FMEA متدی کارا جهت تجزیه و تحلیل حالات خطا و اثرات ناشی از آن

مدیریت

قسمت پایانی

احسان پذیره - کارشناس‌ارشد مدیریت صنایع نساجی

عنصر ۷: رخداد (O)

پاسخ به این سوال که این خطا یا علل بروز خطا چقدر رخ می‌دهد، منجر به تکمیل کردن ستون رخداد در جدول FMEA خواهد شد. دو روش برای پاسخگویی به این سوال وجود دارد:

روش اول: خطا چقدر رخ می‌دهد؟

در این روش به دلیل این که رخداد خطا را مستقیماً ارزیابی می‌کنیم، تخمین دقیق‌تر و صریح‌تری خواهیم داشت. در عوض تلاش‌های ما برای کاهش مقدار این رخداد، ما را به سمت علل ریشه‌ای بروز خطا سوق خواهد داد.

روش دوم: علل بروز خطا چقدر رخ می‌دهند؟

در این روش هر یک از علل ریشه‌ای بروز خطا امتیازدهی می‌شود که ممکن است مستقیماً تخمین دقیقی برای رخداد خود خطا نباشد. پس از درک درست هر یک از این دو روش و توافق بر سر انتخاب یکی از این دو روش در اجرای FMEA افراد تیم قادر خواهند بود از جدول امتیازدهی رخداد برای تعیین امتیاز رخداد موردنظر استفاده کنند.

مثالی از جدول امتیازدهی رخداد به شکل زیر است:

شرح رخداد	امتیاز
غیرممکن، بسیار بعید	۱
رخداد بعید	۲
رخداد با شانس ناچیز	۳
تعداد رخداد کم	۴
گاه و بی‌گاه رخ می‌دهد	۵
معمولاً رخ می‌دهد	۶
اغلب رخ می‌دهد	۷
زیاد رخ می‌دهد	۸
بسیار زیاد رخ می‌دهد	۹
یقیناً رخ می‌دهد	۱۰

می‌توان به جای رخداد از معیارهای زیر هم استفاده نمود:

- نرخ
- شاخص قابلیت

– نرخ: بسیاری از سازمان‌ها برای تعریف اهداف و شاخص‌های کیفیت یا قابلیت اطمینان از نسبت یک هزارم و بیشتر استفاده می‌کنند. این نرخ‌ها می‌توانند در جدول امتیازدهی رخداد FMEA آورده شوند.

– شاخص قابلیت: که یکی از عمومی‌ترین معیارهای اندازه‌گیری سطح عملکرد کیفیت سازمان‌ها است. نحوه محاسبه این شاخص تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند و بر اساس نوع فرمول مورداستفاده، می‌توان میزان رخداد ضایعات را تخمین زد و به تبع آن احتمال بروز خطا را تعیین نمود.

عنصر ۸: کنترل‌های جاری

در ستون بعدی یعنی احتمال کشف از تیم خواسته می‌شود که اثر بخشی روش شناسایی خطا یا علل بروز خطا را ارزیابی نماید و به صورت یک مقدار عددی بیان کند.

برای این منظور لازم است که تیم اطلاعات مناسبی درباره کنترل‌های جاری و موجود در سازمان در اختیار داشته باشد تا بتواند اثربخشی روش شناسایی را ارزیابی کند.

کنترل جاری توصیفی از کنترل‌هایی است که به منظور پیشگیری از حالت خطا یا علل خطا یا شناسایی حالت خطا و علل مرتبط با آن به کار می‌رود. توصیه می‌گردد که به کنترل‌های جاری به دو صورت نگاه شود:

–کنترل‌های جاری پیشگیرانه: به منظور پیشگیری از حالت خطا یا علل مرتبط و یا کاهش نرخ رخداد

–کنترل‌های مرتبط با کشف: حالت خطا یا علل خطا و انجام اقدامات اصلاحی مرتبط

برای بازنگری طراحی سه روش (کنترلی) وجود دارد:

