فصلنامه بهداشت و ایمنی کار جلد ۹/ شماره ۴/ زمستان ۱۳۹۸ صفحات ۲۹۸-۳۰۶

تحلیل علّی جامع شدت حوادث شغلی در صنایع شیمیایی: یک مطالعه میدانی بر اساس تکنیک‌های الگوریتم انتخاب ویژگی و رگرسیون خطی چندگانه

احمد سلطان‌زاده[۱]، حمیدرضا حیدری[۱]، حیدر محمّدی[۲]، ابوالفضل محمّدبیگی[۳]، ولی سرسنگی[۴]، میلاد درخشان جزری[۵*]

[۱] گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، مرکز تحقیقات آلاینده‌های محیطی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران.

[۲] گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای و ایمنی کار، دانشکده بهداشت، دانشکده علوم پزشکی لارستان، فارس، ایران.

[۳] گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات علوم اعصاب، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران.

[۴] گروه بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

[۵] دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۲۳، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۲۲

چکیده

مقدمه: بر اساس نتایج مطالعات و گزارش‌های ارائه شده، حوادث و آسیب های شغلی در صنایع شیمیایی باعث تحمیل خسارت‌های انسانی و مالی شدیدی شده‌اند. این حوادث می توانند حتی بقای یک صنعت شیمیایی را تهدید نمایند. شدت این حوادث در صنایع شیمیایی تحت تاثیر فاکتورهای متفاوتی می‌باشد. بنابراین، تحلیل علّی شدت حوادث شغلی در صنایع شیمیایی می‌تواند به طراحی برنامه های ایمنی برای کاهش آن در این صنایع کمک نماید. این مطالعه جامع با هدف شناسایی و همچنین تجزیه‌وتحلیل عوامل موثر بر شدت حوادث شغلی در صنایع شیمیایی طراحی و به اجرا درآمده است.

روش کار: این مطالعه یک بررسی جامع مقطعی و تحلیلی بود که در ۲۲ صنعت تولید مواد شیمیایی و طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۶ انجام شده است. داده های این مطالعه بر اساس سوابق و گزارش و تحلیل حوادث جمع آوری گردید. داده‌های مطالعه شامل ۴۱ متغیر مستقل و ۸۷۲ حادثه در یک دوره ده ساله (۱۳۸۵-۱۳۹۴) به عنوان متغیر وابسته بود. تجزیه و تحلیل داده های این مطالعه با استفاده از نرم افزارهای SPSS نسخه ۲۲/۰ و SPSS Modeler نسخه ۱۴/۲ و بر اساس تکنیک الگوریتم انتخاب ویژگی و همچنین آنالیز رگرسیون خطی چندگانه انجام شده است. سطح معنی‌داری در این مطالعه ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته ها: میانگین شاخص شدت حادثه ۱۴۵/۱۲±۲۱۴/۶۳ روز محاسبه شد. میانگین سن و سابقه شغلی افراد حادثه دیده به ترتیب ۵/۸۵±۳۸/۰۵ و ۶/۳۲±۹/۳۴ سال بود. نتایج انتخاب ویژگی نشان داد که ۳۰ فاکتور دارای تاثیرگذاری بالا بر شدت حوادث بوده، بعلاوه بر اساس تحلیل رگرسیونی، شدت حوادث در صنایع شیمیایی مورد مطالعه تحت تاثیر ۲۲ فاکتور فردی، سازمانی، آموزش بهداشت، ایمنی محیط زیست (HSE)، مدیریت ریسک، اعمال ناایمن، شرایط ناایمن و همچنین نوع بروز حوادث بوده است ($p<0/05$).

نتیجه گیری: یافته های این مطالعه تایید نمود که شدت حوادث در صنایع شیمیایی بالا می باشد. بعلاوه، میزان شدت حوادث در صنایع شیمیایی از تئوری چند عاملی در حوادث پیروی می کند. یافته مهم این مطالعه بیانگر این بود که بکارگیری ترکیبی دو روش تحلیلی انتخاب ویژگی و رگرسیون خطی چندگانه می‌تواند برای تحلیل جامع حوادث و دیگر داده‌های مرتبط با حوزه بهداشت، ایمنی و محیط زیست کاربردی و سودمند باشد.

کلمات کلیدی: *صنعت شیمیایی، حوادث شغلی، شاخص شدت حادثه (ASR)، انتخاب ویژگی، رگرسیون خطی چندگانه*

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: *derakhshan_milad@yahoo.com*

مقدمه

با وجود تلاش‌های زیادی که در حیطه‌های مختلف صنعت برای کاهش حوادث شغلی انجام شده است، اما همچنان آمارهایی که از مطالعات و گزارشات مختلف استخراج و ارائه می‌شوند فاجعه‌بار می‌باشد. مطالعات محمدفام و همکاران نشان داده است که فراوانی حوادث در بخش‌هایی مانند صنایع شیمیایی و پتروشیمی، فولاد، آلومینیوم و ساخت‌وساز بالا می‌باشد (۱-۳). اگرچه اطلاعات مربوط به حوادث شغلی در کشورهای در حال توسعه مانند ایران به علت عدم وجود سیستم‌های ثبت و اطلاع رسانی مناسب، اطلاعات قابل اعتمادی را ارائه نمی‌نمایند، امّا همین حوادث گزارش شده و اطلاعات مربوط به آن هنوز به عنوان یک پایه و اساس برای فعالیت‌های ایمنی در محیط‌های صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد (۴, ۵).

صنایع شیمیایی به عنوان یکی از منابع استخدام بالا در کشور ایران مطرح می‌باشد. در این صنایع کارگران و دیگر گروه‌های شغلی درگیر به صورت مستقیم و غیرمستقیم در معرض ریسک بروز انواع حوادث و آسیب‌ها قرار دارند. مطالعات مختلف نشان داده‌اند که حوادث فاجعه بار مانند حریق، انفجار و رهایش مواد سمی در صنایع شیمیایی دارای تکرار بیشتری نسبت به دیگر صنایع بوده، بعلاوه ماهیّت پیچیده کار در این صنایع که همراه با مواجهه با مخاطرات مختلف و متنوع و بویژه مواد و ترکیبات شیمیایی می‌باشد می‌تواند از لحاظ عملکرد HSE و پیامدهای ناشی از نقص در فرایندها و فعالیت‌های ایمنی چالش زا باشد (۶, ۷).

شناسایی عوامل تاثیرگذار، مشارکت کننده و مرتبط با حوادث شغلی یک موضوع مهم و اساسی در تحلیل حوادث و راهی برای پیشگیری از حوادث شدید و فاجعه بار می‌باشد. بعلاوه، نیاز به پیشگیری از حوادث در اثر پیامدهای شدید آن به وجود آمده که خود نیازمند دانش مربوط به فاکتورهای علّی حادثه می‌باشد (۸-۱۰).

