Risk assessment in a foundry unit by energy trace and barrier analysis method (ETBA)

V. Zaroushani[1], A. Safari Varriani[2], S.A. Ayati[3], A. Nikpey[4]

Recieved: 2009/8/12 Revised: 2009/11/18 Accepted: 2010/1/2

Abstract

Background and aims: As a Development of Industrial process, human, environment, equipment, material and validity of system has been exposed to hazardous conditions. Regards of 32.3 percent of occupations in industries, this study focused on risk assessment of foundry unit by energy trace and barrier analysis (ETBA) method and presented approaches to control of accident.

Methods: the recent study is as a case study one to risk assessment in a foundry unit in Qazvin industrial city in1387. In this study risks were founded by ETBA method and evaluated by MIL-STD-882B. Data were collected by direct observations, interview with workers and supervisor and engineers, walking-talking through method, documents investigation of operational processors, preventive maintenances, equipment technical properties, accidental and medical documents. Finally ETBA worksheets completed.

Findings: totally 154 risks has been found. 40 from total are been unacceptable risk, 68 unfavorable and also 46 acceptable but with remediation action. Casting workshop had risks more than other workshops (with 74 identified risks).Potential and heat energies were founded as most hazardous energies, with respectively 51 and 38 risk cases.

Conclusion: This study recommended to be done actions for identification and control risk, such as: safety training, occupation training, preventive maintenance, contract safety, safety communication and safety audit group.

Keyword: ETBA method, Risk Assessment, safety, foundry

1. **(Corresponding author)** Academic Member of Occupational Health Department, Faculty of Health, Qazvin University of Medical Sciences, Qazvin, Iran. zaroushani@yahoo.com Tel: 0912 3468541
2&4. Assistant professor of Occupational Health Department, Faculty of Health, Qazvin University Of Medical Sciences, Qazvin, Iran.
3. Bsc of metallurgy, manager of Foundry Unit.

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

ارزیابی ریسک به روش ردیابی انرژی و آنالیز موانع در یک صنعت ریخته گری

ویدا زراوشانی[۱]، علی صفری واریانی[۲]، سید احمد آیتی[۳]، احمد نیک پی[۴]

تاریخ دریافت: ۸۸/۵/۲۱ تاریخ ویرایش: ۸۸/۸/۲۷ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۰/۱۲

چکیده

زمینه و هدف: با پیشرفت تکنولوژی، انسان، تجهیزات، محیط زیست، مواد و اعتبار سیستم در معرض شرایط خطرناک قرار گرفته است. با توجه به سهم ۳۲/۳ درصدی صنعت در بخش اشتغال و رشد سریع صنایع تولید فلزات اساسی در این عرصه، کنترل حوادث و هزینه های مربوطه امری ضروری است. با توجه به اهمیت نیروی انسانی در توسعه پایدار، مطالعه حاضر به منظور شناسایی و ارزیابی ریسک با رویکرد کنترل حوادث، در یک صنعت ریخته گری انجام شد.

روش بررسی: پژوهش حاضر یک مطالعه مورد پژوهی (Case Study) است که جهت ارزیابی ریسک در یک صنعت ریخته گری در شهر صنعتی البرز قزوین در سال ۱۳۸۷ اجرا شد. در این تحقیق با استفاده از تکنیک ETBA، ریسکهای بالقوه شناسایی و با استاندارد MIL-STD-۸۸۲B به صورت کیفی ارزیابی شدند. جهت جمع آوری داده ها از روش مشاهده، مصاحبه با متخصصین فرآیند، استفاده از نظرات کارشناسان تولید در حین بازدید از محیط کار، بررسی اسناد، دستورالعملهای کاری، مدارک فنی دستگاهها، اسناد عملیاتی و چیدمان تجهیزات، مدارک واحد نگهداری و تعمیرات، برگه های حوادث و پرونده های پزشکی کارگران استفاده شد و در نهایت برگه های ETBA تکمیل گردید.

یافته ها: در مجموع ۱۵۴ ریسک شناسایی شد که ۴۰ ریسک غیر قابل قبول، ۶۸ مورد نامطلوب و ۴۶ مورد قابل قبول با تجدید نظر بودند. کارگاه ریخته گری با ۷۴ مورد ریسک، بیشترین ریسک شناسایی را داشت. ۱۰۸ مورد از ریسکهای شناسایی شده در طبقه ریسکهای غیر قابل قبول و نامطلوب بودند. انرژیهای پتانسیل و گرما به ترتیب با ۵۱ و ۳۸ مورد ریسک شناسایی شده، بیشترین انرژیهای مخاطره آمیز بودند.

نتیجه گیری: این تحقیق اجرای اقداماتی نظیر آموزش ایمنی، آموزش حرفه ای، سیستم نظارت بازرسی، مدیریت ایمنی پیمانکاران، مدیریت سیستم تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه و تشکیل تیم ممیزی ایمنی را در شناسایی و کنترل ریسکهای شناسایی شده موثر می داند.

