

مدیریت ریسک صنایع با استفاده از روش FMEA

مصطفی عصاره

دانشجوی کارشناسی ارشد- گروه مهندسی شیمی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماهشهر

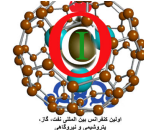
M.asareh@mahshahriau.ac.ir

چکیده

امروزه بررسی و تحقیق، پیرامون عوامل تأثیرگذار در ایجاد وقایع، حوادث، انفجار، خسارت و هر گونه خلل و کاستی در سیستمها در صنایع امری اجتناب ناپذیر است. FMEA روشی تیمی جهت شناسایی و اولویت بندی خطرات بالقوه ای است که در صورت عدم توجه به آنها ممکن است به خطری بالفعل تبدیل گردند. عدد اولویت ریسک¹ RPN بر اساس حاصل ضرب سه شاخص، احتمال وقوع (Occurrence)، شدت یا وخامت (Severity) و احتمال کشف (Detection) تعریف می شود. FMEA مهم ترین و مرسوم ترین روش شناسایی و ارزیابی خطرات و حوادث است که در این مقاله به معرفی آن پرداخته خواهد شد.

واژه های کلیدی: مدیریت ریسک، عدد اولویت، FMEA، RPN

¹. Risk Priority Number



1- مقدمه

قبل از هر گونه بحث در مورد ریسک خود سیستم باید ارزیابی گردد. ارزیابی سیستمها و روشهای آن عبارتست از به کار بردن اطلاعات در دسترس برای شناسایی خطرات و تخمین ریسک ناشی از آنها برای افراد، جمعیت، دارایی ها یا محیط. مراحل ارزیابی سیستم شامل شناسایی خطرات، ارزیابی ریسک خطرات شناسایی شده، ارائه پیشنهادهایی برای اقدامات ایمنی است. شناسایی خطر فرآیندی است جهت شناسایی تمام موقعیت های کاری که در آن افراد ممکن است صدمه دیده و یا به بیماری خاصی مبتلا گردند. ارزیابی ریسک می تواند کمی و کیفی باشد. در ارزیابی کمی احتمال وقوع یک حادثه خاص و پیامدهای آن محاسبه یا برآورد می گردد و سپس از معیار عددی دست آمده برای در مورد پذیرفتنی بودن ریسک خطرات استفاده می شود. ارزیابی کیفی از روشهای امتیاز گذاری و تجارب کارکنان و مشاورین استفاده می کنند تا به یک امتیاز ریسکی برسند. شدت و احتمال وقوع شاخص مناسبی را برای تعیین اولویت های خطر فراهم می نماید هر چه احتمال وقوع کوچک باشد خطر پذیرفتنی تر است. هر اندازه از عمر سیستم گذشته باشد انجام تغییرات برای کاهش ریسک آنها پر هزینه تر است مجموعه اقدامات از لحاظ اولویت بندی مهم است [1].

برخی از اقدامات و پیشنهادات ایمنی به شرح ذیل می باشد :

الف- تغییر در طراحی: برای کاهش ریسک اگر نتوان خطری را در هنگام طراحی حذف نمود باید ریسک ناشی از آن خطر به وسیله گزینه های مختلف تا سطح پذیرفتنی کاهش یابد.

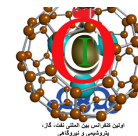
ب- استفاده از تجهیزات ایمنی در سیستم : اگر نتوان خطرات را حذف نمود یا ریسک آنها را کاهش داد بایستی با کاربرد کنترل های مهندسی و ابزارهای ایمنی آنها را کاهش داد. در صورتیکه کنترل ها منجر به کاهش ریسک نگردیدند باید ابزارهایی به کار گرفت که شرایط خطرناک را شناسایی کرده و با ایجاد علائم مناسب کارکنان را از خطر آگاه کند.

ج- استفاده از روش های کنترل مدیریت و اجرایی : مانند تدوین دستورالعمل ها و آموزش کارکنان باید بهره برد.

د- پذیرش ریسک : بالاخره مقداری از ریسک بایست پذیرفته شود و با جمع بندی نتایج کار پایان خواهد پذیرفت که شامل یک فهرست از خطرات مشاهده شده، پیشنهاداتی برای انجام اقدامات ایمنی و [1].

یکی از مهمترین مراحل ارزیابی سیستمها، ارزیابی ریسک می باشد. ارزیابی ریسک، فرآیندی است که نیازمند تجربه، تخصص و دقت بالا بوده و می بایست در قالب کارگروهی و با بهرگیری از توان مسئولین و کارشناسان ذیربط انجام پذیرد. این فعالیت تیمی نیز زمانی به نتیجه مطلوب دست خواهد یافت که تیم ارزیاب، علاوه بر برخورداری از تجربه و تخصص لازم، از زبان مشترکی نیز در درک مفاهیم و روشهای مورد استفاده برخوردار باشند [1].