یکی از ابزارهای مهم در ارتباط با پیشگیری از حوادث در صنعت، مدل‌های تحلیل و پیش‌بینی حوادث می‌باشد که برای درک عوامل موثّر، تاثیرگذار و مشارکت کننده در بروز حوادث شغلی مورد تبیین قرار گرفته و در مطالعات مختلف نیز توسعه داده شده‌اند (۱۱, ۱۲). بنابراین این مطالعه با هدف ارزیابی جامع و تجزیه‌وتحلیل حوادث شغلی آسیب‌زا که طی یک دوره زمانی ده ساله (۱۳۹۴-۱۳۸۵) در ۲۲ صنعت شیمیایی بوقوع پیوسته است و با استفاده از دو رویکرد واکاوی داده‌ها شامل استفاده از الگوریتم انتخاب ویژگی و تحلیل رگرسیون خطی چندگانه طراحی و به اجرا درآمده است.

روش کار

این مطالعه یک بررسی جامع توصیفی-تحلیلی گذشته‌نگر بود که با هدف تحلیل عوامل موثر و مشارکت کننده در بروز حوادث شغلی در صنایع شیمیایی در سال ۹۶-۱۳۹۵ طراحی و انجام شده است. جامعه آماری مطالعه شامل همه حوادث شغلی بود که طی ۱۰ سال منتهی به مطالعه (۱۳۹۴-۱۳۸۵) در ۲۲ صنعت شیمیایی مورد مطالعه اتفاق افتاده بود. نمونه آماری این مطالعه شامل حوادث شغلی آسیب‌زا و ناتوان کننده بود. طی بررسی اولیه ۹۰۸ حادثه شناسایی شد، اما تنها حوادثی در مطالعه باقی ماندند که همه فاکتورها و متغیرهای مورد بررسی در آن گزارش شده یا تیم تحقیق توانست با انجام مراحل جمع‌آوری، داده‌های مربوط به آن را بدست آورد. برای مثال حوادثی که دارای اطلاعات ناقص از نظر فاکتورهای مورد مطالعه، یا فاقد برگه گزارش حادثه بودند از مطالعه خارج شدند. لازم به ذکر است که در نهایت ۸۷۲ حادثه به عنوان نمونه نهایی واجد شرایط برای مطالعه انتخاب شد.

ابزار و روش جمع‌آوری داده‌ها

ابزار اصلی جمع‌آوری داده‌های این مطالعه برگه گزارش حوادث در صنایع مورد مطالعه بود. بعلاوه، جمع‌آوری داده‌های مورد مطالعه از طریق ابزارهایی مانند چک لیست، مراجعه مستقیم به سوابق، بررسی متون و همچنین مصاحبه انجام شد. لازم به ذکر است که برای همگن بودن یافته‌های مطالعه، صنایع شیمیایی در این

مطالعه دارای فرایندهای تقریباً یکسان و مشابه انتخاب شدند.

فاکتورهای مورد مطالعه

بر اساس الگوریتم و اهداف این مطالعه، فاکتورهای مورد مطالعه شامل فاکتورهای مستقل و وابسته بود که طبق معیارهایی مانند بررسی متون مختلف، تحلیل حوادث گذشته و روابط منطقی بین فاکتورها در ۷ گروه فاکتوری مستقل (شامل فاکتورهای فردی، سازمانی، آموزش، مدیریت ریسک، شرایط ناایمن، اعمال ناایمن و نوع بروز حوادث) و یک فاکتور وابسته شامل شاخص شدت حادثه (ASR)[1] طبقه‌بندی شدند.

فاکتورهای فردی در این مطالعه شامل میانگین سن و سابقه کاری، وضعیت تاهل و میزان تحصیلات بود. نوع شغل و فعالیتی که منجر به حادثه شده، فشار و محدودیت زمانی برای انجام فعالیت، نوبت‌کاری، نوع استخدام فرد حادثه دیده و زمان بروز حادثه به عنوان فاکتورهای سازمانی مشخص گردید. فاکتورهای آموزش HSE[2] در این مطالعه شامل شاخص‌هایی مانند آموزش در بدو استخدام، آموزش دوره ای و آموزش پس از وقوع حوادث، آموزش‌های ارائه شده در زمینه آشنایی و نحوه استفاده از تجهیزات حفاظت فردی، آگاهی دادن به کارگران در زمینه رعایت نظم و انضباط محیطی و کاری و نقش آن در کاهش بروز حوادث (خانه‌داری صنعتی)[3]، کمیت یا مدت زمان آموزش‌های ایمنی ارائه شده و محتوا یا کیفیت این آموزش‌ها بود. فاکتورهای مرتبط با مدیریت ریسک HSE در این مطالعه با مواردی مانند شناسایی مخاطرات(HAZID)[4]، ارزیابی ریسک عمومی[5]، ارزیابی ریسک اختصاصی هر فرایند، تجزیه‌وتحلیل حوادث بوقوع پیوسته[6]، ممیزی ایمنی، سیستم گزارش رویدادها (شامل اعمال و شرایط ناایمن، شبه‌حوادث و حوادث جزئی)، اجرای اقدامات مهندسی، اقدامات مدیریتی مانند TBM[7] و بکارگیری تجهیزات حفاظت فردی(PPE)[8] مشخص گردید. فاکتور شرایط ناایمن[9] به عنوان بخش مهمی از علل و عوامل تاثیرگذار در حوادث با فاکتورهای روش کار نامناسب و خطرناک، ناکافی‌بودن سیستم‌های حفاظتی، نامناسب بودن حفاظگذاری ایمنی، نقص ساختاری و راهبری تجهیزات، ابزار دستی و کار با وسایل الکتریکی، بعلاوه مواد و ترکیبات شیمیایی معرفی شد. فاکتور اعمال ناایمن[10] به عنوان یکی از دلایل کلیدی حوادث و دارای بیشترین سهم در حوادث شغلی شامل متغیرهایی مانند عدم استفاده یا استفاده نامناسب از تجهیزات حفاظت فردی، کمبود دانش و آگاهی درباره خطرات موجود در محیط کار، انواع حرکات و شوخی‌های نابجا[11]، قرارگیری در موقعیت‌ها و وضعیت‌های ناایمن، کار و فعالیت بدون مجوز و اجازه سرپرستان در بروز حوادث بود. فاکتور نوع بروز حادثه شامل شرایطی است که در نتیجه آن حوادث و آسیب های ناشی از آن بوقوع می‌پیوندد. متغیرهای نوع و چگونگی بروز حوادث شامل ریخت‌وپاش ترکیبات و مواد شیمیایی، تماس با اجسام یا مدارهای برق‌دار و حوادثی که ناشی از جابجایی بار و مواد و همچنین حریق با فاکتور نوع بروز حوادث مشخص شد. قابل ذکر است که هر یک از فاکتورهای مستقل بر اساس مقیاس ۵ رتبه‌ای لیکرت (خلی ضعیف، ضعیف، متوسط، خوب و خیلی‌خوب) مورد ارزیابی قرار گرفتند. میزان مطلوبیت مورد اشاره در نتایج این مطالعه مربوط به گزینه های خوب و خیلی خوب می‌باشد.