کلید واژه ها: روش ETBA، ارزیابی ریسک، ایمنی، ریخته گری

مقدمه

صنایع فلزی از جمله صنعت ریخته گری در ردیف مهمترین رشته های صنعتی است که می توان آنرا جزء صنایع مادر محسوب نمود[۱]. ریخته‌گری قدیمی ترین فرآیند شناخته شده جهت ایجاد اشکال مطلوب از فلزات از طریق ذوب، ریختن مذاب در قالب، و سرد نمودن و انجماد آن مطابق شکل محفظه قالب می باشد[۲،۱]. بر اساس گزارش های مرکز آمار ایران در سال ۱۳۷۵، ۳۹۱ کارگاه ریخته گری صنعتی در زمینه تولید فلزات در کشور وجود داشت که این تعداد در سال ۱۳۸۵ به ۲۰۷۷ مورد افزایش یافت. این امر نشاندهنده

۱-(نویسنده مسئول) مربی بهداشت حرفه ای، دانشگاه علوم پزشکی قزوین، دروازه رشت- بلوار باهنر- دانشگاه علوم پزشکی قزوین- دانشکده بهداشت- گروه بهداشت حرفه ای) قزوین، ایران. zaroushani@yahoo.com

۲ و ۴-استادیار بهداشت حرفه ای دانشگاه علوم پزشکی قزوین، قزوین، ایران.

۳-کارشناس متالوژی، مدیریت کارخانه ریخته گری.

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

رشد سریع این صنعت و اهمیت آن در توسعه اقتصادی کشور می باشد[۳].

بر اساس آمار سازمان OSHA ضریب تکرار حوادث برای حوادث غیر فوتی به ازای ۱۰۰ کارگر تمام وقت در کل صنایع ریخته گری آمریکا در سالهای ۲۰۰۶، ۲۰۰۵، ۲۰۰۴، و ۲۰۰۳ به ترتیب ۱۱/۹ ، ۱۳/۱، ۱۴ و ۱۳/۵ و در کارخانجات ریخته گری آلومینیوم (به جز دایکاست) برابر با ۱۲/۱ ، ۱۰/۷ ، ۱۳/۲ و ۱۳/۳ بوده است. بر اساس آمار همین سازمان وقوع یک مرگ در یک کارخانه ریخته گری می تواند هزینه انسانی معادل ۱۸۲۰۰۰ دلار را به سیستم تحمیل نماید[۴].

رخداد حوادث معمولاً در نتیجه توالی یکسری از رویدادها می باشند که در نهایت منجر به آزادسازی انرژیهایی خارج از ظرفیت سیستم های پذیرنده شده و در این حالت حادثه رخ می دهد که معمولاً توام با آسیب های جسمی، فیزیکی، جراحات و بیماریهای ناشی از کار خواهند بود. بر این اساس با بررسی نظام مند اجزاء سیستم ، شناسایی انرژی های بالقوه خطرناک و انجام اقدامات ایمنی به منظور پیشگیری یا کنترل و کاهش اثرات انرژیهای مخاطره آمیز، می توان اقدامات موثری جهت صیانت از سلامت نیروی کار و حفاظت از دارایی های سیستم و محیط زیست انجام داد. بنابراین در پژوهش حاضر با استفاده از تکنیک ردیابی انرژی و آنالیز موانع (ETBA) به شناسایی و ارزیابی ریسک در یک صنعت ریخته گری پرداخته شد . این روش یکی از ساده ترین اشکال بسط یافته مدل انرژی است ، که به عنوان ابزاری جهت تجزیه و تحلیل اصولی علل حوادث مورد استفاده قرار می گیرد و در اصل از تکنیک « پایش مدیریتی و درخت ریسک» (Management Oversight and Risk Tree: MORT) منتج شده است . در این تکنیک ، حادثه به عنوان رها شدن جریان ناخواسته ای از انرژی که بر اثر نقص در طراحی یا عملکرد حفاظها به وقوع می پیوندد تعریف می گردد[۵]. جهت پیشگیری از وقوع رویدادها یا حوادث می توان از انواع موانع ایمنی استفاده نمود. این موانع طبقه بندیهای متفاوتی دارند . Sklet (۲۰۰۶) موانع ایمنی را به دو دسته فیزیکی و غیر فیزیکی طبقه بندی نموده است . در این طبقه بندی، موانع ایمنی به عنوان هرگونه طراحی که بتواند پیشگیری، کنترل یا کاهش اثرات رویدادها یا حوادث ناخواسته را انجام دهد، توصیف شده است[۶]. در این مطالعه، پس از آشنایی اولیه با فرایند تولید، مواد، تجهیزات و انواع مشاغل موجود در صنعت، از تکنیک ردیابی انرژی و آنالیز موانع جهت شناسایی ریسک استفاده شد.

استفاده از منطق توالی در شناسایی خطرات بالقوه سیستم و کاهش احتمال نادیده گرفتن آنها، ایجاد یک دید جامع از انرژیهای موجود در سیستم، شناسایی خطرات ویژه جهت تجزیه و تحلیل بیشتر، آنالیز خطرات مربوط به طراحی سیستم (SD-HAT) System Design Hazard Analysis، جزئیات طراحی (DD-HAT) Design Hazard Analysis Detailed و طراحی اولیه سیستم (PD-HAT) Preliminary Design Hazard Analysis، کم هزینه بودن آنالیز ریسک، تجزیه و تحلیل اصولی علل حوادث و تکمیل سناریوی حادثه از علل انتخاب این تکنیک جهت ارزیابی ریسک بود. [۲،۳،۷].