بیش از 40 سال از کاربرد روش FMEA در دنیا می گذرد. تلاش به منظور جلوگیری از رخداد حوادث در هنگام طراحی، ایجاد و توسعه محصولات و فرآیندها و نیز پیش بینی ریسک و پیدا کردن کم هزینه ترین راه حل برای جلوگیری از بروز ریسک از اهم دلایل بکارگیری این روش می باشد. تجزیه و تحلیل حالات خرابی بالقوه و اثرات آن (FMEA) ابزاری است که در صنایعی چون صنعت خودروسازی، صنایع هوایی، صنعت الکترونیک و سایر صنایع به طور وسیعی مورد استفاده قرار می گیرد. از این ابزار برای شناسایی، اولویت بندی، بر طرف نمودن ریسک های بالقوه شناسایی شده، مشکلات و خطاهای یک سیستم در دست طراحی، تولید یا منتاژ استفاده می شود [2].



2- Failure Modes & Effects Analysis (FMEA)

متدولوژی یا روشی سیستماتیک است که به دلایل زیر به کار می رود:

- شناسایی و اولویت بندی حالات بالقوه خرابی در یک سیستم، محصول یا فرآیند.
 - تعریف و اجرای اقداماتی به منظور حذف یا کاهش میزان وقوع حالات بالقوه خرابی.
 - ثبت نتایج تحلیل های انجام شده به منظور فراهم کردن مرجعی کامل برای حل مشکلات در آینده.
- FMEA در شرایط زیر اجرا می شود:
- در زمان طراحی سیستمی جدید محصولی جدید و یا فرآیندی جدید.
 - زمانی که قرار است طرح های موجود یا فرآیند تولید/ مونتاژ مورد بررسی قرار گیرد.
 - زمانی که فرآیندهای تولید یا مونتاژ و یا یک محصول در محیطی جدید و یا شرایط کاری جدید قرار می گیرد.
 - برنامه های بهبود مستمر.

یکی از عوامل موفقیت FMEA زمان اجرای آن است. این تکنیک برای آن طرح ریزی شده " یک اقدام قبل از واقعه باشد " نه " یک تمرین بعد از آشکار شدن مشکلات ". به بیانی دیگر، یکی از تفاوت های اساسی FMEA با سایر تکنیک های کیفی این است که FMEA یک اقدام کنشی (Proactive) است، نه واکنشی. در بسیاری از موارد وقتی با مشکلی روبه رو می شویم ممکن است برای حذف آن اقدامات اصلاحی تعریف و اجرا شود. این اقدامات، واکنشی در برابر آنچه اتفاق افتاده است. در چنین مواردی حذف همیشگی مشکل، به هزینه و منابع نیاز دارد، زیرا حرکت از وضع موجود به سمت شرایط بهینه اینرسی زیادی خواهد داشت، اما در اجرای FMEA با پیش بینی مشکلات بالقوه و محاسبه میزان ریسک پذیری آنها، اقداماتی در جهت حذف و یا کاهش میزان وقوع آنها تعریف و اجرا می شود. برخورد پیشگیرانه کنشی است در برابر آنچه ممکن است در آینده رخ دهد و مسلماً اعمال اقدامات اصلاحی در مراحل اولیه طراحی محصول یا فرآیند، هزینه و زمان کمتری در بر خواهد داشت. علاوه بر این، هر تغییری در این مرحله بر روی طراحی محصول یا فرآیند به راحتی انجام شده و در نتیجه احتمال نیاز به تغییرات بحرانی در آینده را حذف می کند یا کاهش خواهد داد [3].

3- فواید اجرای FMEA

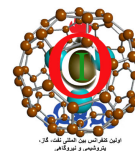
- بهبود کیفیت، افزایش درجه اطمینان کالا و ایمنی محصولاتی که تولید خواهند شد.
- کاهش زمان معرفی محصول به بازار. دیر رفتن رفتن محصول به بازار معمولاً ناشی از بروز مسائل و مشکلاتی در مراحل نهایی طراحی یا مراحل اولیه تولید است اجرای FMEA با شناسایی چنین مشکلاتی در مراحل آغازین کار از وقوع آنها جلوگیری می کند.
- نیاز به تغییرات ضروری در فرآیند و یا محصول در زمان تولید انبوه کاهش می یابد.
- بهبود تصویر سازمان در نظر مشتری چراکه مشتری عیوب کمتری را تجربه می کند و موجب افزایش رقابت پذیری سازمان در بازار می شود.
- کاهش هزینه های مرتبط با محصولات خراب یا نامنطبق.
- رواج فرهنگ کار تیمی در درون سازمان.

