



## تحلیل تناظر حوادث شغلی رخ داده در میان کارگران بیمه شده سازمان تامین اجتماعی در یک دوره زمانی ده ساله

رسول یاراحمدی<sup>۱</sup>، پیمان یاری<sup>۲</sup>، یحیی خسروی<sup>۳</sup>، مسعود صالحی<sup>۴</sup>، حمید کاربنوی<sup>۵</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۶/۲/۱۰

تاریخ ویرایش: ۹۵/۱۰/۴

تاریخ دریافت: ۹۵/۵/۱۷

### چکیده

**زمینه و هدف:** روش تحلیل تناظر و تهیه الگوی حوادث و مخاطرات شغلی قادر به پیش‌گویی و پیش‌بینی حوادث و اولویت‌بندی ریسک‌ها و آسیب‌ها به صورت خودکار می‌باشد. این روش برای هر شرکتی، صرف‌نظر از اندازه آن قابل اجرا می‌باشد. هدف این مطالعه ارائه اولین الگوی حوادث و مخاطرات شغلی به عنوان اولین قدم برای تشخیص و پیش‌بینی حوادث در میان نیروهای کار می‌باشد.

**روش:** ابتدا گزارش‌های حوادث شغلی ثبت شده در سازمان تامین اجتماعی در یک دوره زمانی ده ساله از ابتدای سال ۱۳۸۴ تا پایان سال ۱۳۹۳ (۱۳۲۲,۳۰۰ حادثه) جمع‌آوری شده و نوع ریسک و آسیب مربوط به هر یک از حوادث براساس معیارهای سازمان بین‌المللی کار مشخص گردید. در مرحله بعد میانگین سالانه حوادث شغلی در یک جدول پیش‌بینی شامل ریسک (R) به صورت ردیف و آسیب (A) به صورت ستون خلاصه‌گردید، که اصطلاحاً آن را ماتریس ریسک-آسیب می‌نامند. تحلیل تناظر به عنوان مناسب‌ترین روش برای بهینه‌سازی توابع ماتریس ریسک-آسیب انتخاب شده و انجام گردید. لازم به ذکر است که برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری STATISTICA و از آزمون correspondence analysis استفاده شد.

**یافته‌ها:** گروه ریسک-آسیب بدست آمده (اولین الگوی حوادث و مخاطرات شغلی) شامل شش ریسک و هفت آسیب می‌باشد که این الگوی بدست آمده از دو بعد تشکیل شده است: بعد ۱، با مقدار ویژه برابر با ۰/۵۶۲ و بعد ۲، با مقدار ویژه برابر با ۰/۴۱۹ می‌باشد که در مجموع تشکیل دهنده ۷۸/۶٪ از کل واریانس هاست. بیشترین وابستگی بین متغیرهای تماس با مواد داغ (R11) با سوختگی (A12)؛ حوادث ناشی از مواد سوزنده و خورنده (R12) با سایر آسیبها (A18) و آسیبهای چندگانه (A17)؛ تماس با مواد شیمیایی (R14) و حوادث ناشی از مواد سمی (R15) با گاز گرفتگی (A14)؛ تماس با تجهیزات الکتریکی (R13) و انفجار و آتشسوزی (R17) با خفگی (A16) و مسمومیت (A13) می‌باشد و خطرات زیست محیطی (A15) کمترین وابستگی را با سایر متغیرها دارد. به طور کلی متغیرهای ذکر شده وابستگی کمتری نسبت به ۲۳ متغیر دیگر دارند.

**نتیجه‌گیری:** گروه ریسک-آسیب بدست آمده شامل همه متغیرهای ریسک و آسیب مربوط به فناوریهای اخیر (بعد از انقلاب صنعتی) و مربوط به توسعه تکنیکی و علمی می‌باشد. لذا در این گروه حوادث شغلی به صورت ریسکهای مربوط به محیط کار و آسیبهای ناشی از محیط زیست شناسایی می‌شوند. این مطالعه به عنوان اولین قدم برای پیش‌بینی حوادث و مخاطرات شغلی و اولویت‌بندی ریسک‌ها و آسیب‌ها است و میتوان با بهره‌گیری از این نتایج در مراحل بعد به طور کامل به این اهداف رسید.

**کلیدواژه‌ها:** تحلیل تناظر، ماتریس ریسک-آسیب، ریسک، آسیب، حوادث شغلی

### مقدمه

هستند (۳). در حوادث محیط کار، این مراحل سه‌گانه، خطای ذهنیت در مرحله ارزشیابی را در نظر می‌گیرد، اگر چه 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 آزاد

در حال حاضر ارزیابی ریسک یک ابزار ضروری برای مدیریت مخاطرات شغلی است و برای پیش‌بینی حوادث در میان نیروی کار کاربرد دارد (۱، ۲). این فرآیند شامل سه مرحله می‌باشد: شناسایی، ارزیابی و اولویت‌بندی، که پایه و اساس اقدامات پیشگیرانه

۱- مرکز تحقیقات آلودگی هوا، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.

۲- (نویسنده مسئول) کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران. yari.p@iums.ac.ir

۳- استادیار مرکز تحقیقات بهداشت، ایمنی و محیط زیست (HSE)، دانشگاه علوم پزشکی البرز، کرج، ایران.

۴- استادیار گروه آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران. m.saremi@sbmu.ac.ir

۵- کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.