روش بررسی

این تحقیق یک مطالعه مورد پژوهی است که در یک کارخانه ریخته گری در سال ۸۷-۱۳۸۶ در شهر صنعتی البرز واقع در استان قزوین اجرا شد . صنعت مورد نظر متشکل از چهار کارگاه ماهیچه سازی، ریخته گری ، آماده سازی و ساخت و تولید است. با توجه به وجود تنوع انرژی و تعامل پیچیده انسان و تجهیزات در فرایند تولید این کارخانه از روش ردیابی انرژی و تجزیه و تحلیل حفاظها (ETBA) استفاده شد. تیم ارزیابی ریسک متشکل از مدیر کارخانه، مدیر تولید، کارشناس بهداشت حرفه ای، مدیر کنترل کیفیت، مدیر واحد ساخت و تولید، مسئول و یک نفر از کارکنان واحد تعمیر و نگهداری، سرپرستان و یک نفر از کارگران با تجربه هر کارگاه بود. به منظور ایجاد آشنایی اعضاءگروه با روش ارزیابی ریسک فوق، ابتدا چندین جلسه توجیهی در خصوص معرفی مفاهیم خطر، انرژی، ریسک، حادثه، ارزیابی ریسک و تکنیک ETBA برگزار گردید. سپس با توافق اعضاء گروه، صنعت مورد بررسی به چند بخش تقسیم شد تا امکان بررسی ساده تر بخش های مختلف فراهم شود.

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

۱-انرژی الکتریکی	**۵- انرژی گرمایی**	**۹- صدا وارتعاش**
۱-۱-جریانهای مستقیم/جریانهای متناوب	۵-۱-مواد مذاب یا مواد در حال سوختن	۹-۱-صدا
۱-۲-انرژی الکتریکی ذخیره شده/تخلیه الکتریکی	۵-۲-تشعشع حرارتی	۹-۲-ارتعاش
۱-۳-انتشارات الکترومغناطیس/ پالسهای رادیو فرکانس	۵-۳-هدایت گرمایی	**۱۱- انرژیهای جوی**
۱-۴-ولتاژ القایی/جریانهای القایی	۵-۴-جابجایی هوا، گرمای منبسط شونده	۱۱-۱-سرعت،شدت وجهت باد
۱-۵-ولتاژ کنترل/ جریانهای کنترل	۵-۵-چرخش حرارتی	۱۱-۲-باران(گرم، سرد،منجمد) ، باران اسیدی
۱-۶-میدانهای مغناطیسی	۵-۶-بخار، واکنش شیمیایی گرمازا	۱۱-۳-برف، تگرگ، برف وباران
۲-انرژی پتانسیل	**٦- انرژی پرتودهی**	۱۱-۴-رعدوبرق ، نیروهای الکترواستاتیک
۲-۱ قرار داشتن انسان درارتفاع	۶-۱-پرتوهای یونیزان(آلفا، بتا و گاما)	**۱۰- انرژیهای زمینی**
۲-۲ قرار داشتن جسم درارتفاع	۶-۲-پرتوهای غیریونیزان(مادون قرمز ، مرئی وماوراء بنفش)	۱۰-۱-زمین لرزه
۲-۳ اشیاء معلق	**۷- جابجایی فشار ، حجم وانرژی جنبشی**	۱۰-۲-نشست زمین، جریانهای آب زیر زمینی
۲-۴ بنای درحال ویرانی	۷-۱-انفجار یا ترکیدگی در اثر فشار بیش ازحد	۱۰-۳-آتروسل، گردوغبار ،ذرات ومیستها
۲-۵ بلند کردن بار،حمل ونقل و کار با مواد	۷-۲-ایجاد خلاء	۱۰-۴-نور آفتاب، هوا(گرم، سرد، وارونه)
۲-۶ فنرها و اشیای تحت تنش	۷-۳-ریختن مایع	**۱۲- موجودات زنده**
۲-۷ سطوح شیبدار	۷-۴-افزایش حجم سیالات/ فوران سیالات	۱۲-۱-کنش و واکنش میان انسانها
۲-۸ سطوح لغزنده	۷-۵-جابجایی هوای تهویه	۱۲-۲-کنش و واکنش میان موجودات یاگونه های دیگر
۳- انرژی جنبشی چرخشی	۷-۶-اشیا فنری که درحال باز شدن هستند	۱۲-۳-فعالیتهای حیاتی گیاهان
۳-۱-ماشینهای گردنده و گریز ازمرکز	۷-۷-گود برداری، حفاری، حرکت زمین	**۱۳- متفرقه**
۳-۲-چرخ دنده ها وچرخها	**۸- مواد شیمیایی**	۱۳-۱-قرار داشتن تجهیزات درمحل نامناسب
۳-۳-فنهای چرخان ،پره های ملخی	۸-۱-مواد خفقان آور و بیهوش کننده	۱۳-۲-پیچیدگی دستگاهها وتجهیزات
۳-۴-اجزای انتقال قدرت، غلطکها یا سیلندرها	۸-۲-مواد خورنده	۱۳-۳-قرار گرفتن افراد در پوسچر نامناسب، کار استاتیک
٤- انرژی جنبشی خطی	۸-۳-حلالها و روان کننده ها	
۴-۱-اجسام پرتاب شده ،گلوله ها و...	۸-۴-مواد غیرقابل ترکیب، موادتجزیه ناپذیر ،	
۴-۲-پیستونها واجزای درحال حرکت	۸-۵- مواد دفع شده ،پس مانده، قابل انفجار، قابل احتراق	
۴-۳-قیچی ها و پرسها	۸-۶-مواد اشتعال پذیر، اکسید شدنی،قابل پلی مریزاسیون، سمی ، سرطان زا، جهش زا ، زباله ها و آلاینده های آب وخاک	
۴-۴-وسایل نقلیه و تجهیزات درحال حرکت	۸-۷-گردوغبار، فیومها و گازها و بخارات بیماریزا	

