلات	۱	۱/۱۷۳	۰/۶۱۳	۱/۱۵۷	۰/۵۰۴	۰/۹۰۶	۰/۱۷۷
ساعت آموزش	۰/۵۸۴	۱	۱/۷۱۴	۱/۳۲۲	۰/۳۸۳	۰/۸۷۳	۰/۱۷۱
PPE	۱/۶۳۲	۰/۵۸۳	۱	۱/۹۵۶	۰/۶۹۶	۱/۰۵۳	۰/۲۰۶
سن/تجربه	۰/۸۴۹	۰/۷۵۷	۰/۵۱۱	۱	۱/۱۲۸	۰/۸۲۳	۰/۱۶۱
استرس های روانی/شغلی	۱/۱۹۶	۲/۶۰۹	۱/۴۳۷	۰/۸۸۶	۱	۱/۴۵۹	۰/۲۶۵

جدول ۶: تعیین اولویت زیرمعیارهای عوامل سازمانی

	تعهد مدیریت	فرهنگ ایمنی	درک متقابل	نظارت/بازرسی	اندازه سازمان/پروژه	میانگین هندسی	وزن نرمال شده
تعهد مدیریت	۱	۰/۹۶۹	۱/۸۱۶	۱/۰۸۱	۰/۴۹۱	۰/۹۸۶	۰/۱۹۶
فرهنگ ایمنی	۱/۰۳۲	۱	۰/۹۲۴	۲/۰۴۱	۱/۲۳۹	۱/۱۹۳	۰/۲۳۷
درک متقابل	۰/۵۵۱	۱/۰۸۲	۱	۰/۴۹۱	۱/۵۲۰	۰/۸۵۰	۰/۱۶۹
نظارت/بازرسی	۰/۹۲۵	۰/۴۹۰	۲/۰۳۵	۱	۱/۷۴۴	۱/۱۰۴	۰/۲۱۹
اندازه سازمان/پروژه	۲/۰۳۸	۰/۸۰۷	۰/۶۵۸	۰/۵۶۴	۱	۰/۹۰۶	۰/۱۸۰

معیارهای عوامل فردی در جدول شماره ۵ ارائه شده است. چون این معیار از ۵ زیرمعیار یا شاخص تشکیل شده است بنابراین ۱۰ مقایسه زوجی انجام گرفته است.

بر اساس بردار ویژه به دست آمده زیر معیار استرس های روانی/شغلی با وزن نرمال شده ۰/۲۸۵در اولویت اول، زیر معیار PPE با وزن نرمال شده ۰/۲۰۶در اولویت دوم و زیرمعیار تحصیلات با وزن نرمال شده ۰/۱۷۷در اولویت سوم قرار دارد و پس از آن به ترتیب زیرمعیارهای ساعت آموزش و سن/تجربه در اولویت های چهارم و پنجم قرار دارند. همچنین نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده ۰/۰۸۷ بدست آمده است که کوچک‌تر از ۰/۱ می‌باشد .بنابراین می‌توان به مقایسه‌های انجام شده اعتماد کرد.

مرحله ۲: تعیین اولویت زیر معیارهای عوامل سازمانی: محاسبات انجام شده برای تعیین اولویت زیر معیارهای عوامل سازمانی در جدول شماره ۶ ارائه شده است. چون این معیار از ۵ شاخص تشکیل شده است. بنابراین ۱۰ مقایسه زوجی انجام گرفته است.

بر اساس بردار ویژه به دست آمده، زیر معیار فرهنگ ایمنی با وزن نرمال شده۰/۲۳۷در اولویت اول، زیرمعیار نظارت/بازرسی با وزن نرمال شده ۰/۲۱۹در اولویت دوم ،زیرمعیار تعهد مدیریت با وزن نرمال شده ۰/۱۹۶در اولویت سوم قرار دارد. و پس از آن به ترتیب زیرمعیارهای اندازه سازمان/پروژه و درک متقابل در اولویت های چهارم و پنجم قرار دارند. همچنین نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده ۰/۰۹۶ بدست آمده است که کوچک‌تر از ۰/۱ می‌باشد و بنابراین می‌توان به مقایسه‌های انجام شده اعتماد کرد.

