

کاربرد روش ETBA به منظور شناسایی و کنترل خطرات در سالن رنگ یک کارخانه تولید خودرو

فروغ السادات دشمن فنازی^۱، دکتر علی اصغر فرشاد^۲، شیرازه ارقامی^۳، محمد حسن حیدری^۴

چکیده

زمینه و هدف: این مطالعه به منظور شناسایی و کنترل خطرات موجود در سالن رنگ یک کارخانه‌ی خودروسازی انجام گرفت. در این مورد پژوهی از روش ETBA برای شناسایی و ارزیابی خطرات استفاده شد.

روش بررسی: ابتدا انواع منابع انرژی موجود در هرسیستم شناسایی شد. سپس، با تحلیل انرژی و ارزیابی اثربخشی موانعی که در زمان انجام مطالعه برای پیشگیری از رها شدن ناخواسته‌ی انرژی در سیستم وجود داشت، ریسک‌ها ارزیابی شدند. پس از آن، راهکارهای پیشگیرانه برای کنترل ریسک‌های بالا ارایه شد و در نهایت، ریسک ثانویه‌ی خطرات ارزیابی گردد.

یافته‌ها: این مطالعه نشان داد در سالن مذکور، دو دسته خطرات یا انرژی‌ها از نظر اجرای راهکارهای کنترل در اولویت قرار دارند: دسته‌ی اول، انرژی‌های شیمیایی هستند که ممکن است به پیامدهای فاجعه بار مانند حریق و سلطان منجر شوند و دسته‌ی دوم انرژی‌هایی که به طور مکرر موجب بروز حادثه در سالن می‌شوند و گزارش حوادث آنها در واحد ایمنی همان صنعت موجود است. از آنجاکه این دو دسته خطرات به طور عمده در خطوط رنگ و روتونش متمرکز هستند، این خطوط برای کنترل خطرات در اولویت قرار دارند.

نتیجه‌گیری: این پژوهش پیشنهاد می‌کند یک نظام جامع بر پایه‌ی یکی از روش‌های شناسایی خطر برای مدیریت ریسک‌های انسانی، تجهیزاتی، تولید و محصول برقرار گردد و دوره‌های آموزشی برای پرسنل برگزار شود.

کلیدواژه‌ها: ETBA، ریاضی انرژی و تحلیل موانع، مدیریت ریسک، خطرات سالن‌های رنگ

مقدمه

می‌شوند، از طرفی، نگهداری تجهیزات موجود نیز به درستی انجام نمی‌شود. بنابر این، این ریسک این صنعت از نظر خطرات شیمیایی، مکانیکی و فیزیکی بالا است. از بین چهار سالن فرایند تولید خودرو (پرس، بدنه، رنگ و موئتاژ)، سالن رنگ به دلیل تنوع منابع انرژی و غنی بودن از نظر منابع انرژی شیمیایی که پتانسیل ایجاد حادث فاجعه بار را دارند، برای مطالعه انتخاب شد. هدف در پژوهش حاضر، شناسایی خطرات در سالن رنگ یک کارخانه‌ی خودروسازی و ارایه‌ی راهکار کنترل برای خطراتی است که ریسک بالا دارند. روش ETBA، یک فرایند

حوادث ناشی از کار، سالانه ۱/۲۵ هزار میلیارد دلار به اقتصاد جهانی هزینه تحمیل می‌کند و موجب می‌شود سالانه دو میلیون نفر جان خود را از دست بدند. بنا به گفته‌ی سازمان بین‌المللی کار، چنانچه دولت‌ها، کارفرمایان و کارگران به استانداردهای بین‌المللی ایمنی احترام بگذارند می‌توان خسارت ناشی از حادث را متوقف کرد (۱۶). در صنعت مورد بررسی، تکنولوژی‌های قدیمی به کار گرفته شده‌اند و ناگزیر بخش عمده‌ای از فعالیت‌ها به صورت دستی انجام

۱- کارشناس ارشد بهداشت حرفه‌ای

۲- دانشیار دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی ایران

۳- نویسنده پاسخگو، استادیار دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی زنجان (fgdir@yahoo.com)

۴- عضو هیات علمی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی ایران

برای درک چگونگی رهایشدن انرژی هایی که به بروز حوادث انسانی منجر می شود،
تکمیل پرسشنامه به وسیله‌ی واحد تعمیرات برق و آزمایشگاه به منظور کامل کردن سناریوی حادثه پس از رهایشدن انرژی،
- مصاحبه با کارگران سالن به عنوان مکمل اطلاعات جمع‌آوری شده.

