Occupational Medicine Quarterly Journal
Vol. 9, No 2, Summer 2017
Pages: 71-82

فصلنامه علمی تخصصی طب کار
دوره ۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۶
صفحه: ۸۲-۷۱

اثربخشی مداخلات کنترل مهندسی و غیر مهندسی برسطوح ریسک مخاطرات و شاخص‌های ایمنی بهداشتی در یکی از صنایع سرامیک سازی

فرشته صالح[۱]، غلامحسین حلوانی[*۲]

چکیده

مقدمه: توسعه فناوری بویژه در صنایع مخاطره آمیز سبب شده است که فلسفه ایمنی از رویکرد پس از وقوع به رویکرد پیش از وقوع تغییر یابد. رویکرد جدید بر پایه شناسایی وکنترل ریشه ای حوادث وبیماری‌های شغلی پیش از وقوع آنهاست لذا این مطالعه با هدف بررسی ومقایسه اثربخشی مداخلات کنترلی مهندسی وغیر مهندسی بر روی سطوح ریسک و شاخص‌های ایمنی بهداشتی در یکی از صنایع سرامیک سازی انجام پذیرفت.

روش بررسی: روش بررسی این مطالعه از نوع پیش از مداخله و پس از مداخله است. پس از شناسایی وارزیابی اولیه خطرات توسط تیم کارشناسی و با استفاده از تکنیکFMEA ۶ بعدی، راهکارهای اصلاحی با اعمال سه روش کنترلی مهندسی، غیرمهندسی وتوام انجام و پس از گذشت ۵ ماه از اجرای مداخلات ،سیستم بار دیگر ارزیابی و RPN_2 بدست آمد و سطح شاخص‌های ریسک قبل وبعد از اجرای انواع کنترل ها بررسی گردید .

یافته ها: در مجموع ۱۶۳ریسک در صنعت مربوطه در ۸ واحد کاری شناسایی گردید. واحد تولید بدنه با میانگین عدد ریسک ۴۰۷ دارای بیشترین پتانسیل آسیب رسانی و واحد کوره با میانگین عدد ریسک ۲۶۱ دارای کمترین آسیب بود. بیشترین عدد اولویت ریسک (RPN =۵۷۰) مربوط به کار در ارتفاع و فعالیت روی پلت فرم اسپری بالمیل بود. بیشترین اثربخشی پس از مداخله در کاهش پارامتر احتمال P = ۰/۰۰۲ و اجرای مداخلات همزمان بدست آمد. بعداز اعمال مداخله سطح ریسک غیرقابل قبول با شماره ۳۴، به حد قابل قبول و متوسط رسید.

نتیجه گیری: نتایج مطالعه حاضر نشان داد بیشترین تاثیر کنترل‌های مهندسی بر روی کاهش شاخص احتمال وقوع، بیشترین تاثیر کنترل‌های غیر مهندسی بر بهبود کشف خطر، و بیشترین تاثیر کنترل‌های همزمان بر کاهش شدت خطر می‌باشند. اگردو موضوع هزینه و زمان برای مدیران کنترل ریسک مطرح نباشد، بکارگیری روش‌های کنترلی همزمان می‌تواند بهترین و اثر بخش ترین استراتژی مداخله باشد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی ریسک، اقدام اصلاحی، عدد ریسک، کنترل مهندسی و غیرمهندسی، صنایع سرامیک

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بهداشت حرفه ای ،دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
۲- عضو هیأت علمی گروه بهداشت حرفه ای ، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران
* (نویسنده مسؤل)؛ تلفن :۰۹۱۳۱۵۳۸۰۷۵، پست الکترونیکی: Halvani39@gmail.com
تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۶/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۸/۳

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]

مقدمه

توسعه فناوری‌های پیچیده و پراهمیت در صنایع مختلف به ویژه در صنایع مخاطره آمیز سبب شده است که فلسفه ایمنی از رویکرد پس از وقوع به رویکرد پیش از وقوع تغییر یابد. رویکرد جدید برنامه شناسایی و کنترل حوادث بیش از وقوع آنهاست(۱). بنابراین حوادث ناشی از کار یک زیان ملی به حساب آمده و پیشگیری از حوادث و بیماری‌های ناشی از کار از نظر اقتصادی و اجتماعی دارای اهمیت خاصی است(۲). صنایع سرامیک سازی یکی از صنایع بومی در کشور تلقی شده و ارزیابی ریسک یک روش منطقی برای بررسی خطرات می‌باشد که به شناسایی خطرات و پیامدهای بالقوه آنها بر روی افراد،مواد،تجهیزات و محیط می‌پردازد(۳). در حقیقت به کمک اجرای روش‌های ارزیابی ریسک می‌توان داده‌های ارزشمندی بدست آورد که برای تصمیم‌گیری در زمینه کاهش ریسک خطرات به سطحی قابل قبول، برنامه‌ریزی برای شرایط خطرناک و اضطراری،خط و مشی‌های بازرسی و نگهداری در تاسیسات صنعتی و موارد دیگر مفید واقع گردد(۴). روش تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن را می‌توان یک روش ساختار یافته جهت یافتن و شناخت حالات خطای یک سیستم، شی یا فعالیت و محاسبه اثرات ناشی از آن خطا بر روی مراحل بالاتر و همچنین ارائه اقدامات ایمنی جهت کنترل خطرات بالقوه سیستم توصیف کرد(۵).

یک تیم بررسی کننده مجرب با استفاده از روش‌های ارزیابی ریسک و با بکارگیری روش ها و اقدامات مقتضی و مناسب می‌تواند از پیامدهای بالقوه جلوگیری و یا تبعات آنها را کاهش دهد(۶). آمیوت و کلتز در نتایج تحقیقات خود اظهار داشتند که اقدامات یا کنترل‌های ایمنی قادر است حوادث را کاهش داده یا نتایج و آثار آن را تقلیل دهد(۷,۸).

بر اساس تقسیم بندی هادون استراتژی مداخله برای کنترل آسیب‌ها و حوادث شغلی بر اساس اصولی پایه ریزی شده اند که شامل ایزولاسیون منبع انتشار انرژی، جداسازی منبع انتشار انرژی بر اساس زمان و فضای کاری، جدا سازی کاربر از منبع انرژی (ایزولاسیون کاربر)، ارائه دستورالعمل‌های کاری و آموزش می‌باشد. استراتژی‌های بیان شده به این موضوع اشاره دارد که مداخلات مهندسی در اولویت اول و ارائه دستورالعمل‌ها و آموزش در اولویت آخر قرار دارند(۹). بطور کلی برخی مهندسین مداخلات مهندسی را اتخاذ یک رویکرد بنام «طراحی برای ایمنی» و یا «ادغام ایمنی در طراحی» می‌نامند (۱۰).