جدول۱- چک لیست انرژیهای ETBA

مراحل ارزیابی ریسک مطابق با تکنیک ETBAدر ۵ مرحله به شرح ذیل انجام شد.

در مرحله اول، شناسایی انواع خطرات بالقوه یا انرژیهای موجود در سیستم انجام شد. در این مرحله هرگونه مواد ، مکانیسم و یا فرایند کاری که از پتانسیل آزادسازی انرژی و آسیب به اهداف سیستم برخوردار بود، شناسایی گردید. هرگونه انرژی که آزادسازی آن در سیستم، پتانسیل آسیب به اهداف سیستم را داشت به عنوان انرژیهای ناخواسته در نظر گرفته شد.

به منظور ایجاد سهولت در شناسایی انرژیها از چک لیست انرژی ETBA(جدول۱) استفاده شد. نکته حائز اهمیت در این مرحله این است که ، نباید هیچ یک از انرژیها را به دلیل اینکه شاید احتمال تماس آن با انسان بعید به نظر برسد کنار گذاشته شود . جهت اطمینان از شناسایی کلیه انرژیهای بالقوه خطرناک موجود در صنعت، علاوه بر چک لیست انرژی ، از منابع دیگری نظیر مصاحبه با متخصصین فرآیند، بررسی دستورالعملهای کاری، مدارک فنی دستگاهها، اسناد عملیاتی، چیدمان تجهیزات، مدارک واحد نگهداری و تعمیرات، برگه های حوادث و پرونده های پزشکی کارگران، آمار حوادث در صنایع مشابه، و منابع معتبر علمی معتبر استفاده شد[۱۱-۵].

در مرحله دوم ، ردیابی مسیر انرژیها در سیستم و تعیین اهداف بالقوه ی در معرض تماس انجام شد . در این مرحله مسیر انرژی با بکارگیری منطق توالی از منبع تا هدف ، مورد بررسی قرار گرفت. در این مسیر هر نوع انرژیی که برای اولین بار وارد سیستم شد ، یا در سیستم ایجاد و یا از آن خارج گردید ، شناسایی شد. همچنین گونه های جدید انرژی که پس از تغییر شکل انرژی اولیه (در مسیر انرژی) ایجاد شده بودند نیز شناسایی گردیدند. این مسئله نیز مورد توجه قرار گرفت که انرژیها می توانند از یک مسیر یا چندین مسیر به اهداف مورد نظر برسند لذا اشکال نامحسوس انرژی که در نتیجه تغییر شکل انرژیهای قبلی در مسیرهای چندگانه ، ایجاد شده بودند نیز، شناسایی گردیدند.. کارکنان، تجهیزات، مواد اولیه، محصولات، محیط کار،

[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 می یابد و یا اصلاً جریان نمی یابد.	طراحی حفاظ غلط است.
انرژی خیلی سریع یا خیلی کند جریان می یابد.	حفاظ خیلی زود یا خیلی دیر عمل می کند.
جریان انرژی متوقف ، افزایش یا رها می شود.	حفاظ از هم می پاشد یا به طور کامل از کار می افتد.
نوع ناخواسته ای از انرژی به سیستم وارد می شود.	حفاظ جلوی جریان را می گیرد یا شدت آن را افزایش می دهد.
رها شدن انرژی پیامدهای متوالی دارد.	نوع غلطی از حفاظ انتخاب شده است.

جدول۲- چک لیست کشف خطرات وکارایی حفاظها

میزان تولید و اعتبار سیستم به عنوان اهداف بالقوه در نظر گرفته شدند. در این مرحله به منظور ارزیابی پتانسیل آزاد شدن انرژی از منبع و تماس با اهداف بالقوه ، از روشهایی نظیر «چه می شود اگر ... » نیز استفاده شد[۵و۸]. جهت اطمینان از بررسی کامل مسیر انرژی علاوه بر چک لیست کشف خطرات ETBA(جدول ۲) از نقشه های (flow diagram PFD(Processو دستورالعملهای عملیاتی نیز استفاده شد.

