مجله مهندسی بهداشت حرفه‌ای
مقاله پژوهشی
دوره ۳، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۵، صفحات ۱ تا ۹

ارائه ابعاد حوادث شغلی براساس وابستگی گروه‌های ریسک و آسیب (مطالعه موردی طی سالهای ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۳)

پیمان یاری [۱]، رسول یاراحمدی [۲،*]، یحیی خسروی [۳]، احسان آسیوند [۴]

[۱] کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
[۲] دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات بهداشت کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
[۳] استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE)، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران
[۴] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

* **نویسنده مسئول:** رسول یاراحمدی، دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، مرکز تحقیقات بهداشت کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران. ایمیل: yarahmadi.r@iums.ac.ir

DOI: 10.21859/johe-03041

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۱۱/۱۵
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۱/۱۶

واژگان کلیدی:
تحلیل تناظر
ماتریس ریسک-آسیب
ریسک
آسیب
حوادث شغلی

تمامی حقوق نشر برای دانشگاه علوم پزشکی همدان محفوظ است.

چکیده

مقدمه: روش تحلیل تناظر به عنوان مناسب‌ترین روش برای بهینه سازی توابع ماتریس می‌باشد که با استفاده از این روش ماتریس ریسک-آسیب مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. این روش موجب کاهش اطلاعات موجود در جدول ریسک-آسیب و تعیین میزان همبستگی بین متغیرها در ماتریس می‌شود. هدف این مطالعه ارائه ابعاد حوادث و مخاطرات شغلی براساس وابستگی گروه‌های ریسک-آسیب می‌باشد، که با استفاده از آن می‌توان حوادث شغلی را مدیریت کرد.

روش کار: در این مطالعه گزارش‌های حوادث شغلی ثبت شده در سازمان تأمین اجتماعی در یک دوره زمانی ده ساله از ابتدای سال ۱۳۸۴ تا پایان سال ۱۳۹۳ (۳۰۰,۲۲۲ حادثه) جمع آوری شده و نوع ریسک و آسیب مربوط به هر یک از حوادث براساس معیارهای سازمان بین المللی کار مشخص شده و در یک ماتریس ریسک- آسیب (۱۸×۱۸) طبقه بندی گردید. با استفاده از تحلیل تناظر ابعاد به صورت جداگانه شناسایی می‌گردند، ابعاد مربوطه بیشترین وابستگی بین ریسک‌ها و آسیب‌ها را نشان می‌دهند که باعث تسهیل تصمیم گیری در مرحله ارزیابی ریسک در شرکت‌های تحت پوشش سازمان تأمین اجتماعی می‌گردند.

یافته‌ها: معیار هیر پیشنهاد می‌کند ابعادی با اینرسی بالاتر از ۰/۲ برای مطالعه و تفسیر نتایج مناسب می‌باشند، بر این اساس در این مطالعه از میان ابعاد بدست آمده ابعادی با اینرسی (مقدار ویژه) بالاتر از ۰/۲ شامل بعد ۱، بعد ۲ و بعد ۳ را در نظر می‌گیریم و میزان همبستگی بین متغیرها براساس مقدار تکین (فاصله متغیرها از مرکز ثقل) بدست می‌آید (مقدار تکین بعد ۱: ۰/۷۵۰، مقدار تکین بعد ۲: ۰/۶۴۷ و مقدار تکین بعد ۳: ۰/۵۲۱).

نتیجه گیری: ابعاد بدست آمده باعث ایجاد فرصت‌های جدید در جهت توسعه برنامه‌های کاربردی به منظور تحلیل، تفسیر و مدیریت خودکار حوادث شغلی در راستای به حداقل رساندن عدم قطعیت و افزایش عینیت که با روش‌های فعلی قابل دست یابی نیست، می‌گردد. در این مطالعه ثابت شده است که این سه بعد بدست آمده، خلاصه‌ای از حوادث شغلی را نمایش می‌دهند.

مقدمه

ارزیابی ریسک یک ابزار ضروری برای مدیریت مخاطرات شغلی است و برای پیش بینی حوادث در میان نیروی کار کاربرد دارد [۱, ۲]. این فرآیند شامل سه مرحله می‌باشد: شناسایی، ارزیابی و اولویت بندی، که پایه و اساسی برای اقدامات پیشگیرانه هستند [۳]. در حوادث محیط کار، این مراحل سه گانه، خطای مربوط به ذهنیت در مرحله ارزشیابی را در نظر می‌گیرند، و ما به تغییر مسیر این روش به سمت مدل‌های عینی‌تر نیاز داریم [۴]. ارزشیابی استاندارد ایمنی در نیروی کار با شناسایی ریسک فرضی در محل کار، با استفاده از مشاهده یا چک لیست آغاز می‌شود [۵]. در گام بعدی ریسک‌ها با استفاده از جداولی که به طور کلی متغیرها با هدف شناسایی احتمال و پیامد مورد

بررسی قرار گرفته و سپس با توجه به اهمیت اولویت بندی می‌شوند. نقص اصلی در ارزشیابی استاندارد ریسک‌های فرضی در مشاغل مختلف در یک شرکت اینگونه می‌باشد که ریسک‌ها به صورت جداگانه و همچنین به صورت رویدادهای مستقل مورد بحث قرار می‌گیرند، و حتی ممکن است افراد با آن مواجهه نداشته باشند. در حال حاضر از توصیف یک حادثه براساس ریسک، قبل از اینکه حادثه به صورت واقعی رخ دهد کمتر استفاده می‌شود. بنابراین هنگامی که ریسک مفروض شناسایی شده باشد، ممکن است که با اطمینان انجام نگیرد و زمانی که آن رخ دهد، آسیب ناشی از آن، و یا سطح شدت آن با اطمینان مشخص نشده باشد [۶]. پاپازوگلو و همکارانش یک مدل احتمال منطقی براساس نمودار بلوک تابع (FBD: Functional Block Diagram) ارائه کرده‌اند [۷]. ویژگی جالب این نمودار این است که، برای ارزشیابی عوامل مختلف همراه با ریسک، یک روش، یک توسعه استقرایی ساختار منطقی و یک توصیف از هر رابطه را ارائه می‌دهد. شایان ذکر است که این روش نباید با نمودار بلوک‌های کلاسیک یا نمودارهای رویداد مورد استفاده در تجزیه و تحلیل قابلیت اطمینان، که برای رویدادهای دوحالتی استفاده می‌شود اشتباه گرفته شود، این در حالی است که FBD می‌تواند رویدادهای چند حالتی را در برگیرد. بنابراین ارزشیابی با یک ارزیابی کلی ریسک‌ها آغاز می‌شود که به صورت واقعی در یک نیروی کار مشخص انجام می‌شود و مفهوم فردیت ریسک حذف می‌شود و از لحاظ فیزیکی با عدم قطعیت مکان [۸]، زمان [۹] و مواد [۱۰] همراه است.