همواره موانع و محدودیت‌های زیادی پیش روی مداخلات مهندسی وجود داشته که در صورت وجود این موانع مداخلات غیرمهندسی نظیر اقدامات و کنترل‌های اداری می‌تواند در کاهش سطح ریسک خطرات کمک کننده باشد. آژانس ایمنی و بهداشت کار اروپا در سال ۲۰۱۰ مواردی از قبیل کمبود منابع مالی و انسانی،کمبود آموزش، موانع فرهنگی و عدم تخصص را موانعی بر سر راه مداخلات مهندسی اظهار می‌نماید (۱۱).

تاکنون مطالعات متعددی در خصوص شناسایی و ارزیابی ریسک با استفاده از تکنیک‌های مختلف نظیر ETBA، what if، FTA، FMEA و.... صورت گرفته و تقریبا در تمامی این مطالعات عدد RPN یا RAC قبل و بعد از ارائه یکدسته اقدام اصلاحی تعیین گردیده است. Ying fan در پژوهشی که با هدف افزایش قابلیت اطمینان سیستم انجام داد بیان داشت که RPN سنتی نمی تواند به وضوح توالی درستی از اولویت خطر ارائه دهد به همین علت دو فاکتور هزینه و زمان را در محاسبه RPN دخالت دادند. میر غفوری و همکاران نیز در یک صنعت کاشی به منظور کاهش خطا وانتخاب روشی مناسب برای رتبه بندی RPN نسبت بهRPN سنتی و تعیین کارایی ارزیابی حالات خطا از تلفیق تکنیک ارزیابی ریسک و یک مدل ریاضی استفاده نمودند. خوش اخلاق و همکاران نیز از تکنیک FMEA چهار بعدی جهت محاسبه RPN استفاده نمود و پارامتر قابلیت پیشگیری و کنترل خطر را به پارامترهای رایج اضافه نمود. درراستای تحقیق Ying fan، میرغفوری و خوش اخلاق به منظور افزایش دقت و حساسیت عدد ریسک و به جهت این که رتبه بندی خطر به شرایط و محیط واقعی کارخانه نزدیکتر باشد، دو پارامتر میزان مواجهه و الزامات

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]

قانونی افزوده شد و با نظر خبرگان و متخصصان تیم، ارزیابی با تکنیک FMEA بصورت شش بعدی صورت پذیرفت. از طرفی جستجوی علمی در پایگاه‌های معتبر اسناد علمی نشان داد کنترل‌های مهندسی بکار رفته در بیشتر پژوهشها جهت بهبود وضع ایمنی محیط کار و پیشگیری از حوادث یا در خصوص مهندسی انسانی صورت گرفته است اما تحقیق حاضر بررسی جامع تری داشته و تلاش نموده همه فاکتورهای دخیل در بروز آسیب‌های شغلی را به صورت یکجا شناسایی و کنترل نماید و سطح خطرات را تا حد امکان کاهش دهد.

لذا با توجه به اهمیت شناسایی و ارزیابی خطرات در جهت بهبود شرایط کاری و همچنین کاهش سطح ریسک در خطرات احتمالی شناسایی شده و همچنین با توجه به سوابق تحقیقاتی که در صنایع کاشی و سرامیک صورت گرفته نتایج نشان می‌دهد که تاکنون در خصوص تاثیر اقدامات کنترلی(مهندسی و غیرمهندسی) بر روی هریک از شاخص‌های ارزیابی ریسک (احتمال، شدت، کشف و تماس با خطر) اقدامی صورت نگرفته است لذا این مطالعه با هدف اجرای انواع اقدامات کنترلی و بررسی میزان تاثیر هر یک از انواع اقدامات بر روی تک تک شاخص‌های ریسک خطرات در یکی از صنایع سرامیک انجام پذیرفت.

روش بررسی

پژوهش حاضر از نوع مداخله ای قبل وبعد و از نظر ماهیت داده از نوع کمی- کیفی است و مطابق با اهداف از پیش تعیین شده سال ۱۳۹۳ در یک کارخانه کاشی در استان یزد، طی شش مرحله انجام گردید.کارخانه مورد نظر به واحدهای کاری مختلف تفکیک و هر واحد به کل فعالیت‌های مخاطره‌آمیز شکسته شد ونمونه‌ها از پروژه‌ها یا فعالیت‌هایی انتخاب شدند که ریسک‌های غیر قابل قبول (RPN≥300) و ریسک‌های متوسط (150<RPN<300) داشتند.

مرحله اول: شناخت کامل صنعت مربوطه :مرحله اول: شناخت کامل صنعت مربوطه: در این مرحله تمام اطلاعات مربوطه به ارزیابی ریسک جمع‌آوری گردید. همچنین بررسی روش‌های کنترلی موجود در صنعت مربوطه و چند صنعت مشابه دیگر جهت مطالعه کنترل‌های بکار رفته و دریافت اطلاعات در خصوص مطلوب بودن کنترل‌های بکار رفته انجام شد.

مرحله دوم: شناسایی خطرات با استفاده از تکنیک FMEA ۶ بعدی: روش شناسایی ریسک‌ها و فاکتورهای مرتبط بر اساس نظر خبرگان و متخصصان در این زمینه انجام شد. با توجه به این موضوع تعداد ۶ نفر از خبرگان و مدیران پروژه‌های شرکت که دانش کافی درباره پروسه تولید کاشی و ریسک‌های آن‌ها داشتند شامل:مدیر کارخانه، مدیر تولید، کارشناس بهداشت حرفه ای، مسئول HSE، کارشناس صنایع کارخانه و مسئول تعمیر و نگهداری به عنوان اعضای اصلی تیم جهت گردآوری فعالیت‌های پرمخاطره و داده‌های مورد نظر انتخاب شدند. لازم به ذکر است که از مشاوره و نظر خواهی مداوم اساتید دانشگاهی و همچنین همکاری سرپرستان واحدها در تمام طول تحقیق استفاده گردید.

ابتدا به منظور تسهیل در ارزیابی‌های مربوطه، پروژه مورد نظر به ۸ فرآیند کاری شکسته شد و بعد با استفاده از تکنیک FMEA شش بعدی با استفاده از روش‌های معمول درجه ریسک هر نقص به کمک عدد اولویت ریسک(Risk Priority Number) تعیین شد. عدد RPN به طریق زیر محاسبه می‌شود:

عدد ریسک (RPN)= احتمال (O)× شدت(S) ×شناسایی(D) ×تماس(E)× قوانین(L) ×پیشگیری(P)

$$RPN= O \times S \times D \times E \times L \times P$$

روش امتیازدهی RPN بر این اساس است که اعداد با اولویت ریسک بالاتر جهت آنالیز و تخصیص منابع با هدف بهبود مقدم می‌باشد و تیم بایستی روی خطاهایی کار کند که RPN های بالاتری دارند.

