ارزیابی ایمنی واحد تولید گلوکز به روش ردیابی انرژی و آنالیز حفاظ ها در یک شرکت گلوکز سازی

مصطفی بویا[۱]، شیرازه ارقامی[۲]، حسن اصیلیان[۳]، سید باقر مرتضوی[۴]

چکیده

زمینه و هدف: سالانه هزاران نفر جان خود را بر اثر حوادث شغلی در محیط کارشان از دست می دهند. هزینه های مادی و معنوی ناشی از این حوادث متخصصان را به فکر چاره اندیشی برای جلوگیری از بروز حوادث انداخته است. هدف این تحقیق شناسایی نقاط و پتانسیل های خطر و ارزیابی ریسک ناشی از آنها در واحد تولید گلوکز به روش ردیابی انرژی و آنالیز حفاظ ها و ارایه مناسب ترین راه های پیشگیری از آزاد شدن ناخواسته و خارج از کنترل انرژیها در سیستم می باشد.

روش بررسی: این تحقیق با تکیه بر تئوری انتقال انرژی در بروز حوادث و به کارگیری روش ردیابی انرژی و آنالیز حفاظ ها، به انجام رسید. جمع آوری داده ها نیز از طریق مشاهده مستقیم، بررسی اسناد و مدارک و مصاحبه انجام شد. ۱۰ کاربرگ ETBA برای بخش های دهگانه واحد تولید گلوکز تکمیل شد. انرژی ها در هر کدام از بخش ها شناسایی شده و پس از ارزیابی ریسک، روش های کنترلی مختلفی برای ریسک های غیر قابل قبول ارایه شد. و در نهایت نیز در مورد کارایی، قابلیت اجرا و صرفه اقتصادی هر کدام از آنها بحث شد.

یافته ها: نتایج تحقیق نشان داد که بیشترین تعداد ریسک های غیر قابل قبول ناشی از آزاد شدن ناخواسته انرژی های پتانسیل هستند، و توجه به روش های مهندسی انسانی برای کنترل خطر ناشی از این ریسک ها نقش مهمی در کاهش ریسک کلی سیستم خواهد داشت.

نتیجه گیری: با توجه به وضعیت صنعت مورد مطالعه، توجه به روش های مدیریتی کاهش ریسک به ویژه برقراری سیستم تعمیر و نگهداری پیشگیرانه، تشکیل تیم بررسی حادثه و ثبت، گزارش و آنالیز علمی حوادث و شبه حوادث توسط آن نقش مهمی در کاهش ریسک کلی سیستم خواهد داشت. هم چنین به کارگیری روش هایی که به بررسی نقش فاکتورهای انسانی در بروز حوادث می پردازند، در این صنعت مفید خواهد بود.

کلیدواژه ها: ایمنی، ایمنی سیستم، ETBA، گلوکز

مقدمه

براساس نتایج یک تحقیق، در سال ۱۹۹۴، هشتصد هزار نفر در دنیا بر اثر حوادث شغلی جان خود را از دست داده اند. با در نظر گرفتن ضرایب خطا و انجام تصحیحات لازم، تخمین زده می شود که در هر سال ۱/۱ میلیون حادثه ی شغلی منجر به مرگ در سراسر جهان رخ می دهد. این بدان معنی است که در هر روز

۱- (نویسنده مسئول) عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی قم (email:fdgir@yahoo.com)
۲- عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی زنجان
۳و۴- عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-07-09]

سه هزار نفر در محیط های شغلی جان می سپارند. هزینه‌های مربوط به این حوادث، که به علت از دست رفتن نیروی انسانی، مواد، تجهیزات و زمان است، در هر سال متجاوز از ۵۰۰/۰۰۰ میلیون دلار برآورد می‌شود. بنابر برآورد کلیش (۱۹۸۸) در هر سال ۱۱۰ میلیون نفر بر اثر حوادث شغلی مجروح شده و ۱۸۰ هزار نفر کشته می‌شوند. در کنفرانس سازمان بین المللی کار در برزیل (۱۹۹۹) نیز، شمار حوادث شغلی ۲۵۰ میلیون فقره در سال اعلام شد. در نتیجه‌ی این حوادث ۳۰۰ هزار نفر جان باخته‌اند [۱]. هزینه‌های مادی و معنوی ناشی از این حوادث، متخصصان را به فکر چاره‌اندیشی برای جلوگیری از بروز حوادث انداخته‌است.