شاخص شدت حادثه به عنوان فاکتور وابسته در این مطالعه مورد تحلیل قرار گرفت. این شاخص بر اساس فرمول ارائه شده توسط اداره ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا[12] محاسبه گردید (۱۳):

$$\text{شاخص شدت حوادث (ASR)} = \frac{\text{تعداد کل روزهای کاری ازدست‌رفته در اثر حوادث} \times ۲۰۰۰۰۰}{\text{کل ساعات کاری کارگران}}$$

1 Accident Severity Rate (ASR)
2 Health, Safety, Environment (HSE)
3 Housekeeping
4 Hazard identification (HAZID)
5 Periodic Risk Assessment
6Accident Investigation and Analysis
7 Tool Box Meeting (TBM)
8 Personal Protective Equipment (PPE)
9 Un-Safe Condition Factor
10 Un-Safe Acts Factor
11 Horseplay
12 Occupational Safety and Health Administration (OSHA)

تجزیه وتحلیل داده‌های مطالعه

انتخاب ویژگی‌های مهم و تاثیرگذار بر شاخص شدت حوادث شغلی با استفاده از الگوریتم «انتخاب ویژگی‌ها» و نرم‌افزار تحلیلی IBM SPSS Modeler نسخه ۱۴/۲ و تجزیه‌وتحلیل شاخص شدت حوادث بر اساس «آنالیز رگرسیونی چند متغیره خطی» و با استفاده از نرم‌افزار آماری IBM SPSS نسخه ۲۳/۰ انجام شد. لازم به ذکر است که سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ و نقطه برش معنی‌داری برای انتخاب ویژگی‌ها برابر با ۰/۹۵ در نظر گرفته شد (۱۴, ۱۵).

یافته ها

یافته‌های توصیفی

بر اساس ۸۷۲ حادثه گزارش شده، میانگین شاخص شدت حادثه ۱۴۵/۱۲±۲۱۴/۶۳ محاسبه گردید. نتایج توصیفی ۴۱ متغیر مستقل در قالب ۷ گروه فاکتوری مستقل (فاکتورهای فردی، سازمانی، آموزش، مدیریت ریسک، شرایط ناایمن، اعمال ناایمن، زمان و نوع بروز حوادث) در جداول ۱-۴ نشان داده شده است. میانگین و انحراف معیار سن و سابقه شغلی افراد حادثه دیده به ترتیب ۵/۸۵±۳۸/۰۵ و ۶/۳۲±۹/۳۴ سال بود. سهم افراد پیمانکار از حوادث ۶۱/۷٪ بود. اعمال فشار برای تسریع بخشیدن به کار و فعالیت در ۳۶/۵٪ حوادث نقش داشته، بعلاوه ۷۹/۷٪ حوادث برای افراد نوبتکار بوقوع پیوسته است (جدول ۱). یافته‌های توصیفی آموزش HSE نشان داد که بیشترین میزان مطلوبیت در بین فاکتورهای آموزش به ترتیب به آموزش بدو استخدام و تجهیزات حفاظت فردی (۳۵/۶٪ و ۲۴/۷٪) اختصاص داشت. نتایج مربوط به تحلیل فاکتورهای مدیریت ریسک در حوادث مورد مطالعه نشان داد که کمترین میزان مطلوبیت به ترتیب مربوط به فاکتور ارزیابی ریسک اختصاصی بر اساس مخاطرات فرایند و کنترل ریسک بر مبنای اقدامات فنی و

جدول ۱: یافته‌های توصیفی فاکتورهای مستقل فردی و سازمانی(n=۸۷۲)

فاکتور مورد مطالعه		فراوانی
فاکتورهای فردی		
سن (سال)		۵/۸۵±۳۸/۰۵
سابقه کار (سال)		۶/۳۲±۹/۳۴
تاهل	مجرد	۴۱۸ (٪۴۷/۹)
	متاهل	۴۵۴ (٪۵۲/۱)
تحصیلات	دیپلم	۱۲۲ (٪۱۴/۰)
	لیسانس	۵۸۵ (٪۶۷/۱)
	کارشناسی ارشد	۱۶۵ (٪۱۸/۹)
فاکتورهای سازمانی		
نوع شغل	تکنسین	۴۸۶ (٪۵۵/۷)
	سایت من	۳۰۵ (٪۳۵/۰)
	مهندس فرایند	۸۱ (٪۹/۳)
نوع استخدام	رسمی	۳۳۴ (٪۳۸/۳)
	پیمانی	۵۳۸ (٪۶۱/۷)
فشار و محدودیت زمانی		۳۱۸ (٪۳۶/۵)
نوبت کاری		۶۹۵ (٪۷۹/۷)
زمان	یک (۰۷-۱۵)	۱۲۰ (٪۱۳/۷)
	دو (۱۵-۲۳)	۵۰۲ (٪۵۷/۶)
	سه (۲۳-۰۷)	۲۵۰ (٪۲۸/۷)

جدول ۲: یافته‌های توصیفی میزان مطلوبیت فاکتورهای آموزش و مدیریت ریسک (n=۸۷۲)

فاکتور مورد مطالعه	فراوانی
فاکتورهای آموزش	
آموزش بدو استخدام	۳۱۰ (٪۳۵/۶)
آموزش دوره ای	۱۹۷ (٪۲۲/۶)
آموزش پس از وقوع حوادث	۸۵ (٪۹/۸)
آموزش تجهیزات حفاظت فردی	۲۱۵ (٪۲۴/۷)
آموزش خانه‌داری صنعتی	۷۰ (٪۸/۰)
کمیت آموزش	۱۸۷ (٪۲۱/۴)
کیفیت آموزش	۱۶۳ (٪۱۸/۷)
فاکتورهای مدیریت ریسک	
HAZID	۱۷۰ (٪۱۹/۵)
ارزیابی ریسک عمومی	۳۱۳ (٪۳۵/۹)
ارزیابی ریسک اختصاصی	۷۰ (٪۸/۰)
تجزیه‌وتحلیل حوادث	۸۶ (٪۹/۸)
ممیزی ایمنی	۱۰۶ (٪۱۲/۲)
سیستم گزارش رویدادها	۲۱۸ (٪۲۵/۰)
اقدامات مهندسی	۷۲ (٪۸/۳)
اقدامات مدیریتی	۱۹۷ (٪۲۲/۶)
تجهیزات حفاظت فردی	۲۷۰ (٪۳۱/۰)

مهندسی (٪۸/۰ و ٪۸/۳) بود (جدول ۲). یافته‌های مربوط به تشریح فاکتور شرایط ناایمن نشان داد که بیشترین و کمترین سهم به ترتیب متعلق به مواد و ترکیبات شیمیایی (٪۴۴/۵) و نقص در ابزار دستی (٪۷/۳) می‌باشد. نتایج مربوط به تشریح اعمال ناایمن نشان داد که کمبود دانش و آگاهی درباره خطرات موجود در محیط کار و قرارگیری در موقعیّت‌ها و وضعیت‌های ناایمن (٪۳۹/۰ و ٪۳۴/۷) به ترتیب دارای بیشترین سهم بودند. نتایج مربوط به تشریح نوع بروز حوادث شیمیایی نشان داد که بیشترین حوادث در این نوع صنایع مربوط به حریق و ریخت‌وپاش ترکیبات و مواد شیمیایی (٪۴۵/۵ و ٪۳۷/۳) می‌باشد (جدول ۳).