کاربرگهای ویژه‌ی ETBA برای تجزیه و تحلیل داده‌های این موردپژوهی به کار رفت (جدول ۱۲). ردیف‌های ۱ تا ۶ این جدول با توجه به داده‌های جمع‌آوری شده تکمیل می‌شود. در صورتی که رهایشدن انرژی یا سناریوی حادثه در شرایطی ویژه به وقوع پیووند، درستون^۴، پس از علامت / در کتاب سناریو بیان می‌شود. همچنین درستون^۶، چگونگی بروز نقص احتمالی در مانع، با علامت / پس از نام مانع، بیان می‌شود. ستون^۷، ستون تحلیل ریسک است. این ستون، شامل زیرستون‌های تخمین ریسک و ارزیابی ریسک است. تخمین سطح ریسک، با توجه به جدول احتمال تبدیل خطر به حادثه (جدول ۲) که بر اساس تکرار پذیری حادث رخ داده در سالن رنگ تنظیم شده است و جدول پیامد حادث مربوط به سازمان DOE (جدول ۳)، صورت گرفت. در مورد پیامدهای مربوط به محصول (بدنه‌ی ماشین)، استانداردی در دست نبود بنابر این با توجه به نوع تعمیراتی که پس از بروز حادثه روی بدنه انجام می‌شد جدول طبقات پیامد حادث مربوط به محصول (جدول ۴) تنظیم شد. درستون ارزیابی ریسک، تحلیل ریسک‌ها بر مبنای ماتریس ارزیابی ریسک DOE (جدول ۵) انجام شد. با توجه به اینکه ریسک در کدام منطقه از ماتریس ارزیابی ریسک قرار گرفته، با استفاده از جداول شماره‌ی ۶ و ۷ یک‌کد دو بخشی بنا نمود مستقیم ارزیابی ریسک اختصاص داده شد. بخش اول، نشان دهنده نوع پیامد حادثه (S ایمنی، H پیامد بهداشتی، E تجهیزات، Pt محصول، Pn تولید) و بخش دوم، نشان دهنده ضرورت ارایه‌ی راهکار کنترل است. در مورد پیامدهای بهداشتی نیز براساس (جدول ۸)، ماتریس ارزیابی ریسک (جدول ۹) و کد مربوط به ضرورت ارایه‌ی راهکارهای کنترل (جدول ۱۰)، تحلیل ریسک انجام شد. درستون شماره‌ی ۸، بر اساس یک روند نظام مند برای یافتن راهکار کنترل (جدول ۱۱)، با

تجزیه و تحلیل نظام مند است که با بررسی انرژی‌های موجود در سیستم و موانع موجود برای کنترل آن، به شناسایی خطرات کمک می‌کند (۱۱). این روش، با ردیابی جریان انرژی درون سیستم‌ها یا اجزا و بین سطوح عواملی را که مسیر عادی جریان انرژی را تحت تاثیر قرار می‌دهند شناسایی می‌کند (۱۵).

روش بررسی

مطالعه‌ی حاضر، یک موردپژوهی توصیفی است که در یک کارخانه‌ی تولید خودرو انجام شده است. فرایند تولید خودرو به ترتیب در چهار سالن پرس، بدن، رنگ و موئتاژ انجام می‌شود. از انجاکه در سالن رنگ، منابع انرژی نسبت به بقیه‌ی سالن‌ها تنوع بیشتری داشته و به دلیل وجود منابع انرژی شیمیایی، پتانسیل بروز حادث فاجعه بار نیز، وجود دارد، این سالن برای مطالعه انتخاب شد. در این سالن به ترتیب، عملیات پیش-چربی زدایی، الکتروپوزیشن-سیلر زنی درزها و کف، آستر، پوستاب و روتوش انجام می‌شوند. در پژوهش حاضر، شناسایی خطرات با روش ETBA انجام شد و ریسک‌های انسانی، تجهیزاتی، تولید و محصول مورد بررسی قرار گرفتند.

منابع جمع‌آوری اطلاعات عبارت بودند از:

- مشاهده‌ی تجهیزات در حال کار و شناسایی منابع انرژی به وسیله‌ی فهرست استاندارد بازبینی منابع انرژی (جدول ۱) او پیش‌بینی راه‌های رهایش هرنوع انرژی به وسیله‌ی چک لیست کشف خطرات ETBA،
- کاتالوگ تجهیزات موجود در سالن، برای درک عملکرد تجهیزات و شناسایی منابع انرژی با استفاده از فهرست بازبینی منابع انرژی.
- گزارش حوادث که به وسیله‌ی پرسنل واحد تعمیرات برق تنظیم می‌شود،
- گزارش‌های تنظیم شده به وسیله‌ی واحد تعمیرات مکانیک، برای درک موارد معیوب شدن موانع و حفاظها،
- مصاحبه با پرسنل تعمیرات برای درک عملکرد تجهیزات و مسیر جریان عادی انرژی درون سیستم،
- مصاحبه با کارگران سالن به عنوان مکمل برای جمع‌آوری اطلاعات تا احتمال چشم پوشی از منابع انرژی یا روش‌های رهایشدن انرژی به حداقل برسد،
- گزارش‌های تنظیم شده به وسیله‌ی واحد ایمنی

در اینجا سه ردیف از کاربرگ مربوط به پاشش پلاستی سول عایق کف (جدول ۱۲) ارایه می‌شود:

ردیف ۱ (ستون اول کاربرگ، معرف شماره‌ی ردیف است).