شناسایی و ارزیابی موانع و حفاظهای موجود سومین مرحله در اجرای روش ETBAمحسوب می شود. بر اساس تقسیم بندی Haddon (۱۹۷۳)موانع می توانند به اشکال متفاوتی نظیر موانع فیزیکی (دیوارها، نرده ها، عایقها، سپرهای حفاظتی و...)، موانع مکانی (دور بودن منابع انرژی از اهداف و...) ، موانع زمانی(کاهش زمان مواجهه با منبع انرژی و...) و فرایندی (تغییر دستورالعملهای عملیاتی و استفاده از تجهیزات جدید و...) باشند[۵].

در این بخش کلیه حفاظها و موانع موجود در مسیر جریان انرژی، شناسایی شده و هرگونه طراحی، روش اجرایی یا وسایل حفاظت فردی که از دستیابی انرژی مخاطره آمیز به اهداف آسیب پذیر سیستم جلوگیری می کرد به عنوان موانع انرژی درنظر گرفته شد. جهت سهولت در فرایند ارزیابی کارایی حفاظهای موجود، از چک لیست ارائه شده در جدول ۲ استفاده شد[۵].

مرحله چهارم، ارزیابی ریسک ناشی از آزاد شدن انرژی در سیستم می باشد. هدف کلی ارزیابی ریسک، ایجاد زمینه ای جهت تصمیم گیری در خصوص پذیرش ریسکهای موجود یا ارتقاء وضعیت ایمنی سیستم است. یکی از روشهای معمول ارزیابی ریسک ،طبقه بندی خطرات بالقوه شناسایی شده بر پایه تکرار وقایع و پیامدهای مربوط به آنها است. یکی از معروفترین روشها برای ارزیابی کیفی یا نیمه کمی ریسک در صنایع ، استاندارد نظامی آمریکا (۸۸۲-MIL-STD) است[۱]. براساس این استاندارد پارامترهای ریسک ، یعنی شدت و احتمال وقوع خطر ، به صورت کیفی طبقه بندی می شوند [۱۱-۵] در این تحقیق نیز از این روش استفاده گردید و طی دو جلسه با حضور اعضای تیم ارزیابی ریسک هر یک از طبقه بندیهای شدت و احتمال وقوع خطرات، توصیف گردیدند.

شدت خطر، به عنوان یک شاخص کیفی بر اساس

نام کارگاه	طبقه بندی ریسک مجموع ریسک	ریسکهای قابل قبول باتجدید نظر	ریسکهای نامطلوب	ریسکهای غیرقابل قبول
ماهیچه سازی	۲۷	۸	۱۰	۹
ریخته گری	۷۴	۱۸	۳۶	۲۰
آماده سازی	۴۰	۱۳	۱۷	۱۰
ساخت و تولید	۱۳	۷	۵	۱

جدول ۳- فراوانی ریسکهای شناسایی شده به تفکیک کارگاه

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

نام کارگاه / نوع انرژی	آماده سازی	ماهیچه سازی	ساخت و تولید	ریخته گری	مجموع انرژیهای بالقوه خطرناک شناسایی شده
الکتریکی	۶	۷	۲	۴	۱۹
پتانسیل	۱۴	۸	۳	۲۶	۵۱
جنبشی چرخشی	۸	۱	۲	۴	۱۵
جنبشی خطی	۶	۳	۱	۱۱	۲۱
گرمایی	۵	۹	۱	۲۳	۳۸
پرتو	۰	۱	۰	۳	۴
جابجایی فشار	۲	۲	۰	۱۲	۱۶
شیمیایی	۲	۵	۲	۷	۱۶
صدا و ارتعاش	۲	۱	۱	۵	۹
زمینی	۰	۰	۰	۰	۰
جوی	۰	۰	۱	۰	۱
موجودات	۰	۰	۰	۰	۰
متفرقه	۱	۴	۱	۴	۱۰
مجموع	۴۶	۴۱	۱۴	۹۹	۲۰۰

جدول ۴- فراوانی انرژیهای شناسایی شده به تفکیک کارگاه

شدت واقعی یا تصور افراد از صدماتی که به افراد یا سیستم وارد خواهد شد تعریف و در چهار گروه فاجعه بار، بحرانی، مرزی و جزئی طبقه بندی می شود.

احتمال خطر با توجه به احتمال نسبی رخداد یک حادثه بر اثر یک خطر بالقوه در پنج گروه مکرر، محتمل، گاه به گاه، بعید و غیر ممکن تعریف شده است.

سپس با استفاده از ماتریس تصمیم گیری ، که با تلفیق عناصر شدت و احتمال خطر ، بستری مناسب در خصوص پذیرش یا رد ریسکهای شناسایی شده فراهم می آورد، اولویت بندی کنترل هر یک از ریسکهای شناسایی شده صورت گرفت.

در مرحله پنجم ، راهکار های کنترلی ارائه شد. اقدامات ایمنی مورد نظر بر اساس سلسله مراتب کنترلی هادون و با تاکید بر قانون (Practicable ALARP: As Low As Reasonably)، توجه به توانایی های فنی و اقتصادی صنعت مورد نظر و نیز با تمرکز بر کاهش احتمال ، شدت وقوع خطر یا هر دو پارامتر، ارائه گردید. [۸،۷،۵].