یافته‌های تحلیلی بر اساس الگوریتم «انتخاب ویژگی‌ها»

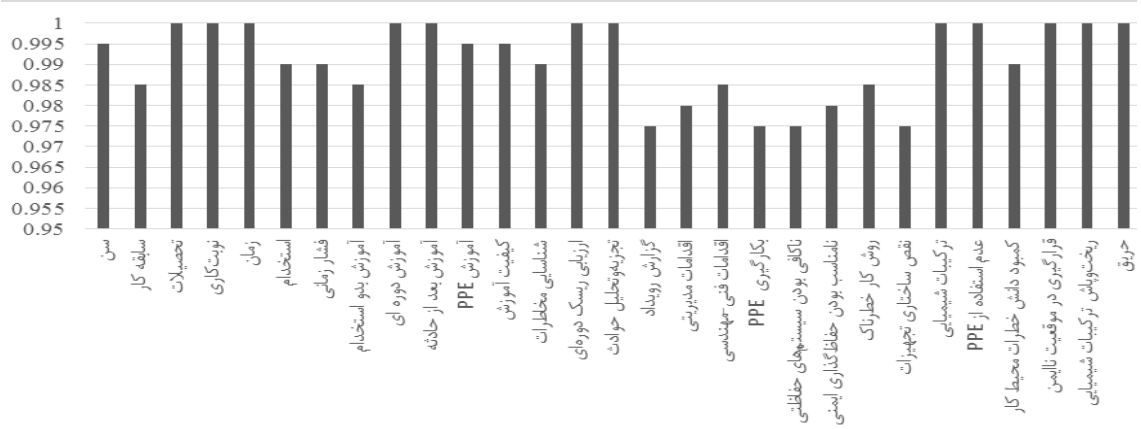
نتایج مربوط به سنجش میزان اهمیت متغیرهای موثّر بر شاخص ضریب شدت حادثه در صنایع شیمیایی مورد مطالعه با استفاده از آنالیز تحلیلی χ^2 Pearson نشان داد ۳۰ متغیر از ۷ گروه فاکتوری مورد بررسی به عنوان مهم‌ترین عوامل موثر بر شاخص شدت حوادث انتخاب شدند (شکل ۱).

یافته‌های تحلیلی بر اساس روش «آنالیز رگرسیونی چند متغیره خطی»

یافته‌های مدل‌سازی تحلیلی حوادث شغلی در ۲۲ صنعت شیمیایی مورد مطالعه نشان داد که در مدل نهایی ۲۲ فاکتور سن و میزان تحصیلات (فاکتور فردی)، نوبت‌کاری، زمان و نوع استخدام (فاکتور سازمانی)، آموزش دوره‌ای و بعد از حادثه، آموزش PPE و محتوای آموزش (فاکتور آموزش HSE)، شناسایی مخاطرات، ارزیابی ریسک دوره‌ای، تجزیه‌وتحلیل حوادث، اقدامات فنی-مهندسی و بکارگیری PPE (فاکتور مدیریت ریسک)، ناکافی بودن سیستم‌های حفاظتی، نامناسب بودن حفاظ‌گذاری ایمنی و مواد و ترکیبات شیمیایی (فاکتور شرایط ناایمن)، عدم استفاده یا استفاده نامناسب از تجهیزات حفاظت فردی، کمبود دانش و آگاهی

جدول ۳؛ یافته‌های توصیفی فاکتورهای شرایط ناایمن و اعمال ناایمن و نوع بروز حادثه (n=۸۷۲)

فاکتورهای شرایط ناایمن	فراوانی (درصد)	فاکتورهای اعمال ناایمن	فراوانی (درصد)	فاکتورهای نوع بروز حادثه	فراوانی (درصد)
روش کار نامناسب و خطرناک	۲۵۳ (۲۹٪)	عدم استفاده یا استفاده نامناسب از تجهیزات حفاظت فردی	۲۸۳ (۳۲/۳٪)	ریخت و پاش ترکیبات و مواد شیمیایی	۳۲۵ (۳۷/۳٪)
ناکافی بودن سیستم های حفاظتی	۳۲۷ (۳۷/۵٪)				
نامناسب بودن حفاظ گذاری ایمنی	۲۲۷ (۲۶٪)	کمبود دانش و آگاهی درباره خطرات	۳۴۰ (۳۹٪)	تماس با اجسام یا مدارهای برق دار	۱۴۸ (۱۷٪)
نقص ساختاری و راهبری تجهیزات	۳۲۵ (۳۷/۳٪)	انواع حرکات و شوخی‌های نابجا	۱۹۶ (۲۲/۵٪)		
کار با وسایل الکتریکی	۱۵۷ (۴۴٪)	قرارگیری در موقعیّت‌های ناایمن	۳۰۳ (۳۷/۳٪)	حوادث ناشی از جابجایی بار و مواد	۱۰۵ (۱۲٪)
مواد و ترکیبات شیمیایی	۳۸۸ (۴۴/۵٪)	کار و فعالیت بدون مجوز	۶۵ (۷/۵٪)	حریق	۳۹۷ (۴۵/۵٪)



شکل ۱؛ مهمترین فاکتورهای موثر بر شاخص شدت حادثه (ASR) (n=۸۷۲)

درباره خطرات موجود در محیط کار و قرارگیری در موقعیت‌ها و وضعیت‌های ناایمن (فاکتور اعمال ناایمن) و فاکتورهای ریخت‌وپاش ترکیبات و مواد شیمیایی و حریق (فاکتور نوع بروز حادثه) در مدل نهایی باقی مانده و با شاخص ضریب شدت حادثه (ASR) دارای ارتباط معنی دار بودند ($p<۰/۰۰۵$). لازم به ذکر است که محاسبه ضریب $R^۲$ نشان داد که از بین فاکتورهای مورد تحلیل و بررسی فاکتور سازمانی ($R^۲=۰/۸۷۹$)، شرایط ناایمن ($R^۲=۰/۸۲۹$) و اعمال ناایمن ($R^۲=۰/۸۰۵$) دارای بیشترین همبستگی با شاخص ضریب شدت حادثه بود (جدول ۴).

بحث

محاسبه شاخص شدت حوادث شغلی در صنایع شیمیایی مورد مطالعه بار دیگر اثبات نمود که صنایع شیمیایی به عنوان بخش بالادستی تولید، حساس‌ترین بخش تولید محسوب می‌شود. دینامیک فرایندهای شیمیایی و ماهیت خطرناک مواد و ترکیبات، همراه با نقش فاکتور مدیریتی و انسانی، ریسک فعالیت‌های این نوع صنایع را بالا برده و مستعد حادثه و آسیب‌های ناشی از آن می‌کند (۱۶).