- ستون دوم: کف کابین با شبکه‌های فلزی متحرک مفروش شده است. در زیر این شبکه‌ها تا عمق ۱/۵ متر، فضای خالی وجود دارد. این فضا مربوط به سیستم تهویه است. در این جا کارگران کابین، منبع انرژی پتانسیل هستند. زیرا، نسبت به عمق کابین در ارتفاع قرار دارند (کد ۱-۱ از جدول ۱).

- ستون سوم: خطر این منبع انرژی سقوط افراد به عمق کابین است.

- ستون چهارم: اهداف آسیب‌پذیر در این حادثه، خودکارکنان کابین هستند.

- ستون پنجم: مانع موجود، سطح مشبك کف کابین است. معیوب شدن این مانع به این صورت است: اگر شبکه‌ها به درستی در کثار هم جفت نشده باشند، لبه‌ی آنها روی هم قرار می‌گیرد. در این حالت وقتی پای فرد روی لبه‌ی بیرون زده‌ی شبکه‌ها قرار گیرد شبکه از جای خود، خارج شده و فرد به درون حفره‌ی ایجاد شده سقوط می‌کند.

- ستون ششم: این خطر، علاوه بر کابین پاشش پلاستی سول، در کابین‌های آستر و رنگ رویه نیز وجود دارد، بنابراین احتمال بروز حادثه در اثر این منبع انرژی در کل سالن افزایش می‌یابد. سطح ریسک این حادثه AIII و کد ارزیابی ریسک S2 تخمین زده می‌شود.

- ستون هفتم: راهکارهای پیشنهادی عبارتند از: برای پیشگیری از رها شدن این انرژی، لازم است طراحی شبکه‌های کف کابین به گونه‌ای تغییر یابد که شبکه‌ها به سرعت و بدون صرف وقت به طور صحیح و ایمن، در جای خود نصب شوند. بافرض اجرای این راهکار، سطح ریسک DIII و کد ارزیابی آن S0 تخمین زده می‌شود.

تهیه‌ی دستورالعمل‌های ایمن برای شستشو و نصب

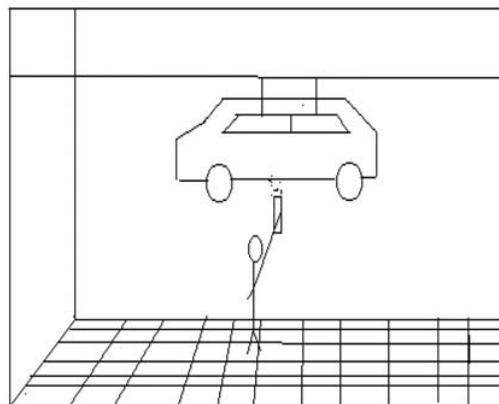
این راهکار، احتمال بروز حادثه را کاهش می‌دهد، اما نمی‌تواند سطح ریسک را تغییر دهد. زیرا، به صورت دستورالعمل ارایه می‌شود و ممکن است افراد از رعایت آن غفلت ورزند. به منظور اطمینان

مطالعه، مشورت با کارگران سالن و پرسنل تعمیرات، راهکارهایی برای کاهش ریسک ارایه شد. درستون ۹، با فرض پیاده شدن هر راهکار و میزان اثربخشی احتمالی آن تحلیل ریسک ثانویه به همان شیوه‌ی تحلیل ریسک اولیه انجام شد.

یافته‌ها

نتایج، همان کاربرگ‌های تکمیل شده‌ی ETBA هستند. در این مطالعه، به علت گستردگی بودن فرایند، ۲۷ کاربرگ به دست آمد که هر یک از آنها چندین ردیف را در بر می‌گرفت. حجم زیاد مطالب در این کاربرگ‌ها، و نیز مفصل بودن انرژی‌های هر موضع، موجب شد تنها به توصیف سه ردیف از منابع انرژی در یک کاربرگ بسند شود. برای این منظور فرایند مربوط به پاشش پلاستی سول عایق کف انتخاب شد. پلاستی سول، یک ماده‌ی عایق است و برای جلوگیری از خوردگی، به سطح زیرین بدنه پاشیده می‌شود. این فرایند، بخشی از فرایند سیلرزنی بوده و درون یک کابین سقف دار انجام می‌شود (شکل ۱). بدنه‌ی ماشین به وسیله‌ی کانویر هوایی از یک ضلع کابین وارد شده و از ضلع مقابل خارج می‌شود. در حالی که بدنه به آرامی طول کابین را طی می‌کند کارگر در زیر آن می‌ایستند و سیال پلاستی سول را به وسیله‌ی گان به سطح زیرین بدنه می‌پاشند. گان‌ها و سایلی شیشه به تفنگ هستند. کارگر، دسته‌ی گان را به دست گرفته و اهرم آن را فشار می‌دهد درین حال، مسیر جریان هوای فشرده باز شده و سیال را با فشار به بیرون اسپری می‌کند.