هدف این مطالعه شناسایی ریسک‌های واقعی از طریق حوادث ثبت شده می‌باشد که در یک جدول ریسک -آسیب خلاصه می‌گردند. معیارهای مورد نیاز برای ارزیابی و اولویت بندی آنها از یک تجزیه و تحلیل ریاضی-آماری یکسان، به دست می‌آید. این رویکرد ویژگی‌های حوادث قابل سنجش جدید را تعریف می‌کند که حداقل از دید مشکل عینی و ارائه معیارهای کنترل براساس دانش عمیق‌تر در مورد حوادث به ما کمک می‌کند [۱۱]. کانته و همکارانش با استفاده از تحلیل تناظر (Correspondence Analysis) و دیگر روشهای تجزیه و تحلیل آماری، یک مدل جهانی (acsom-G) برای حوادث ارائه کردند. ساختار داده‌های اصلی آن از سه گروه از ریسک‌ها و آسیب‌ها ساخته شده است. به منظور شناسایی بصری این سه گروه به آنها رنگ‌هایی اختصاص داده می‌شود (قرمز، زرد و سبز). رنگ‌ها سطح شدت در هر گروه را نشان نمی‌دهد، بلکه ویژگی‌های تکرار وقوع حوادث را نشان می‌دهند [۱۲]. به طور خلاصه، روش مورد استفاده در این مطالعه برای هر شرکتی، صرف نظر از اندازه آن قابل اجرا است. علاوه بر این، قادر به پیش گویی و پیش بینی حوادث و اولویت بندی ریسک‌ها و آسیب‌ها به صورت خودکار می‌باشد. در نهایت، باعث می‌شود که پیگیری به موقع، از طریق اجرای کنترلهای کافی انجام گیرد [۱۳].

روش کار

هر حادثه رخ داده در صنعت یک رویداد ترکیبی در نظر گرفته می‌شود که متشکل از ریسک‌ها (R) و آسیبها (A) می‌باشد. ریسک، به عنوان یکی از عوامل ایجاد کننده اساسی و همچنین جزیی از حادثه درک می‌شود و به فرآیند فیزیکی که باعث یک آسیب می‌شود اشاره دارد. آسیب به عنوان اصل آشکارسازی یک یا چند ریسک ارائه می‌شود. آسیب عنصر ترکیبی و یا محصول بیولوژیکی است، که از طریق آن می‌توان وقوع یک حادثه را برای فرد شناسایی کرد. در این مطالعه ابتدا آمار مربوط به حوادث شغلی ثبت شده در سازمان تأمین اجتماعی در یک دوره زمانی ده ساله از ابتدای سال ۱۳۸۴ تا پایان سال ۱۳۹۳ جمع آوری گردیده و نوع ریسک و آسیب مربوط به هر یک از حوادث توسط محقق و براساس معیار سازمان بین المللی کار که در دهمین کنفرانس آمار کار ارائه شده، کدبندی گردید [۱۴]. کدهای تعیین شده بدین گونه می‌باشند که ریسک با حرف R و آسیب به صورت A نمایش داده می‌شود. در مرحله بعد میانگین سالیانه حوادث شغلی در یک جدول پیشایندی شامل ریسک (R) به صورت ردیف و آسیب (A) به صورت ستون خلاصه می‌گردد، که اصطلاحاً آن را ماتریس ریسک-آسیب می‌نامند.

تحلیل تناظر به عنوان مناسب‌ترین روش برای بهینه سازی توابع ماتریس ریسک-آسیب انتخاب گردید و با استفاده از این روش، ماتریس ریسک-آسیب مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. لازم به ذکر است که تحلیل تناظر موجب کاهش اطلاعات موجود در جدول پیشایندی و تعیین میزان همبستگی بین متغیرها در جدول می‌شود، و نتیجتاً طبقه‌بندی براساس مختصات عامل‌ها حاصل می‌شود[۱۵]. ضرورتی ندارد که جدول کامل یا ناقص باشد یا اینکه صفرهای ساختاری یا صفرهای نمونه را ارائه دهد، نظر به این که $\Sigma\lambda_i=X^2/N$ است: درجه وابستگی بین متغیرها توسط مقدار

ویژه (Eigenvalue) تعریف می‌گردد (λ_i = مقادیر ویژه، X^2 = مقادیر کای دو پیرسون، N = فراوانی کل جدول).

با تجزیه و تحلیل ماتریس ریسک-آسیب خلاصه‌ای از اطلاعات مربوط به ماتریس ریسک-آسیب بدست می‌آید که مربوط به تعداد ابعاد بدست آمده و میزان اینرسی و مقدار تکین (Singular value) هر بعد می‌باشد که تحلیل تناظر مهم‌ترین انحراف از گرانیگاه یا مرکز ثقل را به صورت ابعاد مختلف نشان می‌دهد، به این صورت که بعد اول بیشترین مقدار اینرسی یا بیشترین انحراف از مرکز ثقل را دارد، منظور از مرکز ثقل، میانگین وزنی نیمرخ‌های سطری و ستونی می‌باشد به گونه‌ای که جهت محاسبه مرکز ثقل برای متغیرهای ریسک، میانگین وزنی نیمرخ‌های سطری و برای متغیرهای آسیب، میانگین وزنی نیمرخ‌های ستونی محاسبه می‌گردد، شایان ذکر است که تعداد ابعاد بدست آمده برابر است با تعداد سطر یا ستون (هر کدام که تعدادشان کمتر باشد) منهای یک و همچنین اینرسی یا مقدار ویژه، مجموع وزنی مجذور فاصله‌های یک مجموعه از عناصر از مرکز ثقل آن‌ها می‌باشد که اینرسی از فرمول ۳-۱ محاسبه می‌گردد [۱۶].