تحلیل جامع علّی بکار گرفته شده در این مطالعه که از دو فرایند مستحکم برای تجزیه‌وتحلیل علل وقوع

جدول ۴: نتایج مدل‌سازی رگرسیونی شاخص ضریب شدت حادثه (n=۸۷۲)

متغیر باقیمانده در مدل		B (SE)	p-value†	t	CI95%	R^2
سن		-۱/۸۰ (۰/۶۷)	۰/۰۱۲	-۰/۵۲	(-۳/۱۲) - (-۱/۶۳)	۰/۶۷۷
تحصیلات		-۴/۷۰ (۰/۶۳۴)	۰/۰۰۱	-۷/۴۲	(-۵/۹۴) - (-۳/۴۶)	
نوبت‌کاری		۲/۵۴ (۰/۵۵)	۰/۰۰۱	۴/۵۵	(۱/۴۵) - (۳/۶۴)	۰/۸۷۹
زمان	یک (۰۷-۱۵)	۱/۰				
	دو (۱۵-۲۳)	۱۶/۵۲ (۶/۰۰)	۰/۰۰۶	۲/۷۵	(۴/۷۵) - (۲۸/۲۹)	
	سه (۲۳-۰۷)	۴/۷۵ (۱/۵۱)	۰/۰۰۲	۳/۱۴	(۱/۷۸) - (۷/۷۲)	
نوع استخدام	رسمی	۱/۰				
	پیمانکاری	۷/۷۷ (۰/۷۶۸)	۰/۰۰۱	۳/۱۳	(۴/۱۳) - (۱۱/۳۴)	
آموزش دوره ای		-۲۹/۹۱ (۱۴/۴۶)	۰/۰۳۹	-۲/۰۶	(-۵۸/۲۹) - (-۱/۵۳)	۰/۷۰۳
آموزش پس از وقوع حوادث		-۱۴/۴۲ (۶/۸۱)	۰/۰۰۲	-۲/۱۸	(-۱۸/۲۱) - (-۱۱/۴۹)	
آموزش تجهیزات حفاظت فردی		-۱۵/۵۳ (۵/۹۱)	۰/۰۰۹	-۲/۶۲	(-۲۷/۱۲) - (-۳/۹۳)	
کیفیت آموزش		-۲۰/۰۷ (۵/۷۳)	۰/۰۰۱	-۳/۵۰	(-۳۱/۳۲) - (-۸/۸۲)	
HAZID		-۲۷/۰۴ (۶/۶۵)	۰/۰۰۱	-۴/۰۶	(-۴۰/۱۱) - (-۱۳/۹۶)	۰/۶۸۳
ارزیابی ریسک عمومی		-۱۷/۳۴ (۵/۴۹)	۰/۰۰۲	-۳/۱۵	(-۲۸/۱۲) - (-۶/۵۶)	
تجزیه‌وتحلیل حوادث		-۲۱/۲۱ (۷/۴۶)	۰/۰۰۵	-۲/۸۴	(-۳۵/۸۶) - (-۶/۵۶)	
اقدامات مهندسی		-۱۶/۷۷ (۶/۳۶)	۰/۰۰۹	-۲/۶۳	(-۲۹/۲۶) - (-۴/۲۸)	
تجهیزات حفاظت فردی		-۲۲/۲۷ (۶/۹۶)	۰/۰۰۱	-۳/۱۹	(-۳۵/۹۴) - (-۸/۶۱)	
ناکافی بودن سیستم های حفاظتی		۷/۷۷ (۰/۷۶۸)	۰/۰۰۱	۳/۱۳	(۴/۱۳) - (۱۱/۳۴)	۰/۸۲۹
نامناسب بودن حفاظ گذاری ایمنی		۲/۵۴ (۰/۵۵)	۰/۰۰۱	۴/۵۵	(۱/۴۴) - (۳/۶۴)	
مواد و ترکیبات شیمیایی		۱۴/۶۴ (۵/۸۲)	۰/۰۱۲	۲/۵۱	(۳/۲۰) - (۲۶/۰۷)	
عدم استفاده یا استفاده نامناسب از PPE		۶/۴۴ (۱/۷۸)	۰/۰۰۱	۰/۵۳	(۲/۲۸) - (۸/۸۳)	۰/۸۰۵
کمبود دانش و آگاهی درباره خطرات محیط کار		۱۱/۳۳ (۰/۶۷۲)	۰/۰۰۱	۲/۶۸	(۹/۱۳) - (۱۳/۸۵)	
قرارگیری در موقعیّت‌ها و وضعیت‌های ناایمن		۸/۹۵ (۱/۴۸)	۰/۰۰۱	۶/۰۴	(۶/۰۴) - (۱۱/۸۶)	
ریخت و پاش ترکیبات و مواد شیمیایی		۱۶/۵۲ (۶/۰۰)	۰/۰۰۶	۲/۷۵	(۴/۷۵) - (۲۸/۲۹)	۰/۷۹۰
حریق		۱۷/۹۲ (۷/۰۳)	۰/۰۱۱	۲/۵۴	(۴/۱۲) - (۳۱/۷۳)	

† رگرسیون خطی چندگانه

حوادث در این صنایع استفاده نمود، بیانگر این نتیجه مهم و کاربردی است که حوادث در صنعت شیمیایی از رویکرد زنجیره‌ای و سیستمی پیروی نموده و میزان آسیب یا شدت ناشی از حوادث در آن می تواند تحت تاثیر نقص در ساختارهای گوناگون و در سطوح مختلف بوده، بعلاوه به دلیل کارکردهای متفاوت فاکتورهای مختلف، نقش و سهم هر یک از علل نیز متفاوت می‌باشد (۱۷). نتایج بکارگیری الگوریتم انتخاب ویژگی مشخص نمود که میزان شدت حوادث در این صنعت به عنوان یک پدیده و پیامد پیچیده می‌تواند تحت تاثیر عوامل مختلف با اندازه متفاوت باشد. همچنین، نتایج تجزیه‌وتحلیل رگرسیونی نیز این یافته را تایید نموده و نشان داد که متغیرهای برآورد شده و استخراج شده از این الگوریتم دارای اهمیت فراوان در تحلیل حوادث می‌باشند (۸).

فاکتورهای فردی و دموگرافیک به عنوان یکی از علل مهم در حوادث شغلی مطرح می‌باشند. یافته های برخی مطالعات نیز نشان داده که حوادث با فاکتورهای فردی دارای ارتباط معنی‌دار بوده و گروه‌های جوان دچار حوادث بیشتری می‌شوند (۵، ۱۸). در مورد چرایی نقش فاکتورهای سازمانی و عوامل مربوط به ساختار مدیریتی در انواع حوادث و آسیب‌ها می توان اذعان داشت که این عوامل به دلیل جایگاه مبنایی در فرایندهای شغلی و صنعتی، می‌توانند خود باعث بروز مشکلاتی در فرایند انجام و اجرای ایمن کار شده یا تحت تاثیر و در تعامل

با عوامل زمینه‌ای دیگر به طور غیرمستقیم در حوادث شغلی تاثیرگذار باشند (۵, ۱۹, ۲۰).