نوع روش بازنگری طراحی	هدف	ابزار مورداستفاده
بازنگری طرح اولیه	به‌منظور ارزیابی و آزمون	گسترش عملکرد کیفیت (QFD) انتخاب فکر اولیه
بازنگری تفضیلی طرح اولیه	به منظور ارزیابی و تایید مدل اولیه	مقایسه آماری طراحی آزمایش‌ها طراحی آماری تلرانس‌ها شبیه‌سازی مدل
بازنگری طرح نهایی شده برای تولید	ارزیابی و تایید طرح نهایی به‌منظور آغاز تولید	مطالعات قابلیت فرایند اولیه انجام SPC اولیه ارسال نمونه اولیه

عنصر ۹: احتمال کشف (D)

احتمال اینکه بتوان خطا یا علل به وجود آورنده خطا را شناسایی کنیم چقدر است؟

دو تعریف مجزا برای احتمال کشف و شناسایی در FMEA وجود دارد:

– احتمال اینکه خطا قبل از رسیدن به دست مشتری مورد شناسایی قرار بگیرد چقدر است؟

– احتمال اینکه خطا قبل از اینکه منجر به بروز فاجعه شود، توسط مشتریان شناسایی گردد چقدر است؟

تعریف اول سوالی است که برای تکمیل کردن ستون احتمال کشف پرسیده خواهد شد.

اما تعریف دوم احتمال کشف به ستون اقدامات پیشنهای در فرم FMEA اشاره می‌کند.

به شرطی که نتوان احتمال بروز خطا و وخامت اثر خطا را کاهش داد و لازم باشد که برای خطای مزبور اقدامات پیشنهادی ذکر گردد که در این صورت می‌توان احتمال کشف خطا را نزد مشتری قبل از اینکه منجر به بروز فاجعه شود بالا برد.

نمونه‌ای از جدول امتیازدهی احتمال کشف مطابق جدول زیر است.

احتمال کشف	امتیاز
حتما قابل شناسایی است	۱
با احتمال بسیار بالایی قابل شناسایی است	۲
با احتمال بالایی قابل شناسایی است	۳
معمولاً شناسایی می‌شود	۴
با احتمال پنجاه پنجاه شناسایی می‌شود	۵
شانس کم در شناسایی	۶
شانس ناچیز در شناسایی	۷
شانس بسیار ناچیز در شناسایی	۸
شانس بعید در شناسایی	۹
غیرقابل شناسایی	۱۰

در هر نوع FMEA اعداد بزرگ بد هستند و اعداد کوچک خوب هستند. اعداد کوچک برای احتمال کشف به معنای آن است که حتماً خطا قبل از اینکه به دست مشتری و یا به عملیات بعدی برسد مورد شناسایی و کشف قرار می‌گیرد. بیشترین عدد در جدول امتیازدهی یعنی ده به معنای آن است که به احتمال بسیار زیاد سازمان از طریق شکایت مشتری از بروز خطا در محصول با خبر خواهد شد.

عنصر ۱۰: اقدامات پیشنهادی

به منظور تکمیل ستون اقدامات پیشنهادی بایستی به این سوالات پاسخ داد:

۱) برای جلوگیری از بروز خطای بالقوه یا علل بالقوه آن چه باید کرد؟

۲) برای کاهش وخامت و پیامدهای خطای بالقوه چه باید کرد؟

۳) برای احتمال کشف خطا یا علت آن پیش از آنکه به دست مشتری برسد چه باید کرد؟

۴) به منظور اعلام هشدار به موقع به مشتریان هنگام بروز مشکلات بالقوه‌ای که پیامدهای خطرناکی به دنبال دارند چه باید کرد؟

عنصر ۱۱: وضعیت اقدامات پیشنهادی

هرگز برای فعالیت‌هایی که منجر به بهبود کیفیت سطح اطمینان نمی‌شوند سرمایه‌گذاری نکنید. قبل از انجام هرگونه اقدامات پیشنهادی برای خطاهای ذکر شده در فرم FMEA وظیفه مسئول تیم است که از دیگران بخواهد تا بررسی دقیقی بر روی نتایج احتمالی این اقدامات داشته باشند. وضعیت این بررسی‌ها باید در فرم مربوطه به شکل مناسبی ثبت شود. این اطلاعات ۳ هدف زیر را دنبال می‌کنند.

