ارزیابی ریسک به روش ETBA
در یک کارخانه لبنیات

آذین بسطایی[۱]
هدیه چُرُم[۲] (مسئول مکاتبات)
۱. کارشناس ارشد مدیریت ایمنی، بهداشت، محیط زیست، موسسه سلامت راه ایمن جویان، تهران، ایران
azin.bastaei@yahoo.com
۲. دکتری مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
Hedieh.chorom@yahoo.com

Keyword:
Safety
Industries
ETBA Method
Risk Assessment

Abstract

Avoidance of danger has been a goal for human beings throughout history, and the feeling of the need for security has always been an integral and inherent part of human nature. Man is always looking for ways to improve his lifestyle, increase comfort, and use the environment to meet his needs. This study identified potentially hazardous risks by using the ETBA technique, and evaluated them qualitatively with the MIL-STD-882 standard. The ETBA method is a systematic analysis process that helps identify hazards by examining the energies in the system and the barriers to controlling them. This method detects factors that affect the normal path of energy flow by tracking the energy flow within systems or component. Data were collected by observation method, interviews with process specialists, using the opinions of production experts while visiting the workplace, reviewing documents, work instructions, technical documents of devices, operational documents and equipment arrangement, documents of maintenance unit, accidents sheets, and medical records of workers and then data were transferred to ETBA forms. A total of 59 risks and 73 potentially hazardous energy cases were identified (classified into 12 energy groups). This study considers the implementation of measures such as safety training, vocational training, inspection monitoring system, management of maintenance system, and preventive maintenance to be effective in identifying and controlling identified risks.

کلید واژه:
ایمنی
صنایع
روش ETBA
ارزیابی ریسک

چکیده

دور بودن از خطر در تمام طول تاریخ برای انسان به عنوان یک هدف مطرح بوده است و احساس نیاز به امنیت همواره به عنوان جزیی لاینفک و ذاتی از سرشت انسان بوده است. انسان همیشه به دنبال راه هایی جهت بهبود روش زندگی و افزایش آسایش و بهره برداری از محیط برای برآوردن نیازهای خود می باشد. در این مطالعه با استفاده از تکنیک ETBA[1] ریسک های بالقوه خطرناک شناسایی و با استاندارد MIL-STD-۸۸۲ به صورت کیفی ارزیابی شدند. روش ETBA، یک فرآیند تجزیه و تحلیل نظام مند است که با بررسی انرژی های موجود در سیستم و موانع موجود برای کنترل آن، به شناسایی خطرات کمک می کند. این روش با ردیابی جریان انرژی درون سیستم ها یا اجزا و بین سطوح عواملی را که مسیر عادی جریان انرژی را تحت تاثیر قرار می دهند شناسایی می کند. داده ها به روش مشاهده، مصاحبه با متخصصان فرایند، استفاده از نظرات کارشناسان تولید در حین بازدید از محیط کار، بررسی اسناد، دستورالعمل های کاری، مدارک فنی دستگاه ها، اسناد عملیاتی و چیدمان تجهیزات، مدارک واحد نگه داری و تعمیرات، برگه های حوادث و پرونده های پزشکی کارگران جمع آوری و برگه های ETBA تکمیل شد. در مجموع ۵۹ ریسک و ۷۳ مورد انرژی بالقوه خطرناک که در ۱۲ گروه انرژی طبقه بندی شده بودند، شناسایی شد. این تحقیق اجرای اقداماتی نظیر آموزش ایمنی، آموزش حرفه ای، سیستم نظارت بازرسی، مدیریت سیستم تعمیرات و نگه داری پیشگیرانه را در شناسایی و کنترل ریسک های شناسایی شده موثر می داند.