شکل ۱- کابین پاشش پلاستی سول



- خطرات این منبع انرژی عبارتند از:
الف - مواجهه‌ی تنفسی با آئروسل‌ها:

- هدف آسیب‌پذیر، کارکنان کابین هستند.
استنشاق مداوم آئروسل‌های پلاستی سول به سرگیجه و سردرد منجر می‌شود.
موائع موجود عبارتند از:

سیستم تهویه‌ی کابین. این سیستم از پراکنده شدن بخارات و آئروسل‌های رفضای کابین، جلوگیری می‌کند. این مانع کارآیی لازم را ندارد، زیرا جریان هوای تهویه از بالا به سمت پایین است و کارگر در زیر بدن ایستاده و مشغول به کار است. بنابراین کلیه‌ی آئروسل‌ها به سمت منطقه‌ی تنفسی کارگر جریان می‌یابد. نزدیک بودن منطقه‌ی تنفسی فرد به نازل گان نیز، عاملی است که سبب مواجهه‌ی بیش از حد فرد با سیال اسپری شده می‌شود.

ماسک فیلتردار.

- با توجه به عوارض خفیف ناشی از استنشاق این ماده، ماده‌ی پلاستی سول از لحاظ خطرناک بودن در طبقه‌ی III قرار می‌گیرد. از لحاظ برهم‌کنش افراد با این منع انرژی نیز از طبقه‌ی A است. بنابراین ریسک مخاطرات بهداشتی ناشی از استنشاق این ماده، در حد متواتر بوده و کد ارزیابی ریسک H1 تخمین زده می‌شود. کد H1 به این معنی است که کنترل ریسک

جدول ۲- احتمال تبدیل خطر به حادثه

احتمال وقوع	سطح خطر	توصیف به خطوط
A	مکرر	دست کم یک بار در سال حادثه ایجاد کند.
B	محتمل	دست کم یک بار در ۵ سال حادثه ایجاد کند.
C	گاه	دست کم یک بار در ۱۰ سال حادثه ایجاد کند.
D	نامحتمل	دست کم یک بار در بیش از ۱۰ سال حادثه ایجاد کند.

هر بار استفاده (پس از اتمام کار هر بدن).

- سطح ریسک ثانویه.

راهکار اول می‌تواند، احتمال بروز حادثه را به سطح D کاهش می‌دهد. بنابراین با فرض پیاده شدن این راهکار سطح ریسک DIV و کد ارزیابی ریسک S0 تخمین زده می‌شود.

راهکار دوم یک راهکار مدیریتی است. این راهکار، احتمال بروز حادثه را تا حدی کاهش می‌دهد ولی نمی‌تواند راه حل اساسی برای این مشکل باشد. اما از آنجا که ریسک حادثه، قابل قبول بوده است، این راهکار را نیز می‌توان به عنوان مکمل توصیه کرد.

ردیف ۳.

با توجه به MSDS پلاستی سول، این ماده سمی کد ۱۱-۸ از جدول ۱ است.

جدول ۳- پیامد حوادث و تاثیر آن بر افراد، تولید و تجهیزات (۱۴)

خط	سطح	DOE/AL	توضیف پیامدها	پیامدهای انسانی	پیامدهای مربوط به تولید	توضیف پیامدها
I	فاچمبار	5481.18	(مدت توقف)	بیش از یک مرگ - ایجاد جراحات شدید و نیاز به بستری شدن	بیش از یک سال	بیامدهای مریبوط به تولید
II	بحرانی			- یک مرگ - ناتوانی دائمی، قطعه عضو - فلج شدن یا بستری دائمی - ایجاد جراحات خفیف یا بستری شدن کوتاه مدت	بیش از سه ماه تا یک سال	بیامدهای مریبوط به تولید
III	حاشیه‌ای			- جراحات علاج‌پذیر که نیاز به جراحی دارند. - بستری شدن یا درمان سربایی - نیاز به بازتوانی در حد متواتر یا کم - جراحی که منجر به از دست رفتن روز کار در حد دو روز یا بیشتر شود. - بدون ایجاد جراحت و بدون نیاز به بستری شدن	یک هفته تا سه ماه	آسیب‌هایی که نیاز به تعمیرات سبک سازه یا تجهیزات دارند.
IV	جزیی			- بدون جراحت یا جراحات خفیف که نیاز به مراقبت پزشکی ندارند یا مراقبت پزشکی اندکی لازم دارند.	کمتر از یک هفته	آسیب‌هایی که تنها جایگزین تجهیزات را ایجاد می‌کنند ولی آسیبی به سازه‌ها و یا ساختمان‌ها نمی‌زنند

جدول ۴- طبقات پیامد حوادث مربوط به محصول (بدنه‌های ماشین)

سطح خطر	توصیف پیامدها
I	فاجعه بار آسیب‌هایی که ذوب کردن بدنها را ایجاد کنند.
II	بحراتی آسیب‌هایی که تعویض قطعات بدن را ایجاد کنند.
III	حاشیه‌ای آسیب‌هایی که صافکاری یا رتوش موضعی بدن را ایجاد کنند.
IV	جزئی آسیب‌هایی که پوستاب زدن بدن را ایجاد کنند.