استفاده در تجزیه و تحلیل قابلیت اطمینان، که برای رویدادهای دو حالتی 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 (۱۳)، زمان (۱۴) و مواد (۱۵) همراه است. بنابراین، هدف ما شناسایی ریسک‌های واقعی از طریق حوادث ثبت شده می‌باشد که آنها را در یک جدول ریسک - آسیب خلاصه می‌گردند. معیارهای مورد نیاز برای ارزیابی و اولویت بندی آنها از یک تجزیه و تحلیل ریاضی-آماري یکسان، به دست می‌آید. این رویکرد ویژگی‌های حوادث قابل سنجش جدید را بر اساس مدل‌های پیش بینانه و منطقی در حوزه‌های تخصصی ایمنی، حریق، مهندسی و پیشگیری تعریف می‌کند که حداقل از دید مشکل عینی و ارائه معیارهای کنترل براساس دانش عمیق تر در مورد حوادث به ما کمک می‌کند (۱۶-۱۸).

کانته و همکارانش با استفاده از تحلیل تناظر 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.

روش تحلیل تناظر و تهیه الگوی حوادث ایمنی و مخاطرات شغلی برای هر شرکتی، صرف نظر از اندازه آن قابل اجرا است. علاوه بر این، قادر به پیش‌گویی و پیش‌بینی حوادث و اولویت‌بندی ریسک‌ها و آسیب‌ها به صورت خودکار می‌باشد. در نهایت، باعث می‌شود که پیگیری به موقع، از طریق اجرای کنترل‌های کافی انجام گیرد.

یا چک لیست آغاز می‌شود (۵) و بعد از آن ریسک‌ها با استفاده از جدولی که به طور کلی متغیرها با هدف شناسایی احتمال و پیامد مورد بررسی قرار گرفته و سپس با توجه به اهمیت اولویت بندی می‌شوند (۸-۶). 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 (۹). 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 (۱۰).

حرکت از میزان حوادث (جمعیت) به سمت حوادث واقعی آن‌ها (فرد)، سطح بالایی از تصادفی بودن را به روش‌های ارزشیابی مورد استفاده، اضافه می‌کند و همچنین متغیرهای معیار کلاسیک هیچ نقش اثبات شده‌ای در شناسایی خطر ندارند (۱۱). در نتیجه، تنها معیارهای فردی و فنی در انتخاب ارزش ریسک خاص تاثیر دارند. به منظور به حداقل رساندن عدم قطعیت ایجاد شده توسط روش‌های ارزشیابی مذکور، جایگزین‌های کمی دیگری توسعه داده شده است. بر این اساس مدل‌های ارزیابی ریسک کمی دیگری براساس دیاگرام‌های درختی وجود دارد، مانند: درخت رویداد و درخت خطا.

پاپازوگلو و همکارانش (۱۲) یک مدل احتمال منطقی بر اساس نمودار بلوک تابع (FBD)<sup>۱</sup> ارائه کرده‌اند. 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

<sup>2</sup>correspondence analysis<sup>1</sup>Functional Block Diagram

جدول ۱ - میانگین سالانه حوادث شغلی (ماتریس ریسک-آسیب)

ریسک	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	جمع
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	۰	۵	۲۱	۳۵	۱۷۸۳
R7	۴۲۹	۴۲	۴۱	۱۱	۱۵۴	۷۴	۸	۶	۳۴	۴۰۲	۱۴۶	۲	۰	۰	۰	۸	۴۱	۴۴	۱۴۴۲
R8	۱۳۷	۲۱	۲	۲	۴۸	۸۹	۱۲	۹۲	۳۱	۲۳۴	۹۵	۳	۰	۰	۰	۱۰	۶۵	۴۴	۸۸۴
R9	۱۲۵	۳۱	۲۳	۹	۱۳۹	۸۴	۱۵	۲	۲۹	۳۲۰	۸۳	۱	۰	۰	۰	۳	۳۲	۳۴	۹۳۰
R10	۶۷۵	۳۲	۱۳	۱۳	۳۲۴	۶۲	۲۱	۰	۱۸	۳۲۵	۸۷	۱	۰	۰	۰	۲	۴۰	۳۵	۱۶۷۰
R11	۵	۰	۰	۰	۴۳	۵۵	۲۳	۵	۳	۳۴	۱۲	۴۰۲	۰	۰	۰	۵	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	۰	۲۵	۸۴	۲۰	۴۰	۶	۲۰۴
R16	۴۸۶	۵۳	۳۳	۱۱	۳۷۴	۷۵	۱۳	۱۶	۵۶	۱۳۴	۵۸	۲۳	۰	۰	۰	۸	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	۰	۰	۱	۳	۳۲	۶۵۳
جمع	۵۱۸۸	۴۳۵	۳۹۸	۱۳۰	۴۷۴۹	۱۴۵۰	۷۷۱	۴۲۸	۴۴۰	۴۲۰۴	۱۴۹۸	۸۵۲	۲۱۵	۸۹	۱۰۹	۲۲۲	۴۷۳	۵۷۹	۲۲۳۰

### روش بررسی

هر حادثه رخ داده در صنعت یک رویداد ترکیبی در نظر گرفته می‌شود که متشکل از ریسک‌ها (R) و آسیب‌ها (A) می‌باشد. ریسک، به صورت یکی از عوامل ایجاد کننده اساسی و جزیی از حادثه درک می‌شود و به فرآیند فیزیکی که باعث یک آسیب می‌شود اشاره دارد. آسیب به عنوان اصل آشکار سازی یک یا چند ریسک ارائه می‌شود. آسیب عنصر ترکیبی و یا محصول بیولوژیکی است، که از طریق آن می‌توان وقوع یک حادثه برای فرد شناسایی کرد.