۱. Energy Trace and Barrier Analysis (ETBA)

مقدمه

در محیط های صنعتی با وجود ماشین آلات و ابزار فراوان، غالبا کارگران در معرض مخاطرات مختلف قرار دارند. با توسعه تکنولوژی و افزایش کاربرد آن در تولید نیز احتمال مخاطرات و حوادث در این گونه محیط ها زیادتر می شود. حوادث در کارخانجات ممکن است باعث نقص عضو یا فوت افراد شوند که به سهولت و سرعت قابل جبران نیست و برای سازمان فقدان یک متخصص که سال ها برای تربیت او سرمایه و وقت صرف شده، زیان سنگینی به شمار می آید (۱). ارزیابی خطر یک روش منطقی برای بررسی خطرات می باشد که به شناسایی خطرات و پیامدهای بالقوه ی آن ها بر روی افراد، مواد، تجهیزات و محیط می پردازد. در حقیقت از این طریق داده های بسیار با ارزشی برای تصمیم گیری در زمینه کاهش خطرات، بهسازی محیط اطراف تأسیسات خطرناك، برنامه ریزی برای شرایط اضطراری، سطح خطر قابل قبول، خط مشی های بازرسی و نگه داری در تأسیسات صنعتی و موارد دیگر فراهم می شود (۲).

طبق گزارش سازمان بین المللی کار[2] حدود ۲۷۰ میلیون صدمه و حدود ۲ میلیون مرگ مرتبط با کار هر ساله در جهان رخ می دهد (۳). این سازمان همچنین برآورد کرده است که تقریبا ۴٪ از تولید ناخالص داخلی در کشورها صرف خسارات ناشی از جراحت، مرگ و بیماری به علت غیبت کارگر در محیط کار، درمان، مزایای از کار افتادگی بازماندگان می شود (۴).

۲. International Labour Organization

رخداد حوادث معمولا در نتیجه توالی یکسری از رویدادها می باشند که در نهایت منجر به آزادسازی انرژی های خارج از ظرفیت سیستم های پذیرنده شده و در این حالت حادثه رخ می دهد که معمولا توام با آسیب های جسمی، فیزیکی، جراحات و بیماری های 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 انرژی های مخاطره آمیز، می توان اقدامات موثری جهت صیانت از نیروی کار و حفاظت از دارایی های سیستم و محیط زیست انجام داد. در این پژوهش با استفاده از تکنیک ردیابی انرژی و آنالیز موانع (ETBA) به شناسایی و ارزیابی ریسک در یک کارخانه لبنیات پرداخته شده است. 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[3]» منتج شده است. در این تکنیک حادثه به عنوان رها شدن جریان ناخواسته ای از انرژی که بر اثر نقص در طراحی یا عملکرد حفاظ ها به وقوع می پیوندد تعریف می گردد (۶و۵). روش ETBA، یک فرآیند تجزیه و تحلیل نظام مند است که با بررسی انرژی های موجود در سیستم و موانع موجود برای کنترل آن، به شناسایی خطرات کمک می کند (۷). این روش با ردیابی جریان انرژی درون سیستم ها یا اجزا و بین سطوح عواملی را که

۳. Management Oversight and Risk Tree (MORT)

مسیر عادی جریان انرژی را تحت تاثیر قرار می دهند شناسایی می کند (۸).

Ericson در سال ۲۰۰۵ طی مطالعه اي روش ETBA را به عنوان یک روش مناسب براي شناسایی خطر معرفی نمود. در این پژوهش اشاره شده است که در این روش چهار پارامتر در هر سیستم مورد ارزیابی، مدنظر قرار می گیرند که عبارت هستند از: منبع یا منابع انرژي در سیستم، متناسب بودن موانع موجود در مسیر انرژي ها، تعامل عامل انسانی یا سیستم و اهداف نهایی انرژي ناخواسته یا کنترل نشده (اهداف نهایی ممکن است افراد یا اشیا باشند) (۹). Ericson بر این باور است که روش ETBA برای ارزیابی قابلیت اطمینان و صحت روش های کنترلی خطرات که در یک سیستم به کار رفته اند کاربرد دارد (۹).