درنهایت نتایج حاصل از پنج مرحله فوق در کاربرگهای ETBA مربوط به هر کارگاه ارائه شد.

یافته ها

در صنعت ریخته گری مورد بررسی با استفاده از روش ETBA ۱۵۴ ریسک و ۲۰۰ مورد انرژی بالقوه خطرناک که در ۱۲ گروه انرژی (مطابق جدول شماره۱) طبقه بندی شده اند شناسایی گردید. مطابق ماتریس ریسک صنعت مورد نظر، ۴۰ مورد از ریسکهای شناسایی شده غیر قابل قبول، ۶۸ مورد نامطلوب و ۴۶ مورد قابل قبول با تجدید نظر بودند و هیچ ریسکی در طبقه قابل قبول بدون تجدید نظر قرار نگرفت. فراوانی هر یک از طبقه بندی ریسکها و انرژیهای شناسایی شده به تفکیک کارگاههای صنعت ، در جداول ۳و۴ ارائه شده است. در میان کارگاههای این صنعت، کارگاه ریخته گری با ۷۴ مورد ریسک و ۹۹ مورد انرژی مخاطره آمیز ، دارای بیشترین پتانسیل آسیب رسانی به اهداف سیستم بود. نتایج حاصل از کاربرگهای ETBA بیانگر آن بود که انرژیهای پتانسیل و گرما به ترتیب با ۵۱ و ۳۸ مورد ریسک شناسایی شده ، بیشترین منابع انرژی مخاطره آمیز بودند. درجدول شماره۵ نمونه ای از کاربرگ ETBA ارائه شده است.

بحث و نتیجه گیری

نتایج ارزیابی ریسک به روش ETBA بیانگر آن بود ۱۰۸ مورد از ریسکهای شناسایی شده در طبقه ریسکهای غیر قابل قبول و نامطلوب قرار داشته و در اولویت اقدامات کنترلی قرار دارند. توزیع مجموع ریسکهای غیرقابل قبول و نامطلوب در کارگاههای

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

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

کد محل یا سیستم مورد بررسی : کارگاه ماهیچه سازی — تاریخ اولین بازدید :۸۷/۳/۲۳

ردیف	نوع انرژی	توصیف خطر	اهداف بالقوه در معرض تماس	حفاظهای موجود در مسیر جریان انرژی	سطح ریسک اولیه	اقدامات کنترلی پیشنهادی	سطح ریسک ثانویه
۱۶	۱-۴	- پرتاب ذرات ماسه به چشم و صورت اپراتور ماهیچه ساز و اپراتور مجاور ، هنگام تمیز کردن کفه قالبها و پر شدن قالب از ماسه - پرتاب ذرات ماسه به چشم و صورت اپراتور به هنگام آماده سازی ماهیچه	- انسان - میزان تولید	ندارد	3A	- استفاده از کلاهک در سر نازل باد - جایگزینی نازل چند سوراخه(۵یا۷ سوراخه) به جای نازل فعلی - استفاده از انشعاب فرعی برای لوله های باد مخصوص پلیسه گیری و کاهش فشار هوا و تنظیم آن به اندازه مورد نیاز برای پلیسه گیری (هماهنگی سرپرست و واحد تعمیرات و نگهداری) - استفاده از سینی کشویی در زیر هر یک از دستگاهها برای جمع آوری ماسه - نصب تهویه موضعی بر روی هریک از دستگاهها - جداسازی منطقه عملیاتی هر یک از دستگاهها با استفاده از حفاظ شفاف بین دستگاههای ماهیچه سازی - نصب درپوش بر روی مخازن ماسه در هر یک از دستگاههای ماهیچه سازی - نصب حفاظ ثابت شفاف بر روی مخزن کوچک ماسه (متصل به قالب روی دستگاه) - استفاده از شیلد صورت ، سبز رنگ نمره ۳ الی ۵ از جنس فایبرگلاس/پلی کربنات - استفاده از goggle سبز رنگ نمره ۳ الی ۵ از جنس فایبرگلاس/پلی کربنات - استفاده از ماسکهای تنفسی سری N95 - نظافت روزانه پس از اتمام کار - رعایت Housekeeping در محیط کار - معاینات دوره ای جهت بررسی ابتلا به بیماریهای ریوی (سیلیکوزیس) - معاینات بدو استخدام کارگران و بررسی بیماریهای ریوی	4E

جدول ۵- نمونه‌ای از کاربرگ مربوط به کارگاه ماهیچه‌سازی

ریخته گری ، آماده سازی، ماهیچه سازی و ساخت و تولید به ترتیب ۵۷، ۲۷، ۱۹ و۶ مورد می باشند، که نشان دهنده وجود سهم قابل توجهی از ریسکهای شناسایی شده به ریسکهای غیر قابل پذیرش می باشد.