در این مطالعه ابتدا گزارش‌های حوادث شغلی ثبت شده در سازمان تامین اجتماعی در یک دوره زمانی ده ساله از ابتدای سال ۱۳۸۴ تا پایان سال ۱۳۹۳ جمع‌آوری گردید و نوع ریسک و آسیب مربوط به هر یک از حوادث براساس معیارهای سازمان بین المللی کار مشخص گردید. در مرحله بعد میانگین سالیانه حوادث شغلی در یک جدول پیش‌بینی شامل ریسک

(R) به صورت ردیف و آسیب (A) به صورت ستون خلاصه گردید، که اصطلاحاً آن را ماتریس ریسک-آسیب می‌نامند. کدهای R و A بر اساس معیار سازمان بین المللی کار در دهمین کنفرانس آمار کار (۱۹) ارائه شده که لیست کدها به شرح زیر می‌باشد.  
ریسک‌ها: R1: سقوط افراد، R2: لغزیدن، R3: سقوط اشیاء، R4: ریزش و ماندن زیر آوار، R5: تصادف با وسیله نقلیه، R6: حوادث ناشی از جا به جا کردن، R7: برخورد با وسایل مختلف، R8: پرتاب پلیسه و یا ذرات، R9: حوادث ناشی از ابزار دستی، R10: گیر کردن داخل یا بین اشیاء، R11: تماس با مواد داغ، R12: حوادث ناشی از مواد سوزنده و خورنده، R13: تماس با تجهیزات الکتریکی، R14: تماس با مواد شیمیایی، R15: حوادث ناشی از مواد سمی، R16: حوادث ناشی از ابزار ماشینی، R17: انفجار و آتشسوزی، R18: سایر حوادث.

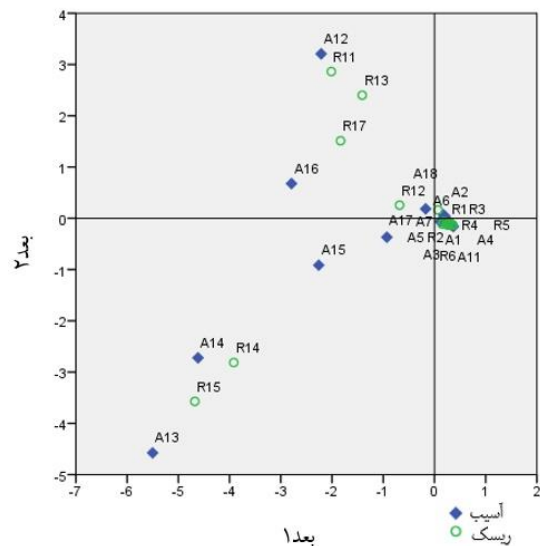
نخستین گام در تحلیل تناظر، بررسی نیمرخ ها (یعنی مجموعه فراوانی های نسبی) است که در حقیقت یک مفهوم اساسی برای تحلیل تناظر است. وزن هایی که به نیمرخ ها اختصاص می یابد، در تحلیل تناظر آن قدر اهمیت دارد که به آن نام خاصی تحت عنوان جرم<sup>۴</sup> داده می شود. جرم (که از فیزیک به عاریت گرفته شده است) یکی از مفاهیم اساسی تحلیل تناظر است که مجموع هر سطر تقسیم بر جمع کل جرم سطری و مجموع هر ستون تقسیم بر جمع کل جرم ستونی نامیده می شود (۲۱).

نتایج تحلیل تناظر در نمودارهایی نمایش داده می شود که ترکیب کلی عناصر را در صفحات تصویری به گونه هندسی نمایش می دهد. در این گونه نمودارها، فقط می توان فاصله های بین عناصر سطری و فاصله بین عناصر ستونی، نه فاصله های بین عناصر سطر و ستون را تفسیر نمود، در حالی که می توانیم جایگاه های نسبی یک عنصر از یک مجموعه را از لحاظ همه عناصر مجموعه های دیگر تفسیر کنیم (۲۰). برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار آماری STATISTICA و از آزمون correspondence analysis استفاده شد.

### یافته ها

ماتریس ریسک-آسیب (جدول ۱) نشان دهنده میانگین سالیانه حوادث شغلی ثبت شده در سازمان تامین اجتماعی از ابتدای سال ۱۳۸۴ تا پایان سال ۱۳۹۳ می باشد که شامل فراوانی ریسکها (R) به صورت ردیف و فراوانی آسیبها (A) به صورت ستون می باشد که با توجه به آن 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) می باشد و همچنین بیشترین میانگین سالیانه آسیبها مربوط به شکستگی اعضا (۵۱۸۸ مورد) و کمترین مقدار آن مربوط به گازگرفتگی

آسیبها: A1: شکستگی اعضا، A2: دررفتگی، A3: پیچش و رگ به رگ شدن، A4: کمردرد، A5: بریدگی و قطع عضو، A6: زخم سطحی، A7: زخم عمقی، A8: فرورفتن اجسام در چشم، A9: فرو رفتن اجسام در بدن، A10: ضرب خوردگی، A11: کوفتگی و له شدن، A12: سوختگی، A13: مسمومیت، A14: گازگرفتگی، A15: خطرات زیست محیطی، A16: خفگی، A17: آسیبهای چندگانه، A18: سایر آسیبها. تحلیل تناظر به عنوان مناسب ترین روش برای بهینه سازی توابع ماتریس ریسک-آسیب انتخاب گردید و سپس ماتریس ریسک-آسیب مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تحلیل تناظر موجب کاهش اطلاعات موجود در جدول پیشایندی و تعیین میزان همبستگی بین متغیرها در جدول میشود، و نتیجتاً طبقه بندی براساس مختصات عاملها حاصل می شود (۲۰). ضرورتی ندارد که جدول کامل یا ناقص باشد، یا اینکه صفرهای ساختاری یا صفرهای نمونه را ارائه دهد، نظر به اینکه  $\sum \lambda_i = X^2/N$  است: درجه وابستگی بین متغیرها توسط مقادیر ویژه<sup>۳</sup> تعریف می گردد ( $\lambda_i =$  مقادیر ویژه،  $X^2 =$  مقادیر کای دو پیرسون،  $N =$  فراوانی کل جدول).