اجراشدن این راهکار سطح ریسک CIII و کد ارزیابی Rиск 0 H تخمین زده می‌شود.

سرعت جریان هوای تهویه‌ی کابین، باید اندازه‌گیری شود. چنانچه سرعت از میزان تعیین شده در استانداردها کمتر است لازم است توان فن‌های دمنده و مکنده جبران شود. این راهکار در هر شرایطی لازم است اجرا شود.

اجرای هم‌زمان راهکارهای ۱ و ۳ می‌تواند سطح ریسک را به گونه‌ای مؤثر کاهش دهد.

ب- تماس پوست با پلاستی سول. بر اساس MSDS این ماده، پیامد مواجهه‌ی پوستی با آن، ایجاد آرژی است.

- عاملی که مانع از بروز این مشکل بهداشتی می‌شود، دستکش و لباس یکسره‌ی کامل است که توسط کارگران مورداستفاده قرار می‌کشد. به این ترتیب مواجهه‌ی پوستی با این ماده تقریباً به صفر می‌رسد.

- ریسک این خطر CIII و کد ارزیابی آن H0 تخمین زده می‌شود.

پ- مواجهه‌ی چشم با پلاستی سول. بر اساس MSDS، این ماده سبب التهاب، قرمزی و سوزش چشم می‌شود.

این خطر در اولویت سوم قرار دارد.

- راهکارهایی که برای کاهش ریسک این خطر توصیه می‌شود عبارتند از: استفاده از گان‌های HVLP. این گان‌ها اسپری مازاد کمتری ایجاد می‌کنند.

در این ایستگاه، استفاده از این راهکار به تنها می‌تواند سطح ریسک را به حد مطلوب کاهش دهد. زیرا، فرد در زیر بدن می‌ایستد و نازل پاشش سیال، بسیار نزدیک به منطقه‌ی تنفسی او است. بنابراین، این راهکار در صورتی مؤثر است که همراه با راهکارهای مناسب دیگر اجرا شود.

برای جداسازی فرد از این منبع انرژی، می‌توان تبدیل فرایند پاشش به سیستم پاشش اتوماتیک را توصیه کرد. این راهکار می‌تواند سطح ریسک را به CIII و کد ارزیابی ریسک را به H0 کاهش داده، به علاوه مشکل بار استاتیک وارد شده به فرد را هنگام انجام عملیات برطرف کند.

استفاده از گان‌های پاشش با نازل‌های بلند و طول قابل تنظیم. انتهای این نازل‌ها زاویه‌دار است. استفاده از این سیستم‌ها علاوه بر جداسازی نسبی فرد از سیال اسپری شده (منبع انرژی)، بار استاتیک وارد به فرد را نیز، هنگام کارکاهش می‌دهد. با فرض

جدول ۵- ماتریس ارزیابی ریسک بر اساس معیارهای DOL (۱۴)

				شدت پیامدها	احتمال بروز
IV	III	II	I		
"قابل قبول"	"قابل قبول"	"غیرقابل قبول"	"غیرقابل قبول"	A	
اقدامات مدیریت ریسک توصیه می‌شود.	اقدامات مدیریت ریسک الزامی است.	اقدامات مدیریت ریسک الزامی است.	اقدامات مدیریت ریسک الزامی است.		
قابل قبول	"قابل قبول"	"قابل قبول"	"غیرقابل قبول"	B	
اقدامات مدیریت ریسک توصیه می‌شود	اقدامات مدیریت ریسک الزامی است.	اقدامات مدیریت ریسک الزامی است.	اقدامات مدیریت ریسک الزامی است.		
قابل قبول	قابل قبول	قابل قبول	قابل قبول	C	
قابل قبول	قابل قبول	قابل قبول	قابل قبول	D	

ثانویه مربوط به هر راهکار در این مورد نیز مشابه با خطر مربوط به بند الف است.

ت - مواجهه با منبع انرژی از طریق سیستم گوارشی.

- پیامد مواجهه از این طریق، بر اساس MSDS، ایجاد تهوع و دل پیچه است.

- از آنجاکه صحبانه و چای، درون سالن و در کنار ایستگاه های کار صرف می شود احتمال ورود این ماده به سیستم گوارش فرد زیاد است. اما تعداد افراد مواجه با این عامل کم است (B) و پیامد آن خفیف است III. بنابراین سطح ریسک BIII و کد ارزیابی ریسک H1 تخمین زده می شود.