حوادث صنعتی رویدادهایی ناخواسته هستند که باعث خسارت و صدمه به انسان‌ها، اموال و به صورت کلی صدمه به جامعه می‌شوند. بروز حوادث، نشانه‌ی وجود ضعف در سیستم می‌باشد. هنگامی که حوادث به وقوع می‌پیوندند، باید با واکاوی دقیق این ضعف‌ها نسبت به بهبود شرایط اقدام کرد. شبه حوادث، اختلال در جریان تولید و شرایط ناایمن از دیگر نشانه‌های وجود ضعف در سیستم هستند. معمولاً نمی‌توان حوادث را فقط با روش‌های مهندسی کنترل کرد. همچنین، آموزش افراد و انگیزش آنها برای اجتناب از خطرات و یا برقراری سیستم‌های سخت‌گیرانه برای کار نیز، همیشه مقدور نمی‌باشد. تنها یک ترکیب متعادل از اقدامات فوق می‌تواند ما را در رسیدن به هدفمان یاری دهد. هر سازمان و شرکت، باید ترکیب مناسب و منحصر به فرد برای مشکلات خود را از اقدامات فوق پیدا کند و اطمینان داشته باشد که اجرای آنها از بروز حوادث پیشگیری خواهد کرد. از طرفی اقدامات اتخاذ شده نیز باید بر اساس تغییراتی که به مرور زمان در درون و بیرون از سازمان ایجاد می‌شوند، تطبیق یافته و به روز شوند [۲].

امروزه، نگرانی و مساله اصلی سازمان‌های مسئول در زمینه‌ی ایمنی و بهداشت صنعتی، شناسایی و حذف خطراتی است که تندرستی و زندگی کارگران و مردم را تهدید کرده و می‌تواند به ابزارها، دارایی‌ها، تجهیزات و محصولات نیز صدمه وارد کند. هنگامی که ریسک چنین خطراتی را نتوان به طور کامل حذف کرد (که در اغلب موارد همین گونه است) وظیفه‌ی متخصصان ایمنی این است که توصیه‌ها و پیشنهادهایی را برای کنترل خطرات و کاهش ریسک آنها تا کمترین حد قابل قبول ارایه کنند [۳].

صنعت فرآوری ذرت، از صنایع مادر محسوب می‌شود. محصولات حاصل از فرآوری ذرت در بسیاری از صنایع، مانند صنایع پلاستیک‌سازی و تهیه‌ی ورنی، کارخانجات تهیه‌ی چوب و چسب، صابون‌سازی، نشاسته‌سازی، داروسازی و تهیه‌ی غذای کودک، تهیه‌ی غذاهای لوکس و تفننی، تولید کاغذهای روغنی و صنعت رنگرزی استفاده می‌شود. همچنین از ذرت می‌توان دکسترین ومتعاقباً گلوکز به دست آورد. گلوکز، در قنادی‌ها و بیسکویت سازی استفاده می‌شود. این ماده در صنایع الکل گیری مانند الکل اتیلیک و بوتیلیک و صنایع تولید اسید لاکتیک، اسید استیک، تهیه‌ی لیزین، استون، تولید شربت‌های مخصوص و تهیه‌ی مالت نیز، فراوان به کار می‌رود [۴].