4- مراحل تهیه FMEA

1-4) تهیه FMEA نیازمند فعالیت تیمی است. تعداد ترکیب افراد در تیم FMEA به پیچیدگی فرآیند یا محصول تحت بررسی بستگی دارد اما بهتر است تعداد افراد تیم بیشتر از 6 نفر نباشد. در صورت پیچیدگی محصول یا فرآیند بهتر است کمیته های متعددی تشکیل شوند و هر تیم فرعی، قسمتی از موضوع را بر عهده بگیرد. تیم ها از افراد خبره که بیشترین شناخت را از

اولین کنفرانس بین المللی نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی

مرکز همایش های بین المللی هتل المپیک تهران



جدول 2: رتبه شدت اثر [1].

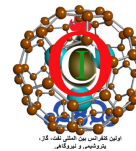
شرح	شدت اثر (Severity)	رتبه
وخامت تأسف بار مثل خطر مرگ، تخریب کامل	خطرناک - بدون هشدار	10
وخامت تأسف بار اما همراه با هشدار است	خطرناک - با هشدار	9
وخامت جبران ناپذیر است - عدم توانایی انجام وظیفه اصلی	خیلی زیاد	8
وخامت زیاد است	زیاد	7
وخامت کم است	متوسط	6
وخامت خیلی کم است مانند ضرب دیدگی، مسمومیت خفیف غذایی	کم	5
وخامت خیلی کم است اما بیشتر افراد آن را حس می کنند	خیلی کم	4
اثر جزئی بر جا می گذارد	اثرات جزئی	3
اثر خیلی جزئی دارد	خیلی جزئی	2
بدون اثر	هیچ	1

جدول 3: تعیین رتبه احتمال وقوع [1].

احتمال وقوع (Occurrence)	نرخ های احتمال خطر	رتبه
بسیار زیاد - خطر تقریباً اجتناب ناپذیر است	1 در 2 یا بیش از آن 1 در 3	10 9
زیاد - خطرهای تکراری	1 در 8	8
	1 در 20	7
متوسط - خطرهای موردی	1 در 80	6
	1 در 400	5
	1 در 2000	4
کم - خطرهای نسبتاً نادر	1 در 15000	3
	1 در 1500000	2
بعید - خطر نامحتمل است	1 در 15000000	1

اولین کنفرانس بین المللی نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی

مرکز همایش های بین المللی هتل المپیک تهران



جدول 4: تعیین رتبه درجه شناسایی [1].

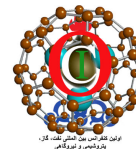
رتبه	قابلیت کشف	رتبه درجه شناسایی (Detection)
10	مطلقاً هیچ	هیچ کنترلی وجود ندارد و یا در صورت وجود قادر به کشف خطر بالقوه نیست
9	خیلی ناچیز	احتمال خیلی ناچیزی دارد که با کنترل های موجود خطر ردیابی و آشکار شود
8	ناچیز	احتمال ناچیزی دارد که با کنترل های موجود خطر ردیابی و آشکار شود
7	خیلی کم	احتمال خیلی کمی دارد که با کنترل های موجود خطر ردیابی و آشکار شود
6	کم	احتمال کمی دارد که با کنترل های موجود خطر ردیابی و آشکار شود
5	متوسط	در نیمی از موارد محتمل است که با کنترل های موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود
4	نسبتاً زیاد	احتمال نسبتاً زیادی وجود دارد که با کنترل های موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود
3	زیاد	احتمال زیادی وجود دارد که با کنترل های موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود
2	خیلی زیاد	احتمال خیلی زیاد وجود دارد که با کنترل های موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود
1	تقریباً حتمی	تقریباً به طور حتم که با کنترل های موجود خطر بالقوه ردیابی و آشکار شود

پس از ارزیابی مراحل فوق خطرات را بر اساس عدد اولویت ریسک رتبه بندب می کنند و بر اساس نظر سیستم FMEA یک حد RPN در نظر می گیرند. در این قسمت از رنگ به عنوان شاخص خطر طبق تقسیم بندی انجام شده در جدول 5 اقدام شده است [4]:

خطراتی که با RPN زیر 120 محاسبه گردیده است در طیف سبز و آبی و خطراتی که با RPN محاسبه شده در رنج 120 - 180 است با رنگ زرد و خطراتی که با RPN محاسبه شده در رنج 180 - 240 می باشد با رنگ بنفش و در نهایت خطراتی که با RPN بالای 240 می باشد با رنگ قرمز مشخص شده اند.

جدول 5: تعیین سطح ریسک (RPN) و اقدامات لازم [4].