با توجه به بررسی‌هایی که انجام شد نظیر مطالعات کوماران(۲۰۱۰)، میرغفوری(۲۰۱۴)، زراوشانی(۲۰۱۰) انتخاب جدول رتبه‌بندی هر یک از شاخص‌های خطر O ، S ، D، E ، L، P کاملاً تجربی و بسته به شرایط هر سیستم متفاوت است، لذا انتخاب جدول‌رتبه‌بندی پارامترهای خطر در این مطالعه بر اساس نظر خبرگان و متخصصان صورت پذیرفت.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]

مرحله سوم: امتیاز دهی شاخص‌های ریسک: تهیه و توزیع پرسشنامه به منظور امتیاز دهی به شاخص‌های شدت، میزان وقوع، احتمال کشف، میزان تماس با خطر، قابلیت پیشگیری خطر و قوانین و مقررات و نیز محاسبه میانگین نظرات به عنوان امتیاز کسب شده برای آن شاخص می‌باشد.

مرحله چهارم: تعیین سطوح ریسک: به‌منظور ارزیابی و اولویت بندی اقدامات اصلاحی لازم است سطوح ریسک ها مشخص شود لذا بر مبنای عدد RPN ریسک ها در سه سطح High Risk (بالا)- Middle Risk(متوسط) Low Risk(کم) دسته بندی شدند(۱۲). سطوح ریسک در جدول ۱ ارائه شده است. مقدار این شاخص بر اساس قوانین و مقررات هر سازمان و میزان توانایی آن در هزینه‌های مورد نیاز پروژه تعیین خواهد شد.

مرحله پنجم: ارائه و اجرای اقدامات اصلاحی: بعد از محاسبه عدد اولویت ریسک (RPN_1) و اولویت بندی فاکتورهای ریسک، پنل‌های تخصصی با حضور اعضای تیم، مهندسین بهداشت و ایمنی صنعتی، مهندس عمران مجموعه، متخصصان ایمنی و افرادی که دارای دانش فرآیندی از صنعت مربوطه بودند و مشاوره با اساتید دانشگاه صورت گرفت. برای مخاطراتی که عدد RPN آنها بالا بود، کنترل‌های مهندسی، توام (هر دو کنترل مهندسی و غیر مهندسی) و کنترل‌های غیرمهندسی (برای سطوح ریسک بالا و متوسط) ارائه و با همکاری و همت اعضای مذکور و مدیریت مجموعه اجرا گردید. اقدامات کنترلی مورد نظر با تأکید بر قانون ALARA:As Low As Reasonably Practicable، با توجه به توانایی‌های فنی و اقتصادی صنعت مورد نظر و نیز با هدف کاهش سطح خطر و تمرکز بر کاهش احتمال، شدت، وقوع و میزان تماس با خطر و بهبود شناسایی خطرات ارائه گردید(۱۴،۱۳).

جدول۱: اولویت بندی سطوح ریسک

RPN	سطح	شرح اقدام کنترلی مورد نیاز
RPN ≥300	High Risk	اصلاحات فوری نیاز است، خطر باید سریعاً کاهش یابد.
150< RPN <300	Middle Risk	توجهات لازم در اسرع وقت بایستی صورت گیرد.
RPN<150	Low Risk	خطر تحت نظارت و کنترل باشد.

مرحله ششم: محاسبه RPN_2 و آنالیز آماری: انجام مداخلات حدود ۷ ماه بطول انجامید و پس از گذشت ۵ ماه از انجام مداخلات مجدداً سیستم مورد ارزیابی قرار گرفت و RPN_2 نیز محاسبه شد. (قابل ذکر است که $RPN_{1,2}$ هر دو از حاصل ضرب ۶ فاکتور بدست آمد اما عدد دو فاکتور قوانین و قابلیت پیشگیری از خطر، قبل و بعد یکسان بودند و با توجه به نظر خبرگان به دلیل نزدیک تر شدن عدد اولویت ریسک به حالت واقعی استفاده شدند. لذا بررسی نتایج پژوهش بر روی شاخص‌های E , D, O, S وRPN صورت گرفت. پس از ورود اطلاعات در نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ به دلیل مرتبه ای بودن داده ها از آزمون نا پارامتریک استفاده شد و نتایج بصورت آمار توصیفی از قبیل میانگین و انحراف معیار و همچنین آزمون آماری ویلکوکسون و Fisher's least significant difference (LSD) برای آنالیز داده ها استفاده شد سطح معنی داری در این مطالعه ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

با استفاده از روش بکار رفته در خصوص شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک در این مطالعه در مجموع ۱۶۳ریسک در صنعت مربوطه در ۸ واحد کاری شناسایی گردید. در جدول۲ نمونه ای از کار برگ FMEA قبل و بعد از اعمال مداخلات ارائه شده است. فراوانی هر یک از طبقه بندی ریسک ها به تفکیک واحد کاری در جدول ۳ نیز ارائه گردیده است.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]