$$\text{اینرسی فرمول ۳-۱} = \Sigma_i \Sigma_j \ (p_{ij}-r_i c_j)^2/(r_i c_j)$$

p_{ij}: مقدار عنصری از ماتریس که در سطر i ام و ستون j ام قرار دارد تقسیم بر جمع فراوانی ماتریس

r_i: جرم سطر i ام

c_j: جرم ستون jام

مقدار تکین یا مقدار منفرد، عبارت است از ریشه دوم یک مقدار ویژه که به عنوان بیشینه مقدار همبستگی بین متغیرهای موجود در تحلیل برای بعد معین تفسیر می‌گردد [۱۶]. لازم به ذکر می‌باشد براساس معیار هیر (Hair) که بیان می‌نماید ابعادی با اینرسی بالاتر از ۰/۲ را برای مطالعه و تفسیر نتایج پیشنهاد می‌کند، بنابراین در این مطالعه ابعادی با اینرسی (مقدار ویژه) بالاتر از ۰/۲ در نظر می‌گیریم [۱۷]. متغیرهای ریسک و آسیب تشکیل دهنده هر بعد با استفاده از نمره هر متغیر در ابعاد مورد نظر مشخص می‌گردند. نمره هر متغیر دو حالت دارد (مثبت و منفی)، اگر مثبت باشد به این معنی می‌باشد که نیمرخ (فراوانی نسبی) آن متغیر از مرکز ثقل تعیین شده بیشتر می‌باشد و اگر منفی باشد یعنی نیمرخ آن متغیر از مرکز ثقل مورد نظر کمتر می‌باشد. براساس این نمره‌ها، می‌توان متغیرهای مربوط به هر بعد را مشخص کرد به این صورت که با توجه به نمره هر متغیر در ابعاد مورد مطالعه متغیری که در یک بعد نسبت به سایر ابعاد نمره بیشتری داشته باشد با صرف نظر از منفی یا مثبت بودن نمره زیرمجموعه آن بعد محسوب می‌گردد و بر این اساس متغیرهای مربوط به هر بعد تعیین می‌گردند [۱۲]. با تفسیر ابعاد بدست آمده می‌توان به نتایج جالبی در زمینه بررسی حوادث شغلی رسید که با استفاده از آن می‌توان به اولویت بندی ریسک‌ها و پیش بینی آسیب‌های ناشی از حوادث شغلی پرداخت. به عنوان مثال اگر در صنعتی یک نوع ریسک وجود داشته باشد، با توجه به جایگاه این ریسک در ابعاد حوادث شغلی می‌توان آسیب‌های مربوط به آن را شناسایی نمود.

به منظور تفسیر ابعاد به دست آمده دو معیار اساسی وجود دارد: ۱- علی رغم وجود تفاوت در متغیرهای هر بعد، ویژگی مشترکی بین متغیرها وجود دارد که این عامل مشترک دو حالت دارد، در حالت اول فرد در تعامل با محیط کارش بعنوان یک عنصر فعال عمل می‌کند (فرد حرکت می‌کند، بر محیط کارش تأثیر می‌گذارد و انرژی وارد می‌کند). در حالت دوم فرد در تعامل با محیط کارش به عنوان یک عنصر غیرفعال شناخته می‌شود (فرد حرکت نمی‌کند، محیط کار بر فرد تأثیر می‌گذارد و انرژی وارد می‌کند). ۲- معیار دیگر در مورد تصمیمی است که فرد قبل از تبدیل شدن ریسک به حادثه می‌گیرد که این معیار دو حالت دارد، در حالت اول فرد قادر به کنترل ریسک و جلوگیری از وقوع حادثه می‌باشد، در حالت دوم فرد قادر به کنترل ریسک و جلوگیری از وقوع حادثه نمی‌باشد [۱۲]. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار آماری Statistica.۱۰ و همچنین برای جمع آوری داده‌ها از نرم افزار Excel.۲۰۱۳ و جهت وارد کردن داده‌ها از نرم فزار SPSS.۲۲ استفاده شد. همچنین جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون correspondence analysis و فرایند ادغام یا collapse استفاده شد.

یافته‌ها

در این مطالعه آمار مربوط به فراوانیِ کلیه حوادث شغلی ثبت شده در سازمان تأمین اجتماعی کشور (۳۰۰,۲۲۲ مورد حادثه) در یک دوره ۱۰ ساله از ابتدای سال ۱۳۸۴ تا پایان سال ۱۳۹۳ جمع آوری شد. کد R مربوط نوع ریسک‌های شغلی و کد A مربوط به نوع آسیب‌های شغلی می‌باشند که این ریسک‌ها و آسیب‌ها توسط محقق و براساس معیار سازمان بین المللی کار که در دهمین کنفرانس آمار کار [۱۴] ارائه شده، کدبندی گردید (جدول ۱).

جدول ۱: کد مربوط به ریسک‌ها و آسیب‌ها

کد ریسک	ریسک	کد آسیب	آسیب
R1	سقوط افراد	A1	شکستگی اعضاء
R2	لغزیدن	A2	دررفتگی
R3	سقوط اشیا	A3	پیچش و رگ به رگ شدن
R4	ریزش وماندن زیر آوار	A4	کمر درد
R5	تصادف با وسیله نقلیه	A5	بریدگی و قطع عضو
R6	حوادث ناشی از جابه جا کردن	A6	زخم سطحی
R7	برخورد با وسایل مختلف	A7	زخم عمقی
R8	پرتاب پلیسه و یا ذرات	A8	فرو رفتن اجسام در چشم
R9	حوادث ناشی از ابزار دستی	A9	فرو رفتن اجسام در بدن
R10	گیر کردن داخل یا بین اشیاء	A10	ضرب خوردگی
R11	تماس با مواد داغ	A11	کوفتگی و له شدن
R12	حوادث ناشی از مواد سوزنده و خورنده	A12	سوختگی
R13	تماس با تجهیزات الکتریکی	A13	مسمومیت
R14	تماس با مواد شیمیایی	A14	گاز گرفتگی
R15	حوادث ناشی از مواد سمی	A15	خطرات زیست محیطی
R16	حوادث ناشی از ابزار ماشینی	A16	خفگی
R17	انفجار و آتش سوزی	A17	آسیب‌های چندگانه
R18	سایر حوادث	A18	سایر آسیبها