در فرآوری ذرت، برای استحصال گلوکز از انرژی‌های گوناگون مانند انرژی شیمیایی، الکتریکی، مکانیکی، حرارتی و ... استفاده می‌شود. علاوه بر این صدا، ارتعاش، گرما، حرکت سیالات مختلف، آزاد شدن آلاینده‌های شیمیایی و ... همگی صورت‌هایی از انرژی هستند که به صورت ناخواسته در مسیر تولید ایجاد شده و اغلب اوقات بدون روبرو شدن با مانع یا حفاظ، در محیط آزاد می‌شوند. آزاد شدن این‌گونه انرژی‌ها در خط تولید می‌تواند باعث بروز حادثه در خط تولید و ایجاد خسارت گردد. با در نظر گرفتن این موضوع که بروز حوادث بزرگ در این صنعت مادر (که در ایران منحصر به فرد نیز می‌باشد) می‌تواند زنجیره‌ی تولید در بسیاری از صنایع دیگر را نیز قطع کرده و زیان‌های مالی فراوان به بار آورد، باید بتوان ارزیابی دقیقی از ماهیت انرژی‌ها و خطرات ناشی از آنها داشت تا بتوان روش‌های کنترل مناسب را به کار برد.

از روش‌های آنالیز ایمنی که قادر به تامین این هدف می‌باشد، روش «ردیابی انرژی و واکاوی حفاظ‌ها» یا ETBA است. بر این اساس، با توجه به تنوع زیاد انرژی‌ها در صنعت تولید گلوکز و لزوم شناسایی پتانسیل‌های خطر و پیشگیری از بروز حادثه، در این تحقیق سعی در پاسخ‌گویی به سوالات زیر خواهد بود: ۱) منابع و ماهیت انرژی‌های موجود در فرآیند

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-07-09]

تولید کدامند؟ ۲) این انرژی‌های به چه طریقی سبب بروز حادثه می‌شوند؟ ۳) ریسک ناشی از آزاد شدن انرژی‌ها در سیستم چقدر است؟ ۴) مناسب‌ترین راه‌های پیشگیری از آزادشدن ناخواسته‌ی انرژی‌ها در سیستم چقدر است؟

ابزار و روش

در این پژوهش، از روش ETBA در قالب یک تحقیق موردی برای پیش بینی و توصیف حوادث احتمالی و یافتن روش‌های کنترل آنها استفاده شد. زیرا سؤالاتی که در این پژوهش مطرح هستند به دنبال چرایی و چگونگی بروز حوادث هستند. از طرفی پژوهشگر هیچ کنترل، مداخله و تغییری در محیط مورد بررسی ایجاد نکرده و فقط به مشاهده و جمع‌آوری مدارکی در مورد وضعیت موجود می‌پردازد. در پژوهش‌هایی که برای قضاوت و ارزیابی انجام می‌شود، تحقیقات موردی جایگاه ویژه‌ای دارند [۵].

روش ETBA بر پایه تئوری انتقال انرژی تدوین شده است. این تئوری بیان می‌کند که خسارت ناشی از حادثه، در اثر تبادلات ناخواسته‌ای که در جریان عبور انرژی از حفاظ به درون اهداف در معرض تماس رخ می‌دهند، به وجود می‌آید. روش ETBA شامل ۵ گام اساسی است [۶]:

گام اول، شناسایی انواع انرژی‌های موجود در سیستم است. این گام اغلب نیاز به تخصص قابل ملاحظه‌ای جهت شناسایی انواع انرژی‌های موجود دارد. برای اطمینان از این که تمام منابع انرژی شناسایی شده‌اند، باید چک لیست مناسبی از انواع انرژی‌هایی که ممکن است در سیستم موجود باشند، تهیه شود. شکل ۱ نمونه‌ای از یک چک لیست انواع انرژی‌هاست

ساختار کلی این چک لیست از یکی از منابع مورد استفاده، گرفته شده است. ولی جهت سهولت استفاده از چک لیست و اجتناب از کاربرد یک چک لیست طولانی، با بهره‌گیری از تقسیم بندی چک لیست‌های ارایه شده در منابع دیگر تغییرات کوچکی در تقسیم بندی برخی از انرژی‌ها داده شد. ضمن این که در جریان پژوهش روشن شد که برخی از انرژی‌های شناسایی شده در هیچکدام از تقسیمات انرژی جای نمی‌گیرند. از این رو، دسته‌ی دیگری به نام انرژی‌های متفرقه در چک لیست افزوده شد. گام دوم، ردیابی انرژی‌ها در سیستم است. به محض این که انرژی‌ها در سیستم شناسایی شد، باید منابع و سرچشمه‌های هر کدام از انرژی‌ها در سیستم شناسایی شوند و سپس باید جریان آن انرژی در سیستم ردیابی شود. در این گام از چک لیست کشف خطرات ETBA که در جدول ۲ ارایه شده است استفاده شد.