جدول۲: نمونه تکمیل شده کاربرگ FMEA

فرم شناسایی ارزیابی خطر														محل ارزیابی:واحد پرس			
ردیف	فعالیت کاری	خطر	علت ایجاد	اثرات	S_1	O_1	D_1	L_1	E_1	P_1	RPN$_1$	سطح خطر	اقدامات کنترلی	تجزیه و تحلیل	RPN$_2$
۱	رفت و آمد در واحد	تصادف	بی احتیاطی	صدمات جسمی	۳	۱	۱	۱	۱	۲	۶	کم	_____	_____	۶
۲	کنترل دریچه‌های سیلوی خاک	افتادن دریچه روی دست	نقص فنی	صدمات جسمی	۳	۳	۱	۱	۲	۱	۱۸	کم	_____	_____	۱۸
۳	فعالیت در واحد پرس	انتشار گرد و غبار	مجاورت با واحد تهیه بدنه	بیماری ریوی	۴	۲	۳	۳	۵	۱	۳۶۰	زیاد	پارتیشن بندی و جداسازی واحد پرس از واحد تهیه بدنه	$2S_2$ $1O_2$ $3D_2$ $3L_2$ $5E_2$ $1P_2$	۹۰
۴	گریس کاری نوار نقاله انتقال خاک به پرس	سقوط	بی احتیاطی	صدمات جسمی	۶	۳	۱	۲	۴	۱	۱۴۴	کم	_____	_____	۱۸
۵	فعالیت در واحد پرس	سروصدا	دستگاه‌های مولد صدا	کاهش شنوایی	۲	۴	۳	۳	۵	۱	۳۶۰	زیاد		$1S_2$ $3O_2$ $2D_2$ $3L_2$ $5E_2$ $1P_2$	۹۰
۶	نظافت درایر	سوختگی دست	بی احتیاطی	صدمات جسمی	۳	۱	۱	۲	۵	۱	۳۰	کم	_____	_____	۱۴۴
۷	کار با کاشی برگردان	برخورد با بدن	نبود حفاظ	صدمات جسمی	۳	۱	۱	۱	۱	۲	۳۲۰	زیاد	نصب حفاظ ارائه آموزش‌های ایمنی	$4S_2$ $2O_2$ $2D_2$ $2L_2$ $5E_2$ $1P_2$	۹۰
۸	نظافت پانچها	برخورد	نبود حفاظ	صدمات جسمی	۳	۱	۱	۱	۱	۲	۴۸	کم	_____	_____	۳۰
۹	برداشتن بیسکویت‌های شکسته خروجی درایر	گیرافتادن دست	عدم آموزش کافی	صدمات جسمی	۳	۱	۱	۱	۱	۲	۴۸۰	زیاد	ارائه آموزش‌های ایمنی و نصب تابلو هشدار PPE	$4S_2$ $2O_2$ $1D_2$ $2L_2$ $5E_2$ $2P_2$	۱۶۰
۱۰	تنظیم کارول	برخورد با بدن	نبود حفاظ	صدمات جسمی	۳	۱	۱	۱	۱	۲	۷۲	کم	_____	_____	۴۸
۱۱	نصب قالب مارک	افتادن قالب سنگین روی دست و پا	حمل دستی قالب	صدمات جسمی	۳	۱	۱	۱	۱	۲	۳۰۰	زیاد	وسایل حمل مناسب، آموزش نحوه حمل و نقل و جا انداختن	$2S_2$ $2O_2$ $2D_2$ $2L_2$ $3E_2$ $2P_2$	۱۶۰
۱۲	فعالیت در واحد پرس	کمبود نور	کمبود پنجره و منابع روشنایی	آسیب چشمی	۳	۱	۱	۱	۱	۲	۳۶۰	زیاد	ایجاد پنجره‌های جانبی اضافی	$1S_2$ $2O_2$ $3D_2$ $3L_2$ $5E_2$ $1P_2$	۹۶
۱۳	رفت و آمد از پلت فرم پرس به درایر	سقوط	نبود حفاظ و بی احتیاطی	صدمات جسمی	۳	۱	۱	۱	۱	۲	۱۸۰	متوسط	_____	_____	۱۸۰

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]

جدول۳: فراوانی سطوح ریسک به تفکیک واحد کاری

نام واحد کاری سطوح ریسک	تهیه بدنه	پرس	کوره	خط لعاب	لعاب سازی	فنی	بسته بندی	انبار	مجموع ریسک‌ها
ریسک بالا (High)	۸	۶	۲	۶	۲	۶	۳	۱	۳۴
ریسک متوسط (Middle)	۸	۱	۳	۴	۳	۱۷	۳	۶	۴۵
ریسک کم (Low)	۱۴	۱۰	۸	۴	۱۰	۱۸	۱۳	۷	۸۴
مجموع ریسک واحدها	۳۰	۱۷	۱۳	۱۴	۱۵	۴۱	۱۹	۱۴	۱۶۳

در مجموع ۴۵ اقدام مداخله ای در این مطالعه اجرا گردید که هر کدام از انواع کنترل‌های ذکر شده سهم یکسانی در تعداد کل مداخلات داشتند. جداول۴-۸ تغییرات میانگین هر یک از شاخص‌های E,D,O,S و RPN قبل و بعد از مداخله با استفاده از آزمون ویلکوکسون که بسته به نوع اقدام کنترلی صورت گرفته نشان می‌دهند. از جدول۴ می‌توان دریافت کنترل‌های مهندسی نسبت سایر کنترل‌های مورد مطالعه در کاهش احتمال وقوع موثرترند.

جدول۴: مقایسه میانگین شاخص احتمال وقوع خطر قبل و بعد از انجام مداخلات مهندسی،غیرمهندسی و توام

احتمال وقوع(O)	قبل از اقدام مداخله	بعد از اقدام مداخله	P-value
میانگین احتمال وقوع در کنترلهای مهندسی	۲/۷	۲	۲/۰۰۲
میانگین احتمال وقوع در کنترلهای غیرمهندسی درسطوح باریسک بالا	۳/۲	۲/۲	۰/۰۲
میانگین احتمال وقوع در کنترلهای مهندسی درسطوح با ریسک متوسط	۲/۶	۲/۱	۰/۰۲
میانگین احتمال وقوع در کنترلهای توام	۳/۰۷	۲/۰۷	۰/۰۰۲

جدول۵: مقایسه میانگین شاخص شدت خطر قبل و بعد از انجام مداخلات مهندسی، غیرمهندسی و توام

شدت خطر(S)	قبل از اقدام مداخله	بعد از اقدام مداخله	P-value
میانگین شدت وقوع در کنترلهای مهندسی	۴/۴۲	۳/۳	۰/۰۲
میانگین شدت وقوع در کنترلهای غیرمهندسی درسطوح باریسک بالا	۳/۶	۳/۴	۰/۳
میانگین شدت وقوع در کنترلهای مهندسی درسطوح با ریسک متوسط	۳/۱	۲/۲	۰/۰۵
میانگین شدت وقوع در کنترلهای توام	۴/۲	۳/۲	۰/۰۱

بر اساس جدول۵ کنترل‌های غیرمهندسی نتواستند بطور معناداری شدت خطر را کاهش دهند. جهت کاهش پارامتر شدت نا مناسب‌ترین کنترل انتخابی، غیر مهندسی و بهترین کنترل انتخابی توام میباشد. کنترل‌های توام نسبت به سایر کنترل‌های مورد مطالعه در کاهش شدت وقوع موثرترند. براساس جدول۷ کنترل‌های مهندسی نسبت سایر کنترل‌های مورد مطالعه در بهبود شناسایی خطر تاثیر کمتری دارند، طبق یافته ها بهترین کنترل انتخابی توام وبه صرفه‌ترین کنترل انتخابی غیرمهندسی می‌باشد.