جدول ۲: میانگین سالانه حوادث شغلی (ماتریس ریسک-آسیب)

ریسک	آسیب																	جمع
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	
R1	۹۶۲	۵۴	۶۱	۱۸	۱۱۱۵	۳۴۲	۳۴۱	۵۲	۸۱	۵۹۳	۴۳۴	۳	۰	۰	۰	۰	۱۴	۶۶	۴۱۳۶
R2	۳۵۵	۳۹	۸۹	۱۰	۵۲۱	۱۳۱	۱۲۹	۸۶	۴۵	۲۲۹	۳۴	۱	۰	۰	۰	۰	۱۶	۲۳	۱۷۰۸
R3	۶۸۶	۵	۲۷	۱۲	۸۴۳	۳۲۴	۱۲۱	۸۱	۴۳	۷۶۴	۱۵۸	۵	۰	۰	۰	۰	۱۹	۶۷	۳۱۵۵
R4	۲۸۶	۲۳	۲۲	۱۶	۲۳	۸	۱۳	۱۸	۲۳	۱۵	۱۱	۲	۰	۰	۰	۳	۵	۱۲	۴۸۰
R5	۴۷۶	۳۲	۴۵	۹	۱۲۵	۴۴	۱۹	۴	۲۵	۵۵۲	۱۹۳	۱	۰	۰	۰	۰	۱۰	۴۲	۱۵۷۷
R6	۴۵۱	۵۲	۳۸	۱۶	۵۷۵	۳۵	۱۲	۵	۱۵	۳۷۸	۱۴۳	۲	۰	۰	۵	۰	۲۱	۳۵	۱۷۸۳
R7	۴۲۹	۴۲	۴۱	۱۱	۱۵۴	۷۴	۸	۶	۳۴	۴۰۲	۱۴۶	۲	۰	۰	۸	۰	۴۱	۴۴	۱۴۴۲
R8	۱۳۷	۲۱	۲	۱	۴۸	۸۹	۱۲	۹۲	۳۱	۲۳۴	۹۵	۳	۰	۰	۱۰	۰	۶۵	۴۴	۸۸۴
R9	۱۲۵	۳۱	۲۳	۹	۱۳۹	۸۴	۱۵	۲	۲۹	۳۲۰	۸۳	۱	۰	۰	۳	۰	۳۲	۳۴	۹۳۰
R10	۶۷۵	۳۲	۱۳	۱۲	۳۲۴	۶۲	۲۱	۰	۱۸	۳۲۵	۸۷	۱	۰	۰	۲	۳۳	۴۰	۲۵	۱۶۷۰
R11	۵	۰	۰	۰	۴۳	۵۵	۲۳	۵	۳	۳۴	۱۲	۴۰۲	۰	۴	۵	۵۵	۲۴	۳۵	۷۰۵
R12	۰	۰	۰	۰	۷۶	۲۱	۲۱	۱۲	۰	۲۳	۰	۲۶	۲	۲	۱۶	۳	۳۴	۲۴	۲۶۰
R13	۱۱	۲	۰	۰	۹۵	۸	۵	۲	۰	۸	۴	۱۵۲	۰	۰	۰	۰	۹	۱۲	۳۰۸
R14	۰	۰	۰	۰	۸۶	۴	۲	۱	۰	۰	۰	۱۲	۱۲۳	۳۸	۱۲	۳۴	۲۴	۹	۳۴۵
R15	۰	۰	۰	۰	۷	۰	۰	۲	۰	۰	۰	۰	۸۴	۲۵	۲۰	۲۰	۴۰	۶	۲۰۴
R16	۴۸۶	۵۳	۳۳	۱۱	۳۷۴	۷۵	۱۳	۱۶	۵۶	۱۳۴	۵۸	۲۳	۰	۰	۸	۰	۵۵	۵۴	۱۴۴۹
R17	۱۸	۲۱	۱	۲	۷۸	۳	۴	۳	۶	۶۵	۶	۱۸۴	۶	۱۸	۱۷	۷۳	۲۱	۱۵	۵۴۱
R18	۸۶	۲۸	۳	۳	۱۲۳	۹۱	۱۲	۴۱	۳۱	۱۲۸	۳۴	۳۲	۰	۲	۳	۱	۳	۳۲	۶۵۳
جمع	۵۱۸۸	۴۳۵	۳۹۸	۱۳۰	۴۷۴۹	۱۴۵۰	۷۷۱	۴۲۸	۴۴۰	۴۲۰۴	۱۴۹۸	۸۵۲	۲۱۵	۸۹	۱۰۹	۲۲۲	۴۷۳	۵۷۹	۲۲۲۳۰

جدول ۱ شامل ۱۸ نوع ریسک و ۱۸ نوع آسیب می‌باشد که به صورت متغیرهای اسمی می‌باشند و بر این اساس مجموعاً ۳۶ متغیر بدست آمده که لیست کدهای مربوط به هر ریسک و آسیب در جدول ۱ آمده است.

جدول ۲ (ماتریس ریسک-آسیب) نشان دهنده میانگین سالیانه فراوانی حوادث شغلی ثبت شده در سازمان تأمین اجتماعی از ابتدای سال ۱۳۸۴ تا پایان سال ۱۳۹۳ می‌باشد که شامل فراوانی ریسکها (R) به صورت ردیف و فراوانی آسیبها (A) به صورت ستون می‌باشد.