Reyes Santos و همکاران طی مطالعه اي در سال ۲۰۱۰ عنوان نمودند که یکی از مهم ترین روش هاي ارزیابی ریسک در فرایندهاي صنعتی، ارزیابی سیستم هاي کنترلی به کار رفته در این فرایندها می باشد که در روش ETBA مورد توجه قرار گرفته است؛ از این رو در مطالعه خود به مناسب بودن روش ETBA جهت ارزیابی ریسک ایمنی در صنایع مختلف اشاره نموده اند (۱۰). Mandal و Maiti در سال ۲۰۱۴ در مطالعه خود اظهار نمودند که در کنترل ریسک هاي ایمنی به جاي اینکه فقط به خطاها و عوامل انسانی پرداخته شود، بهتر است به منابع انرژي و لایه هاي کنترلی آن توجه گردد تا بتوان به روش هاي کنترلی اثربخش تري دست یافت. در مطالعه مذکور نیز به کاربرد ETBA در کنترل ریسک ها اشاره شده است. همچنین در این مطالعه بیان شده است که با کنترل منابع انرژي می توان بخش بزرگی از حوادث را کنترل نمود (۱۱).

از سوی دیگر، جمشیدی و همکاران در سال ۲۰۱۳ طی پژوهشی به ارائه مدل پیشنهادی جهت افزایش ایمنی پرداختند و بیان نمودند که روش های فراوانی برای ارزیابی ریسک معرفی شده اند که هر کدام بر یک پارامتر از ریسک تأکید می کنند. آن ها معتقد هستند که روش هایی مانند ETBA قادر می باشند با ارزیابی یک سیستم مانند سیستم های انرژی و ردیابی انتقال انرژی، راه های کنترلی بهتری را برای کنترل خطرات ارائه نمایند (۱۲).

مراحل ارزیابی ریسک مطابق با تکنیک ETBA

پس از بررسی صورت گرفته و با توجه به وجود تنوع انرژی و تعامل پیچیده انسان و تجهیزات در فرآیند تولید کارخانه تحت بررسی، از روش ردیابی انرژی و تجزیه و تحلیل حفاظ ها (ETBA) استفاده شد. تیم ارزیابی ریسک متشکل از مدیر کارخانه، مدیر تولید، کارشناس بهداشت حرفه ای، مدیر کنترل کیفیت، مسئول و یک نفر از کارکنان واحد تعمیر و نگهداری و یک نفر از کارگران با تجربه بود. در این راستا جهت شناسایی فعالیت های مختلف در کارخانه، بازدید میدانی از تمامی محوطه و بخش های مختلف موجود در کارخانه صورت گرفت و ضمن مصاحبه با مسئولین و کارکنان و استفاده از دانسته ها و تجارب آن ها، به بررسی و مطالعه کامل مستندات موجود در زمینه های مختلف بالأخص بررسی سوابق موجود در مورد وقوع حوادث شغلی و راهکارهای به کار گرفته شده جهت حذف یا تقلیل این حوادث وآثار سوء ناشی از بروز آن ها و تمهیدات صورت گرفته به منظور مواجهه با آن ها پرداخته شد.

در مرحله اول، شناسایی انواع خطرات بالقوه یا انرژی های 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 انرژی های ناخواسته در نظر گرفته شد. به منظور ایجاد سهولت در شناسایی انرژی ها از چک لیست انرژی ETBA (جدول ۱) استفاده شد.

نکته حائز اهمیت در این مرحله این است که نباید هیچ یک از انرژی ها را به دلیل اینکه شاید احتمال تماس آن با انسان بعید به نظر برسد کنار گذاشته شود. جهت اطمینان از شناسایی کلیه انرژی های بالقوه خطرناک موجود در صنعت، علاوه بر چک لیست انرژی، از منابع دیگری نظیر مصاحبه با متخصصین فرایند، بررسی دستورالعمل های کاری، مدارک فنی دستگاه ها، 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.