جدول۶: مقایسه میانگین شاخص تماس با خطر قبل و بعد از انجام مداخلات مهندسی،غیرمهندسی و توام

تماس با خطر(E)	قبل از اقدام مداخله	بعد از اقدام مداخله	P-value
میانگین احتمال تماس با خطردر کنترلهای مهندسی	۴/۵	۴	۰/۰۳
میانگین احتمال تماس با خطر در کنترلهای غیرمهندسی درسطوح باریسک بالا	۴/۴	۴/۲	۰/۳
میانگین احتمال تماس با خطر در کنترلهای مهندسی درسطوح با ریسک متوسط	۴	۳/۸	۰/۱۵
میانگین احتمال تماس با خطردر کنترلهای توام	۴/۲	۴	۰/۰۸

جدول۷: مقایسه میانگین شاخص کشف خطر قبل و بعد از انجام مداخلات مهندسی،غیرمهندسی و توام

کشف خطر(D)	قبل از اقدام مداخله	بعد از اقدام مداخله	P-value
میانگین شناسایی خطردر کنترلهای مهندسی	۲/۲	۲/۰۷	۰/۰۸
میانگین شناسایی خطر در کنترلهای غیرمهندسی درسطوح باریسک بالا	۲/۲	۱/۶	۰/۰۸
میانگین شناسایی خطر در کنترلهای مهندسی درسطوح با ریسک متوسط	۲/۳	۱/۹	۰/۰۲
میانگین شناسایی خطردر کنترلهای توام	۲/۲	۱/۵	۰/۰۰۳

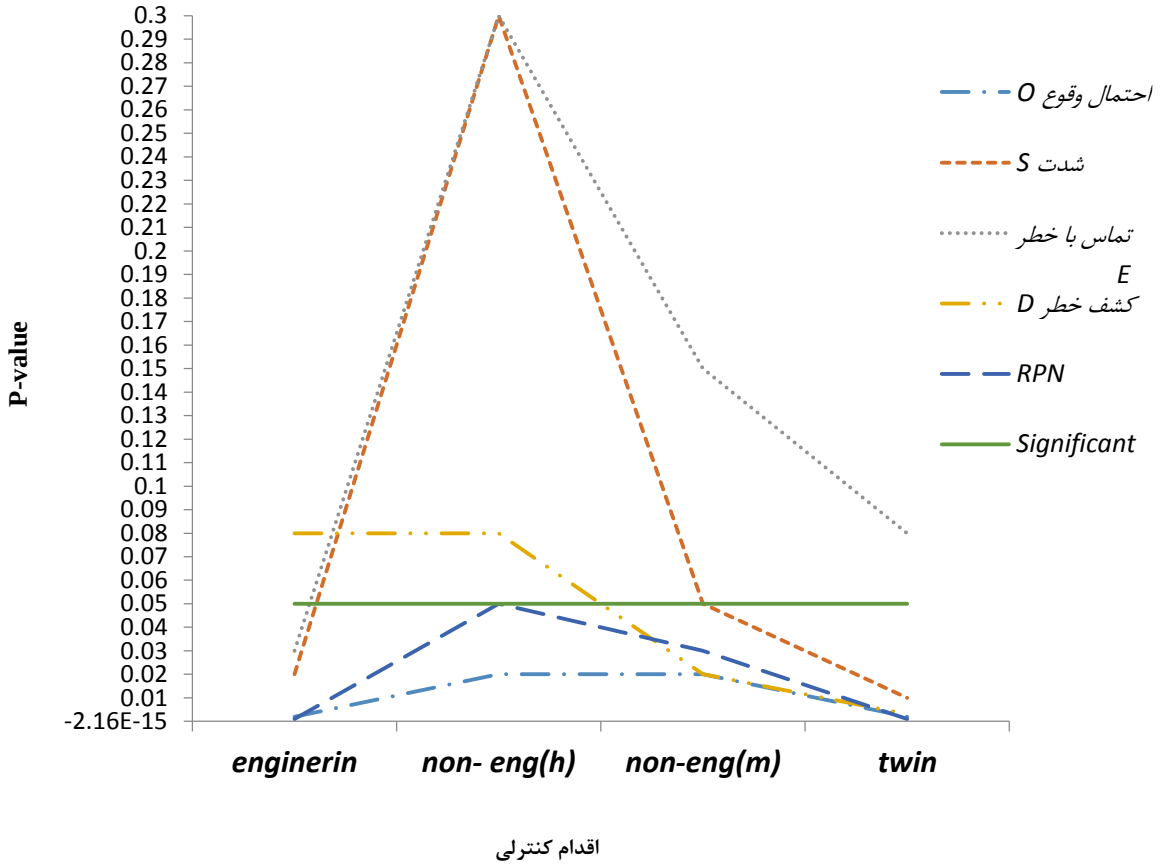
[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]

جدول۸: مقایسه میانگین سطح اولویت ریسک قبل و بعد از انجام مداخلات مهندسی،غیرمهندسی و توام

RPN	قبل از اقدام مداخله	بعد ار اقدام مداخله	سطح ریسک اولیه	سطح ریسک ثانویه	میزان اثربخشی	P-value
میانگین RPN درکنترلهای مهندسی	۴۰۹	۱۳۷	غیرقابل قبول	قابل قبول	۶۸٪	۰/۰۰۱
میانگین RPN درکنترلهای غیرمهندسی درسطوح با ریسک بالا	۳۹۵	۱۶۱	غیرقابل قبول	متوسط	۶۰٪	۰/۰۵
میانگین RPN درکنترلهای غیرمهندسی درسطوح با ریسک متوسط	۲۱۷	۹۵	متوسط	قابل قبول	۶۰٪	۰/۰۴
میانگین RPN درکنترلهای توام	۳۵۱	۱۰۶	غیرقابل قبول	قابل قبول	۷۰٪	۰/۰۰۱

بیشترین عدد اولویت ریسک (RPN =۵۷۰) مربوط به فعالیت روی پلت فرم بالمیل و خطر سقوط از ارتفاع به علت نبود مانع و حفاظ و گرد و غبار بیش از حد مجاز به‌علت نبود ساکشن‌های گرد و غبار به تعداد کافی، بود و بعد از آن کپسول‌های هوا و اکسیژن و نیز تجمع مواد قابل اشتعال و انفجار بصورت نا ایمن در انبار قطعات و فعالیت در پست برق با خطر بالقوه برق گرفتگی به علت عدم تعیین حریم مجاز و تجهیزات ایمنی برق بترتیب مرتبه دوم وسوم عدد نهایی ریسک (RPN=۴۸۰) و (RPN=۴۳۲) را به خود اختصاص دادند.

همچنین اثربخشی انواع اقدامات کنترلی بر هریک از شاخص‌های ریسک (احتمال، شدت، کشف، تماس) در نمودار یک آورده شده است بر اساس نمودار RPN پس از اعمال همه انواع کنترل ها بطور معنی داری کاهش یافتند (زیر خط معنی داری) و کنترل‌های مهندسی توانستند احتمال، شدت و تماس با خطر را بطور معنی‌داری کاهش دهند اما در بهبود کشف خطر ناتوان بودند که در نمودار، کنترل‌های غیر مهندسی به خوبی در بهبود کشف خطر موثر بودند وزیر سطح معنی داری قرار گرفتند.