این جدول یا ماتریس، شامل فراوانی حوادث شغلی مربوط به هر ریسک به تفکیک هر آسیبی که منجر به آن شده است می‌باشد که بیشترین فراوانی از انواع ریسک شغلی مربوط به کد R۱ (سقوط افراد) و کمترین فراوانی نوع ریسک شغلی مربوط به کد R۱۵ (حوادث ناشی از مواد سمی) می‌باشد و از طرف دیگر بیشترین فراوانی از انواع آسیب شغلی مربوط به کد A۱ (شکستگی اعضا) و کمترین آن مربوط به کد A۱۴ (گاز گرفتگی) می‌باشد. جدول ۳ خلاصه‌ای از اطلاعات مربوط به تحلیل تناظر ماتریس ریسک-آسیب را نمایش می‌دهد که شامل بعد، مقدار تکین و مقدار ویژه (Inertia eigenvalue) می‌باشد. تحلیل تناظر مهم‌ترین انحراف از گرانیگاه یا مرکز ثقل را به صورت ابعاد مختلف نشان می‌دهد (بعد ۱، ۲، ۳ و..)، به این صورت که بعد اول بیشترین مقدار اینرسی یا بیشترین انحراف از مرکز ثقل را دارد. لازم به ذکر می‌باشد معیار هیر پیشنهاد می‌کند ابعادی با اینرسی بالاتر از ۰/۲ برای مطالعه و تفسیر نتایج مناسب می‌باشند، بر این اساس در این مطالعه از میان ابعاد بدست آمده ابعادی با اینرسی (مقدار ویژه) بالاتر از ۰/۲ شامل بعد ۱، بعد ۲ و بعد ۳ را در نظر می‌گیریم [۱۷].

جدول ۴ شامل نمره و اینرسی مربوط به متغیرهای ریسک در ابعاد ۱/۲ و ۳ می‌باشد که در این جدول نمره هر متغیر دو حالت دارد (مثبت و منفی)، اگر نمره مثبت باشد به این معنی می‌باشد که نیمرخ آن متغیر از مرکز ثقل تعیین شده بیشتر می‌باشد و اگر منفی باشد یعنی نیمرخ آن متغیر از مرکز ثقل مورد نظر کمتر می‌باشد. براساس این نمره‌ها، می‌توان متغیرهای مربوط به هر بعد را مشخص کرد به این صورت که با توجه به نمره هر متغیر در ابعاد سه گانه بدست آمده در جدول ۴ در صورتی که متغیر مورد نظر در یک بعد نمره بیشتری داشته باشد زیرمجموعه آن بعد محسوب می‌گردد. بنابراین بعد ۱ شامل ریسک‌های R۱۲, R۱۴, R۱۵, R۱۷, R۱۸ و بعد ۲ شامل ریسک‌های R۶, R۹,R۱۱,R۱۳, R۱۶ و بعد ۳ شامل ریسک‌های R۱ R۲, R۳, R۴, R۵, R۷, R۸, R۱۰ می‌باشد. در جدول ۴ ستون اینرسی نشان دهنده فاصله هر متغیر ریسک از مرکز ثقل می‌باشد که بیشترین اینرسی مربوط به متغیر R۱۱ (تماس با مواد داغ) و کمترین اینرسی مربوط به R۱۸ (سایر حوادث) می‌باشد.

جدول ۳: بعد، مقدار تکین و اینرسی

بعد	مقدار تکین	اینرسی
۱	۰/۷۵۰	۰/۵۶۲
۲	۰/۶۴۷	۰/۴۱۹
۳	۰/۵۲۱	۰/۲۷۲
۴	۰/۲۴۴	۰/۰۶۰
۵	۰/۲۰۳	۰/۰۴۱
۶	۰/۱۵۹	۰/۰۲۵
۷	۰/۱۵۰	۰/۰۲۲
۸	۰/۱۳۰	۰/۰۱۷
۹	۰/۱۰۸	۰/۰۱۲
۱۰	۰/۰۹۰	۰/۰۰۸
۱۱	۰/۰۷۹	۰/۰۰۶
۱۲	۰/۰۴۷	۰/۰۰۲
۱۳	۰/۰۳۱	۰/۰۰۱
۱۴	۰/۰۲۸	۰/۰۰۱
۱۵	۰/۰۲۰	۰/۰۰۰
۱۶	۰/۰۱۷	۰/۰۰۰
۱۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰
جمع		۱/۴۴۹

جدول ۴: نمره متغیرهای ریسک در هر بعد

ریسک	نمره در بعد			اینرسی
	بعد ۱	بعد ۲	بعد ۳	
R1	۰/۳۰۲	-۰/۰۹۸	-۰/۵۲۶	۰/۰۳۸
R2	۰/۲۷۸	-۰/۱	-۰/۷۴۴	۰/۰۲۶
R3	۰/۲۸۸	-۰/۰۹۱	-۰/۲۹۱	۰/۰۲۲
R4	۰/۳۳۶	-۰/۱۳۴	۰/۶۸۴	۰/۰۲۶
R5	۰/۳۵۹	-۰/۱۳۰	۰/۸۸۹	۰/۰۳۰
R6	۰/۲۸۰	-۰/۱۲۷	۰/۰۳۸	۰/۰۱۷
R7	۰/۲۸۸	-۰/۱۳۶	۰/۷۴۸	۰/۰۱۶
R8	۰/۱۵۲	-۰/۱۱۴	۰/۴۵۷	۰/۰۳۴
R9	۰/۲۵۲	-۰/۱۰۶	۰/۴۶۴	۰/۰۱۴
R10	۰/۲۲۷	-۰/۱۲۳	۰/۴۷۲	۰/۰۱۹
R11	-۲/۰۱۳	۲/۸۶۲	۰/۰۵۰	۰/۲۶۷
R12	-۰/۶۸۲	۰/۲۵۶	-۰/۶۵۵	۰/۰۲۴
R13	-۱/۴۱۰	۲/۴۰۱	-۰/۶۶۰	۰/۰۸۲
R14	-۳/۹۱۹	-۲/۸۱۴	-۰/۴۶۵	۰/۲۶۳
R15	-۴/۶۷۸	-۳/۵۷۲	۰/۴۳۶	۰/۲۳۰
R16	۰/۱۸۱	-۰/۰۶۰	۰/۰۵۹	۰/۰۱۵
R17	-۱/۸۳۳	۱/۵۱۲	۰/۵۷۴	۰/۱۱۴
R18	۰/۰۷۰	۰/۱۶۳	-۰/۱۸۸	۰/۰۱۱
جمع				۱/۲۴۹