در گام سوم باید حفاظ‌ها و موانع موجود برای رها شدن ناخواسته‌ی آن انرژی ارزیابی شوند. در این گام نیز از سؤالات مربوط به حفاظ‌ها در چک لیست کشف خطرات، برای ارزیابی وضعیت حفاظ‌ها استفاده شد. در گام چهارم ریسک هر کدام از انرژی‌های شناسایی شده در سیستم ارزیابی می‌شود. جهت ارزیابی ریسک انرژی‌های شناسایی شده از ماتریکس ریسک استاندارد MIL-STD-882B بهره گرفته شد [۳و۷]. در نهایت، در گام پنجم گزینه‌های کنترل ریسک مورد بررسی قرار گرفته و گزینه‌های مناسب انتخاب می‌شوند. معمولاً همواره بهتر است قبل از این که مرحله‌ی بعدی شروع شود، مرحله‌ی قبل به صورت کامل انجام شود. می‌توان برای کمک به انجام هر چه بهتر واکاوی از کاربرگ‌های ثبت نتایج ETBA که به همین منظور طراحی شده‌اند، استفاده کرد. نمونه‌ای از این کاربرگ‌ها در شکل ۳ ارایه شده‌است.

یافته‌ها

این پژوهش در واحد تولید گلوکز شرکت گلوکزان به انجام رسید. این واحد از ابتدای ورود مواد اولیه به آن تا خروج محصول به ده بخش تقسیم بخش تقسیم و با کدهای E-1 تا E-10 مشخص شد.

مخزن ایستگاهی ذخیره محلول نشاسته (E-1)، مخزن اسید زنی نشاسته (E-2)، لوله های کنورتور (E-3)، مخازن خنثی سازی شربت گلوکز (E-4)، درام شربت گلوکز (E-5)، دیگ های تغلیظ (E-6)، فیلتر کندل (E-7)، الکتروپمپ های درام شربت و دیگ تغلیظ (E-8)، طبقه دوم محوطه سالن گلوکز سازی (E-9)، طبقه اول محوطه سالن گلوکزسازی (E-10) بخش های دهگانه

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-07-09]

۱- انرژی الکتریکی
۱-۱ جریان‌های مستقیم یا متناوب
۱-۲ انرژی الکتریکی ذخیره شده/ تخلیه‌ی الکتریکی
۱-۳ انتشار الکترومغناطیس/ پالس‌های رادیوفرکانس
۱-۴ ولتاژهای القایی/ جریان‌های القایی
۱-۵ ولتاژهای کنترل/ جریان‌های کنترل
۱-۶ میدان‌های مغناطیسی
۲- انرژی پتانسیل
۲-۱ قرار داشتن انسان در ارتفاع
۲-۲ قرار داشتن جسم در ارتفاع
۲-۳ اشیا معلق
۲-۴ بنای در حال ویرانی
۲-۵ بلند کردن بار، حمل و نقل و کار با مواد
۲-۶ فنرها و اشیا تحت تنش
۲-۷ سطوح شیب‌دار
۲-۸ سطوح لغزنده
۳- انرژی جنبشی چرخشی
۳-۱ ماشین‌های گردنده و گریز از مرکز
۳-۲ چرخ دنده‌ها و چرخ‌ها
۳-۳ فن‌های چرخان، پره‌های ملخی
۳-۴ اجزای انتقال قدرت، غلطک‌های یا سیلندرها
۴- انرژی جنبشی خطی
۴-۱ اجسام پرتاب شده، گلوله‌ها و ...
۴-۲ پیستون‌ها و اجزای در حال حرکت
۴-۳ قیچی‌ها و پرس‌ها
۴-۴ وسایل نقلیه و تجهزات در حال حرکت
۵- انرژی گرمایی
۵-۱ مواد مذاب یا مواد در حال سوختن
۵-۲ تشعشع حرارتی
۵-۳ هدایت گرمایی
۵-۴ جا به جایی هوا، گرمای منبسط شونده
۵-۵ چرخش حرارتی
۵-۶ بخار، واکنش‌های شیمیایی گرمازا
۶- پرتو دهی
۶-۱ پرتوهای یونیزان (آلفا، بتا، گاما)
۶-۲ پرتوهای غیر یونیزان (مادون قرمز، مریی، ماورابنفش)