مرحله ۳ تعیین اولویت زیر معیارهای عوامل محیطی: محاسبات انجام شده برای تعیین اولویت زیر معیارهای عوامل محیطی در جدول شماره ۶ ارائه شده است. چون این معیار از ۴ شاخص تشکیل شده است بنابراین ۶ مقایسه زوجی انجام گرفته است.

بر اساس بردار ویژه به دست آمده ، زیر معیار ارتفاع

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 21:43 IRDT on Friday July 31st 2020

جدول ۷: تعیین اولویت زیرمعیارهای عوامل محیطی

	استرس های حرارتی	تداخل کاری	همواری سطح	ارتفاع سکوی کار	میانگین هندسی	وزن نرمال شده
استرس های حرارتی	۱	۱/۰۲۳	۱/۲۶۱	۰/۷۱۶	۰/۹۸۰	۰/۲۴۳
تداخل کاری	۰/۹۷۸	۱	۲/۱۹۲	۰/۵۶۴	۱/۰۴۹	۰/۲۶۰
همواری سطح	۰/۷۹۳	۰/۴۵۶	۱	۱/۱۸۴	۰/۸۰۹	۰/۲۰۰
ارتفاع سکوی کار	۱/۳۹۷	۱/۷۷۴	۰/۸۴۵	۱	۱/۲۰۳	۰/۲۹۸

سکوی کار با وزن نرمال شده ۰/۲۹۸در اولویت اول ،زیر معیار تداخل کاری با وزن نرمال شده ۰/۲۶۰در اولویت دوم ،زیرمعیار استرس های حرارتی با وزن نرمال شده ۰/۲۴۳ در اولویت سوم و همواری سطح در اولویت چهارم قرار دارد.همچنین نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده ۰/۰۷۸ بدست آمده است که کوچک‌تر از ۰/۱ می‌باشد و بنابراین می‌توان به مقایسه‌های انجام شده اعتماد کرد.

بحث

در این مطالعه سه دسته از عوامل اصلی فردی، مدیریتی و محیطی موثر در بروز حوادث سقوط از ارتفاع شناسایی شدند که از این نظر هم راستا با مطالعه Shi و همکاران می باشد (۲۶). در مطالعه Francisco و همکاران بر روی حوادث صنعت ساخت و ساز تنها عوامل سازمانی (پیچیدگی سایت، منابع شرکت، مدیریت منابع) بررسی شده است و به عوامل فردی و محیط کار توجه نشده است (۳۶)، اما در این مطالعه به عوامل فردی و محیطی تاثیر گذار توجه شده است. و تجزیه و تحلیل نتایج تحقیق و اولویت بندی عوامل اصلی نشان داد که عوامل محیطی با وزن نرمال شده ۰/۳۵۹در اولویت اول، عوامل فردی با وزن نرمال شده ۰/۳۵۱در اولویت دوم و عوامل سازمانی با وزن نرمال شده ۰/۲۹۰در اولویت سوم قرار دارند. مشاهده معیار عوامل محیطی به عنوان اصلی ترین معیار بیانگر نیاز هرچه بیشتر به داشتن محیطی ایمن و به دور از خطرات و ریسک های سلامتی و بهداشت و ایمنی کار است. در واقع این موضوع بیانگر آن است که در صورتیکه بتوان محیطی کاملا ایمن و عاری از خطرات کار ایجاد نمود بالطبع شاهد کاهش حوادث شغلی از جمله حوادث کار در اتفاع خواهیم بود. در مطالعه Huang و همکاران نیز عوامل محیط کاری و فردی به عنوان عوامل کلیدی در حوادث سقوط از ارتفاع در نظر گرفته شد، اما به عوامل سازمانی توجهی نشده است؛ این درحالیست که در این مطالعه هر سه عامل در نظر گرفته شده و زیرعوامل موثر نیز شناسایی گردید(۳۸).