همانگونه که نتایج مدل‌سازی در این مطالعه نشان داد، میزان مطلوبیت فاکتورهای آموزش با میزان شدت حوادث دارای ارتباط معنی‌دار می‌باشد. بر اساس آنچه در مورد نقش فاکتورهای آموزش در این مطالعه بدست آمده استف می توان بیان داشت که آموزش ناکافی و نامناسب می‌تواند منجر به بی‌دقتی، رفتارهای خطرناک و انواع خطای انسانی و در نتیجه بروز حوادث فاجعه‌بار گردد. بنابراین، توجه به آموزش HSE و ارتقا شاخص‌های آموزش و اندازه گیری آلاینده های شیمیایی محیط کار باعث بالا رفتن درک و شناخت منابع خطر، بهبود ایمنی و کاهش بروز حوادث می‌گردد (۲۱و ۲۲).

براساس نتایج تحلیل علّی در این مطالعه، فاکتورهای مختلف مدیریت ریسک شامل فازهای شناسایی، ارزیابی و کنترل ریسک به عنوان فاکتورهای نهایی در مدل رگرسیونی شدت حادثه مشخص شدند. این یافته نشان می‌دهد که علی‌رغم اهمیت این صنایع، ساختارها و فرایندهای تأمین ایمنی ضعیف بوده و کارکردهای سیستم مدیریت ریسک مناسب نیست، بنابراین توجه به یک ساختار یکپارچه و کاربردی برای مدیریت ریسک در این صنایع بسیار مهم و ضروری می باشد. به عبارت دیگر، اجرای سیستم مدیریت ریسک در صنایعی که ماهیتاً با ریسک‌های متفاوت HSE تهدید می‌شوند، بسیار مهم بوده و می‌تواند وقوع حوادث را به شکل معنی‌داری کاهش دهد (۶, ۱۶).

بر اساس یافته‌های اکثر مطالعات مربوط به حوادث، شرایط و اعمال ناایمن به عنوان یکی از رکن‌های تفکیک‌ناپذیر زنجیره علیت حوادث محسوب می شوند (۸, ۱۶, ۲۳). یافته‌های این تحلیل جامع نیز نشان داد که فاکتورهایی مانند ناکافی بودن سیستم های حفاظت، نقص ساختاری و راهبری تجهیزات و مواد و ترکیبات شیمیایی می‌توانند بر شاخص‌های حوادث تاثیر داشته و شانس آن را به صورت چشمگیری افزایش دهند. بعلاوه، در تشریح این یافته‌ها می توان بیان داشت که رفتارهای فردی ناایمن مانند عدم استفاده از تجهیزات ایمنی و حفاظت فردی، قرارگیری در موقعیت ها و وضعیت های ناایمن و کار و فعالیت بدون مجوز و بروز رفتارهای خطرناک ناشی از نگرش ضعیف ایمنی می‌تواند تحت تاثیر دیگر فاکتورهای مهم مانند عوامل دموگرافیک، سازمانی و شرایط محیط کار باعث بروز انواع حوادث گردد (۱۶, ۲۳).

بطور کلی، یافته‌های این مطالعه که در یک جامعه آماری بزرگ و بر روی نمونه قابل توجهی از حوادث انجام شد، ماهیت چند عاملی بودن حوادث در صنایع شیمیایی را تایید نموده، بعلاوه نشان داد که شدت حوادث در این صنایع می‌تواند در نتیجه بروز نقص در تعامل انسان، محیط و سازمان کار حاصل شود.

نتیجه گیری

نتایج این مطالعه جامع که از طریق بکارگیری دو رویکرد و تکنیک متفاوت و کاربردی فنی و نرم‌افزاری بدست آمده است، ماهیت چندعلّتی و پیچیده حوادث در صنایع شیمیایی را به صورت مدوّن و علمی روشن ساخت و بدین‌وسیله درک این پدیده را ارتقا داد. این یافته‌ها نشان داد که چگونه فاکتورها و متغیرهای مختلف در فرایند علیّتی حوادث در این صنعت مشارکت نموده و دخیل هستند. بنابراین توجه به همه فاکتورها و طبقه‌بندی آن بر اثر میزان تاثیرگذاری آنها بر حوادث در قالب یک برنامه جامع HSE در این صنایع می تواند بسیار سودمند باشد. بر اساس نتایج بدست آمده از این مطالعه، می توان برای کاهش حوادث و شدت بروز آن در صنایع شیمیایی و دیگر صنایع یک برنامه مدوّن نمود تا نقش فاکتورهای مختلف برآمده از این مطالعه در آن مورد توجه قرار گرفته و با یک رویکرد نظام مند با بالا بردن سطح آموزش و ارزیابی ریسک و توجه به فاکتورهای پایه ای فردی و سازمانی به کاهش بروز انواع آسیب های شغلی کمک نمود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مراتب قدردانی خود را از همکاری صنایع شیمیایی اعلام می‌دارند. این مقاله بخشی از نتایج طرح تحقیقاتی شماره ۹۶۸۸۸ مصوب معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی قم می‌باشد.