۷- جا به جایی فشار، حجم و انرژی جنبشی
۷-۱ انفجار یا پارگی در اثر فشار بیش از حد
۷-۲ ایجاد خلا
۷-۳ ریختن مایعات
۷-۴ افزایش حجم سیالات/ فوران سیالات
۷-۵ جا به جایی هوای تهویه
۷-۶ اشیا فنری که در حال باز شدن هستند
۷-۷ گودبرداری، حفاری، حرکت زمین
۸- تاثیرات مواد شیمیایی
۸-۱ مواد خفقان‌آور و بیهوش کننده
۸-۲ مواد خورنده
۸-۳ حلال‌ها و روان کننده‌ها
۸-۴ مواد غیر قابل ترکیب، تجزیه ناپذیر، دفع شده، پس‌مانده، قابل انفجار، قابل احتراق، آتش گیر،اکسید شدنی، قابل پلیمریزاسیون، سمی، سرطان‌زا، جهش‌زا
۸-۵ زباله‌ها و آلاینده‌های آب، هوا و خاک
۹- صدا و ارتعاش
۹-۱ صدا
۹-۲ ارتعاش
۱۰- انرژی‌های زمینی
۱۰-۱ زمین‌لرزه
۱۰-۲ نشست زمین، جریان‌های آب زیر زمینی
۱۰-۳ انجماد زمین
۱۱- انرژی‌های جوی
۱۱-۱ سرعت، جهت و شدت باد
۱۱-۲ باران (گرم، سرد، منجمد)، باران اسیدی
۱۱-۳ برف، تگرگ، برف و باران
۱۱-۴ رعد و برق، نیروهای الکترواستاتیک
۱۱-۵ آئرسل‌ها، ذرات، گرد و غبار و میست‌ها
۱۱-۶ نور آفتاب، هوا (گرم، سرد، وارونه)
۱۲- موجودات زنده
۱۲-۱ کنش و واکنش میان انسان‌ها
۱۲-۲ کنش و واکنش میان موجودات یا گونه‌های دیگر
۱۲-۳ فعالیت‌های حیاتی گیاهان
۱۳- متفرقه
۱۳-۱ قرار داشتن تجهیزات در محل نامناسب
۱۳-۲ پیچیدگی دستگاه‌ها و تجهیزات

جدول ۱- چک لیست انرژی ETBA

واحد تولید گلوکز بودند. این تقسیم بندی بر اساس موقعیت فیزیکی و جغرافیایی تجهیزات و مراحل متوالی فرآیند تولید انجام شد. تا زمان اجرای این پژوهش، ریسک‌های قابل قبول برای شرکت گلوکزان تعریف نشده بود. برای انجام قسمت ارزیابی ریسک در روش ETBA جلساتی با مسئولین ایمنی و پژوهش شرکت برگذار شد و پس از آشنایی با مفهوم ارزیابی ریسک و شاخص‌های تصمیم گیری و ماتریکس ارزیابی ریسک مورد استفاده در این تحقیق، از آنان خواسته شد تا ریسک‌های قابل قبول برای شرکت را

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-07-09]

تغییرات جریان انرژی	تغییرات در حفاظها
جریان خیلی زیاد یا خیلی کم است و یا اصلاً وجود ندارد.	حفاظ خیلی قوی یا خیلی ضعیف است.
انرژی خیلی زود یا خیلی دیر جریان می‌یابد و یا اصلاً جریان نمی‌یابد.	حفاظ غلط طراحی شده است.
انرژی خیلی سریع یا خیلی کند جریان می‌یابد.	حفاظ خیلی زود یا خیلی دیر عمل می‌کند.
جریان انرژی متوقف می‌شود، افزایش می‌یابد، یا رها می‌شود.	حفاظ از هم می‌پاشد یا بطور کامل از کار می‌افتد.
شکل یا نوع اشتباهی از انرژی به سیستم وارد می‌شود.	حفاظ جلوی جریان را می‌گیرد یا شدت آنرا زیادتر می‌کند.
رها شدن انرژی اثرات پشت سر هم دارد.	نوع غلطی از حفاظ انتخاب شده است.