نتایج اولویت بندی زیر عوامل شناسایی شده برای هر یک از عوامل اصلی نشان داد که در دسته عوامل سازمانی زیر عامل فرهنگ ایمنی با وزن نرمال شده ۰/۲۳۷ از بالاترین اولویت برخوردار است و پس از آن زیرعامل نظارت/بازرسی و تعهد مدیریت به ترتیب با وزن نرمال شده ۰/۲۱۹ و ۰/۱۶ در اولویت دوم و سوم قرار دارند. اهمیت فرهنگ ایمنی بر هیچ یک از متخصصین و شاغلین در امر ایمنی و بهداشت کار پوشیده نیست.با ورود رویکرد فنی و اجتماعی در تحلیل حوادث ، نظریه عمومی در مورد علیت حوادث این بود که عملکرد ایمنی تحت تأثیر فاکتورهای داخلی (به‌عنوان مثال عوامل سازمانی ، فرهنگ ایمنی) یا فاکتورهای خارجی (به عنوان‌مثال نظارت و مسائل دولتی) می باشد. در میان مدل‌های توسعه‌یافته در دهه‌ی ۱۹۹۰ برای ارزیابی ایمنی در این زمینه، Rasmussen (۱۹۹۷) یک مدل چند سطحی از یک سیستم فنی و اجتماعی، با کنشگرهای مختلف، اعم از قانون‌گذاران، مدیران بالا دست و برنامه ریزان کار تا اپراتورهای سیستم ارائه داد که در آن تاکید زیادی بر عوامل سازمانی مانند فرهنگ ایمنی و تعهد میریت به ایمنی داشت (۵۸). این موضوع و اثرگذاری آن بر

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 21:43 IRDT on Friday July 31st 2020

نرخ بروز حوادث در سالیان گذشته موضوع پژوهش های متعددی قرار گرفته است، پژوهش هایی که اکثریت قریب به اتفاق آنها وجود رابطه میان فرهنگ ایمنی سازمان و نرخ بروز حوادث را تایید کرده اند. فرهنگ ایمنی جز هسته درونی سیستم مدیریت ایمنی می باشد (۵۹). بسیاری از پژوهشگران حوادث کشنده، اهمیت فرهنگ ایمنی یا جو ایمنی را به عنوان یکی از عوامل دخیل در حوادث متذکر شده اند (۶۰). برخی از مطالعات نشان داده اند که میان امتیاز جو ایمنی و پیش بینی افراد شاغل از احتمال وقوع حادثه در پروژه های ساختمانی همبستگی مثبت و معناداری وجود دارد و افرادی که احتمال وقوع حادثه در پروژه های ساختمانی را بیشتر می دانند امتیاز بیشتری در جو ایمنی دارند (۶۱). در مطالعه Pinto و همکاران فقدان فرهنگ ایمنی، آموزش ناکافی، دانش ایمنی ضعیف مدیران ارشد و مدیران پروژه به عنوان علل ریشه ای و تاثیرگذار بر عملکرد ایمنی در صنعت ساخت و ساز گزارش شده است (۶۲). بررسی های که در بر روی سوانح مختلف در شرکت های گوناگون انجام گرفته است نشان داد که فرهنگ ایمنی یکی از موثرترین عوامل بوده است. در حقیقت سازمان ها این موضوع را پذیرفته اند که با وجود یک فرهنگ ایمنی قوی می توان نقش مهمی را در جلوگیری از حوادث محیط کار و آسیب های ناشی از آن داشته باشد(۶۳). ایجاد یک فرهنگ ایمنی مناسب گامی در جهت کاهش حوادث شغلی می باشد. بدیهی است که توسعه ی یک فرهنگ ایمنی مناسب در مرحله ی اول موجب اصلاح رفتار شده و در نهایت موجب کاهش خطاهای انسانی و حوادث می شود. یکی از روش های قطعی در کاهش حوادث شغلی در میان کارگران ارتقا فرهنگ ایمنی می باشد. مسلما حوادث مختلف صنعتی و پیامدهای ناشی از آن با وضعیت فرهنگ ایمنی ارتباط مستقیمی دارند(۶۴). بنابراین اگر در سازمان‌ها ایمنی مبتنی بر فرهنگ و رفتارهای افراد نهادینه گردد آنگاه می‌توان از مستمر و بادوام بودن آن نیز اطمینان حاصل نمود.