REFERENCES

1. Ghamari F, Mohammadfam I, Mohammadbeigi A, Ebrahimi H, Khodayari M. Determination of Effective Risk Factors in Incidence of Occupational Accidents in One of the Large Metal Industries, Arak (2005-2007). Iran Occupational Health Journal. 2013;9(4):89-96.
2. Mohammadfam I, Soltanzadeh A, Moghimbeigi A, Savareh BA. Analysis and modeling of threatening factors of workforce's health in large-scale workplaces: comparison of four-fitting methods to select optimum technique. Electronic physician. 2016;8(2):1918.
3. Fatemeh K, Esmaeil Z, Iraj M, Esmaeil S. Analysis of Root Causes of Major Process Accident in Town Border Stations (TBS) using Functional Hazard Analysis (FuHA) and Bow tie Methods. Muhandisī-i bihdāsht-i ḥirfah/ī. 2014;1(3):19-28.
4. Soltanzadeh A, Mohammadfam I, Moghimbeygi A, Ghiasvand R. Exploring Causal Factors on the Severity Rate of Occupational Accidents in Construction Worksites. International Journal of Civil Engineering. 2017.
5. Mohammadfam I, Soltanzadeh A, Moghimbeigi A, Akbarzadeh M. Modeling of individual and organizational factors affecting traumatic occupational injuries based on the structural equation modeling: a case study in large construction industries. Archives of trauma research. 2016;5(3).
6. Poursoleiman MS, Moghadam VK, Derakhshanjazari M. The effect of Health, Safety and Environment Management System (HSE-MS) on the improvement of safety performance indices in Urea and Ammonia Kermanshah Petrochemical Company. Journal of Health and Safety at Work. 2015 Nov 1;5(3):75-84.
7. Al-Shanini A, Ahmad A, Khan F. Accident modelling and analysis in process industries. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2014;32:319-34.
8. Soltanzadeh A, Mohammadfam I, Moghimbeygi A, Ghiasvand R. Exploring causal factors on the severity rate of occupational accidents in construction worksites. International journal of civil engineering. 2017;15(7):959-65.
9. Omidvari M, Gharmaroudi MR. Analysis of human error in occupational accidents in the power plant industries using combining innovative FTA and meta-heuristic algorithms. Health and Safety at Work. 2015 Sep 15;5(3):1-2.
10. Monazzam M, Soltanzadeh A. The relationship between the worker's safety attitude and the registered accidents. Journal of research in health sciences. 2009;9(1):17-20.
11. Mohammadfam I, Soltanzadeh A, Moghimbeigi A, Akbarzadeh M. Confirmatory factor analysis of occupational injuries: presenting an analytical tool. Trauma monthly. 2017;22(2).
12. Soltanzadeh A, Mohammadfam I, Moghimbeigi A, Ghiasvand R. Key factors contributing to accident severity rate in construction industry in Iran: a regression modelling approach/Primjena regresijskog modela u analizi ključnih čimbenika koji pridonose težini nesreća u građevinskoj industriji u Iranu. Archives of Industrial Hygiene and Toxicology. 2016;67(1):47-53.
13. (OSHA) OSHA. Safety & health managment system etool. . 2012
14. Biesiada J, Duch W. Feature selection for high-dimensional data—a Pearson redundancy based filter. Computer recognition systems 2: Springer; 2007. p. 242-9.
15. Modeler IS. 14.2 user Guide. 2011.
16. Lees F. Lees' Loss prevention in the process industries: Hazard identification, assessment and control: Butterworth-Heinemann; 2012.
17. Tauseef S, Abbasi T, Abbasi SA. Development of a new chemical process-industry accident database to assist in past accident analysis. Journal of loss prevention in the process industries. 2011;24(4):426-31.
18. Vinodkumar M, Bhasi M. Safety climate factors and its relationship with accidents and personal attributes in the chemical industry. Safety Science. 2009;47(5):659-67.
19. Reason J. Managing the risks of organizational accidents:

Routledge; 2016.

20. Caruso CC. Negative impacts of shiftwork and long work hours. Rehabilitation Nursing. 2014;39(1):16-25.
21. Fam IM, Nikoomaram H, Soltanian A. Comparative analysis of creative and classic training methods in health, safety and environment (HSE) participation improvement. Journal of loss prevention in the process industries. 2012;25(2):250-3.
22 Abrahimi A, Salarifar A.Air pollution Analysis: Nickel paste on Multi-walled carbon nanotubes as novel adsorbent for the mercury removal from air. Analytical methods in Environmental chemistry Journal. 2019; 2(3):79-88.
23 Reason JT. The human contribution: unsafe acts, accidents and heroic recoveries: Ashgate Publishing, Ltd.; 2008.

Journal of Health and safety at Work 2019; 9(4): 307-310

Received: 2019-07-14
Accepted: 2019-11-13

Comprehensive Causal Analysis of Occupational Accidents' Severity in the Chemical Industries; a Field Study Based on Feature Selection and Multiple Linear Regression Techniques

Ahmad Soltanzadeh[1], Hamidreza Heidari[2], Heidar Mohammadi[3], Abolfazl Mohammadbeigi[4], Vali Sarsangi[5], Milad Darakhshan Jazari[6*]

[1] *Occupational Safety & Health Engineering Department, Research Center for Environmental Pollutants, Health Faculty, Qom University of Medical Sciences and Health Services, Qom, Iran.*
[2] *Occupational Safety & Health Engineering Department, Research Center for Environmental Pollutants, Health Faculty, Qom University of Medical Sciences and Health Services, Qom, Iran.*
[3] *Department of Occupational Safety & Health Engineering, School of Health, Larestan University of Medical Sciences, Fars, Iran.*
[4] *Epidemiology & Biostatistics Department, Neuroscience Research Center, Health Faculty, Qom University of Medical Sciences and Health Services, Qom, Iran.*
[5] *Department of occupational Health, Tehran University of Medical Sciences. Tehran. Iran.*
[6*] *Faculty of Health, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran.*

ABSTRACT

Introduction: The causal analysis of occupational accidents' severity in the chemical industries may improve safety design programs in these industries. This comprehensive study was implemented to analyze the factors affecting occupational accidents' severity in the chemical industries.

Material and Methods: An analytical study was conducted in 22 chemical industries during 2016-2017. The study data included 41 independent factors and 872 accidents in a ten-year period (2006-2015) as a dependent variable. Feature selection algorithm and multiplied linear regression techniques were used to analyze this study.

Results: Accident severity rate mean was calculated 214.63 ± 145.12. The results of feature selection showed that 30 factors had high impacts on the severity of accidents. In addition, based on regression analysis, the severity of accidents in the chemical industries was affected by 22 individuals, organizational, HSE training, risk management, unsafe conditions and unsafe acts, as well as accident types ($p<0.05$).

Conclusion: The findings of this study confirmed that accidents' severity in the chemical industry followed the multi-factorial theory. In addition, the main finding of this study indicated that the combination of features selection algorithm and multiple linear regression methods can be useful and applicable for comprehensive analysis of accidents and other HSE data.

Keywords: Chemical Industry, Accidents, Accident Severity Rate (ASR), Multiple Linear Regression.

*Corresponding Author: Milad Darakhshan Jazari
Email Address: Derakhshan_milad@yahoo.com

1.Introduction

Despite many efforts made in various industrial fields to reduce occupational accidents, the statistics continue to be catastrophic. Mohammadfam et. al., studies have shown that the incidence of accidents is high in sectors such as chemical, petrochemical, steel, aluminum and construction industries [1, 2]. Although, occupational accidents-related data in developing countries such as Iran does not provide reliable information due to the lack of proper registration and report systems. But these reported accidents have been using as a basis for safety activities in industries, so far [3, 4].

Accident analysis and forecasting models are one of the most important tools in the accident prevention. These tools have been explained and developed in various studies to understand the effective and contributing factors in the incidence of occupational accidents [5,6]. Therefore, the aim of present study was comprehensive causal analysis of traumatic occupational accidents occurring during a ten-year period (2005-2015) in 22 chemical industries using two data analysis approaches including feature selection and multiple linear regression analysis.

2.Material and Methods

This study was implemented as a retrospective descriptive-analytical study to analyze the factors contributing to the occurrence of occupational accidents in the chemical industries in 2015-2016. The statistical population was included all occupational accidents that occurred in the 22 chemical industries during the 10 years leading up to the study (2005-2015).

The statistical sample were included traumatic occupational accidents. Initial survey showed that 908 reported accidents were included to present study. It should be noted that only accidents were remained in the study which have all inclusion criteria. For example, accidents that had incomplete report, were excluded. Finally, 872 accidents were selected as the final sample for the study.