همچنین در بررسی یافته های حاصل از کاربرگهای ETBA مشخص گردید برخی از منابع انرژی موجود در صنعت به تنهایی یا با ترکیب سایر انرژیها، می توانند منجر به ایجاد اثر هم افزایی و بروز چندین ریسک متفاوت شوند . به عنوان مثال انرژیهای جنبشی خطی، پتانسیل، صوت و گرمایی، انرژیهای مشترک مورد نظر در کارگاه ریخته گری بودند که مجموعاً منجر به ۲۰ مورد ریسک متفاوت در این کارگاه شده بودند. لذا شناسایی و کنترل اینگونه منابع انرژی می تواند با کاهش هزینه ها و سودمندی اقدامات کنترلی ، نقش موثری در ایمن سازی و ارتقاء ایمنی سیستم داشته باشد. با عنایت به این مهم ، در زمان تصمیم گیری در خصوص اولویت بندی در کنترل خطرات ، ریسکهایی که شرایط مذکور را داشتند شناسایی گردید. بر این اساس درکارگاه ریخته گری و ماهیچه سازی به ترتیب با کنترل ۴۸ و ۱۹ ریسک مشخص ، زمینه پیشگیری و کنترل تمامی ریسکهای شناسایی شده در کارگاههای مربوطه فراهم گردید. شایان ذکر است پس از شناسایی برخی از انرژی های ناخواسته ی مخاطره آمیز ، به انجام سایر مطالعات تکمیلی توصیه شد. پیشنهاد مطالعه FTA در خصوص "مخزن بزرگ ماسه سیلیکا" در کارگاه ماهیچه سازی نمونه ای از اینگونه موارد بود.

نتایج این مطالعه نشانگر آن بود که توجه به برخی مسائل مدیریت ایمنی و بهداشت حرفه ای از جمله آموزش ایمنی، آموزش حرفه ای ، برقراری ارتباط ، مدیریت ایمنی پیمانکاران و سیستم تعمیرات ونگهداری پیشگیرانه می تواند نقش موثری در کاهش ریسکهای ایمنی سیستم داشته باشد[۱۲-۱۴].

یکی از ابزارهای ارتقاء سطح ایمنی سیستم، آموزش پرسنل در سطوح مختلف می باشد که می تواند با کاهش اعمال و شرایط نا ایمن به کنترل ریسک بپردازد. لذا بر اساس نتایج این مطالعه پیشنهاد می‌گردد علاوه بر پرسنل جدیدالورود، برای کارکنانی که پس از یک وقفه طولانی به کار خود باز می گردند(مانند افراد حادثه دیده) و نیز افرادی که پست کاری آنها تغییر یافته ، دوره های آموزشی برگزار گردد. این اقدام می تواند پس از ایجاد هرگونه تغییر در فرایند یا ورود تجهیزات جدید نیز بکار گرفته شود. تحقیقات نشان داده است ، آموزش ایمنی درکاهش میزان ترک خدمت کارکنان، افزایش بهره وری و رضایت شغلی پرسنل نیز بسیار مفید است[۱۲].

به همراه آموزش ایمنی هر شغل لازم است آموزش حرفه ای نیز صورت گیرد تا افراد با مسائل فنی تجهیزات مورد استفاده و نحوه عملکرد آنها آشنا شوند. لذا در آموزش حرفه ای ، آشنایی افراد با مسائلی مانند موقعیت شغل مورد نظر در سازمان و مناسبات مربوط به آن، ویژگیهای خاص شغل موردنظر، دانش و مهارتهای مورد نیاز جهت ارائه خدمات ، شرح وظایف، نظامنامه شرکت، دستورالعملهای عملیاتی و خط مشی شرکت بسیار مفید خواهد بود. آشنایی افراد با مسائل فوق می تواند در درک نقش آنها در بهره وری و ایمنی سیستم موثر باشد[۱۲]. عملکرد ضعیف ایمنی و حرفه ای رانندگان لیفتراک در صنعت مورد مطالعه نمونه ای از مثالهایی است که توجه به این امر را ضروری می سازد.

بر قراری ارتباط ، از دیگر مسائل حائز اهمیت در کاهش ریسکهای شناسایی شده می باشد. ارتباط دو جانبه سرپرستان با کارگران کارگاه به طوریکه منجر به انتشار اطلاعات مربوط به ایمنی از سوی سرپرستان به کارگران و شناسایی مسائل و مشکلات ایمنی و پیشنهادات کنترلی از سوی کارگران به سرپرستان شود ، بسیار مفید خواهد بود[۱۲]. پیشنهاد می گردد جهت عملکرد بهینه سیستم ایمنی ، این ارتباط به صورت شبکه ای انجام شود و تیم تعمیرات و نگهداری (PM) ، ایمنی و بهداشت کارخانه نیز حضور داشته باشند.

در طول اجرای پروژه مشخص گردید بسیاری از نقصهای موجود در دستگاهها به واحد تعمیرات و نگهداری اطلاع داده نمی شود و معمولاً ، توسط اپراتورهای هر دستگاه بررسی می گردد. بدیهی است چنین اقداماتی علاوه بر افزایش هزینه های آتی تعمیرات و نگهداری دستگاهها ، منجر به پنهان شدن خطرات ناشی از نقص دستگاهها نیز می شوند. لذا پیشنهاد گردید درصورت وقوع هرگونه نقص در

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

دستگاهها و تجهیزات مراتب به سرپرستان، گروه تعمیرات و نگهداری و واحد ایمنی و بهداشت کارخانه اطلاع داده شود و پیگیریهای لازم تا حصول اطمینان از رفع مشکل مربوطه صورت گیرد.