در مرحله دوم ردیابی مسیر انرژی ها در سیستم و تعیین اهداف بالقوه 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 انرژی ها می توانند از یک مسیر یا چندین مسیر به اهداف مورد نظر برسند؛ لذا اشکال نامحسوس انرژی که در نتیجه تغییر شکل انرژی های قبلی در مسیرهای چندگانه، ایجاد شده بودند نیز، شناسایی گردیدند. کارکنان، تجهیزات، مواد اولیه، محصولات، محیط کار، میزان تولید و اعتبار سیستم به عنوان اهداف بالقوه در نظر گرفته شدند.

جدول ۱. چک لیست انرژی های ETBA

۱ - انرژی الکتریکی

۱-۱- جریان های مستقیم/ جریان های متناوب
۱-۲- انرژی الکتریکی ذخیره شده/ تخلیه الکتریکی
۱-۳- انتشارات الکترو مغناطیس /پالس های رادیو فرکانس
۱-۴- ولتاژهای القایی/ جریان های القایی
۱-۵- ولتاژ کنترل/ جریان های کنترل
۱-۶- میدان های مغناطیسی

۲ - انرژی پتانسیل

۲-۱- قرار داشتن انسان در ارتفاع
۲-۲- قرار داشتن جسم در ارتفاع
۲-۳- اشیاء معلق
۲-۴- بنای در حال ویرانی
۲-۵- بلند کردن بار، حمل و نقل و کار با مواد
۲-۶- فنرها و اشیاء تحت تنش
۲-۷- سطوح شیب دار
۲-۸- سطوح لغزنده

۳ - انرژی جنبشی چرخشی

۳-۱- ماشین های گردنده و گریز از مرکز
۳-۲- چرخ دنده ها و چرخ ها
۳-۳- فن های چرخان، پره های ملخی
۳-۴- اجزای انتقال قدرت، غلطک ها یا سیلندرها

۴- انرژی جنبش خطی

۴-۱- اجسام چرتاب شده، گلوله ها و ...
۴-۲- پیستون ها و اجزای در حال حرکت
۴-۳- قیچی ها و پرس ها
۴-۴- وسایل نقلیه و تجهیزات در حال حرکت

۵ - انرژی گرمایی

۵- ۱- مواد مذاب یا مواد در حال سوختن
۵-۲- تشعش حرارتی
۵-۳- هدایت گرمایی
۵-۴- جابجایی هوا، گرمای منبسط شونده
۵-۵- چرخش حرارتی
۵-۶- بخار، واکنش های شیمیایی گرمازا

۶ - انرژی پرتودهی

۶-۱- پرتوهای یونیزان (آلفا، بتا ، گاما)
۶-۲- پرتوهای غیر یونیزان (مادون قرمز، مرئی و ماورائ بنفش)

۷ - جابه جایی فشار، حجم و انرژی جنبشی

۷-۱- انفجار یا ترکیدگی در اثر فشار بیش از حد
۷-۲- ایجاد خلاء
۷-۳- ریختن مایعات
۷-۴- افزایش حجم سیالات / فوران سیالات
۷-۵- جابه جایی هوای تهویه
۷-۶- اشیاء فنری که در حال یاز شدن هستند
۷-۷- گود برداری، حفاری، حرکت زمین

۸ - مواد شیمیایی

۸-۱- مواد خفقان آور و بیهوش کننده
۸-۲- مواد خورنده
۸-۳- حلال ها و روان کننده ها
۸-۴- مواد غیر قابل ترکیب، مواد تجزیه ناپذیر
۸-۵- مواد دفع شده، پس مانده، قابل انفجار، قابل احتراق
۸-۶- گرد و غبار، فیوم ها و گازها و بخارات بیماری زا
۸-۷- مواد اشتعال پذیر، اکسید شدنی، قابل پلی مریزاسیون، سمی، سرطان زا، جهش زا، زباله ها و آلاینده های آب وخاک

۹- صدا و ارتعاش

۹-۱- صدا
۹-۲- ارتعاش

۱۰- انرژی های زمینی

۱۰-۱- زمین لرزه
۱۰-۲- نشست زمین، جریان های آب زیر زمینی
۱۰-۳- آئروسل، گرد و غبار، ذرات و میست ها
۱۰-۴- نور آفتاب، هوا (گرم، سرد، وارونه)