Based on the objectives, the study factors were classified as independent and dependent factors that met criteria such as different literatures review, past accidents analyze and logical relationships between factors in 7 independent factor groups (including individual, organizational, training, risk management, unsafe conditions, unsafe actions, and type of accidents factors) and a dependent factor including the Accident Severity Rate (ASR). Determination and analysis of pollution is very important factor for occupational accidents in air [7].

Data analysis were implemented based on feature selection using IBM SPSS Modeler 2.14 and multiple linear regression analysis using IBM SPSS V. 23.0. It should be noted that the significance level was less than 0.05 and the cut-off point for feature selection was considered 0.95 [8].

3.Results and Discussion

Based on 872 reported accidents, mean and standard deviation of accident severity rates were calculated 214.63±145.12. The mean and standard deviation of age and occupational experience of the injured workers were 38.05±5.85 and 9.34±6.32 years, respectively. 61.7% of accidents was related to contractors. Time limitation contributed to 36.5% of accidents, and 79.7% of accidents occurred for shift workers. Among the training factors, desirability of pre-employment training and personal protective equipment (PPE) training were 35.6% and 24.7%, respectively.

The results of risk management factor analysis showed that the low desirability was related to specific risk assessment factor and risk control (technical and engineering measures) (0.8% and 8.3%, respectively).

The frequency and percentage of unsafe conditions , unsafe acts and type of accident are presented in Table 1.

According to table 2, the findings of analytical modeling of occupational accidents in the 22 chemical industries showed that 22 factors remained in the final model and had significant relationship with accident severity Rate (ASR) ($p < 0.005$). It should be noted that the calculation of

Table 1. Descriptive findings of Accident factors

Unsafe condition factors	Frequency (%)
Working Inappropriate and dangerous	252 (% 29)
Insufficient protection systems	327 (% 37.6)
Inadequate safety protection	227 (% 26)
Structural defects	325 (% 37.3)
Working with electrical device	157 (% 44)
Materials and chemicals	388 (% 44.5)
Unsafe action factors	Frequency (%)
No use or improper use of PPE	283 (% 32.3)
Lack of knowledge of the dangers	340 (% 39)
All sorts of inappropriate gestures and jokes	196 (% 22.5)
Exposure to unsafe situations	303 (% 37.3)
Working without permit	65 (% 7.5)
Accident incidence Type Factor	Frequency (%)
Spraying chemicals	325 (% 37.3)
Contact with electrical objects	148 (% 17)
Accidents caused by the displacement of materials	105 (% 12)
Fire	397 (% 45.5)

According to table 2, the findings of analytical modeling of occupational accidents in the 22 chemical industries showed that 22 factors remained in the final model and had significant relationship with accident severity Rate (ASR) ($p < 0.005$). It should be noted that the calculation of R^2 coefficient showed that among the analyzed factors, organizational factor ($R^2=0.879$), unsafe conditions ($R^2=0.829$) and unsafe acts ($R^2=0.805$) have had the most correlation with ASR (Table 2).

Table 2. Results of regression modeling of Accident Severity Rate (n=872)

The remaining variable in the model	†p-value	$CI_{95\%}$	R^2
Age	0.012	(-3.12)-(-1.63)	0.677
Education	0.001	(-5.94)-(-3.46)	
Shift Work	0.001	(1.45)-(3.64)	
Time	0.002	(1.78)-(7.72)	0.879
Type of Employment	0.001	(4.13)-(11.34)	
Periodic education	0.039	(-58.29)-(-1.53)	
Post-accident training	0.002	(-18.21)-(-11.49)	
Training in the use of PPE	0.009	(-27.12)-(-3.93)	0.703
Quality of education	0.001	(-31.32)-(-8.82)	
HAZID	0.001	(-40.11)-(-13.96)	
General risk assessment	0.002	(-28.12)-(-6.56)	
Accident analysis	0.005	(-35.86)-(-6.56)	0.683
Engineering measures	0.009	(-29.26)-(-4.28)	
PPE	0.001	(-35.94)-(-8.61)	
Insufficient protection systems	0.001	(4.13)-(11.34)	
Inadequate safety protection	0.001	(1.44)-(3.64)	0.829
Materials and chemicals	0.012	(3.2)-(26.07)	
Not using or PPE	0.001	(2.28)-(8.83)	
Lack of knowledge and awareness of workplace hazards	0.001	(9.13)-(13.85)	0.805
unsafe situations	0.001	(6.04)-(11.86)	
Spraying chemicals	0.006	(4.75)-(28.29)	0.79
Fire	0.011	(4.12)-(31.73)	

R2 coefficient showed that among the analyzed factors, organizational factor ($R^2=0.879$), unsafe conditions ($R^2=0.829$) and unsafe acts ($R^2=0.805$) have had the most correlation with ASR (Table 2).

4.Conclusion

The findings showed that the severity of accidents is high in the chemical industry. In addition, the severity of accidents in the chemical industry follows a multivariate theory of accidents. combined application of two analytical method of feature selection and multiple linear regression which may provide a comprehensive analysis of accidents and other health, safety and environment challenges, can be as a main finding of the currently study.

5. References

1. Ghamari F, Mohammadfam I, Mohammadbeigi A, Ebrahimi H, Khodayari M. Determination of Effective Risk Factors in Incidence of Occupational Accidents in One of the Large Metal Industries, Arak (2005-2007). Iran Occupational Health Journal. 2013;9(4):89-96.
2. Mohammadfam I, Soltanzadeh A, Moghimbeigi A, Savareh BA. Analysis and modeling of threatening factors of workforce's health in large-scale workplaces: comparison of four-fitting methods to select optimum technique. Electronic physician. 2016;8(2):1918.
3. Soltanzadeh A, Mohammadfam I, Moghimbeygi A, Ghiasvand R. Exploring Causal Factors on

the Severity Rate of Occupational Accidents in Construction Worksites. International Journal of Civil Engineering. 2017.

4. Mohammadfam I, Soltanzadeh A, Moghimbeigi A, Akbarzadeh M. Modeling of individual and organizational factors affecting traumatic occupational injuries based on the structural equation modeling: a case study in large construction industries. Archives of trauma research. 2016;5(3).
5. Mohammadfam I, Soltanzadeh A, Moghimbeigi A, Akbarzadeh M. Confirmatory factor analysis of occupational injuries: presenting an analytical tool. Trauma monthly. 2017;22(2).
6. Soltanzadeh A, Mohammadfam I, Moghimbeigi A, Ghiasvand R. Key factors contributing to accident severity rate in construction industry in Iran: a regression modelling approach/Primjena regresijskog modela u analizi ključnih čimbenika koji pridonose težini nesreća u građevinskoj industriji u Iranu. Archives of Industrial Hygiene and Toxicology. 2016;67(1):47-53.
7. Abrahimi A, Salarifar A.Air pollution Analysis: Nickel paste on Multi-walled carbon nanotubes as novel adsorbent for the mercury removal from air. Analytical methods in Environmental chemistry Journal. 2019; 2(3):79-88.
8. Biesiada J, Duch W. Feature selection for high-dimensional data—a Pearson redundancy based filter. Computer recognition systems 2: Springer; 2007. p. 242-9.