۱) تضمین کمترین ریسک در انجام اقدامات پیشنهادی

۲) امکان پیگیری وظایف به‌طور منفرد و امکان هماهنگی اجرای FMEA همراه با سایر برنامه‌های توسعه

۳) ارائه سوابق مناسبی از خطاهایی که عدد ریسک بالا دارند و نتوانسته‌ایم عدد ریسک آنها را کاهش دهیم.

عدد اولویت ریسک (RPN)

RPN حاصلضرب سه معیاریست که تاکنون درباره آنها بحث شد:

عدد وخامت، عدد رخداد، عدد احتمال کشف.

$$RPN = (S) \times (O) \times (D)$$

در هر پروژه FMEA بایستی سطح قابل قبول RPN را مشخص کرد. رهنمودهای متداول مطالعه و تفسیر FMEAهای تکمیل شده عبارتند از:

تصمیم‌گیری به کمک امتیازدهی RPNها

این رهنمود بیانگر این است که اعداد با اولویت ریسک بالاتر جهت آنالیز و تخصیص منابع مقدم می‌باشند و تیم بایستی روی حالات خطاهایی کار کند که RPNهای بالاتر دارد. متاسفانه تمامی روش‌های

مرتبط با RPN تلاش‌های بهبود را روی حالت خطایی متمرکز می‌کند که امکان دارد با دارا بودن RPN بالاتر وخامت کمتری نسبت به سایر خطاها به RPN پایین‌تر داشته باشد که این نکته بسیار مهمی می‌باشد. بسیاری از سازمان‌ها این رهنمود را تعدیل کرده و تمرکز خود را بر روی نرخ‌های وخامت و رخداد بالا همزمان با RPN بالا معطوف می‌کنند.

نمودار ناحیه‌بندی‌شده

نمودار ناحیه‌بندی‌شده بر پایه وخامت و رخداد می‌باشد. در واقع بایستی علاوه بر انتخاب بالاترین RPN در جستجوی اعداد با وخامت و رخداد بالا باشیم. سه ناحیه در نمودار ناحیه‌بندی‌شده عبارتند از:

۱) ناحیه اولویت بالا

۲) ناحیه اولویت متوسط

۳) ناحیه اولویت پایین

این نواحی بر اساس خط مشی سازمان در مورد FMEA معرفی می‌شوند.

اولویت‌بندی انجام اقدامات اصلاحی

اصول متداولی که در بسیاری از روش‌های اجرایی FMEA دیده می‌شود در زیر آورده شده است.

۱) وخامت خطا را کاهش دهیم

۲) احتمال رخداد خطا را کاهش دهیم

۳) احتمال کشف و بازیابی را بهبود دهیم

پیشنهاد می‌شود که دو بند اول را موردتوجه قرار دهیم، گرچه بهبود احتمال کشف چون ماهیت پس از اتفاق دارد همیشه بایستی به عنوان مورد آخر موردتوجه قرار گیرد. باید توجه شود که با حذف احتمال رخداد عملاً وخامت خطا نیز حذف می‌شود. بنابراین اصولی را طبق روال زیر در نظر می‌گیریم.

۱) احتمال رخداد را حذف کنید

۲) وخامت را کاهش دهید

۳) احتمال رخداد را کاهش دهید

۴) احتمال کشف را افزایش دهید

۵) ایجاد ابزاری برای کشف خطا توسط مشتری در هنگام استفاده از محصول

در این قسمت یک نمونه از فرم مخصوص FMEA که به صورت خاص برای واحد کنترل میانی فرآیند دوخت، طراحی گردیده، آورده شده است.