نکته حائز اهمیت دیگر، حضور پیمانکاران در صنایع می باشد. پیمانکاران بخش عمده ای از فعالیتهای خدماتی، تعمیراتی و حتی بهره برداری را در سازمانها ارائه می کنند. پیمانکاران به دلیل عدم آشنایی کافی با مسائل ایمنی و عدم سرمایه گذاری مناسب در این زمینه ، عمدتاً تاثیرات نامناسبی روی سیستمهای مدیریت ایمنی خواهند داشت[۱۳]. لذا با توجه به خطرات بالقوه شناسایی شده در فعالیتهای برخی از پیمانکاران نظیر عملیات جوشکاری و برشکاری،نصب سیستم تهویه و نوار نقاله در ارتفاع، نظافت دوره ای پنجره ها و عملیات بارگیری و تخلیه مواد اولیه، پیشنهاد می گردد درمفاد قراردادهای منعقده با پیمانکاران بر رعایت مسائل ایمنی از سوی آنان ، آموزش ایمنی پرسنل پیمانکار و الزام آنها به رعایت مقررات ایمنی کارخانه تاکید شود.

اداره ایمنی و بهداشت شغلی آمریکا از تعمیر ونگهداری پیشگیرانه(PM) به عنوان یکی از ابزارهای مدیریتی درقالب یک سیستم مجزا نام می برد. یک سیستم تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه مناسب، می تواند نقش عمده ای در کنترل خطرات وعملکرد مناسب تجهیزات سیستم داشته باشد. همچنین می توان از سیستم PMبه عنوان یکی از ابزارهای مدیریت جهت شناسایی وکنترل انرژیهای مخاطره آمیز استفاده نمود[۱۴]. براین اساس پیشنهاد گردید در تیم ممیزی ایمنی کارخانه افرادی از تیم PMنیز جهت بازرسی محیط کار و شناسایی خطرات و ارائه راهکارهای کنترلی حضور داشته باشند.

یکی ازمهمترین عوامل موثر در ایجاد ریسکهای موجود، تراکم بالای انرژی درواحد حجم کارگاهها بود به گونه ای که در فضای فیزیکی محدود، تجمع دستگاهها و فرایندهای تولید و پیرو آن تشکیل انبوهی از انرژیهای متنوع، منجر به ایجاد شرایط بالقوه خطرناک شده بود. لذا پیشنهاد گردید با افزایش مساحت کارگاهها، از تراکم انرژیها کاسته شود.

تقدیر و تشکر

بدین وسیله از کلیه عزیزانی که در اجرای این پژوهش همکاری داشتند صمیمانه سپاسگزاری می گردد

منابع

1. Tousi M. Investigation of Effective factor on Health of workers in industrial foundry forging and modeling, [Thesis] .Tehran: Health faculty and Tehran medical university of sciences; 1983.
2. Casting .available at : http://fa.wikipedia.org/wiki
3. Statistical yearbook of country. Available at: http://amar.sci.org.ir/PlanList.aspx
4. Accident report 2003-2006. Available at: http://osha. gov/oshstats/index.html.
5. Ericson A .Hazard Analysis Techniques for System Safety, Third edition. new jersey: wiley & sons ;2005, 335-351.
6. Harms-Ringdahl L. Analysis of safety functions and barriers in accidents .Safety Science ; 2009; 47(3): 353-363
7. Pouya M. Safety Assessment in Gelokoz manufacturing company by ETBA Method, [Thesis]. Teharn: medical faculty and Tarbiat Modares University; 2004.
8. Mortazavi S.B. Zara Nezhad A. Khavanin A .Asilian Mahabadi H. Identification and Safety Assessment of the Hazardous Zones National Petrochemical Company by Application of ET and BA Method .Babol University of Med Science Journal ; 2007, 9(4):39-46
9. Doshman fana yazdi F. Application of Energy Trace and Barrier Analysis for Identification Hazards in SAIPA Manufacturing Company, [Thesis]. Tehran: Health Faculty and Iran Medical University of Sciences; 2004.
10. Mohammad fam A. safety engineering, third edition. Hamadan: Fanavaran ; 2005 , 1-20.
11. Pouya M . Arghami SH. Asilian H . Mortazavi S.B. Safety Assessment in Gelokoz manufacturing company by ETBA Method. Iran Job Health Journal; 2005,1 (2):48-55
12. Lahijanian H. Safety System, first edition .Tehran: Iran University of science & Technology; 2000, 25-48.
13. Kharazi F. Safety Engineering .Tadbir ; 2005, 152 (4):82-83.
14. OSHA standard for Preventive Maintenance Systems, Title 29 Code of Federal Regulations (CFR)Part 19. available at :http://www.osha.gov/SLTC/etools/safetyhealth/comp3.html.

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