نمودار۱: نتایج نهایی اثربخشی هریک از انواع اقدامات کنترلی را بر شاخص‌های ریسک

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه پروسه ساخت کاشی و سرامیک پروسه ای پیچیده می‌باشد و فرآیندهای شیمیایی، مکانیکی و ترمودینامیکی در زنجیره تولید وجود دارند(۱۶,۱۵). بنابراین وجود هرگونه نقص بطور مستقیم یا غیرمستقیم می‌تواند باعث بالفعل شدن خطرات نهفته گردد که انجام چنین مطالعاتی در خصوص ارزیابی و کنترل صحیح ریسک را از اهمیت بالایی برخوردار می‌کند. نتایج پژوهش حاصل نشان داد که پس از ارزیابی ریسک و اجرای سه روش کنترلی شامل مهندسی، غیرمهندسی و هر دو نوع کنترل با هم(توام) اختلاف معناداری در میانگین احتمال وقوع قبل و بعد در تمام انواع کنترل ها مشاهده شد. البته بیشترین معناداری در کنترل مهندسی و توام دیده شده است. و سطح معنی داری هر دو با هم برابر شد(جدول۴). بنابراین می‌توان نتیجه گیری کرد که در خصوص احتمال وقوع خطرات، عملا زمانی که مداخلات مهندسی اعمال شدند تاثیر اقدامات غیر مهندسی ناچیز بوده است. از طرفی هرجا که کمیت و کیفیت کنترل‌های مهندسی بالاتر بودند کاهش شاخص احتمال وقوع بیشتر و سطح معنی داری چشمگیرتری وجود داشت پس می‌توان گفت کنترل‌های مهندسی بیشتر روی شاخص احتمال وقوع خطر تاثیر گذارند. مطالعه آقای zhi yuan و همکارانش نشان داد که احتمال وقوع خطر با کنترل‌های فنی و مهندسی نظیر حفاظ ها و موانع، طراحی و چیدمان مناسب،فواصل ایمن تجهیزات و حریم‌های ایمن می‌تواند بطور موثری کاهش یابد و کنترل‌های غیرمهندسی را به عنوان اقدامات ایمنی اضافی « additional safty measure» پیشنهاد کردند و این اقدامات را ابزار کمکی در پیشگیری از حوادث اعلام کردند که با نتایج این مطالعه سازگار می‌باشد(۱۷). کنگاوری و همکاران با مطالعه‌ای که در صنعت پتروشیمی در خصوص ارزیابی ریسک انجام دادند، اظهار داشتند بیشترین عدد RPN مربوط به کار در ارتفاع می‌باشد، که این نتیجه در مطالعه حاضر نیز حاصل شد. از سوی دیگر بیشترین تاثیر مداخلات در کاهش شدت خطر به دست آمده است در حالی که در این مطالعه بیشترین تاثیر مداخلات در کاهش احتمال خطر می‌باشد، همچنین اقدامات مداخله‌ای در مطالعه کنگاوری فقط در یک فرایند کاری (جوشکاری) انجام شده است در حالی که در مطالعه حاضر ارزیابی و اصلاحات در همه فرایندهای کاری صورت پذیرفت(۱۸). اما در خصوص احتمال کشف خطر(Detection) اقدامات غیرمهندسی نه تنها بی تاثیر نبود بلکه معنی‌داری فقط در کنترل‌های غیر مهندسی و توام دیده شد. بنابراین نتایج نشان داد که اقدامات غیرمهندسی توانمندی در شناسایی خطر را افزایش میدهند در حالی که کنترل‌های مهندسی به تنهایی این توانایی را نداشتند(جدول۷). بنابراین چنانچه در بین شاخص‌های ریسک ،شاخص احتمال کشف خطر (D) بالا باشد اعمال کنترل‌های غیرمهندسی مناسب است و در صورتی که با مداخلات مهندسی همراه شوند اثربخشی بالایی در کاهش سطح خطر دارند . این در حالی است که این نوع کنترل ها نظیر آموزش برای کاهش احتمال و شدت خطر در اولویت آخر قرار دارند(جداول ۵-۶). در مطالعه حلوانی و همکاران آموزش به عنوان یک اقدام کنترلی در آخرین اولویت قرار داشت(۱۹). Rodrigerz و همکاران با مطالعه ای که در اسپانیا بین دو گروه کارگر انجام دادند ارتباط معنا داری را میان آموزش و توانایی درک خطر، در گروه آموزش دیده مشاهده نمودند و از طرفی اشاره داشتند که اقدامات غیرمهندسی نظیر آموزش فقط یک اقدام پیشگیرانه است(۲۰). همچنین مطالعه verbeek و همکاران (اثربخشی مداخلات در میزان ریسک ناشی از صدا) نشان داد که اقدامات غیرمهندسی هر چند که در کاهش سطح خطرات بی تاثیر نیستند اما بعد از اعمال این دسته از کنترل‌ها اختلاف معناداری در کاهش خطر دیده نشد(۲۱)، که نتایج این مطالعات با پژوهش حاضر همخوانی دارد. در مطالعه piyushkumar و همکاران در هندوستان بر روی افزایش قابلیت اطمینان سیستم در بخشی از یک صنعت ریخته‌گری با تکنیک FMEA، بحث آموزش را به عنوان یک اقدام غیرمهندسی یکی از مهمترین سطوح ایمنی جهت کاهش خطر و افزایش قابلیت اطمینان دانستند(۲۲) که با نتایج مطالعه حاضر متفاوت است.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]

علت این تفاوت بیشتر به خاطر تفاوت در روش‌های کنترلی به کار رفته وتنها استفاده از کنترل‌های سازمانی در کاهش ریسک می‌باشد. از طرفی ایشان در مطالعه خود بیان داشتند که با به حداقل رساندن شدت شکست، احتمال وقوع شکست و بهبود شناسایی خطر می‌توان قابلیت اطمینان سیستم و سطح شکست را کاهش داد ما نیز در مطالعه حاضر علاوه بر سه شاخص مذکور به تأثیر کاهش تماس افراد با خطر برای کاهش سطح ریسک هم اشاره نمودیم. آنالیز آماری نتایج نشان داد که در میزان تماس با خطر قبل و بعد از اعمال کنترل‌ها فقط کنترل‌های مهندسی توانستند بصورت معنی داری تماس با خطر را کاهش دهند (جدول ۶) و این امر حاکی از توانایی کنترل‌های مهندسی در جداسازی منبع خطر از فرد و برعکس می‌باشد. در واقع اقدامات مهندسی به لحاظ هزینه و اثر بخشی ایمنی نسبت به کنترل‌های مدیریتی و تجهیزات حفاظت فردی از کارایی بسیار بالاتری برخوردارند(۴). همچنین از نتایج اعمال کنترل‌های گوناگون در هر یک از واحدهای کاری معلوم شد که در ایستگاه کاری که کنترل‌های توام(مهندسی و غیر مهندسی) بیشتر اعمال شده است، کاهش شدت خطر(S) چشمگیرتر بوده است.