RPN	سطح ریسک	اقدامات لازم
1000-241	غیر قابل تحمل	قبل از کاهش ریسک نبایستی فعالیت شروع شده و یا ادامه یابد و اگر نتوان ریسک را کاهش داد از انجام فعالیت باید خودداری کرد.
240-181	بالا	قبل از کاهش ریسک نبایستی شروع به فعالیت نمود و ممکن است برای کاهش ریسک نیاز به منابع قابل ملاحظه ای باشد و اگر نتوان ریسک را کاهش داد از اقدامات اضطراری و کنترل های ویژه در حین انجام کار استفاده کرد.
180-121	متوسط	تلاشها باید در جهت کاهش ریسک باشد اما هزینه ها باید به شدت اندازه گیری شده و محدود شوند اقدامات کاهنده ریسک باید در فواصل زمانی مشخص شده اعمال گردد. زمانیکه این نوع ریسک همراه با عواقب شدید باشد، باید ارزیابی بعدی صورت گیرد تا اقدامات کنترلی مورد نیاز شناسایی شده و انجام گیرد.
120-61	قابل تحمل	اقدامات بیشتری مورد نیاز نیست ممکن است راه حل ها یا بهبودهایی که هزینه کمتری داشته باشند مورد ملاحظه قرار بگیرند.
60-1	جزئی	نیازی به اقدام وجود ندارد.



5- ذکر یک مثال

فرسودگی و سائیدگی زود هنگام محصول، یک نمونه از وضعیت خرابی به شمار می آید. شدت موضوع چندان نیست اما به علت آنکه بر نظر مشتری مستقیماً تأثیر می گذارد، اهمیت می یابد. به هر حال عدد 6 برای آن در نظر گرفته می شود. اما تعداد مشاهده این وضعیت نیز به مراتب در حد بالایی قرار دارد و لذا برای آن نیز عدد 6 منظور می شود. توانایی شناخت این نوع فرسودگی ممکن است متفاوت باشد و سازمان تولیدی آن معتقد است که از یک فرآیند کیفیتی خوب برخوردار است و لذا عدد 3 برای آن منظور می گردد. از این رو عدد اولویت خطر مربوط به فرسودگی زود هنگام عبارتست از : $3 \times 6 \times 6 = 108$ [3].

6- نتیجه گیری

1. در روش FMEA هدف شناسایی، پیش بینی و انجام اقدامات پیش گیرانه در جهت جلوگیری از یک رخداد بالقوه است. این روش کاملاً سیستماتیک و تیمی بوده که اعضای آن از یک یا چند تیم متخصص تشکیل شده اند. این روش را در تمام مراحل از قبیل طراحی، تولید، مونتاژ، توسعه بهره وری، خدمات، بازاریابی، منابع انسانی و ... می توان به کار برد اما استفاده و اجرای حاصل از یافته های آن در بخش طراحی بازدهی بسیار بیشتری نسبت به سایر مراحل خواهد داشت و نتایج آن از قابلیت اجرای بیشتری برخوردار خواهد بود.
2. پس از بدست آمدن عدد اولویت ریسک (RPN) در هر سیستم، برای RPN بالاتر از حد قابل قبول می بایست فوراً اقدامات لازم انجام شود. در صورتی که یک شاخص از سه شاخص RPN دارای مقدار بالاتر از 6 باشد ولی عدد RPN پایین است اقدامات پیشگیرانه ضروری است اما اگر دو شاخص از سه شاخص RPN دارای عدد بالاتر از 6 باشد و عدد RPN نیز بالا باشد، مسلم است که این سطح از عدد اولویت ریسک نیاز به اقدامات پیشگیرانه فوری خواهد داشت.
3. پس از اعمال اقدامات پیشگیرانه و از گذشت مدت زمانی معین ارزیابی مجدد از سیستم انجام می پذیرد تا مشخص شود انجام اقدامات اصلاحی در جهت کاهش ریسک ها مفید بوده است یا خیر.

مراجع

[1]. امینی، الهام، اسدی آبگرمکانی، حشمت. "انواع روش های ارزیابی ریسک و تجزیه تحلیل حالات خطا و اثرات ناشی از آن بر اساس روش FMEA"، اولین کنفرانس ملی بهداشت، ایمنی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماهشهر، 28 مهر ماه 1390.

[2]. S. Rhee, Kosuke Ishii, "Using cost based FMEA to enhance reliability and serviceability". Advanced Engineering Informatics Journal, Vol.17, 2003, pp.179 - 188

[3]. جعفر زاده، میثم. "متدولوژی تطبیقی تکنیکهای کاربردی آنالیز ریسک"، نخستین کنگره بین المللی مدیریت ریسک، تهران، 1386.

[4]. قادری، پیمان، مرادی، افشار، مختار پوریانی، سید بشیر. "استفاده از روش FMEA در شناسایی مخاطرات یکی از صنایع سد سازی"، اولین کنفرانس ملی بهداشت، ایمنی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماهشهر، 28 مهر ماه 1390.