۱۱- انرژی های جوی

۱۱-۱- سرعت، شدت و جهت باد
۱۱-۲- باران (گرم، سرد، منجمد)، باران اسیدی
۱۱-۳- برف، تگرگ، برف و باران
۱۱-۴- رعد و برق، نیروهای الکترواستاتیک

۱۲- موجودات زنده

۱۲-۱- کنش و واکنش میان انسان ها
۱۲-۲- کنش و واکنش میان موجودات یا گونه های دیگر
۱۲-۳- فعالیت های حیاتی گیاهان

۱۳- متفرقه

۱۳-۱- قرار داشتن تجهیزات در محل نامناسب
۱۳-۲- پیچیدگی دستگاه ها و تجهیزات
۱۳-۳- قرار گرفتن افراد در پوسچر نامناسب، کار استاتیک

شناسایی و ارزیابی موانع و حفاظ های موجود سومین مرحله در اجرای روش ETBA محسوب می شود. بر اساس تقسیم بندی Haddon (۱۹۷۳) موانع می توانند به اشکال متفاوتی نظیر موانع فیزیکی (دیوارها، نرده ها، عایق ها، سپرهای حفاظتی و ...)، موانع مکانی (دور بودن منابع انرژی از اهداف و...)، موانع زمانی (کاهش زمان مواجهه با منبع انرژی و ...) و فرایندی (تغییر دستورالعمل های عملیاتی و استفاده از تجهیزات جدید و...) باشند (۹).

در این بخش کلیه حفاظ ها 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 در نظر گرفته شد.

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 ریسک های موجود یا ارتقاء وضعیت ایمنی سیستم است. یکی از روش های معمول ارزیابی ریسک، طبقه بندی خطرات بالقوه شناسایی شده بر پایه تکرار وقایع و پیامدهای مربوط به آن ها است. یکی از معروف ترین روش ها برای ارزیابی کیفی یا نیمه کمی ریسک در صنایع، استاندارد نظامی امریکا (MIL-STD-۸۸۲) است

(۱۴). بر اساس این استاندارد پارامترهای ریسک، یعنی شدت و احتمال وقوع خطر به صورت کیفی طبقه بندی می شوند (۹) و (۱۵). در این تحقیق نیز از این روش استفاده گردید و با حضور اعضای تیم ارزیابی ریسک هر یک از طبقه بندی های شدت و احتمال وقوع خطرات، توصیف گردیدند.

شدت خطر، به عنوان یک شاخص کیفی بر اساس 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 (جدول ۲).

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 (جدول ۳).

سپس با استفاده از ماتریس تصمیم گیری، که با تلفیق عناصر شدت و احتمال خطر، بستری مناسب در خصوص پذیرش یا رد ریسک های شناسایی شده فراهم می آورد، اولویت بندی کنترل هر یک از ریسک های شناسایی شده صورت گرفت (جدول ۴).

در مرحله پنجم، راهکارهای کنترلی ارائه شد و در نهایت نایج حاصل از پنج مرحله فوق در کاربرگ های ETBA مربوط به هر کارگاه ارائه شد.

یافته ها

در کارخانه تحت بررسی با استفاده از روش ETBA، ۵۹ ریسک و ۷۳ مورد انرژی بالقوه خطرناک که در ۱۲ گروه انرژی (مطابق جدول ۱) طبقه بندی شده اند شناسایی گردید. مطابق ماتریس ریسک صنعت مورد نظر، ۱۵ مورد از ریسک های شناسایی شده غیر قابل قبول، ۲۰ مورد نامطلوب و ۱۵ مورد قابل قبول با تجدید نظر و ۹ مورد در طبقه قابل قبول بدون تجدید نظر قرار گرفتند. فراوانی هر یک از طبقه بندی ریسک ها و انرژی های شناسایی شده به تفکیک بخش ها در جداول ۵ و ۶ ارائه شده است. در میان بخش های این کارخانه سالن دریافت شیر خام با ۲۲ مورد ریسک و ۳۷ مورد انرژی مخاطره آمیز، دارای بیشترین پتانسیل آسیب رسانی به اهداف سیستم بودند. نتایج حاصل از کاربرگ های ETBA بیانگر آن بود که انرژی های شیمیایی، گرمایی، صدا و ارتعاش به ترتیب با ۱۰، ۶ و ۶ مورد ریسک شناسایی شده، بیشترین منابع انرژی مخاطره آمیز بودند.

جدول ۲. شدت خطر بر اساس استاندارد MIL-STD-882B

طبقه	رتبه	شرح
فاجعه بار	۱	مرگ و میر یا تأثیر شدید بر اکوسیستم های منطقه
بحرانی	۲	آسیب به اکوسیستم های منطقه و جوامع انسانی
مرزی	۳	تأثیر غیر مستقیم بر اکوسیستم ها و جوامع انسانی منطقه
جزیی	۴	اثر ناچیز بر اکوسیتم ها و جوامع انسانی منطقه

جدول ۳. احتمال خطر بر اساس استاندارد MIL-STD-882B

طبقه	رتبه	شرح
مکرر	A	به طور مکرر اتفاق می افتد
محتمل	B	در طول عمر یک سیستم(فرآیند) چندین بار رخ می دهد
گاه به گاه	C	گاه گاهی در طول عمر سیستم (فرآیند) رخ می دهد
خیلی کم	D	احتمال وقوع آن در طول عمر سیستم (فرآیند) خیلی کم است
غیر محتمل	E	احتمال وقوع آن در طول عمر سیستم (فرآیند) آن قدر پایین است که می توان آن را در حد صفر فرض کرد

جدول ٤. ماتریس ارزیابی خطر بر اساس استاندارد MIL-STD-882B

شدت اثر / احتمال وقوع	فاجعه بار (۱)	بحرانی (۲)	مرزی(۳)	جزیی(۴)
مکرر(A)	1A	2A	3A	4A
محتمل(B)	1B	2B	3B	4B
گاه به گاه(C)	1C	2C	3C	4C
خیلی کم(D)	1D	2D	3D	4D
غیر محتمل(E)	1E	2E	3E	4E

شاخص خطر	غیر قابل قبول	نامطلوب
قابل قبول با تجدید نظر مدیریت	قابل قبول بدون تجدید نظر	

نتایج به دست آمده نشان داد که اقداماتی نظیر آموزش ایمنی، آموزش حرفه ای، سیستم نظارت بازرسی، مدیریت سیستم تعمیرات و نگه داری پیشگیرانه را در شناسایی و کنترل ریسک های شناسایی شده موثر می داند. هم چنین این تحقیق نشان

داد، در صنایعی که سیستم تولید در آنها بسته بوده و بدون دخالت دست و توسط تجهیزات صورت می گیرد، و انسان در آن ها به عنوان ناظر و هدایت کننده عمل می کند، اجرای روش ETBA به تنهایی نمی تواند همه خطرات را در سیستم شناسایی کند. بنابراین، توصیه می شود از روش هایی که به بررسی نقش انسان در بروز حوادث می پردازند، نیز در کنار روش هایی مانند ETBA که جهت گیری فنی دارند، استفاده شود.

جدول ۵. فراوانی ریسک های شناسایی شده به تفکیک بخش

نام بخش	تعداد ریسک ها				مجموع
	قابل قبول بدون تجدید نظر	قابل قبول با تجدید نظر	نامطلوب	غیرقابل قبول	
آزمایشگاه	۴	۳	۵	۲	۱۴
سالن دریافت شیر خام	۳	۸	۵	۶	۲۲
سالن پاستوریزاسیون	-	۳	۳	۳	۹
سالن استریلیزاسیون	۲	۱	۴	۳	۱۰
سالن پری پک	-	-	۳	۱	۴
مجموع	۹	۱۵	۲۰	۱۵	۵۹

جدول ٦. فراوانی انرژی های شناسایی شده به تفکیک بخش ها

نام بخش ها / انرژی ها	آزمایشگاه دریافت شیرخام	سالن دریافت شیرخام	سالن پاستوریزاسیون	سالن محصولات استریل (استریلیزاسیون)	سالن پری پک (پاستوریزاسیون)	مجموع انرژی های بالقوه شناسایی شده
الکتریکی	۰	۲	۲	۱	۰	۵
پتانسیل	۱	۵	۲	۰	۱	۹
جنبشی چرخشی	۰	۱	۱	۰	۰	۲
جنبشی خطی	۰	۰	۰	۰	۲	۲
گرمایی	۲	۶	۲	۱	۰	۱۱
پرتو	۱	۰	۰	۱	۱	۳
جابجایی فشار	۱	۵	۰	۰	۰	۶
شیمیایی	۴	۱۰	۰	۲	۰	۱۶
صدا و ارتعاش	۰	۶	۲	۲	۰	۱۰
زمینی	۰	۰	۰	۰	۰	۰
جوی	۰	۲	۰	۳	۰	۵
موجودات	۲	۰	۰	۰	۰	۲
آلودگی	۲	۰	۰	۰	۰	۲
مجموع	۱۳	۳۷	۹	۱۰	۴	۷۳

منابع

۱. حبیبی، احسان اله، ۱۳۸۶، ایمنی کاربردی و شاخص های عملکرد در صنعت، چاپ دوم، نشر فن آوران، صفحه۱.

2. Nivolianitou Z. (2002), Risk Analysis and Risk Management: A European in sight Law, Prohability and Risk. 1(2): 161-174.

3. DeLeire T, Levy H. Gender, Occupation Choice and the Risk of Death at Work. Cambridge, MA, National Bureau of Economic Research [NBER] 2001 Working Paper 8574.

4. National Institute NS for Occupational Safety and Health (NIOSH). Traumatic Occupational Injury Research Needs and Priorities 1998.

5. Ericson A .Hazard Analysis Techniques for SystemSafety, Third edition. new jersey: wiley & sons ;2005,335-351.

۶. زراوشانی، ویدا. صفری واریانی، ع. آیتی، سید احمد. نیک پی، احمد. ۱۳۸۸. ارزیابی ریسک به روش ردیابی انرژی و آنالیز موانع در یک صنعت ریخته گری. فصلنامه سلامت کار ایران. دوره۶. شماره۴.

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

8. Benner, L.. “Tsk Guidance For Docum -enting “Energy Trace And Barrier Analysis”.2003, www.star linesw.com/ product / Y2Kguides/ Y2K Guide 05.html. 2004-8-2.

9. Ericson A. Hazard analysis techniques for system safety. 3rded. New Jersey: John Wiley & Sons; 2005. P. 335-51.

10. Santos-Reyes J, Alvarado-Corona R, Olmos-Peña S. Learning from Tabasco’s floods by applying MORT. Saf Sci. 2010;48(10):1351-60. DOI: 10.1016/j.ssci.2010.05.008.

11. Mandal S, Maiti J. Risk analysis using FMEA: fuzzy similarity value and possibility theory based approach. Exp Syst Appl. 2014;41(7):3527-37. DOI: 10.1016/j.eswa.2013.10.058.

12. Jamshidi A, Yazdani-chamzini A, Yakhchali SH, Khaleghi S. Developing a new fuzzy inference system for pipeline risk assessment. J Loss Prev Proc Ind. 2013;26(1):197-208. DOI: 10.1016/j.jlp.2012.10.010.

13. Zaroushani V, Varriani AS, Ayati SA, Nikpey A. Risk assessment in a foundry unit by energy trace and barrier analysis method (ET&BA). Iran Occup Health. 2010;6(4):7-14. [Persian].

14. 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.

15. 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.