شکل ۱- پراکنندگی نقاط سطر و ستون برگرفته شده از جدول ۱

<sup>4</sup> mass

<sup>3</sup>Eigenvalue

جدول ۲- نیمرخهای سطری داده های جدول ۱

ریسک	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	جمع
R1	۰/۲۳۳	۰/۰۱۳	۰/۰۱۵	۰/۰۰۴	۰/۲۷۰	۰/۰۸۳	۰/۰۸۳	۰/۰۱۳	۰/۰۲۰	۰/۱۴۳	۰/۱۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۱۶	۱/۰۰
R2	۰/۲۰۸	۰/۰۲۳	۰/۰۵۲	۰/۰۰۶	۰/۳۰۵	۰/۰۷۷	۰/۰۷۶	۰/۰۵۰	۰/۰۲۶	۰/۱۳۴	۰/۰۲۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۹	۰/۰۱۳	۱/۰۰
R3	۰/۲۱۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۹	۰/۰۰۴	۰/۲۶۷	۰/۰۳	۰/۰۳۸	۰/۰۲۶	۰/۰۱۴	۰/۲۴۲	۰/۰۵۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۶	۰/۰۲۱	۱/۰۰
R4	۰/۵۹۶	۰/۰۴۸	۰/۰۴۶	۰/۰۳۳	۰/۰۴۸	۰/۰۱۷	۰/۰۲۷	۰/۰۳۸	۰/۰۴۸	۰/۰۳۱	۰/۰۲۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۶	۰/۰۱۰	۰/۰۲۵	۱/۰۰
R5	۰/۳۰۲	۰/۰۲۰	۰/۰۲۹	۰/۰۰۶	۰/۰۷۹	۰/۰۲۸	۰/۰۱۲	۰/۰۰۳	۰/۰۱۶	۰/۳۵۰	۰/۱۲۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۶	۰/۰۳۷	۱/۰۰
R6	۰/۲۵۳	۰/۰۲۹	۰/۰۲۱	۰/۰۰۹	۰/۳۲۲	۰/۰۲۰	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۸	۰/۲۱۲	۰/۰۸۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۱۲	۰/۰۲۰	۱/۰۰
R7	۰/۲۹۸	۰/۰۲۹	۰/۰۲۸	۰/۰۰۸	۰/۰۰۷	۰/۰۵۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴	۰/۰۲۴	۰/۲۷۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۸	۰/۰۳۱	۱/۰۰
R8	۰/۱۵۵	۰/۰۲۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۵۴	۰/۰۰۱	۰/۰۱۴	۰/۰۰۴	۰/۰۳۵	۰/۲۶۵	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۴	۰/۰۵۰	۱/۰۰
R9	۰/۱۳۴	۰/۰۳۳	۰/۰۲۵	۰/۰۰۱	۰/۱۴۹	۰/۰۱۰	۰/۰۱۶	۰/۰۰۲	۰/۰۳۱	۰/۳۴۴	۰/۰۰۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۳۴	۰/۰۳۷	۱/۰۰
R10	۰/۴۰۴	۰/۰۰۸	۰/۰۰۹	۰/۰۰۷	۰/۱۹۴	۰/۰۰۳	۰/۰۱۳	۰/۰۰۰	۰/۰۱۱	۰/۱۹۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۰	۰/۰۲۴	۰/۰۱۵	۱/۰۰
R11	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۶۱	۰/۰۶۸	۰/۰۳۳	۰/۰۰۷	۰/۰۰۴	۰/۰۶۸	۰/۰۱۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۷	۰/۰۳۴	۰/۰۲۸	۱/۰۰
R12	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۹۲	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱	۰/۰۴۶	۰/۰۰۰	۰/۰۸۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۱۲	۰/۱۳۱	۰/۰۹۲	۱/۰۰
R13	۰/۰۲۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۳۰۸	۰/۰۲۶	۰/۰۱۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰	۰/۰۲۶	۰/۰۱۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۹	۰/۰۳۹	۱/۰۰
R14	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۴۹	۰/۰۱۲	۰/۰۰۶	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۹	۰/۰۲۶	۱/۰۰
R15	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۳۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۹۶	۰/۰۲۹	۱/۰۰
R16	۰/۳۲۵	۰/۰۳۷	۰/۰۲۳	۰/۰۰۸	۰/۲۵۸	۰/۰۵۲	۰/۰۰۹	۰/۰۱۱	۰/۰۳۹	۰/۰۹۲	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۳۸	۰/۰۳۷	۱/۰۰
R17	۰/۰۲۳	۰/۰۲۹	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۱۴۴	۰/۰۰۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۶	۰/۰۱۱	۰/۱۲۰	۰/۰۱۱	۰/۰۳۴۰	۰/۰۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۳۳	۰/۰۳۱	۰/۱۲۵	۰/۰۲۸	۱/۰۰
R18	۰/۱۳۲	۰/۰۴۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۱۸۸	۰/۱۳۹	۰/۰۱۸	۰/۰۶۳	۰/۰۴۷	۰/۱۹۶	۰/۰۵۲	۰/۰۴۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲	۰/۰۴۹	۱/۰۰
جرم	۰/۲۳۳	۰/۰۲۰	۰/۰۱۸	۰/۰۰۶	۰/۲۱۴	۰/۰۶۵	۰/۰۲۵	۰/۰۱۹	۰/۰۲۰	۰/۱۸۹	۰/۰۶۷	۰/۰۳۸	۰/۰۱۰	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۱۰	۰/۰۲۱	۰/۰۲۶	۱/۰۰

شیمیایی) و R15 (حوادث ناشی از مواد سمی) با A14 (گاز گرفتگی) R13؛ (تماس با تجهیزات الکتریکی) و R17 (انفجار و آتشسوزی) با A16 (خفگی) و A13 (مسمومیت)؛ نقطه گذار A15 (خطرات زیست محیطی) کمترین همبستگی را با دیگر عناصر دارد.