بیشترین شدت وقوع خطرات در واحد فنی و مکانیک و در پست برق دیده شد که برابر ۶/۲ می‌باشد. که علت این موضوع بخاطر پیامد شدید خطرات احتمالی می‌باشد که در این واحدها وجود دارد نظیر خطر مرگ ناشی از برق گرفتگی و همچنین سقوط از ارتفاع پرسنل فنی است که در واحدهای مکانیک و فنی شیوع بالاتری دارد. در تحقیقی که توسط اسدی در یکی از شرکت‌های پالایش نفت انجام شد خطر سقوط از ارتفاع با فراوانی نسبی(۱۲٪) یکی از اصلی ترین علل بروز حوادث شناخته شد(۲۳). همچنین یافته‌های دیگر این مطالعه نشان داد که اختلاف معنا داری بین RPN_1 و RPN_2 وجود دارد (جدول۸) که با نتایج پژوهش کنگاوری (کاربرد FMEAجهت ارزیابی ریسک در صنعت پتروشیمی) (۱۸) قاسمی (مقایسه سطح ریسک بعد از اقدام اصلاحی در کارگران اتاق کنترل صنعت پتروشیمی)(۲۴) و مطالعه حلوانی(ارزیابی خطرات پالایشگاه شیراز با استفاده از تکنیک FMEA) (۲۵) و مطالعات Liao و Ho (۲۶) و Liu و Tsai (۲۷) سازگاری داشت. جهت توجیه می‌توان چنین بیان کرد که انجام ارزیابی ریسک و متعاقب آن اقدام اصلاحی، راهکاری برای کاهش RPN می‌باشد. در نتیجه می‌توان گفت که ارزیابی ریسک یک ابزار مناسب جهت شناسایی و کنترل خطرات است(۲۸). همچنین کاهش معنی‌دار نمره RPN_2 بهRPN_1 بترتیب در مداخلات توام و مهندسی (P=۰/۰۰۱)، غیر مهندسی برای سطوح با ریسک متوسط (P=۰/۰۴) و غیرمهندسی برای سطوح با ریسک بالا (P=۰/۰۵) (جدول ۸) بیانگر مؤثر بودن اقدامات اصلاحی می‌باشد و این معنی داری در کنترل‌های توام و مهندسی بارزتر است.که در این مورد با مطالعه آقایZhiyuan (17) و Vinod kumar (۲۹) و مطالعه Finder, Kochanowski (۳۰) مقایسه گردید که سازگاری داشت. از نقاط قوت این مطالعه می‌توان به جدید بودن نحوه محاسبه RPN، استفاده از روشهای کنترلی مختلف بصورت ترکیبی و بررسی تأثیر این روش ها بر تک تک شاخص‌های ریسک و نیز شناسایی و کنترل همه ریسک فاکتورهای ایمنی بهداشتی (کنترل صوت، گرد و غبار و غیره) اشاره کرد. در تحقیق حاضر به جهت این که بتوانیم دقت و حساسیت عدد RPN را بالا ببریم RPN از حاصل ضرب ۶ فاکتور به جای ۳ فاکتور محاسبه شد که با مطالعه Ying fan همخوانی دارد (۳۱). از محدودیت‌های مطالعه حذف تاثیر برخی نظرات شخصی افراد تیم در محاسبه کد ریسک بود که استفاده از روش‌های PHA و TOP SIS فازی جهت جلوگیری از اعمال نظرات پیشنهاد شد. همچنین در پژوهش‌های بعدی می‌توان ریسک‌ها، دلایل و عوامل حیاتی آنها را از طریق روشهایی نظیر (bow tie) پاپیونی تحت بررسی قرار داد و روش‌های کیفی دیگری مانند FTA و تلفیق تکنیک مورد استفاده در این پژوهش با آنها استخراج کرد و در سایر صنایع مرتبط نیز مورد بررسی و مطالعه قرار داد و امکان تصمیم‌گیری دقیق‌تری جهت مدیریت ریسک‌های ایمنی فراهم نمود. با کمک نتایج تحقیق حاضر می‌توان قبل از انجام اصلاحات با هدف بهبود سطح خطرات پروژه‌های کاری را بر حسب نوع

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]

شاخص (احتمال، شدت، کشف وتماس خطر ...) تفکیک کرد و متناسب با بالا بودن هر یک از شاخص‌های احتمالی نوع مناسبی از کنترل‌ها را بکار برد و بدین ترتیب در مدیریت ریسک عملکرد بهتری داشت. پس از اجرای طیفی از انواع مداخلات می‌توان گفت چنان چه دو موضوع هزینه و زمان برای مدیران کنترل ریسک مطرح نباشد بکارگیری روش‌های کنترلی توام می‌تواند بهترین و اثر بخش‌ترین استراتژی مداخله باشد.

سپاسگزاری

بدینوسیله نویسندگان مقاله از مجموعه کارخانجات کاشی تاپ‌سر به خاطر همکاری و حمایت مالی و گروه مهندسی بهداشت حرفه ای دانشگاه علوم پزشکی یزد و همچنین کلیه سرپرستان و کارگرانی که ما را در انجام این پژوهش یاری نمودند تشکر و قدردانی به عمل می‌آورد.

References:

1- acgihFatemeh 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.*** J Occupa Health Engineer 2014; 1(3): 19-28.

2- Spath PL. ***Using failure mode and effects analysis to improve patient safety.*** AORN J 2003; 78(1): 15-37.

3- Mohammadfam I, Golmohammadi R. ***Evaluation of safety behavior among coach drivers in Hamadan.*** Tabib-E-Shargh 2004; 5(4):251-9. [Persian]

4- Karegar F, Golbabaee F, Barkhordaree A, Froshanee AR. ***Assessment of occupational exposure to metallic lead-Glazed ceramics industry workers breathing zone air.*** J faculty Health Med Res Ins 2011;8(3):73-80. [Persian]

5- Mohammadfam I. ***Safety engineering(thechniques of identifying, evaluation and control of hazards in industrial environments).*** 2 nd ed Tehran: Nashre Fanavaran. 2003; p:110-20. [Persian]

6- Mohammadfam I. ***Safety Engeenering.*** fanavaran 2008; 5(3): 40-50. [Persian]

7- Amyotte PR, Pegg MJ, Khan FI. ***Application of inherent safety principles to dust explosion prevention and mitigation.*** Process Safety Environ Protect 2009; 87(1): 35-9.