- بهترین توصیه این است که جایگاه های استراحت و صرف صحبانه و چای به بیرون از سالن منتقل شود و در کنار آن، دستشویی برای شستن دست و صورت نصب شود. لازم است به کارگران آموزش داده شود پیش از غذا خوردن، نوشیدن یا سیگار کشیدن و در پایان شیفت کار و سایل حفاظت فردی را بیرون آورده و دست ها و صورت را با آب شستشو دهند.

جدول ۶- ردیابی انواع پیامدهای ناشی از حادثه

کد	توصیف
S	ایمنی خطر حادثه برای افراد
H	بهداشت مشکل بهداشتی برای افراد
E	تجهیزات خرابی تجهیزات
P _n	توقف تولید تولید
P _t	خرابی و آسیب محصول محصول

مانعی برای پیشگیری از مواجهه ای چشمی وجود ندارد.

- این ماده از نظر داشتن پتانسیل ایجاد صدمه به چشم در گروه سوم و از نظر احتمال بروز مخاطره ای بهداشتی با توجه به نزدیک بودن چشم فرد، به نازل اسپری در گروه B قرار می گیرد. بنابراین سطح ریسک BIII و کد ارزیابی ریسک H1 است. کنترل این خطر در اولویت سوم قرار دارد.

- راهکارهای پیشنهادی عبارتند از: کلیه ای راهکارهای پیشنهاد شده در مورد مواجهه ای تنفسی (بند الف) واستفاده از عینک مخصوص.

سطوح ریسک ثانویه و کدهای ارزیابی ریسک

جدول ۷- معیار مستقیم مقبولیت ریسک براساس ماتریس ارزیابی ریسک سازمان انرژی (DOE)

کد	توصیف	سطوح ریسک
3	غیرقابل قبول. انجام اقدامات مدیریت ریسک ضروری است	BI, AII, AI
2	انجام اقدامات مدیریت ریسک توصیه می شود	CI, BII, AIII
1	قابل قبول. انجام اقدامات مدیریت ریسک توصیه می شود	CII, BIII, AIV
0	قابل قبول	DIV,DIII, DII, DI, CIV,CIII,BIV

جدول ۸- طبقه بندی شدت پیامد حاصل از منابع انرژی شیمیایی (۱۲)

طبقه‌ی ا: خطرات جدی مواد شیمیایی ایجاد کننده سلطان حسام کننده‌های سیستم تنفسی یا پوست موتازن‌ها

موادی که پس از مواجهه همکر و طولانی، اثرات نامطلوب و شدید ایجاد کند.

فلزات خطرباک

موادی که تنها با یک مواجهه بتوانند سبب مرگ حاد یا اثرات برگشت‌ناپذیر غیرکشنده شوند.

موادی که اثرات تحریکی حاد ایجاد کنند.

مواد خورنده

رنگ‌های دوچری مانند رنگ پلی اورتان و سخت کننده‌های آن

کلیه‌ی موادی که حاوی حلال‌های آلی هستند

طبقه‌ی II: خطرات متوسط

هر ماده‌ای که در گروه اول قرار نگیرد مربوط به این گروه است

طبقه‌ی III: خطرات جزئی

جدول ۹- ماتریس ارزیابی ریسک مربوط به پیامدهای بهداشتی ناشی از انرژی‌های شیمیایی (۱۲)

احتمال بروز آسیب	شدت آسیب	A	B	C
میزان مواجهه در حدی است که احتمال بروز آسیب در حد متوسط است.	میزان مواجهه با خطر زیاد	ریسک زیاد	ریسک متوسط تا زیاد	ریسک کم
بروز آسیب خیلی زیاد است.	میزان مواجهه در حدی است که احتمال بروز آسیب در حد متوسط است.	ریسک زیاد	ریسک متوسط تا زیاد	ریسک متوسط
بروز آسیب، نامحتمل است.	میزان مواجهه با خطر کم	ریسک متوسط	ریسک کم تا متوسط	ریسک کم

جدول ۱۰- مقبولیت ریسک مربوط به ماتریس ارزیابی ریسک پیامدهای بهداشتی (جدول ۲)

کد	توصیف	سطح ریسک مربوطه
3	زیاد	Bl, All, Al
2	متوسط تا زیاد	Cl , BII
1	متوسط و کم تا متوسط	BIII, CII, AlIII
0	کم	CIII

سالن حادثه ایجاد کرده و گزارش آنها در واحد تعمیرات واحد ایمنی موجود است. گروه دوم، انرژی‌های شیمیایی هستند که ممکن است به حوادث فاجعه بار منجر شوند.