جدول ۲- چک لیست کشف خطرات ETBA[۶]

معرفی کنند. بر اساس تصمیم‌گیری مسئولین ایمنی و پژوهش شرکت، ریسک‌های 1A, 1B, 1C, 2A, 2B, 3A به عنوان ریسک‌های غیر قابل قبول، ریسک‌های 4A, 3B به 1D, 2C, به عنوان ریسک‌های نامطلوب، ریسک‌های 1E, 2E, 2D, 3D, 3C, 4C , 4B به عنوان ریسک‌های قابل قبول با تجدید نظر و ریسک‌های 4D, 4E, 3E به عنوان ریسک‌های قابل قبول برای شرکت تعیین شدند. ۱۰ کاربرگ ETBA در مدت ۲ ماه برای تمام بخش‌های ذکر شده در تقسیم بندی بر اساس گام‌های پنج‌گانه‌ی روش، تکمیل شد. در جدول ۳ کاربرگ ETBA تکمیل شده برای قسمت لوله‌های کنورتور ارایه شده است.

بحث و نتیجه گیری

سئوالی که بعد از تکمیل کاربرگ‌های ETBA مطرح می‌شود این است که «کدام یک از اقدامات کنترلی پیشنهادی برای کاهش ریسک یک انرژی خاص تا حد قابل قبول، مناسب تر است»؟ این سئوال از آن رو مطرح می‌شود که گاهی اوقات اجرای همزمان همه‌ی اقدامات کنترلی پیشنهادی به دلایل فنی، اقتصادی و غیره ممکن نیست و از طرفی نیز کارایی هر کدام از اقدامات در کاهش ریسک با یکدیگر متفاوت است. بنابراین باید در مورد میزان اثر بخشی هر کدام از اقدامات با توجه به فاکتورهای خارجی مانند امکان اجرای فیزیکی پیشنهاد، صرفه اقتصادی، عدم تداخل در سرعت و کیفیت تولید، نحوه‌ی نگرش مهندسین و کارگران به تغییرات اعمال شده و نوع برخورد آنان با این اقدامات و غیره بحث و تفسیر صورت گرفت و بهترین روش‌های کاهش ریسک برای هر انرژی ارایه شد.

بررسی و تفسیر تمام کاربرگ‌های به دست آمده از این مطالعه نشان داد که در مورد بسیاری از انرژی‌های شناسایی شده در خط تولید گلوکز، می توان با برقراری

کد محل یا سیستم مورد بررسی: E-3 — تاریخ:

نوع انرژی	توصیف خطر	اهداف بالقوه در معرض تماس	حفاظهای موجود در مسیر جریان انرژی	سطح ریسک	اقدام‌های کنترلی پیشنهادی	سطح ریسک کنترل شده
۳-۵	خطر تماس کارگران با لوله های داغ کنورتور و بخار	انسان	۱- تردد کم کارگران در محوطهٔ کنورتورها. ۲- دستکش‌های برزنتی مقاوم در برابر گرما به تعمیرکاران ارائه شده است. ۳- لباس کار افراد به عنوان پوششی در برابر جلوگیری از انتقال سریع گرما به پوست عمل می‌کند.	۳C	۱- آموزش و پیگیری استفاده کارگران از دستکش‌های ارائه شده و انجام این الگوی رفتاری توسط سرپرستان ومدیران ۲- استفاده از شیلد شفاف صورت به هنگام انجام تعمیرات در میان لوله‌های کنورتور ۳- محول نکردن کار به کارگرانی که دارای لباس آستین کوتاه هستند یا روحیه انجام کار ناایمن در آنها بالا است. ۴- محول نکردن کارهای طولانی به کارگرانی که دارای مشکلات قلبی، عروقی،کلیوی، چاقی، سن بالا، گرمازدگی هستند. ۵- تامین روشنایی کمکی در مواقعی که کارهای تعمیراتی در میان لوله‌های کنورتور در حال انجام است.	۴D