8- Kletz TA. I***nherently safer design-its scope and future.*** Process Safety Environ Protect 2003; 81(6): 401-5.

9- Haddon W. The basic strategies for reducing damage from hazards of all kinds. Hazard prevent 1980; 16(1): 8-12.

10- Hollnagel E, Woods DD, Leveson N. ***Resilience engineering: Concepts and precepts.*** Ashgate Publishing, Ltd.; 2007.

11- Carrillo-Castrillo JA, Rubio-Romero JC, Guadix J, Onieva L. ***Risk assessment of maintenance operations: the analysis of performing task and accident mechanism.*** Int J injury control safety promo 2014(In press): 1-11.

12- Jahangiri M, Norozi M. ***Risk assessment & managment.*** Fanavaran 2013:75-88. [Persian]

13- Pouya M. ***Safety Assessment in Gelokoz manufacturing company by ETBA Method.*** [Thesis]. Teharn: medical faculty and Tarbiat Modares University; 2004.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]

14- Ericson CA. ***Hazard analysis techniques for system safety:*** John Wiley & Sons; 2005.

15- Hocenski Z, Vasilic S, Hocenski V, editors. ***Improved Canny edge detector in ceramic tiles defect detection.*** IEEE Industrial Electronics ,IECON 2006-32nd Annual Conference; 2006: IEEE.

16- Hocenski Z, Keser T, Baumgartner A, editors. ***A simple and efficient method for ceramic tile surface defects detection.*** Industrial Electronics, 2007 ISIE 2007 IEEE International Symposium; 2007: IEEE.

17- Yuan Z, Khakzad N, Khan F, Amyotte P, Reniers G. ***Risk-based design of safety measures to prevent and mitigate dust explosion hazards.*** Industr Engineer Chemistry Res 2013; 52(50): 18095-108.

18- Kangavari M, Salimi S, Nourian R, Askarian A. ***An application of failure mode and effect analysis (FMEA) to assess risks in petrochemical industry in Iran.*** Iran J Health, Safety Environ 2015; 2(2): 257-63.

19- Halvani G. ***Safety system engineering and risk management.*** Sobhan 2010: 160-70. [persian]

20- Rodríguez-Garzón I, Lucas-Ruiz V, Martínez-Fiestas M, Delgado-Padial A. ***Association between Perceived Risk and Training in the Construction Industry.*** J Construc Engineer Manage 2014.

21- Verbeek JH, Kateman E, Morata TC, Dreschler WA, Mischke C. ***Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss.*** Cochrane Library 2012.

22- Pareek PK, Nandikolmath TV, Gowda P. ***FMEA implementation in a foundry in bangalore to improve quality and reliability.*** ISSN 2278. 2012; 149.

23- Asadi. ***The Investigation hazards make accidents in an oil refining company,*** First symposium of Occupational Health and Safety in oil refining companies in 2003 .[persian]

24- Ghasemi M, Nasl saraji G, Zakerian A, Azhdari MR. ***Control of Human Error and comparison Level risk after correction action With the SHERPA Method in a control Room of petrochemical industry.*** Iran Occupa Health J 2011; 8(3): 2-10. [persian]

25- Ebrahimzadeh M, Halvani G, Mortazavi M, Soltani R. ***Assessment of potential hazards by Failure Modes and Effect Analysis (FMEA) method in Shiraz Oil Refinery.*** Occupa Med Quarter 2011; 3(2): 16-23.

26- Ho CC, Liao C-J. ***The use of failure mode and effects analysis to construct an effective disposal and prevention mechanism for infectious hospital waste.*** Waste Manage 2011; 31(12): 2631-7.

27- Liu H-T, Tsai Y-l. ***A fuzzy risk assessment approach for occupational hazards in the construction industry.*** Safety Sci 2012; 50(4): 1067-78.

28- Sedaghat A, Motaghi M, Delavari A, Tavakoli R. ***Assessment and risk management of an emergency military field using FMEA at military medicine.*** Military Med 2008; 10(3): 167-74. [Persian]

29- Vinodkumar M, Bhasi M. ***Safety management practices and safety behaviour: Assessing the mediating role of safety knowledge and motivation.*** Accident Analysis Prevent 2010; 42(6): 2082-93.

30- Kochanowski A. ***An Assessment of Fleet Risk Control Loss Identification and Reduction-Based Practices at a Government Entity:*** University of Wisconsin-Stout; 2010.

31- Fan Y. ***Study of a new Analysis Method of Risk Priority Number.*** SAE Technical Paper, 2015.

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]

Effect of Engineering and non-engineering interventions on risk level of hazards, health and safety indicators in the ceramics industry

Saleh F[1] (M.Sc), Halvani Gh[*2] (M.Sc)

[1,2] Department of Occupational Health Engineering, Shahid Sadoghi University of Medical Sciences, Yazd, Iran

Received: 15 Sep 2015 ***Accepted:*** 24 Oct 2016

Abstract

Introduction: The approach of the present study to safety principles is based on the identification and control of incidents and occupational incidents before their occurrence. Therefore, this study was conducted to investigate and compare the effectiveness of engineering and non-engineering control interventions on risk levels and health safety indicators in one of the ceramic industries.

Methods: The method of this study was pre-interventional and post-interventional. After identifying and initial assessment of risks by a team of experts and using the FMEA 6-D technique, corrective strategies were implemented using three methods of engineering control, non-mechanical and both methods, and after 5 months of implementation of the interventions, the system was re-evaluated and RPN_2 was obtained. Then, the levels of risk indicators before and after the implementation of various types of controls were investigated.

Results: A total of 163 risks were identified in the industry at 8 units. The body production unit with the average risk number 407 had the highest potential damage and the furnace unit with the lowest risk number of 261 had the least damage. The highest risk priority number (RPF = 570) was related to work at height and activity on the Ballmill Spray Platform. The highest efficacy after intervention was to reduce the probability of P=0.002 and simultaneous interventions. After the intervention, the unacceptable risk level (no. 34) reached an acceptable and moderate level.

Conclusion: The results of this study showed that engineering controls have the greatest impact on decreasing probability indexes, non-engineering controls on improving the risk discovery, and simultaneous controls on reducing the severity of the risk. If cost and time are not mentioned by managers, the use of simultaneous control methods can be the best and most effective intervention strategy.

Keywords: Risk assessment; Control; Safety indicators; Ceramics industry; Non engineering control; Risk number

This paper should be cited as:
Saleh F, Halvani Gh. ***Effect of Engineering and non-engineering interventions on risk level of hazards, health and safety indicators in the ceramics industry.*** Occupational Medicine Quarterly Journal 2017; 9(2): 71-82.

**** Corresponding Author: Tel: +989131538075, Email: Halvani39@gmail.com***

[Downloaded from tkj.ssu.ac.ir on 2026-11-17]