در دسته عوامل فردی، زیر عامل استرس های روانی/ شغلی با وزن نرمال شده ۰/۲۸۵ از بالاترین اولویت برخوردار بود و پس از آن زیرعامل PPE با وزن نرمال شده ۰/۲۰۶ در اولویت دوم و زیر عامل تحصیلات با وزن نرمال شده ۰/۱۷۷ در اولویت سوم قرار گرفت و سایر زیر عوامل در اولویت های بعدی قرار گرفتند.استرس شغلی بر سلامت و رفاه افراد شاغل اثر می گذارد و صنعت ساخت و ساز به عنوان یک محیط کاری با استرس بالا شناخته می شود (۶۵). مطالعات انجام شده بر روی رفتارهای ناایمن نشان داده است که عوامل استرس زای شغلی از طریق کاهش تمرکز، حواس پرتی، اختلال در حافظه، تردید در انجام کارها و کاهش قدرت تصمیم گیری و غیره سهم بسزایی در بروز اعمال ناایمن از سوی شاغلین دارنددر همین راستا نتایج مطالعات، نقش عوامل استرس زای شغلی را در ۳۷٪ از حوادث و آسیبهای رخداده در صنعت اثبات نموده است (۶۶). لذا با توجه به بهره وری و ارتقاءسطح بهداشت روانی و جسمی کارکنان در محیط های شغلی و اثرات مستقیم استرس بر کارایی شاغلین، شناسایی استرسورهای مرتبط با هر حوزه کاری و کاهش یا حذف اثرات نامطلوب این عوامل یکی از اقدامات اساسی و مهم در بهبود مشاغل، افزایش بهره وری شاغلین،کاهش اعمال ناایمن و در نهایت پیشگیری از حوادث در صنایع کشور و علی الخصوص در صنایع مذکور محسوب می گردد(۶۷). بنابراین باید یک استراتژی مدون را در جهت کاهش شرایط ناایمن محیطی دنبال کرد همچنین یک برنامه مدیریت کنترل استرس ، همراه با آموزش‌های تخصصی به‌کارگیری اصول ایمنی مربوطه و تبلیغ و فرهنگ‌سازی ایمنی باید اجرا شود و این، می‌تواند نقش مؤثری در کاهش بروز حوادث و افزایش کارایی مدیریت داشته باشد.

در این مطالعه در دسته عوامل محیطی زیر عامل ارتفاع سکوی کار با وزن نرمال شده ۰/۲۹۸از بالاترین اولویت برخوردار بود و پس از آن زیرعامل تداخل کاری با وزن نرمال شده ۰/۲۶۰، زیر عامل استرس های حرارتی با وزن نرمال شده ۰/۲۴۳ و زیر عامل همواری سطح با وزن نرمال شده ۰/۲۰۰ قرار داشتند. نتایج این مطالعه بیانگر میزان اهمیت ارتفاع سکوی کار بر وقوع حوادث

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 21:43 IRDT on Friday July 31st 2020

کار در ارتفاع است. برخلاف تصور بیشتر کارشناسان امر بیشترین تعداد حوادث کار در ارتفاع حین کار در ارتفاع کمتر از ۹ متر رخ می دهد. این نتایج با نتایج تحقیقات مشابه صورت گرفته مطابقت دارد که از آن ها می توان به مطالعه Huang و Hinze و یا مطالعه Suruda اشاره نمود. Huang و Hinze با توجه به بالاترین نرخ بروز حادثه سقوط، لزوم توجه بیشتر به کارگرانی که در ارتفاعی کمتر از ۳۰ فوت (۹ متر) فعالیت می‌نمایند را یادآور می‌شوند (۶۸). Suruda و همکاران نیز در مطالعه خویش دریافتند که بیش از ۶۵ درصد از حوادث سقوط در ارتفاعی کمتر از ۳۰ فوت (۹ متر) رخ می‌دهند (۶۹).

محدودیت های مطالعه:

روش AHP وابستگی بین عوامل را در نظر گیرد و این یکی از محدودیت های این روش است. این در حالیست که بسیاری از عوامل دارای روابط متقابل و تاثیرگذار بر یکدیگرند. همچنین توصیه می شود در مطالعات آینده جهت بررسی و اطمینان از وجود همبستگی بین عوامل از روش فرایند تجزیه و تحلیل شبکه(ANP) استفاده شود. همچنین فرآیند انتخاب و تعیین درجه اهمیت و اولویت دهی عوامل بهتر است توسط کارشناسان OHS بیشتری بررسی و تایید شود.