جدول ۲ نیمرخ های سطری حاصل از تجزیه و تحلیل جدول ۱ را نشان می دهد که در این جدول بیشترین نیمرخ سطری بدست آمده برابر با ۰/۵۹۶ مربوط به R4 (ریزش و ماندن زیر آوار) و A1 (شکستگی اعضا) و دومین نیمرخ سطری بدست آمده برابر با ۰/۵۷۰ مربوط به R11 (تماس با مواد داغ) و A12 (سوختگی) می باشد.

به عبارت دیگر ۵۹/۶٪ از آسیب های ناشی از ریزش و ماندن زیر آوار (R4) مربوط به شکستگی اعضا (A1)، و ۵۷٪ از آسیب های ناشی از تماس مواد داغ (R11) مربوط به سوختگی (A12) می باشد. همچنین در جدول ۲ بیشترین جرم برابر با ۰/۲۳۳

(۸۹ مورد) می باشد. و با توجه به موارد ذکر شده، سقوط از ارتفاع (R1) و شکستگی اعضا (A1) از اهمیت به سزایی در اولویت بندی حوادث شغلی برخوردار هستند.

شکل ۱ به طور مستقیم از تجزیه و تحلیل (تحلیل تناظر) جدول ۱ به دست آمده است که به عنوان اولین گروه ریسک-آسیب شناخته می شود و همچنین می توان آن را به عنوان اولین الگوی حوادث شغلی در نظر گرفت که این الگو از دو بعد تشکیل شده است: بعد ۱، با مقدار ویژه برابر با ۰/۵۶۲ و بعد ۲، با مقدار ویژه برابر با ۰/۴۱۹ می باشد که در مجموع تشکیل دهنده ۷۸/۶٪ از کل واریانس ها است. و همچنین این گروه از شش ریسک و هفت آسیب ساخته شده است که بیشترین وابستگی بین متغیرها به قرار زیر است: R11 (تماس با مواد داغ) با A12 (سوختگی) R12؛ (حوادث ناشی از مواد سوزنده و خورنده) با A18 (سایر آسیبها) و A17 (آسیبهای چندگانه) R14؛ (تماس با مواد

pattern

جدول ۳- نیمرخ‌های ستونی داده های جدول ۱

ریسک	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	جرم
R1	۰/۱۸۵	۰/۱۲۴	۰/۱۵۳	۰/۱۳۸	۰/۲۳۵	۰/۲۳۶	۰/۴۴۲	۰/۱۲۱	۰/۱۸۴	۰/۱۴۱	۰/۲۹۰	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۳۰	۰/۱۱۴	۰/۱۸۶
R2	۰/۰۶۸	۰/۰۹۰	۰/۲۳۴	۰/۰۷۷	۰/۱۱۰	۰/۰۹۰	۰/۱۶۷	۰/۲۰۱	۰/۱۰۲	۰/۰۵۴	۰/۰۲۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۳۴	۰/۰۴۰	۰/۰۷۷	۰/۰۶۸
R3	۰/۱۳۲	۰/۰۱۱	۰/۰۶۸	۰/۰۹۲	۰/۱۷۸	۰/۲۲۳	۰/۱۵۷	۰/۱۸۹	۰/۰۹۸	۰/۱۸۲	۰/۱۰۵	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۴۰	۰/۱۱۶	۰/۱۴۲	۰/۱۳۲
R4	۰/۰۵۵	۰/۰۵۲	۰/۰۵۵	۰/۱۲۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶	۰/۰۱۷	۰/۰۴۲	۰/۰۵۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۱۴	۰/۰۱۱	۰/۰۲۲	۰/۰۵۵
R5	۰/۰۹۲	۰/۰۷۴	۰/۱۱۳	۰/۰۶۹	۰/۰۲۶	۰/۰۳۰	۰/۰۲۵	۰/۰۰۹	۰/۰۵۷	۰/۱۳۱	۰/۱۳۹	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۳۱	۰/۰۷۳	۰/۰۷۱	۰/۰۹۲
R6	۰/۰۸۷	۰/۱۲۰	۰/۰۹۵	۰/۱۲۲	۰/۱۲۱	۰/۰۲۴	۰/۰۱۶	۰/۰۱۲	۰/۰۳۴	۰/۰۹۰	۰/۰۹۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۴۶	۰/۰۴۴	۰/۰۶۰	۰/۰۸۰	۰/۰۸۷
R7	۰/۰۸۳	۰/۰۹۷	۰/۱۰۳	۰/۰۸۵	۰/۰۳۲	۰/۰۵۱	۰/۰۱۰	۰/۰۱۴	۰/۰۷۷	۰/۰۹۶	۰/۰۹۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۷۳	۰/۰۸۷	۰/۰۷۶	۰/۰۶۵	۰/۰۸۳
R8	۰/۰۲۶	۰/۰۴۸	۰/۰۰۵	۰/۰۰۸	۰/۰۱۰	۰/۰۶۱	۰/۰۱۶	۰/۰۲۱۵	۰/۰۷۰	۰/۰۵۶	۰/۰۶۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۹۲	۰/۱۳۷	۰/۰۷۶	۰/۰۴۰	۰/۰۲۶
R9	۰/۰۲۴	۰/۰۷۱	۰/۰۵۸	۰/۰۶۹	۰/۰۲۹	۰/۰۵۸	۰/۰۱۹	۰/۰۰۵	۰/۰۶۶	۰/۰۷۶	۰/۰۵۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۸	۰/۰۶۸	۰/۰۵۹	۰/۰۴۲	۰/۰۲۴
R10	۰/۱۳۰	۰/۰۷۴	۰/۰۳۳	۰/۰۹۲	۰/۰۶۸	۰/۰۴۳	۰/۰۲۷	۰/۰۰۰	۰/۰۴۱	۰/۰۷۷	۰/۰۵۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۴۹	۰/۰۸۵	۰/۰۴۳	۰/۰۷۵	۰/۱۳۰
R11	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۹	۰/۰۳۸	۰/۰۳۰	۰/۰۱۲	۰/۰۰۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۸	۰/۰۴۷۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۴۶	۰/۲۴۸	۰/۰۶۰	۰/۰۳۲	۰/۰۰۱
R12	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۱۴	۰/۰۲۷	۰/۰۲۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۲	۰/۱۴۷	۰/۰۷۲	۰/۰۱۲	۰/۰۰۰
R13	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۱۷۸	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۱۹	۰/۰۲۱	۰/۰۱۴	۰/۰۰۲
R14	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۱۴	۰/۰۵۷۲	۰/۱۱۰	۰/۱۵۳	۰/۰۵۱	۰/۰۱۶	۰/۰۱۶	۰/۰۰۰
R15	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۸۳	۰/۰۹۰	۰/۰۸۵	۰/۰۰۹	۰/۰۰۰
R16	۰/۰۹۴	۰/۱۲۲	۰/۰۸۳	۰/۰۸۵	۰/۰۷۹	۰/۰۵۲	۰/۰۱۷	۰/۰۳۷	۰/۱۲۷	۰/۰۳۲	۰/۰۳۹	۰/۰۲۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۷۳	۰/۱۱۶	۰/۰۹۳	۰/۰۶۵	۰/۰۹۴
R17	۰/۰۰۳	۰/۰۴۸	۰/۰۰۳	۰/۰۱۵	۰/۰۱۶	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۷	۰/۰۱۴	۰/۰۰۴	۰/۰۱۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۲	۰/۱۵۶	۰/۰۲۶	۰/۰۲۴	۰/۰۰۳
R18	۰/۰۱۷	۰/۰۰۶	۰/۰۰۸	۰/۰۲۲	۰/۰۲۶	۰/۰۶۲	۰/۰۱۶	۰/۰۹۶	۰/۰۷۰	۰/۰۳۰	۰/۰۲۳	۰/۰۳۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۲۸	۰/۰۰۵	۰/۰۰۶	۰/۰۲۹	۰/۰۱۷
جمع	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰

می‌باشد.

همچنین در جدول ۳ بیشترین جرم برابر با ۰/۱۸۶ مربوط به عنصر R1 (سقوط افراد) می باشد، به بیان دیگر ۱۸/۶٪ از میزان ریسک های موجود در حوادث شغلی مربوط به سقوط افراد می باشد که مقدار آن برابر با ۴۱۳۶ مورد می باشد.

### بحث و نتیجه گیری

با توجه به نتایج حاصل از تحلیل تناظر، گروه ریسک-آسیب ایجاد شده شامل: ریسک‌های تماس با مواد داغ، حوادث ناشی از مواد سوزنده و خورنده، تماس با تجهیزات الکتریکی، تماس با مواد شیمیایی، حوادث ناشی از مواد سمی، انفجار و آتش‌سوزی، سوختگی و همچنین آسیبهای مسمومیت، گاز گرفتگی، خطرات

مربوط به عنصر A1 (شکستگی اعضا) می باشد، به بیان دیگر ۲۳/۳٪ از میزان آسیب های به وجود آمده در حوادث شغلی مربوط به شکستگی اعضا می باشد که مقدار آن برابر با ۵۱۸۸ مورد می باشد.

جدول ۳ نیمرخ های ستونی مربوط به جدول ۱ را نشان می دهد که در این جدول بیشترین ستونی بدست آمده برابر با ۰/۵۷۲ مربوط به R14 (تماس با مواد شیمیایی) و A13 (مسمومیت) و دومین نیمرخ سطری بدست آمده برابر با ۰/۴۷۲ مربوط به R11 (تماس با مواد داغ) و A12 (سوختگی) می باشد. به عبارت دیگر ۵۷/۲٪ از علت ایجاد آسیب مربوط به مسمومیت (A13) ناشی از تماس با مواد شیمیایی (R14)، و ۴۷/۲٪ از علت ایجاد آسیب مربوط به سوختگی (A12) ناشی از تماس مواد داغ (R11)

و همچنین ثابت شده است که مناسب ترین روش تحلیلی برای حل کردن مشکلات سایر مدل های پیشنهاد شده است (۲۲).

از روش های دیگری که در تحلیل حوادث شغلی کاربرد دارد، مدل عاملی می باشد که این مدل تا حدودی مکمل مدل منطقی پازوگلو و همکارانش است (۱۲). مدل منطقی سابقا بیشتر در جهت کنترل و به حداقل رساندن فراوانی وقوع حادثه در یک شرکت بوده و در حال حاضر با هدف کنترل و به حداقل رساندن شدت حوادث ارائه شده است. هر دو مدل به یک مدل عینی، گسترده و جالب می رسند، که می تواند در ارزیابی ریسک، کنترل و به حداقل رساندن حوادث استفاده شود.

در یک مدل منطقی، ریسک شغلی به وسیله یک FBD عمومی مدل می شود که در آن عواقب نامطلوب بهداشتی به "دوز" و "دوز-پاسخ" تجزیه می شوند. این FBD عمومی می تواند به فعالیت و FBD های خاص تبدیل شود که همراه با درختان رویداد معادل آنها برای ترسیم توالی های مختلف تصادف که ممکن است به آسیب یا مرگ منجر شود استفاده می شود.