جدول ۵ همانند جدول ۴ شامل نمره و اینرسی می‌باشد با این تفاوت که ستون‌های آن مربوط به متغیرهای آسیب در ابعاد ۱،۲ و ۳ می‌باشند. در این جدول، بعد ۱ شامل آسیب‌های A۱۳, A۹ ,A۱۴,A۱۵,A۱۶,A۱۷ A۱۸ و بعد ۲ شامل آسیب‌های A۳,A۱۲,A۱۸ و بعد ۳ شامل آسیب‌های A۱,A۲,A۴,A۵,A۶ A۷,A۸,A۱۰,A۱۱ می‌باشند. همچنین در این جدول ستون اینرسی نشان دهنده فاصله هر متغیر ریسک از مرکز ثقل می‌باشد که بیشترین اینرسی مربوط به متغیر A۱۲ (سوختگی) و کمترین اینرسی مربوط به A۴ (کمردرد) می‌باشد.

بحث

از جمله مواردی که در اولویت بندی ریسک‌ها و آسیب‌های شغلی و همچنین حوادث شغلی حائز اهمیت می‌باشد، فراوانی آن‌ها می‌باشد، به گونه‌ای که به هر میزان فراوانی یک متغیر بیشتر باشد، می‌تواند اهمیت آن در اولویت بندی‌ها بیشتر باشد و بیشتر مورد توجه سازمان‌ها و صنایع تحت پوشش سازمان مورد نظر قرار گیرد (براساس فراوانی متغیرها در ماتریس ریسک-آسیب). در این مطالعه بیشترین میانگین سالیانه ریسکها مربوط به سقوط افراد از ارتفاع (۴۱۳۶ مورد) و کمترین مقدار آن مربوط به حوادث ناشی از مواد سمی (۲۰۴ مورد) می‌باشد و همچنین بیشترین میانگین سالیانه آسیبها مربوط به شکستگی اعضا (۵۱۸۸ مورد) و کمترین مقدار آن مربوط به گازگرفتگی (۸۹ مورد) می‌باشد. و با توجه به موارد ذکر شده، متغیر ریسک "سقوط از ارتفاع" و متغیر آسیب "شکستی اعضا" از اهمیت به سزایی در اولویت بندی حوادث شغلی برخوردار هستند و در مطالعه مشابهی که توسط کانته و همکارانش در اسپانیا انجام شد، ریسک "کشش بیش از حد" و آسیب "کبودی، کوفتگی و خورد شدن" بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند و همچنین کمترین مقدار مربوط به ریسک "تماس با مواد رادیواکتیو" و آسیب "سمیت ناشی از مواد رادیواکتیو" می‌باشند. بنابراین در حوادث شغلی ثبت شده در اسپانیا متغیر ریسک "کشش بیش از حد" و آسیب "کبودی، کوفتگی و خورد شدن" در اولویت بندی حوادث شغلی از اهمیت به سزایی برخوردار بودند [۱۲]. در این مطالعه براساس معیار هیر که پیشنهاد می‌کند ابعادی با اینرسی بزرگتر از ۰/۲ انتخاب شوند، سه بعد اول بدست آمده براساس جدول ۳ را در نظر می‌گیریم و مورد مطالعه قرار می‌دهیم و میزان همبستگی بین متغیرها براساس مقدار تکین (فاصله متغیرها از مرکز ثقل) بدست می‌آید (مقدار تکین بعد ۱: ۰/۷۵۰، مقدار تکین بعد ۲: ۰/۶۴۷ و مقدار تکین بعد ۳: ۰/۵۲۱) (۵۲). بر این اساس بین متغیرهای ریسک و آسیب همبستگی وجود دارد و ابعاد بدست آمده با توجه به میزان همبستگی بین متغیرها و فاصله آنها از مرکز ثقل تفسیر می‌گردند.

در مطالعه انجام شده سه بعد بدست آمد که هر کدام دارای یک جانب مثبت و یک جانب منفی می‌باشند که مثبت و منفی بودن آنها براساس نمره بعد هر متغیر (جدول ۴ و ۵) تعیین می‌گردد. تفسیر متغیرهای ریسک وآسیب بعدهای بدست آمده به صورت زیر می‌باشد: اولین بعد بدست آمده شامل ۴ متغیر ریسک می‌باشد که متغیر "R۱۸" جانب مثبت بعد ۱ را تشکیل می‌دهد و متغیرهای "R۱۵, R۱۷ R۱۴, R۱۲," جانب منفی اولین بعد را تشکیل می‌دهند. ریسک‌های این بعد عبارتند از حوادث متفرقه و تماس با مواد سوزنده و خورنده، تماس با مواد شیمیایی، تماس با مواد سمی و انفجار و آتش سوزی. می‌توان گفت که این بعد نشان دهنده اثرات فرایندهای شیمیایی می‌باشد که منجر به آسیب‌های مربوط به مسمومیت، گاز گرفتگی، خفگی و اثرات زیست محیطی می‌گردند و همچنین وضعیت این حوادث به گونه‌ای می‌باشد که توسط فرد قابل کنترل نمی‌باشد. بعد اول نماینده حوادثی می‌باشد که از نوع محیطی می‌باشند و فرد به صورت یک عنصر غیرفعال و محیط به صورت ناپایدار فرض می‌شوند. نتایج بدست آمده از بعد ۱ با نتایج مطالعه کانته و همکارانش که یک مدل حوادث شغلی ارائه نموده‌اند همخوانی دارد. بعد بدست آمده در این مطالعه، مشابه با بعد سوم بدست آمده در مطالعه کانته و همکارانش می‌باشد [۱۲]. بعد دوم از متغیرهای "R۱۱, R۱۳" تشکیل شده که عامل مشترک اثرات حرارتی می‌باشد، و آسیب حاصل بیشتر سوختگی می‌باشد که در جانب مثبت بعد توزیع می‌باشد. از سوی دیگر، متغیرهای "R۹, R۱۶, R۶" حوادث ناشی از جا به جا کردن، استفاده از ابزار دستی و ابزار ماشینی می‌باشند که مربوط به کار با ابزار، تجهیزات و دستگاه‌ها می‌باشند و در جانب منفی بعد توزیع می‌یابند. بعد دوم ارائه دهنده آسیب‌های سوختگی و پیچش و رگ به رگ شدن می‌باشد که هم می‌تواند علت خارجی و محیطی و هم علت فردی داشته باشد. نتایج بدست آمده از بعد ۲ با نتایج مطالعه کانته و همکارانش که یک مدل حوادث شغلی ارائه نموده‌اند همخوانی دارد. در مدلی که کانته و همکارانش ارائه نمودند، جهت پیش بینی و اولویت بندی حوادث و مخاطرات شغلی سه بعد به دست آمد که گروه ریسک آسیب بدست آمده در این مطالعه، مشابه با بعد دوم بدست آمده در مطالعه کانته و همکارانش می‌باشد.