نتیجه گیری

بر اساس نتایج مطالعه انجام شده اولویت بندی عوامل و زیرعوامل ایجاد کننده حوادث در برنامه های مدیریت ایمنی و پیشگیری از حوادث سقوط از ارتفاع در پروژه های ساختمانی کمک کننده است. همچنین لازم است یک برنامه های آموزشی و مدیریت کنترل استرس تدوین و این برنامه ها را در تمامی سطوح سازمان پیدا سازی کرد تا عملکرد سیستم ایمنی و بهداشت صنعت مذکور از طریق ارتقاء سطح فرهنگ ایمنی افزایش پیدا کند و این میتواند نقش مؤثری در کاهش بروز حوادث سقوط از ارتفاع در صنعت ساخت و ساز و افزایش کارایی مدیریت داشته باشد.

REFERENCES

1. Fass S, Yousef R, Liginlal D, Vyas P. Understanding causes of fall and struck-by incidents: What differentiates construction safety in the Arabian Gulf region? Applied ergonomics. 2017;58:515-26.
2. Chalak MH, Shabahang H, Laal F, Almasi Z. evaluating the Risk of cement open mining activities and its health hazards by fmea method in zabols cement mines before and after training interventions 2015. European Journal of Biomedical. 2016;3(12):623-8.
3. Amiri M, Ardeshir A, Zarandi MHF. Fuzzy probabilistic expert system for occupational hazard assessment in construction. Safety science. 2017;93:16-28.
4. Seifi Azad Mard HR, Estiri A, Hadadi P, Seifi Azad Mard M. Occupational risk assessment in the construction industry in Iran. International journal of occupational safety and ergonomics. 2017:1-8.
5. Hoła B, Szóstak M. Methodology of Analysing the Accident Rate in the Construction Industry. Procedia Engineering. 2017;172:355-62.
6. Lim S, Prakash A. Do Economic Problems at Home Undermine Worker Safety Abroad?: A Panel Study, 1980–2009. World Development. 2017;96:562-77.
7. Farshad A, Montazer S, Monazzam MR, Eyvazlou M, Mirkazemi R. Heat stress level among construction workers. Iranian journal of public health. 2014;43(4):492.
8. Hallowell M. Cost-effectiveness of construction safety programme elements. Construction Management and Economics. 2010;28(1):25-34.
9. Chen H, Luo X. Severity Prediction Models of Falling Risk for Workers at Height. Procedia Engineering. 2016;164:439-45.
10. Azami-Aghdash S, Sadeghi-Bazargani H, Shabaninejad H, Gorji A. Injury epidemiology in Iran: a systematic review. Journal of injury & violence research. 2017;9(1):27.
11. van de Ven P, O'Brien H, Nelson J, Clifford A. Unobtrusive monitoring and identification of fall accidents. Medical engineering & physics. 2015;37(5):499-504.
12. Dong XS, Largay JA, Choi SD, Wang X, Cain CT, Romano N. Fatal falls and PFAS use in the construction industry: Findings from the NIOSH FACE reports. Accident

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 21:43 IRDT on Friday July 31st 2020