همچنین در مدل عاملی دو متغیر پایه تحت عنوان "خطر" و "آسیب" مورد نظر قرار می گیرد، که برخی ارتباط با متغیرهای سطح اول از مدل منطقی، مثل "دوز" و "دوز-پاسخ" در بر می گیرد. علاوه بر این دو متغیر، متغیرهای دیگری از جمله "وضعیت"، برای مشخص کردن محیط کار، که "مدت زمان غیبت از کار" و "آسیب دیدن بخشی از بدن"، با هدف توصیف شدت را در نظر می گیرد که مطالعه ما آن موارد را انعکاس نمی دهد. و اخیرا نرم افزار جدیدی به نام Bioin توسعه داده شده است، که قادر به برنامه ریزی اقدامات پیشگیرانه با توجه به فراوانی انواع مختلف حوادث که در یک شرکت رخ می دهد می باشد. از جمله محدودیت های این مطالعه، عدم پوشش تمام

زیست محیطی، خفگی، آسیب های چند گانه، سایر آسیب ها می باشد که این گروه ریسک-آسیب بدست آمده شامل همه متغیرهای ریسک و آسیب مربوط به فناوری اخیر و مربوط به توسعه تکنیکی و علمی می باشد، همچنین در این گروه حوادث شغلی به صورت ریسک های مربوط به محیط کار و آسیب های ناشی از محیط زیست شناسایی می شوند که این نتایج با نتایج مطالعه کانتیه و همکارانش (۱۰) که مدلی را برای حوادث شغلی ارائه نموده اند همخوانی دارد. در مدلی که کانتیه و همکارانش ارائه نمودند، جهت پیش بینی، تشخیص و اولویت بندی حوادث و مخاطرات شغلی سه گروه ریسک-آسیب به دست آمد که گروه ریسک آسیب بدست آمده در این مطالعه، مشابه با گروه سوم بدست آمده در مطالعه کانتیه و همکارانش می باشد.

روش ارائه شده در این مطالعه محدودیت هایی که در روش های ارزیابی ریسک و روش های منطقی وجود دارد را برطرف می کند. در روش های ارزیابی ریسک از جدایی با مقیاس های ترتیبی کمی یا کیفی استفاده می شود که محدودیت عمده آن تعیین مقدار کردن ریسک ها قبل از وقوع حادثه می باشد و همچنین محدودیت در روش های منطقی که بر اساس تجزیه و تحلیل درخت های احتمال (درخت رویداد و درخت خطا) هستند، اینگونه می باشد که احتمالات تخمین زده می شوند و از روی مشاهدات محاسبه نمی شوند در صورتی که در این مطالعه حوادث رخ داده مورد بررسی قرار می گیرند و به صورت حوادث فرضی نمی باشد.

با استفاده از روش های دیگر مثل: اجزای اصلی<sup>۶</sup>، مقیاس گذاری چند بعدی<sup>۸</sup>، تجزیه و تحلیل خوشه ای سلسله گذاری چند بعدی<sup>۹</sup>، تجزیه و تحلیل خوشه ای سلسله مراتبی<sup>۱۰</sup> می توان گروه هایی مشابه با گروه های بدست آمده از تحلیل تناظر بدست آورد، اما تحلیل تناظر بهترین تعیین کننده ارتباط ریسک و آسیب است

<sup>9</sup> Multidimensional scaling

<sup>10</sup> Hierarchical Clustering Analysis

<sup>6</sup> Logical methods

<sup>7</sup> Principal components

<sup>8</sup> Multidimensional scaling

1992;15(3):155-72.

6. Nassiri P, Yarahmadi R, Hamidi A, Mirkazemi R. Assessment of Contractors' HSE Performance based on Key Indicators in a Petrochemical Industrial Setting: (a Case Study). *Iran Occupational Health*. 2014;11(3):59-70.

7. Gholami PS, Nassiri P, Yarahmadi R, Hamidi A, Mirkazemi R. Assessment of Health Safety and Environment Management System function in contracting companies of one of the petro-chemistry industries in Iran, a case study. *Safety Science*. 2015 Aug 31;77:42-7.

8. Yarahmadi R, Moridi P, Roumiani Y. Health, safety and environmental risk management in laboratory fields. *Medical Journal of the Islamic Republic of Iran*. 2016;30:343.

9. Halvani G, Fallah H, Barkhordari A, Khoshk Daman R, Behjati M, Koochi F. A Survey of causes of occupational accidents at working place under protection of Yazd Social Security Organization in 2005. *Iran Occupational Health*. 2010;7(3):22-9.

10. Conte JC, Rubio E, García AI, Cano F. Occupational accidents model based on risk-injury affinity groups. *Safety Science*. 2011;49(2):306-14.

11. Körvers PMW, Sonnemans PJM. Accidents: A discrepancy between indicators and facts! *Safety Science*. 2008;46(7):1067-77.

12. Papazoglou IA, Ale BJM. A logical model for quantification of occupational risk. *Reliability Engineering & System Safety*. 2007;92(6):785-803.

13. Nicholson A. Analysis of spatial distributions of accidents. *Safety Science*. 1998;31(1):71-91.

14. Sari M, Selcuk AS, Karpuz C, Duzgun HSB. Stochastic modeling of accident risks associated with an underground coal mine in Turkey. *Safety Science*. 2009;47(1):78-87.

15. Hammer W. Unfallgefährdung und -verhütung beim Gehen, Laufen, Tragen, Schieben und Ziehen im landwirtschaftlichen Betrieb. *Safety Science*. 1994;17(2):117-43.

16. Shirali G, Yarahmadi R, Kazemi. Fire risk assessment by Engineering Approach and Applied strategies for fire protection. *IOH*. 2015; 12 (5) :75-82.