در بعد سوم متغیرهای "R۱ ,R۲ ,R۳" نشان دهنده سقوط افراد، سقوط اشیا و لغزیدن می‌باشند و آسیب‌های ناشی از آنها شامل بریدگی و قطع عضو، زخم‌های سطحی و عمقی و کبودی می‌باشد و همچنین این حوادث بیشتر مربوط به ناهنجاری‌های مربوط به نیروی جاذبه هستند که جانب منفی بعد سوم را تشکیل می‌دهند. جانب مثبت آن توسط متغیرهای "R۴ ,R۵ ,R۷ ,R۸ ,R۱۰" تشکیل شده است که شامل ریزش و ماندن زیر آوار، گیرکردن داخل یا بین اشیا، پرتاب پلیسه و ذرات، برخورد با وسایل مختلف، تصادف با وسایل نقلیه و همچنین برخورد با وسایل مختلف می‌باشد. بعد سوم با توجه به متغیرهای تشکیل دهنده آن ارائه دهنده آسیب‌های از نوع جراحت می‌باشد به گونه‌ای که در این بعد، هم فرد بر روی محیط تاثیرگذار می‌باشد و هم محیط روی فرد تاثیرگذار می‌باشد. نتایج بدست آمده از بعد ۳ با نتایج مطالعه کانته و همکارانش که یک مدل حوادث شغلی ارائه نموده‌اند همخوانی دارد با این تفاوت که بعد بدست آمده در این مطالعه، مشابه با بعد اول بدست آمده در مطالعه کانته و همکارانش می‌باشد. نتایج تفسیرهای انجام شده بر روی بعدهای ایجاد شده تا حدودی مشابه مدل منطقی پاپازوگلو و همکارانش می‌باشد [۷]. مدل منطقی بیشتر در جهت کنترل و به حداقل رساندن فراوانی وقوع حادثه در یک شرکت بوده در حالی که هدف تفسیر ما کنترل و به حداقل رساندن شدت حوادث ارائه می‌باشد. این در حالی است هر دو این موارد به یک مدل عینی، گسترده و جالب می‌رسند، که می‌توانند در ارزیابی ریسک، کنترل و به حداقل رساندن حوادث استفاده شوند. در مدل منطقی، ریسک شغلی از طریق یک (FBD: Functional Block Diagram) عمومی مدل شده است که در آن نتایج نامطلوب بهداشتی به "دوز" و "دوز-پاسخ" تجزیه می‌گردند، دوز به "مرکز رویداد" و "کاهش" تجزیه می‌گردد، مرکز رویداد به "رویداد آغازین" و "پیشگیری" تجزیه می‌گردد. این FBD عمومی می‌تواند عملیاتی شود، FBDهای ویژه همراه با درخت رویداد معادلشان جهت مشخص کردن نتایج حوادث مختلفی که ممکن است منجر به آسیب یا مرگ شود استفاده می‌گردد [۷]. تحلیل انجام شده در این مطالعه دو متغیر اساسی "ریسک" و "آسیب" را در نظر می‌گیرد، که برخی روابط متغیرهای سطح اول تحلیل منطقی (دوز و دوز-پاسخ) را دربرمی گیرد. علاوه بر این دو متغیر، متغیرهای دیگری از جمله " وضعیت " برای شناسایی محیط کار، "مدت زمان غیبت از کار" و "عضو بدن آسیب دیده" با هدف تعیین فراوانی و شدت حوادث در نظر گرفته می‌شوند که در این مطالعه انعکاس داده نمی‌شوند.

نتیجه گیری

ابعاد بدست آمده باعث ایجاد فرصت‌های جدید در جهت توسعه برنامه‌های کاربردی به منظور تحلیل، تفسیر و مدیریت خودکار حوادث شغلی در راستای به حداقل رساندن عدم قطعیت و افزایش عینیت که با روش‌های فعلی قابل دست یابی نیست، می‌گردد. در این مطالعه میزان همبستگی بین متغیرها براساس فاصله متغیرها از مرکز ثقل یا اینرسی (eigenvalue) بدست می‌آید. بر این اساس بین متغیرهای ریسک و آسیب همبستگی وجود دارد و ابعاد بدست آمده با توجه به میزان همبستگی بین متغیرها و فاصله آنها از مرکز ثقل تفسیر می‌گردند (مقدار تکین بعد ۱: ۰/۷۵۰، مقدار تکین بعد ۲: ۰/۶۴۷ و مقدار تکین بعد ۳: ۰/۵۲۱). ابعاد حوادث شغلی قادر به پیش بینی ریسک‌ها و آسیب‌های شغلی در سازمان مورد مطالعه می‌باشند. بر این اساس می‌توان ریسک‌های موجود در یک سازمان را تعیین نمود و با توجه به میزان همبستگی بین ریسک‌ها و آسیب‌ها که براساس میزان اینرسی متغیرها و قرار گیری ریسک‌ها در یکی از بعدهای بدست آمده، می‌توان آسیب‌های مورد نظر را پیش بینی و تعیین نمود (اینرسی بعد ۱: ۰/۵۶۲، اینرسی بعد ۲: ۰/۴۱۹ و اینرسی بعد ۳: ۰/۲۷۲ = dim۲).