جدول ۱۱- روند نظام ممند برای یافتن راهکارهای ایمنی در روش آنالیز انرژی (۸)

* انرژی	اقدام ایمنی
۱ - حذف کردن انرژی	*
۲ - کم کردن بزرگی انرژی	
۳ - به کار گرفتن راهکار این تن	
۴ - پیشگیری از افزایش بیش از حد مجاز انرژی	
۵ - پیشگیری از رها شدن انرژی	
۶ - کاهش تدریجی شدهی انرژی	
۷ - جداسازی هدف آسیب‌پذیر از جریان انرژی	* جداسازی
الف- جداسازی مکانی	
ب- جداسازی زمانی	
ج- قرار دادن حفاظت ایمنی روی منبع انرژی	
* حفاظت از هدف آسیب‌پذیر در برابر جریان انرژی	
تجهیزات حفاظت فردی	
محدود کردن عواقب حادثه، پس از بروز آن	

ردیف ۴.

- از آنجاکه بدنه‌ی ماشین، از کانویر آویزان است و از بالای سر افرادی که عملیات پاشش پلاستی سول را انجام می‌دهند عبور می‌کند، فرد، مجبور است در ارتفاع بالای سر خود کار کند. در این حالت بر استاتیک به عضلات گردن و شانه و بازوهای فرد وارد می‌شود. این مورد از موارد متفرقه (کد ۲-۱۵ از جدول ۱) است

- موانع موجود عبارتند از:

تقسیم کارکابین بین کارگران خط PVC.

تقسیم کارکابین بین دو نفر در هر شیفت.

- سطح ریسک این حادثه BII و کد ارزیابی Rیسک، متوسط تا زیاد (H2) است. بنابراین این خطر در اولویت دوم برای ارایه‌ی راهکارهای کنترل قرار می‌گیرد.

- راهکارهای پیشنهادی عبارتند از: خودکار شدن فرایند پاشش ماده. این راهکار، سطح ریسک را به CIII و کد ارزیابی Rیسک را به H0 کاهش می‌دهد.

استفاده از گانی که «نازل‌های بلند با طول قابل تنظیم» دارد. این راهکار، سطح ریسک را به BIII و کد ارزیابی Rیسک را به H1 کاهش می‌دهد.

به طور کلی، بخش عمده‌ی ریسک هایی که لازم است کنترل شوند، مربوط به دو گروه از منابع انرژی هستند: گروه اول، انرژی‌هایی که به طور مکرر در

ردیف	نوع ارزی	خط / توضیحات	حدف	خطا : سیر	شماره‌ی جدول
۱	ازری	تحلیل رسیک اویله کنترل‌های پلاش پلاستی سول (عاقیل کف پنجه)	تحلیل رسیک اویله کنترل‌های پلاش پلاستی سول (عاقیل کف پنجه)	خطا : سیر	شماره‌ی جدول ۱۲- ب
۲	ازری	فرد نسبت به عمق کلین در ارتفاع قرار دارد	فرد نسبت به عمق کلین در ارتفاع قرار دارد	خط / توضیحات	شماره‌ی جدول ۱۲- ب
۳	ازری	گیر کردن پا به شانک یا لغنیدن پویی آن	گیر کردن پا به شانک یا لغنیدن پویی آن	خط / توضیحات	شماره‌ی جدول ۱۲- ب
۴	ازری	کلین منبع انرژی است	کلین منبع انرژی است	خط / توضیحات	شماره‌ی جدول ۱۲- ب
۵	ازری	ا- استفاده از گل‌هایی HVLP پلاش ب- اتوپلیک شدن فریند پلاش پلاستی سول	ا- استفاده از گل‌هایی HVLP پلاش ب- اتوپلیک شدن فریند پلاش پلاستی سول	خط / توضیحات	شماره‌ی جدول ۱۲- ب
۶	ازری	۱- استفاده از ماسک‌هایی کارکنان کلین ۲- استفاده از ماسک‌هایی کارکنان کلین ۳- استفاده از سیستم‌های پلاش با زال‌هایی بلند با طول قابل تنظیم	۱- استفاده از ماسک‌هایی کارکنان کلین ۲- استفاده از ماسک‌هایی کارکنان کلین ۳- استفاده از سیستم‌های پلاش با زال‌هایی بلند با طول قابل تنظیم	خط / توضیحات	شماره‌ی جدول ۱۲- ب
۷	ازری	۱- بررسی سرعت جریان هوای تجویی کافی است در صورت لزوم قوان فرطی محدود و محدودی کمین ۲- کلیدی راهکارهای ارائه شده در بیند اقدار ریف	۱- بررسی سرعت جریان هوای تجویی کافی است در صورت لزوم قوان فرطی محدود و محدودی کمین ۲- کلیدی راهکارهای ارائه شده در بیند اقدار ریف	خط / توضیحات	شماره‌ی جدول ۱۲- ب
۸	ازری	- انتقال جایگاه مخصوص صرف صحیحکه و چاک به بیرون از سالن و نسب دعاخوران، نوشین سیگار کشیدن و ترک کردن و بیضی دست و صورت	- انتقال جایگاه مخصوص صرف صحیحکه و چاک به بیرون از سالن و نسب دعاخوران، نوشین سیگار کشیدن و ترک کردن و بیضی دست و صورت	خط / توضیحات	شماره‌ی جدول ۱۲- ب

۴- محمدفام، الف. "مهندسی ایمنی". همدان: فن آوران، ۱۳۸۰، (صفحه‌ی ۲۶ تا ۶).