جدول ۳- کاربرگ ETBA لوله های کنورتور

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-07-09]

سیستم تعمیر و نگهداری پیشگیرانه در شرکت سطح ریسک را کاهش داد. این نکته را می‌توان در پیشنهادهای ارایه شده در ردیف‌های اول، دوم، چهارم و پنجم از کاربرگ ارایه شده، مشاهده کرد. تفسیر کاربرگ‌های تکمیل شده هم چنین نشان داد که تشکیل تیم بررسی حادثه با محوریت قسمت ایمنی شرکت و ثبت، گزارش و تحلیل شبه حوادث توسط آن باید یکی از راه‌کارهای مدیریتی مهم در پیشگیری از حوادث و شناخت ضعف‌های سیستم مورد توجه قرار گیرد. انفجار کلکتور بخار سالن گلوکزسازی در تابستان ۸۲ و آتش سوزی در قسمت تهیه ی پودر نشاسته ی صنعتی در پاییز ۸۲ نیز از جمله ی این حوادث هستند که به دلیل فقدان خسارت جانی، هیچگاه به صورت منسجم و به عنوان یک شبه حادثه مورد بررسی و ریشه یابی قرار نگرفته‌اند.

ثبت و تحلیل حوادثی که بر طبق قانون کار در زمره‌ی حوادث ناشی از کار قرار نمی‌گیرند (حداقل سه روز غیبت از کار به دلیل حادثه) نیز باید جزو اقدامات پیشگیرانه ی مدیریتی قرار گیرند. تحلیل و تفسیر کاربرگ‌ها نکته‌ی مهم دیگری را نیز نشان داد و آن این که بسیاری از حوادثی که در شرکت برای افراد روی می‌دهد، به دلیل قرار نگرفتن در دسته‌ی حوادثی که باید قانوناً باید ثبت شوند، گزارش و ثبت نمی‌شوند. میزان تکرار حوادثی مانند سقوط از پله‌ها، لیز خوردن و سوختگی های سطحی به مراتب بیشتر از حوادث ثبت شده است، ولی اغلب یا گزارش نمی‌شوند و یا به صورت سرپایی درمان می‌شوند. ریسک خطر مربوط به این انرژی ها در اغلب کاربرگ ها در دسته ی ریسک های نامطلوب یا ریسک های قابل قبول با تجدید نظر ارزیابی شد. اغلب اوقات تکلیف مدیریت صنعت با ریسک های قابل قبول و غیر قابل قبول مشخص است. ولی این تکلیف در ارتباط با ریسک هایی که جزو ریسک های «نامطلوب» و «قابل قبول با تجدید نظر» قرار می‌گیرند، چندان مشخص نیست و بستگی کامل به نگرش مدیریت به مقوله ی ایمنی دارد. اغلب حوادث نیز در نتیجه ی عدم توجه کافی به این خطرات ایجاد می شوند. ساده انگاری ریسک این خطرات توسط مدیریت اغلب منجر به بروز حادثه می شود.