REFERENCES

1. Amendola A. Recent paradigms for risk informed decision making. Saf Sci. 2002;40(1-4):17-30. DOI: 10.1016/s0925-7535(01)00039-x
2. Kjellén U, Sklet S. Integrating analyses of the risk of occupational accidents into the design process Part I: A review of types of acceptance criteria and risk analysis methods. Saf Sci. 1995;18(3):215-27. DOI: 10.1016/0925-7535(94)00053-6
3. Frijters ACP, Swuste PHJJ. Safety assessment in design and preparation phase. Saf Sci. 2008;46(2):272-81 .DOI/10.1016 :j.ssci2007.06.032.
4. Leveson N. A new accident model for engineering safer systems. Saf Sci. 2004;42(4):237-70. DOI: 10.1016/S0925-7535(03)00047-X
5. Rouhiainen V. QUASA: A method for assessing the quality of safety analysis. Saf Sci. 1992;15(3):155-72. DOI: 10.1016/0925-7535(92)90002-H
6. Conte JC, Rubio EA, Garcia AI, Cano FJ. Correspondence model of occupational accidents. An Acad Bras Cienc.1131-46:(3)83;2011 . PMID21830002 :
7. Papazoglou IA, Ale BJM. A logical model for quantification of occupational risk. Reliabil Eng Syst Saf. 2007;92(6):785-803. DOI: 10.1016/j.ress.2006.04.017
8. Nicholson A. Analysis of spatial distributions of accidents. Saf Sci. 1998;31(1):71-91. DOI: 10.1016/S0925-7535(98)00056-3
9. Sari M, Selcuk AS, Karpuz C, Duzgun HSB. Stochastic modeling of accident risks associated with an underground coal mine in Turkey. Saf Sci. 2009;47(1):78-87. DOI: 10.1016/j.ssci.2007.12.004
10. Hammer W. Unfallgefährdung und -verhütung beim Gehen, Laufen, Tragen, Schieben und Ziehen im landwirtschaftlichen Betrieb. Saf Sci. 1994;17(2):117-43. DOI: 10.1016/0925-7535(94)90005-1
11. Yari P, Yarahmadi R, Khosravi Y, Salehi M, Kariznovi H. Present of occupational accidents pattern based on risk-injury affinity groups. J

Health Saf Work. 2016:1-10.
12. Conte JC, Rubio E, García AI, Cano F. Occupational accidents model based on risk–injury affinity groups. Saf Sci. 2011;49(2):306-14. DOI: 10.1016/j.ssci.2010.09.005
13. Yarahmadi R, Yari P, Khosravi Y, Salehi M, Kariznovi H. Correspondence analysis of occupational accidents occurred among insured workers Social Security for a period of ten years. Iran Occup Health J. 2016:1-10.
14. 10th International Conference of Labour Statisticians [Internet]. 1962.
15. Joaristi Olariaga LM, Lizasoain Hernández L. Análisis de correspondencias1999.
16. Heidarali H. Correspondence analysis and applicaion. Tehran: Samt; 2010. 178 p.
17. Hair JF, Gómez Suárez M. Análisis multivariante: Prentice Hall Madrid; 1999.

Journal of Occupational Hygiene Engineering Original Article

Volume 3, Issue 4

Presenting the Dimensions of Occupational Accidents Based on Risk-Injury Affinity Groups: A Case Study from 2005 to 2014

Payman Yari [1], Rasoul Yarahmadi [2,*], Yahya Khosravi [3], Ehsan Asivand [4]

[1] MSc, Department of Occupational Health, Faculty of Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[2] Associate Professor, Department of Occupational Health, Research Center for Occupational Health, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[3] Assistant Professor, Department of Occupational Health, Faculty of Health, Alborz University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[4] Student of MSc, Department of Occupational Health, Faculty of Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

** Corresponding author: Rasoul Yarahmadi, Associate Professor, Department of Occupational Health, Research Center for Occupational Health, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. E-mail: yarahmadi.r@iums.ac.ir*

DOI: 10.21859/johe-03041

Received: 03.02.2017

Accepted: 05.04.2017

Keywords:
Correspondence Analysis
Injury-Risk Matrix
Risk
Injury
Occupational Accidents

How to Cite this Article:
Yari P, Yarahmadi R, Khosravi Y, Asivand E. Presenting the Dimensions of Occupational Accidents Based on Risk-Injury Affinity Groups: A Case Study from 2005 to 2014. *J Occup Hyg*. 2016;3(4):1-9. DOI: 10.21859/johe-03041

© 2016 Hamedan University of Medical Sciences.

Abstract

Introduction: The correspondence analysis method is the best method to optimize matrix functions by which the risk-injury matrix was analyzed. This method can reduce the information contained in the risk-injury table and can also determine the correlation between the variables in the matrix. The aim of this study was to present the dimensions of accidents and occupational hazards based on the risk-injury affinity groups, and to manage the occupational accidents using these dimensions.

Methods: In this study, the reports of occupational accidents registered in the Social Security Organization in a period of ten years from the beginning of 2005 until the end of 2014 (222,300 incidents) were collected and the type of the risk and injury related to any accident was identified based on the criteria of the International Labour Organization and classified in a risk-injury matrix (18 × 18). Using the correspondence analysis, the dimensions were identified individually; these dimensions show the most correlation between risks and injuries, which can facilitate decision-making in the risk assessment process in companies covered by the Social Security Organization.

Results: Hair's criterion recommends that dimensions with inertia higher than 0.2 are suitable for the study and interpretation of the results. So, in this study, among the obtained dimensions, the dimensions with the inertia (an eigen value) greater than 0.2 including dimension 1, dimension 2, and dimension 3 were considered and the correlation between the variables was obtained based on a singular value (variable distance from the centeroid). In this study, a singular value of dimension1 was 0.750, a singular value of dimension 2 was 0.647, and a singular value of dimension 3 was 0.521.

Conclusions: The dimensions obtained create new opportunities for the development of applications to analyze, interpret and automatic management of occupational accidents to minimize uncertainty and increase the objectivity that is not achievable with the current methods. The findings of the present study confirm that these three dimensions indicate the summary of occupational injuries.