5. Marshall, V.& Ruhemman, S. . Fundamentals of Process Safety. London: Institution of chemical Engineers.2002. (IchemE) (pp. 6-129, 160-202)

6. Lehto, M.A & Salvendy, G.A., Models of Accident Causation And Their Application: Review And Reappraisal. Journal of Engineering and Technology Management, Vol 8, pp: 173-205.

7. Kjelen, U.R. . "Prevention of Accidents through Experience Feedback". London: Taylor and Francis . 2000.(pp. 265-279)

8. Lars, H.R. . "Safety Analysis: Principles and Practice in Occupational Safety". London: Taylor and Francis.2001

9. Trost, W. A. & Nertney, R. j. . Barrier Analysis- Energy. 1995. www.eh.doe.gov /analysis/trac/29/energy .html.2002-2-3

10. Trost, W.A. & Nertney, R.J. . Barrier Analysis.1995.www.eh.doe.gov/analysis/trac /29 /trac 29.pdf

11. Energy Trace and Barrier Analysis sbms-authqa . bnl. gov/standard/2m 11 eo11.doc .2002-2-3

12. National Guidance Material For spray Painting-Executive summary.www.nohsc .gov. au/ohs/legal obligations/National stand -ard /spray painting. 2004 - 1-10.

13. Principles of Risk Management. otes.pdf 2004-8-2

14. Mahn, J.A. . Qualitative Methods for Assessing Risk,1995.www.osti.gov/bridge /product.biblio.jsp.osti_id=54270 ,2004 - 8-2

15. Benner, L. . "Tsk Guidance For Docum -enting "Energy Trace And Barrier Analysis" .2003, www.star linesw.com/ product / Y2K guides/Y2K Guide 05.html. 2004-8-2

16. Work Hazards Kill Millions, cost billions. The on line Magazine of ILO.www. Fessrilanka. Org/fes /links /pdf/iwhk. pdf.2004-8-2.

نتیجه گیری

۱- بهتر است، فرم هایی برای گزارش حوادث تنظیم شود که نوع خطر، نحوه‌ی دقیق بروز حادث، اهداف آسیب دیده در اثر حادث، شدت جراحات و آسیب وارد به هر یک از اهداف، نوع سیستم، محل دقیق بروز حادث در آن مشخص باشد و پرسنل در مورد نحوه‌ی پر کردن این فرم‌ها به اندازه‌ی کافی آموزش بینند. در حال حاضر گزارش حوادث، علاوه بر واحد ایمنی، به وسیله‌ی واحدهای مختلف تنظیم می‌شود و افراد، در مورد نحوه‌ی ثبت حوادث آموزش لازم را ندیده‌اند. لازم به بیان است تخمین و تحلیل ریسک‌ها باید به وسیله‌ی واحد ایمنی انجام شود.

۲- بالا بودن سرعت خط تولید، یکی از عوامل مؤثر در بسیاری از حوادثی است که در سالن رخ می‌دهد و با پیامدهای انسانی، خرابی تجهیزات و محصولات، همچنین توقف تولید، خسارات زیادی را به صنعت تحمیل می‌کند. بنابر این لازم است سیاست‌های مربوطه بازنگری شوند.

۳- در مواردی که کنترل ریسک‌ها منوط به تغییر در طراحی سیستم یا ابزارهای موجود است، خطرات بر اساس اولویت به عنوان طرح کایزن، مطرح شده و از میان طرح‌های ارایه شده بهترین طرح برای اجرا انتخاب شود.

۴- لازم است یک نظام جامع بر پایه‌ی یکی از روش‌های شناسایی خطر برای مدیریت ریسک‌های انسانی، تجهیزات، تولید و محصول برقرار گردد و دوره‌های آموزشی برای پرسنل برگزار شود.

تقدیر و تشکر

با تشکر از خدمات بی دریغ جناب آفای لودویگ بنر (از هیئت ملی ایمنی ترابری در امریکا- NTSB) که صمیمانه مارادر اجرای این پژوهش باری فرموده‌اند. همچنین با تشکر فراوان از پرسنل محترم شرکت سایپا.

منابع

- ۱- رابرт، ک.ی."تحقیق موردی". تهران: دفتر پژوهش‌های فرهنگی، چاپ دوم، ۱۳۸۱.
- ۲- لارنس، الف. ب. "پیشگیری از حوادث". ترجمه‌ی جفتایی، م. و نیک‌آین، ب. تهران: دانشگاه علوم بهزیستی و توان بخشی، ۱۳۷۷ (فصل ۶)
- ۳- کراس، ج. و لاهیجانیان، ه. "مدیریت ریسک". مجله‌ی پیام ایمنی، شماره‌ی ۲، سال اول، ۱۳۸۲.