Analysis & Prevention. 2017;102:136-43.
13. Nadhim EA, Hon C, Xia B, Stewart I, Fang D. Falls from height in the construction industry: a critical review of the scientific literature. International journal of environmental research and public health. 2016;13(7):638.
14. Rasmussen J, Suedung I. Proactive risk management in a dynamic society: Swedish Rescue Services Agency; 2000.
15. Stoop JA. Independent accident investigation: a modern safety tool. Journal of hazardous materials. 2004;111(1-3):39-44.
16. Podgórski D. Measuring operational performance of OSH management system–A demonstration of AHP-based selection of leading key performance indicators. Safety Science. 2015;73(3):146-66.
17. Saaty TL. Theory and applications of the analytic network process: decision making with benefits, opportunities, costs, and risks: RWS publications; 2005.
18. Hwang C-L, Yoon K. Multiple attribute decision making: methods and applications a state-of-the-art survey: Springer Science & Business Media; 2012.
19. Chang B, Chang C-W, Wu C-H. Fuzzy DEMATEL method for developing supplier selection criteria. Expert Systems with Applications. 2011;38(3):1850-8.
20. Freivalds A. Comparison of United States (NIOSH lifting guidelines) and European (ECSC force limits) recommendations for manual work limits. American Industrial Hygiene Association Journal. 1987;48(8):698-702.
21. Henderson RD, Dutta SP. Use of the analytic hierarchy process in ergonomic analysis. International Journal of Industrial Ergonomics. 1992;9(4):275-82.
22. Raviv G, Shapira A, Fishbain B. AHP-based analysis of the risk potential of safety incidents: Case study of cranes in the construction industry. Safety science. 2017;91(6):298-309.
23. Fera M, Macchiaroli R. Appraisal of a new risk assessment model for SME. Safety science. 2010;48(10):1361-8.
24. Caputo AC, Pelagagge PM, Salini P. AHP-based methodology for selecting safety devices of industrial machinery. Safety science. 2013;53(4):202-18.
25. Couto JP, Santos FJB, Rabbani ERK. How Time Constraints Affect Safety Conditions at Construction Sites: Analysis of the Perception of Portuguese Construction Participants. Electronic Journal of Geotechnical Engineering. 2017;22(02):563-76.
26. Shi S, Jiang M, Liu Y, Li R. Risk assessment on falling from height based on AHP-fuzzy. Procedia Engineering. 2012; 112: 8-45.
27. Forteza FJ, Carretero-Gómez JM, Sesé A. Effects of organizational complexity and resources on construction site risk. Journal of Safety Research. 2017.
28. Haslam RA, Hide SA, Gibb AGF, Gyi DE, Pavitt T, Atkinson S, et al. Contributing factors in construction accidents. Applied Ergonomics. 2005;36(4):401-15.
29. Tam C, Zeng SX, Deng Z. Identifying elements of poor construction safety management in China. Safety science. 2004;42(7):569-86.
30. Hsiao H, Simeonov P. Preventing falls from roofs: a critical review. Ergonomics. 2001;44(5):537-61.
31. Podgórski D. Measuring operational performance of OSH management system–A demonstration of AHP-based selection of leading key performance indicators. Safety science. 2015;73:146-66.
32. Jasiński D, Meredith J, Kirwan K. A comprehensive framework for automotive sustainability assessment. Journal of Cleaner Production. 2016;135(4):1034-44.
33. Ramos TB, Caeiro S. Meta-performance evaluation of sustainability indicators. Ecological Indicators. 2010;10(2(:66-157.
34. Tongco MDC. Purposive sampling as a tool for informant selection. Ethnobotany Researchapplications. 2007;5:147-58.
35. Guest G, Bunce A, Johnson L. How many interviews are enough? An experiment with data saturation and variability. Field methods. 2006;18(1):59-82.
36. Forteza FJ, Carretero-Gómez JM, Sese A. Effects of organizational complexity and resources on construction site risk. Journal of safety research. 2017;62(5):185-98.
37. Haslam RA, Hide SA, Gibb AG, Gyi DE, Pavitt T, Atkinson S, et al. Contributing factors in construction accidents. Applied ergonomics. 2005;36(4):401-15.
38. Huang X, Hinze J. Analysis of construction worker fall accidents. Journal of Construction Engineering Management. 2003;129(3):262-71.
39. Mohajeri M, Amiri M. Ranking Main Causes of Falling from Height Hazard in High-Rise Construction Projects. Iran Occupational Health. 2014;11(5):53-64.
40. Mohajeri, M., and Ardeshir, A., 2016. "Analysis of Construction Safety Risks Using AHP-DEA Integrated

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 21:43 IRDT on Friday July 31st 2020

Method". Amirkabir Journal of Civil and Environmental Engineering, 48(3), pp. 217–226.