روش ETBAاز جمله روش های واکاوی ایمنی است که از دیدگاه فنی به توصیف سیستم مورد بررسی و عوامل مؤثر بر بروز حادثه می پردازند [۱]. نمود این گرایش و دیدگاه فنی را می توان در چک لیست های انرژی نیز مشاهده کرد. در این چک لیست ها اغلب نقش عامل انسانی به عنوان یکی از منابع و انرژی هایی که می تواند منجر به بروز حادثه شود، چندان پر رنگ و مشخص نیست. در حالی که بر اساس آمارهای موجود، خطای انسانی عامل بیش از ۸۰٪ حوادث در جهان شناخته شده است. نقش این عامل در بروز حوادث به ویژه در صنایعی که انسان به عنوان کنترل‌کننده ی عملکرد تجهیزات عمل کرده و تصمیمات او بر ادامه ی کار سیستم تاثیرگذار است (و نه کار فیزیکی او) مهم تر است. به نظر می رسد با توجه به ماهیت فنی روش ETBAنقش عوامل انسانی در بروز حوادث در صنعت مورد مطالعه از کانون توجه دور مانده و نادیده‌گرفته شود. فرآیند خط تولید گلوکز یا صنایع غذایی دیگر از جمله صنایعی هستند که تولید در آنها اکثراً بسته بوده و بدون دخالت دست و توسط تجهیزات صورت می‌گیرد. افراد در این گونه خطوط تولید، به عنوان کنترلر و اپراتور دستگاه مشغول به کارند. بنابراین، مسایل ایمنی و ارگونومیکی مطرح در سیستم های انسان ماشین در این صنایع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. کما اینکه دسته ی انرژی های افزوده شده به چک لیست مورد استفاده در این مطالعه (انرژی های متفرقه) ناظر بر وجود فاکتورهای انسانی دخیل در بروز حوادث هستند. به همین دلیل به نظر می رسد در این صنایع برای تحلیل و ارزیابی ایمنی سیستم علاوه بر روش هایی که جهت‌گیری فنی دارند، باید از روش هایی که به بررسی دقیق نقش انسان در بروز حوادث می پردازند نیز در کنار روش های قبلی استفاده کرد.

قدردانی

بر خود واجب می دانیم از مدیریت و کارکنان شرکت گلوکزان که امکان انجام این پژوهش را میسر ساختند، سپاسگزاری کنیم.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-07-09]

منابع

1. Harms-Ringdahl L. Safety analysis: principles and practice in occupational safety. Great Britain, Taylor and Francis; 2001.
2. Kjellen U. Prevention of Accidents through Experience Feedback. Taylor and Francis, London; 2000.
3.Vincoli JW. Basic Guide to System Safety. Van Nostrand Reinhold, USA; 1993.
4. Ramstad SA. Corn: chemistry and technology. American Association of Cereal Chemists Inc;1991.
5. Khodabandeh N. Ghalat (Cereals). Tehran: Tehran University Press; 1992
6. Yan RK. Tahghigh Moredi (Case Study). Translated by: Ali Parsaeian, Seyed Mohammad Arabi. Tehran: Cultural Research Office; 2002. [Persian]
7.Benner L. Rating Accident Models and Investigation Methodologies. Journal of Safety Research 1985, Vol. 16, pp: 105-126.
8. Energy Trace and Barrier Analysis, Available online at: http://www.nm-esh.org/sss/handbook/ Matrix. pdf
9. Roland H, Moriarty B. System safety engineering and management. Taylor and Francis, USA; 1993.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-07-09]

Safety analysis of a corn processing industry by energy trace and barrier analysis method: a case study

Mostafa Booya[1]
Shirazeh Arghami[2]
Hossein Asilian[3]
Seied Bagher Mortazavi[4]

Abstract:

Background and aims: Each year many people die from accidents at work. Enormous costs of these accidents have forced specialists looking for ways to prevention of accidents. This study focuses on evaluation the safety of glucose production unit by energy trace and barrier analysis (ETBA) and present approaches to prevention of accidents.

Methods: Steps to perform ETBA method was completed in the field study. Data was collected by interview with workers and supervisors, document surveys and direct observations. 41 ETBA worksheets were completed for seven fold parts of production unit. Most unacceptable risks were found in starch site.

Results: Findings showed that unwanted flow of potential energies create the most unacceptable risks in production unit. We concluded that the human factors would play main roll in reduction of risks and control hazards. Also, administrative controls are suggested, especially establishment of repairing and preventive maintenance system, organizing team for investigation and record keeping of accidents, reporting and scientific analyzing of accidents and incidents would reduce the total risk of industry.

Conclusion: It will be useful to use the techniques that research human role in accidents associated with ETBA method.

Keywords:

Industrial safety, System safety, Energy Trace and Barrier Analysis (ETBA), Glucose

1. (Corresponding author) Faculty Member of Qom University of Medical Sciences. Email: fgdir@yahoo.com
2. Faculty Member of Zanjan University of Medical Sciences.
3&4. Faculty Member of Tarbiat Modares University.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2025-07-09]