17. Mahdinia M, Yarahmadi R, Jafari M J, Koohpaei A R. Presentation of a software method for use of Risk assessment in Building Fire Safety Measure Optimization . *IOH*. 2012; 9 (1) :9-16.

18. Yarahmadi R, Gholizade A, Jafari M, Kohpae A, Mahdinia M. Performance Assessment and analysis of national building codes with fire safety in

حوادث و مخاطرات شغلی در سطح کشور می باشد. در این مطالعه حوادث و مخاطرات شغلی ثبت شده در میان کارگران بیمه شده سازمان تامین اجتماعی می باشد و لذا کارگران بیمه نشده که در صنایع مختلف مشغول به کار هستند مورد مطالعه قرار نگرفته اند.

لازم به ذکر است که در سطح کشور ایران تحقیقات و مطالعات فراوانی در زمینه ایمنی و حوادث شغلی انجام گرفته است، اما هیچگونه مطالعه مشابهی تاکنون انجام نشده است. و الگوی حوادث و مخاطرات شغلی بدست آمده می تواند اولین قدم برای پیش بینی و اولویت بندی حوادث در میان نیروهای کار باشد.

در نهایت نتایج کاربردی برای سایر محققین و کارشناسان به این صورت می باشد که اولین الگوی بدست آمده باعث ایجاد فرصت های جدید برای توسعه برنامه های کاربردی برای تحلیل، تفسیر و مدیریت خودکار حوادث شغلی جهت به حداقل رساندن عدم قطعیت<sup>۱۱</sup> و افزایش عینیت<sup>۱۲</sup> می گردد. و همچنین در مطالعات بعدی می توان با استفاده از تکنیک های آماری الگوهای بیشتری از داده های موجود تهیه نمود و با جزئیات بیشتری به تحلیل و تفسیر حوادث شغلی پرداخت.

## منابع

1. Amendola A. Recent paradigms for risk informed decision making. *Safety Science*. 2002;40(1-4):17-30.
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. *Safety Science*. 1995;18(3):215-27.
3. Frijters ACP, Swuste PHJJ. Safety assessment in design and preparation phase. *Safety Science*. 2008;46(2):272-81.
4. Leveson N. A new accident model for engineering safer systems. *Safety Science*. 2004;42(4):237-70.
5. Rouhiainen V. QUASA: A method for assessing the quality of safety analysis. *Safety Science*.

<sup>12</sup>Objectivity

<sup>11</sup> Uncertainty





all wards of a hospital. IOH. 2009; 6 (1) :28-36.

19. 10th International Conference of Labour Statisticians [Internet]. 1962.

20. Olariaga LMJ, Hernández LL. Análisis de correspondencias 1999.

21. Housman H. Correspondence Analysis and Application. Tehran: SAMT; 2010. 178 p.

22. Conte JC, Rubio EA, García AI, Cano FJ. Correspondence model of occupational accidents. Anais da Academia Brasileira de Ciências. 2011;83:1131-46.

## Correspondence analysis of occupational accidents occurred among insured workers Social Security for a period of ten years

Rasul Yarahmadi<sup>1</sup>, Peyman Yari<sup>2</sup>, Yahya Khosravi<sup>3</sup>, Masoud Salehi<sup>4</sup>, Hamid Kariznovi<sup>5</sup>

Received: 2016/08/07

Revised: 2016/12/24

Accepted: 2017/04/30

### Abstract

**Background and aims:** Correspondence analysis method and preparation of accident and occupational hazards pattern enables forecasting and predicting accidents and prioritizations of risks and injuries to be obtained automatically. The procedure for any company, regardless of its size is applicable. This study presents the first model accidents and occupational hazards as a first step to identify and predict accident in the workforces.

**Method:** Initially we collected reports of occupational accidents registered in the Social Security for a period of ten years (2005 – 2015) (222,300 accidents) and the type of risk and injury related to any of the accidents were codified following the criteria of the International Labor Organization. In the next step, the average annual occupational accidents summarized in a contingency table, include of risk (R) as row and injury (A) as column, it called risk-injury matrix. Correspondence analysis was selected as the suitable method for optimizing the risk-injury matrix functions. Thus, we were used statistical software STATISTICA and correspondence analysis test for data analysis.

**Results:** The obtained risk-injury group (the first pattern accidents and occupational hazards) include of six risks and seven injuries that the obtained pattern is composed of two dimensions: dimension1, with eigenvalue  $\lambda_1=0/562$ , dimension2, eigenvalue  $\lambda_2 =0/419\%$  is 78/6% of the total variance. The greatest affinities are contact with hot material (R11) with burn (A12); Accidents caused by burning and corrosive materials (R12) with other injuries (A18) and multiple injuries (A17); Contact with chemicals (R14) and accidents caused by toxic substances (R15) with gas shock (A14); Contact with electrical equipment (R13), explosions and fires (R17) with suffocation (A16) and poisoning (A13) and environmental hazards (A15) is the least affinity with other variables. Overall, mentioned variables have less affinity than other 23 variables.

**Conclusion:** This obtained risk-injury group includes all the of risk and injury variables related to the appearance of historically recent technological problems, the industrial revolution and scientific and technical development. In this group the Industrial accidents are identified in this group as risks associated with the work environment, and injuries being caused by the environment. This study is the first step to anticipate accidents and occupational hazards and prioritize risks and injuries and we can use these results fully to the goals came in the later stages.

**Keywords:** Correspondence analysis, risk-injury matrix, risk, injury, industrial accident.

1. Air Pollution Research Center, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

2. (**Corresponding author**), MSc in Occupational Health, Faculty of Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. Email: yari.p@iums.ac.ir

3. Research Center for Health, Safety and Environment (RCHSE), Alborz University of Medical Sciences, Karaj, Iran.

4. Assistant Professor of Biostatistics, Faculty of Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

5. MSc in Occupational Health, Faculty of Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran