



جزوات آموزشی

صنایع ایمن فراز ارک

عنوان محتوا:

آنالیز ریسک به روشن فرانک و مورگان (Frank & Morgan)

کد محتوا:

ARK-FO-159-054

تهیه و تدوین: گروه تولید محتوای صنایع ایمن فراز ارک

ضرورت مطالعه و بررسی روش های ارزیابی ریسک حریق

یکی از آرمان ها و اهداف سازمان بهداشت جهانی (WHO) در اهداف توسعه هزاره (MDGs) دست یافتن به اشتغال و کار سالم برای همه می باشد. بر اساس آمار سازمان جهانی بهداشت سالانه بیش از ۳۰۰۰۰ مرگ دراثر سوختگی ناشی از آتش سوزی اتفاق می افتد و بیش از ۹۵ درصد سوختگی های مربوط به آتش سوزی در کشورهایی با درآمد متوسط و کم اتفاق می افتد.

بیش ترین آمار مرگ و میر ناشی از آتش سوزی درکشورهای جنوب شرقی آسیا (۱۱/۶ مرگ به ازای هر ۱۰۰۰۰ جمعیت در سال)، شرق مدیترانه (۶/۴ مرگ به ازای هر ۱۰۰۰۰۰ جمعیت در سال) و آفریقا (۶/۱ مرگ به ازای هر ۱۰۰۰۰۰ جمعیت در سال) می باشد. طی سال های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۰ در کانادا میزان تلفات ناشی از حریق ۱/۲۵ نفر در هر ۱۰۰۰۰ جمعیت بوده است. در طی سال های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۰ در ایالات متحده آمریکا سالانه ۱۶ تا ۴۵ مورد حریق خیلی بزرگ که منجر به خسارات و تلفات زیادی شده رخ داده است. بر طبق آمار منتشره توسط انجمن ملی حفاظت در برابر حریق آمریکا (NFPA) در سال ۲۰۱۰ تقریباً ۱۳۳۱۵۰۰ مورد حریق در ایالات متحده آمریکا اتفاق افتاده است، که منجر به مرگ ۳۱۲۰ نفر و مجروح شدن ۱۷۷۲۰ نفر شده و خسارت مستقیم ناشی از این حریق ها ۱۱/۶ میلیارد دلار بوده است.

این ارقام محافظه کارانه می باشد و شامل بسیاری از هزینه های غیرمستقیم مثل دادخواهی، بررسی حادثه و دیگر هزینه های تحمیل شده به جامعه نیست.

در انگلستان در سال ۱۹۹۶ بیش از ۵۳۲۰۰۰ مورد آتش سوزی رخ داد که یک سوم آن در محیط های کاری بوده و باعث بیش از ۶۰۰ مورد مرگ و ۱۶۰۰۰ جراحت افراد شده است. در ایران طبق بررسی های انجام شده در دهه ۷۰ شمسی، هر سال بین ۶۰۰ تا ۹۰۰ مورد آتش سوزی به ازای هر یک میلیون نفر در شهرهای کشور رخ داده است که بسیاری از آنها در محیط های کاری بوده است، آمار نشان می دهد که برای اولین بار و بدون پیش حریق های بزرگ عموماً آگهی و علایم ملموسی برای ساکنین و شاغلین، رخداده است، در حالی که طبق بررسی های انجام شده حداقل ۷۵ درصد از موارد حریق قابل پیشگیری می باشند؛ در نتیجه مدیریت ریسک حریق در جهت جلوگیری از بروز و گسترش حریق و به منظور افزایش سطح ایمنی کلیه افراد جامعه از جمله شاغلین صنعتی در برابر صدمات ناشی از حریق یکی از موضوعات بسیار مهم جوامع بشری در سراسر دنیا می باشد.

در هر صنعتی، هرچند کوچک تعداد خطرات موجود همیشه بیشتر از یک مورد بوده و از طرف دیگر منابع مالی و فنی جهت کنترل همزمان خطرات شناسایی شده محدود است. لذا رده بندی خطرات بر اساس بزرگی و اهمیت شان در راستای کنترل آنها ضروری خواهد بود.

با مشخص کردن بزرگی خطرات شناسایی شده علاوه بر این که سطح و اهمیت آن ها مشخص خواهد شد، می توان در راستای حذف یا کنترل خطرات، منابع موجود را به طور سریع و صحیح هدایت کرد. از طرف دیگر این امر باعث می شود از اتلاف زمان و سرمایه های دیگر نیز جلوگیری شود، زیرا ممکن است ارزیابی های انجام شده نشان دهنده بعضی از خطرات با توجه به احتمال وقوع و شدت پیامدهایشان نیاز به کنترل نداشته یا حداقل نیازمند کنترل کمتری هستند.

انواع روش های ارزیابی ریسک حریق

ارزیابی ریسک حریق فرایندی برای تخمین و محاسبه ریسک حریق است که همراه با بررسی احتمال وقوع و شدت خسارات ناشی از بروز حریق می باشد و برای تعیین معیار تصمیم گیری، یک حد قابل قبول ریسک در آن تعریف می شود. امروزه از روش های مختلف ارزیابی ریسک برای تعیین حدود مخاطرات ناشی از بار حریق استفاده می شود که به طور کلی نتایج ارزیابی ریسک حاصل از این روش ها به صورت کیفی، نیمه کمی و کمی می باشد.

- روش های کیفی شامل روش های IF-SCA, PHA, DOW, MOND, HAZOP, WHAT-
- روش های نیمه کمی نظیر SIA81 (Fontana 1984) NFPA 1995 NFPA101M (NFPA 1995)، روش شاخص ریسک حریق (Weicheng et al, 2006) Gustave (Fitzgerald Robert, ۱۹۹۴) و روش L-curve CrispII, FIRE- CAMTM, CESRE-Risk, ETA, FTA
- روش های کمی نظیر روش های ریاضی فازی

یکی از روش های ارزیابی ریسک حریق، روش فرانک و مورگان است که قادر است علاوه بر تعیین حدود مخاطرات ناشی از بار حریق، با دخالت دادن فاکتورهای زیادی در محاسبه ریسک، قسمت های مختلف یک واحد صنعتی را برای برنامه ریزی مدیران در جهت تخصیص منابع لازم جهت کاهش ریسک حریق، به نحو مطلوبی اولویت بندی نماید.

آنالیز ریسک به روش فرانک و مورگان (Frank& Morgan)

مدیریت هر صنعتی جهت اختصاص منابع لازم برای کنترل ریسک نیاز به ابزاری کارآمد دارد تا بتواند بر اساس آن، ریسک موجود در صنعت را سطح بندی کند. ارزیابی ریسک در واقع به عنوان یک ابزار قوی، همواره مورد توجه مدیران بوده است. یکی از روش های موجود برای ارزیابی و تعیین ریسک صنایع، روش فرانک و مورگان است. این روش به مدیران یاری می دهد که سرمایه مناسب و لازم جهت رسیدن به حداکثر کاهش ریسک در واحدهای مختلف یک کارخانه را اختصاص دهند.



روش فرانک و مورگان دارای شش مرحله اساسی است:

- ۱- محاسبه شاخص ریسک برای هر واحد
- ۲- تعیین ریسک نسبی برای هر واحد
- ۳- تعیین رتبه ریسک برای هر واحد
- ۴- تعیین کل سرمایه در معرض خطر هر واحد
- ۵- محاسبه ریسک کلی برای هر واحد
- ۶- رده بندی واحد ها بر اساس نمره کلی هر واحد

شاخص ریسک

شاخص ریسک هر واحد با ارزیابی خطرات و کنترل های به کارگرفته در هر واحد، اختصاص یک نمره خطر و یک نمره کنترل به آنها و تفریق نمره خطر از نمره کنترل تعیین می شود.

شاخص ریسک هر واحد = نمره ریسک آن – نمره کنترل هر واحد

برای محاسبه نمره خطر یک واحد کارخانه:

- ابتدا با توجه شرایط موجود واحد، نمره هر زیر گروه مشخص شده
- مجموع نمرات زیر گروه پس از ضرب با فاکتور خطر گروه، نمره آن گروه از خطرات را مشخص خواهد کرد
- حاصل جمع نمرات گروه های شش گانه خطر، نمره خطر واحد مورد مطالعه را مشخص خواهد کرد
- نمره کنترل نیز به همان روش با استفاده از چک لیست کنترل محاسبه می شود.
- نمره کنترل هر واحد = جمع نمرات زیر گروه های کنترل × نمره گروه مربوطه
- این چک لیست شامل ۶ گروه خطر است که هر کدام از نظر اهمیت نمره ای به آنها اختصاص می یابد و هر گروه دارای مجموعه ای زیر گروه است که با توجه به اهمیت آنها نمره ای به آنها داده شده است.

جدول شماره ۱ - چک لیست خطر

گروه خطر	امتیاز زیر گروه
(عدد درون پرانتز فاکتور خطر گروه است)	
آتش سوزی / پتانسیل انفجار (۱۰)	
متنوع بودن مواد قابل اشتعال	۲
مواد قابل اشتعال موجود در واحد به جای این که دریک جا متumerکر شده باشند اغلب پراکنده اند	۲
اغلب مواد قابل اشتعال به طور طبیعی در حالت بخار هستند	۲
سیستم ها به طور روتین باز بوده و اجازه مخلوط شدن مواد قابل اشتعال با هوا را می دهند (یعنی سیستم ها کاملاً بسته نیستند)	۲
نقطه اشتعال مواد قابل اشتعال پایین بوده و مواد یادشده بسیار حساس اند	۱
در فرآیند کار مواد قابل اشتعال گرم شده و در دماهای بالاتر از نقطه اشتعال شان مورد استفاده قرار می گیرند	۱
پیچیدگی فرآیند (۸)	
نیاز به عکس العمل ها و کنترل های دقیقی وجود دارد	۲
تجهیزات زیادی هستند که برای استفاده از آن ها اپراتور نیازمند برخورداری از دانش های خاصی است	۲
رفع ایرادها و اشکالات بیش تر توسط سرپرستان صورت می گیرد تا اپراتورها	۲
تعداد زیادی از عملیات و / یا تجهیزات به وسیله یک اپراتور پایش می شوند	۱
جانمایی و چیدمان پیچیده تجهیزات و متعدد بودن ایستگاه های کنترل	۱
دشوار بودن شروع و متوقف کردن عملیات	۱
زیاد بودن تعداد عملیات حساس که نیاز به فعالیت های نگه داری دارند	۱
ثبات فرآیند (۷)	
شدید بودن وضعیت های غیر قابل کنترل	۳
استفاده از بعضی از مواد در فرآیند که نسبت به هوا، ضربه، حرارت، آب یا سایر عناصر طبیعی حساس اند	۲
احتمال وجود واکنش های غیر قابل کنترل	۲
وجود مواد خام یا محصولات نهایی که نیاز به انبار شدن ویژه دارند	۱
وجود مواد بینابینی که از نظر حرارتی ناپایدارند	۱

وجود گازهای غیر سمی که به صورت تحت فشار نگه داری می شوند	۱
فشار مورد استفاده در فرآیند (۶)	
فشار فرآیند بیش از ۱۱۰ پرند بر اینچ مربع است	۳
فشار فرآیند بیشتر از فشار اتمسفر بوده ولی کم تر از ۱۱۰ پرند بر اینچ مربع است	۲
فشار فرآیند از حد خلا تا فشار اتمسفر متفاوت است	۱
در محل های کار اپراتور موقعیت های با فشار بالا وجود دارد	۳
استفاده بیش از حد از دریچه های شیشه ای برای کنترل شرایط	۱
استفاده از مواد غیر فلزی در ساختمان سیستم های پرفشار	۱
پتانسیل خطرات محیطی / فردی (۴)	
مواجهه با مواد مورد استفاده در فرآیند می تواند باعث سوختگی های شدید یا ریسک های بهداشتی جدی شود	۲
مواد مورد استفاده در فرآیند خاصیت خورنده ای برای تجهیزات دارد	۲
امکان بالا رفتن غلظت مواد آلاینده از حدود آستانه مجاز وجود دارد	۲
امکان بالا رفتن غلظت مواد آلاینده از حدود آستانه مجاز وجود دارد	۱
وجود ترازهای بالای صوتی امکان برقراری ارتباط کلامی را مشکل می سازد	۱
دماهای بالا (۲)	
درجه حرارت تجهیزات کم تر از حد ۱۰۰ درجه سانتی گراد است	۲
درجه حرارت تجهیزات در محدوده ۱۰۰ تا ۱۷۰ درجه سانتی گراد است	۲
درجه حرارت تجهیزات در محدوده ۱۷۰ تا ۲۳۰ درجه سانتی گراد است	۳
در محل های کار اپراتور موقعیت های با درجه حرارت زیاد وجود دارد	۲
وجود جریان های هوای شدید و / یا نشست ها در محیط کار نسبتاً معمول است	۲
احتمال استرس های حرارتی ناشی از ماهیت کار یا شرایط آب و هوایی وجود دارد	۲

از این زیرگروه نمره ای که از همه بیش تر است

جدول شماره ۲ - چک لیست کنترل

امتیاز زیر گروه	گروه کنترل ها (عدد درون پرانتز فاکتور کنترل گروه است)
حفظات در برابر آتش سوزی (۱۰)	
۴	سیستم اسپرینکلر خودکار قادر است تمام آتش سوزی های احتمالی را مهار کند
۲	سرپرستان و اپراتورها اگاهی کافی از تاسیسات سیستم حفاظت از حریق نصب شده را داشته و برای مبارزه با آتش سوزی ها به خوبی آموزش دیده اند
۱	وسایل اطفای حریق به طور مناسب در قسمت های مختلف کارگاه توزیع شده اند
۱	سیستم حفاظت از حریق به طور دوره ای و منظم بازرسی شده و مورد آزمایش قرار می گیرد
۱	ساختمان ها و تجهیزات طوری طراحی و ساخته و نصب شده اند که امکان مهار و اطفای حریق را فراهم می سازد
۱	کاشف های ویژه حریق و وسایل حفاظتی در محل های مورد نیاز تعییه شده است
سالم بودن سیستم الکتریکی (۸)	
۳	نصب تجهیزات الکتریکی مطابق با مقررات و آیین نامه های قانونی صورت گرفته است
۱	کلیدهای الکتریکی دستگاه ها که باید به راحتی معلوم باشند برچسب های مناسب شناسایی دارند
۱	نگه داری تجهیزات الکتریکی نصب شده به خوبی صورت می گیرد
۱	ایزو لاسیون تجهیزات ضد انفجار به خوبی و به طور مطمئن صورت گرفته است
۱	کلیه تجهیزات الکتریکی مجهر به سیستم قفل مناسب هستند
۱	کلید های قطع کننده جریان الکتریکی تعییه شده و به طور منظم مورد بازدید و آزمایش قرار می گیرند
۱	سیستم برق گیر نصب شده و واحد را به طور مناسبی تحت پوشش دارد
تداریک ایمنی (۷)	
۳	سوپاپ های ایمنی در جاهای لازم تعییه شده و تخلیه آن ها به محل ها ایمن صورت می گیرد

سیستم های اینتر لاک و هم چنین هشدار دهنده ها به طور مطمئن کارا هستند	۲
آموزش عملیاتی کامل و دقیق بوده و واحد مورد مطالعه دارای برنامه آموزشی مداوم یا بازآموزی است	۲
وسایل حفاظتی مناسب با نیازها انتخاب می شوند	۱
وسایل حفاظتی مورد لزوم برای رفع بحرانی مشخص شده و به طور منظم مورد آزمایش قرار می گیرند	۱
وسایلی که در موقع ضروری سیستم را از کار بیاندازد (مثل فیوز ها) تعییه شده	۱
زمین کردن الکتریکی و لوله گذای عمقی (۵)	
لوله های انتقال مواد قابل اشتعال به صورت زیر زمینی نصب شده اند	۲
لوله های انتقال مواد قابل اشتعال مجهز به سیستم مناسب زمین کردن الکتریکی هستند	۲
اثر بخشی سیستم زمین کردن الکتریکی از طریق بازرگانی ها و تست های منظم و دوره ای کنترل می شود	۲
تاسیسات سیستم زمین کردن الکتریکی طراحی و مشخص شده اند	۱
سیستم زمین کردن الکتریکی طوری طراحی شده که شرایط عادی و اضطراری را تحت پوشش قرار دهد	۱
تجهیزات به طور صحیح مجهز به سیستم زمین کردن الکتریکی شده و به طور منظم تست می شوند	۱
شرایطی که در آن اصطکاک باعث افزایش درجه حرارت می شود شناسایی شده و پایش می شوند	۱
تهویه و ساختمان ها باز (۴)	
مواد قابل اشتعال وجود نداشته یا در ساختمان های باز نگهداری می شوند	۳
برای جلوگیری از رسیدن غلظت مواد قابل اشتعال، سمی یا سایر بخارات خطرناک به حد نا ایمن سیستم تهویه موضعی مناسبی طراحی شده	۲
برای کنترل نشت های بزرگ از مواد خطرناک پیش بینی های لازم اندیشیده شده است	۲
طراحی ساختمان طوری است که بتوان از تهویه طبیعی برای جلوگیری از تجمع بخارات خطرناک استفاده کرد	۱

چاهک ها، حفره ها و سایر فضاهای پنهان به خوبی تهویه و پایش می شوند	۱
روشن کردن تجهیزات قبل از کسب اطمینان از وجود یک اتمسفر آیمن منوع است	۱
قابلیت دسترسی و یا جداسازی (۲)	
وسایل قطع جریان در شرایط بحرانی و یا کلید های مربوطه قابل رویت و در دسترس هستند	۲
کلیه خدمات یا عملیات از مواجهه های ناشی از کارهای مجاور محافظت شده اند	۲
با استفاده از اصول صحیح طراحی، پرسنل عملیاتی از خطرات موجود محافظت شده اند	۲
فاصله بین مواد و تجهیزات درون کارخانه منظم و کافی است	۱
عملیات مجاور هیچ گونه خطر یا مواجهه ای ایجاد نمی کند	۱
عملیات خطرناک درون کارخانه به خوبی ایزوله شده اند	۱

ریسک نسبی

از آن جایی که هدف اصلی این روش، رده بندی واحدهای مختلف بوده و نه رده بندی خطرات و به دلیل اینکه هر واحد که بالاترین شاخص ریسک را دارد نیازمند بیش ترین کاهش خطر نیست و بالای شاخص ریسک تنها نشانه اثر بخشی بالای کنترل های بکار گرفته شده است، محاسبه ریسک نسبی ضروری خواهد شد.

در این روش از شاخص ریسک بهترین واحد، به عنوان مبنای برای واحد های دیگر استفاده می شود. بدین شکل که ریسک نسبی هر واحد از فرمول زیر بدست می آید.

ریسک نسبی هر واحد = شاخص ریسک واحدی که بالاترین نمره را دارد = شاخص ریسک هر واحد

درصد شاخص ریسک

درصد شاخص ریسک هر قسمت نشان دهنده نقش آن واحد در ریسک کلی کارخانه است برای محاسبه درصد شاخص ریسک پس از به دست آوردن حاصل جمع ریسک نسبی کلیه واحدها، به شکل زیر عمل می شود.

۱۰۰ × قدر مطلق ریسک نسبی هر واحد = قدر مطلق مجموع ریسک نسبی کلیه واحدها

تعیین کل سرمایه در معرض خطر هر واحد

یکی از مواردی که در فرایند آنالیز ریسک می تواند بسیار مورد توجه قرار گیرد، تعیین سرمایه های در معرض خطر است.

مجموع سرمایه های در معرض خطر عبارتند از:

۱- اموال مادی

ارزش اموال با تخمین هزینه های جایگزینی کلیه موارد و تجهیزات هر واحد که در معرض ریسک است، مشخص می شود.

۲- ادامه منظم فعالیت واحد

خسارت متوقف شدن فعالیت از حاصل ضرب موارد ذیل بدست می آید:

- ارزش واحد کالای تولیدی
- ظرفیت تولید واحد در هر سال
- درصد ظرفیت مورد انتشار در سال

۳- جان کارکنان

ارزش جان کارکنان نیز از حاصل ضرب تعداد کارگران قسمت در شلوغ ترین نوبت کاری و ارزش زندگی هر فرد محاسبه می شود.

ریسک کلی

ریسک کلی که بیانگر ارزش اقتصادی ریسک نسبی هر واحد است، از حاصل ضرب کل سرمایه در معرض خطر یک واحد در درصد شاخص ریسک نسبی آن بدست می آید.

رده بندی نهایی

در راستای رسیدن به هدف نهایی روش مورد بحث که کمک به مدیران در شناسایی واحد های با ریسک بالا است. در آخرین مرحله واحد های مختلف کارخانه بر اساس ریسک کلی شان رده بندی می شوند. پر واضح است واحد هایی که در این رده بندی در رده های اول قرار می گیرند، مهم تر محسوب شده و در کنترل خطرات در اولویت قرار خواهد گرفت.

مثال: شش واحد مختلف یک کارخانه برای بهبود وضعیت ایمنی فرایندهای خود درخواست بودجه کرده است. با توجه به اطلاعات ارائه شده و با استفاده از روش فرانک و مورگان واحد ها را از نظر ارجحیت کنترل خطرات رده بندی کردیم.

نام واحد	نمره خطر	نمره کنترل	ارزش اموال ۱۰۰\$	خسارت قطع ۱۰۰\$	ارزش جان افراد ۱۰۰\$	کل سرمایه در معرض ۱۰۰\$
A	۲۵۷	۳۰۴	۲۹۰۰	۱۴۰۰	۹۰۰	۵۲۰۰
B	۷۱	۲۳۹	۸۹۰	۱۲۰۰	۶۵۳	۲۷۴۳
C	۱۸۱	۱۸۰	۱۷۰۰	۷۲۰	۱۶۱۰	۴۰۳۰
D	۱۶۲	۱۵۶	۲۹۰	۴۱۸	۶۴۲	۱۳۵۰
E	۱۵۶	۱۴۲	۵۲۰	۸۹۰	۴۲۰	۱۸۷۰

ماده های خام واحدهای مختلف کارخانه فرضی

نام واحد	شاخص ریسک نسبی	شاخص ریسک	درصد شاخص ریسک	کل سرمایه در معرض خطر \$ ۱۰۰	ریسک کلی ۱۰۰\$	رده بندی نهایی
A	۴۷	-۱۶۷	۲۲/۳	۵۲۰۰	۱۱۶۰	۱
B	۱۶۸	-۵۵	۷	۲۷۴۳	۱۹۲	۴
C	۰	-۲۲۴	۲۸/۴	۴۰۳۰	۱۱۴۵	۲
D	-۶	-۹۷	۱۲/۳	۱۳۵۰	۱۶۶	۵
E	۰-۱۴	-۲۳۷	۳۰	۱۸۷۰	۵۶۱	۳

۶	.	۷۸۷۰	.	.	۲۳	F
-	-	-	-	۱۰۰	-۷۸۹	جمع

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده های فوق

منابع

- سازمان بهداشت جهانی WHO
- انجمن ملی حفاظت در برابر حریق آمریکا (NFPA)
- فصل نامه بهداشت و ایمنی کار
- <https://ohsenblog.wordpress.com/2019/08/16/frank-and-morgan-logical-risk->
- <https://hsse.blogsky.com>
- <http://hseirann.blogfa.com>