41. Alizadeh M, Zanjani ZS, Yasi Y. Identification the First Priority over Effective Factors in Occurrence of Building Construction Accidents with Employing the Analytical Hierarchy Process Method, and Expert Choice Software International Journal of Computer Applications. 2017;180(25).
42. Chung C-C, Chao L-C, Chen C-H, Lou S-J. A Balanced Scorecard of Sustainable Management in the Taiwanese Bicycle Industry: Development of Performance Indicators and Importance Analysis. Sustainability. 2016;8(6):518.
43. Podgórski DJSs. Measuring operational performance of OSH management system–A demonstration of AHP-based selection of leading key performance indicators. 2015;73:146-66.
44. Ishizaka A, Labib A. Analytic hierarchy process and expert choice: Benefits and limitations. OR Insight. 2009;22(4):201-20.
45. Teo EAL, Ling FYY. Developing a model to measure the effectiveness of safety management systems of construction sites. Building Environment. 2006;41(11):1584-92.
46. Tzeng G-H, Huang J-J. Multiple attribute decision making: methods and applications: CRC press; 2011.
47. Sharma M. Multi attribute decision making techniques. International Journal of Research in Management, Science & Technology. 2013;1(1):49-51.
48. Zaim S, Turkyılmaz A, Acar MF, Al-Turki U, Demirel OF. Maintenance strategy selection using AHP and ANP algorithms: a case study. Journal of Quality in Maintenance Engineering. 2012;18(1):16-29.
49. Brunelli M. Introduction to the analytic hierarchy process: Springer; 2014.
50. Prioritizing of Noise Control Methods in the Hamadan Glass Company by the Analytical Hierarchy Process (AHP). Journal of Health and Safety at Work. 2012;2(1):75-84.
51. Saaty TL. Decision making—the analytic hierarchy and network processes (AHP/ANP). Journal of systems science and systems engineering. 2004;13(1):1-35.
52. Sipahi S, Timor M. The analytic hierarchy process and analytic network process: an overview of applications. Management Decision. 2010;8(5): 775-808.
53. Moradirad R, Haghighat M, Yazdanirad S, Hajizadeh R, Shabgard Z, Mousavi SM. Selection of the most suitable sound control method using fuzzy hierarchical technique. Journal of Health and Safety at Work. 2019;8(4):371-82.
54. Golbabaei F, Omidvar M, Nirumand F. Risk assessment of heat stress using the AHP and TOPSIS methods in fuzzy environment- A case study in a foundry shop. Journal of Health and Safety at Work. 2019;8(4):397-408.
55. Saaty TL. The Analytic Hierarchy Process, NY. McGraw-Hill, USA Cook WD and Seiford LM (1978) Priority ranking and consensus formation, Management Science. 1980;24:1721-32.
56. Aczél J, Saaty TL. Procedures for synthesizing ratio judgements. Journal of mathematical Psychology. 1983;27(1):93-102.
57. Vosoughi S, Dana T, Serajzadeh N. Providing management system audit HSE-MS pattern for printing using ANP and DEMATEL model with emphasis on assessment methods of D & S and MISHA and OGP. Iran Occupational Health. 2015;12(3):1-14.
58. Rasmussen J. Risk management in a dynamic society: a modelling problem. Safety science. 1997;27(2):183-213.
59. Grote G, Künzler C. Diagnosis of safety culture in safety management audits. Safety Science. 2000;34(1):131-50.
60. Kath LM, Marks KM, Ranney J. Safety climate dimensions, leader–member exchange, and organizational support as predictors of upward safety communication in a sample of rail industry workers. Safety Science. 2010;48(5):643-50.
61. Amirbahmani A, Vosoughi S, Alibabaei A. Assessment of the Relationship between worker's safety climate and safety performance in construction projects %J Iran Occupational Health Journal. 2018;15(3):19-30.
62. Pinto A, Nunes IL, Ribeiro RA. Occupational risk assessment in construction industry–Overview and reflection. Safety science. 2011; 49(5): 616-621.
63. Chib S, Kanetkar M. Safety culture: the buzzword to ensure occupational safety and health. Procedia economics and finance. 2014;11:130-6.
64. Gherardi S, Nicolini D. Learning in a constellation of interconnected practices: canon or dissonance? Journal of Management Studies. 2002;39(4):419-36.
65. Bowen P, Edwards P, Lingard H, Cattell K. Occupational stress and job demand, control and support factors among construction project consultants. International

Journal of Project Management. 2014; 32(7) 84-1273.

66. M. Goldenhar L, Williams LJ, G. Swanson N. Modelling relationships between job stressors and injury and near-miss outcomes for construction labourers. Work & Stress. 2003;17(3):218-40.
67. Blanchard EB, Hickling EJ, Galovski T, Veazey C. Emergency room vital signs and PTSD in a treatment seeking sample of motor vehicle accident survivors. Journal of Traumatic Stress. 2002;15(3):199-204.
68. Huang X, Hinze J. Analysis of construction worker fall accidents. Journal of Construction Engineering and Management. 2003;129(3):262-71.
69. Suruda A, Fosbroke D, Braddee R. Fatal work-related falls from roofs. Journal of Safety Research. 1995;26(1):1-8.

Downloaded from jhsw.tums.ac.ir at 21:43 IRDT on Friday July 31st 2020