همان‌گونه که در نمونه فرم مشخص است، با توجه به امتیازدهی

فرم مخصوص FMEA برای کنترل میانی فرآیند دوخت

آنالیز حالات خرابی بالقوه و آثار آن

مدل: شلوار زنانه یک جیب پشت به همراه بخیه تزئینی — تاریخ:

اعضای تیم: — مسئولیت: کنترل کیفیت میانی واحد دوخت — شماره بازنگری:

ردیف	عملیات	حالت خرابی بالقوه	آثار حالت خرابی بالقوه	وخامت	علل خرابی	رخداد	کنترل‌های جاری		تشخیص	RPN	اقدامات صورت گرفته
							پیشگیری	شناسایی			
۱	بخیه تزئینی لب جیب پشت	کج بودن بخیه	بروز عیب ظاهری در پشت کار	۷	عدم دقت اپراتور	۷	۵ نمونه در ابتدای تنظیم ماشین مادگی	کنترل ۵ نمونه ساعتی توسط بازرس و ۱۰۰٪ توسط اپراتور	۳	۱۴۷	
۲	دوخت فیلتو جیب پشت	ضخیم شدن درز دوخت	ناراحتی مصرف کننده به دلیل ضخیم شدن درز دوخت	۹	عدم دقت اپراتور	۶	۵ نمونه در ابتدای تنظیم ماشین مادگی	کنترل ۵ نمونه ساعتی توسط بازرس و ۱۰۰٪ توسط اپراتور	۲	۱۰۸	
۳	دوخت و سر دوز درز بغل	دوخت نامتقارن در دو قسمت چپ و راست	اختلاف اندازه لنگه راست و چپ	۷	عدم دقت اپراتور	۶	۵ نمونه در ابتدای تنظیم ماشین مادگی	کنترل ۵ نمونه ساعتی توسط بازرس	۲	۸۴	
۴	دوخت چانه‌بش بزرگ	دوخت نامتقارن در دو قسمت چپ و راست	عدم تقارن و کج دوخته شدن کار	۹	عدم دقت اپراتور	۸	۵ نمونه در ابتدای تنظیم ماشین مادگی	کنترل ۵ نمونه ساعتی توسط بازرس و ۱۰۰٪ توسط اپراتور	۲	۱۴۴	
۵	بخیه دم پا	در رفتن درز دوخت	کج دوخته شدن کار	۵	عدم دقت اپراتور	۶	۳ نمونه در ابتدای تنظیم ماشین مادگی	کنترل ۲ نمونه ساعتی توسط بازرس	۲	۶۰	
۶	دوخت کمر	کج بودن بخیه	کج دوخته شدن کار	۹	عدم دقت اپراتور	۵	۵ نمونه در ابتدای تنظیم ماشین مادگی	کنترل ۵ نمونه ساعتی توسط بازرس	۲	۹۰	
۷	دوخت تمامی قسمت‌ها	آغشته شدن کار به لکه روغن	کثیف شدن کار	۶	عدم دقت اپراتور خرابی ماشین	۹	۵ نمونه در ابتدای تنظیم ماشین مادگی	کنترل ۵ نمونه ساعتی توسط بازرس	۳	۱۶۲	
۸	عدم انطباق پیش بینی نشده										

به سه فاکتور مذکور در این سیستم، هر کدام از عیوب یک RPN مخصوص به خود را خواهد داشت که بر اساس آن، تعداد دفعات و نحوه بازرسی‌هایی که می‌بایست انجام شود، مشخص می‌گردد. نکته مهم در این جا این است که نحوه استفاده از این فرم باید حالت پویا داشته باشد، به این معنا که در بازه‌های زمانی معین (که باید با نظر مدیریت تعیین شود) تمامی امتیازهای داده شده به هر فاکتور، بایست مورد بازنگری قرار گیرد و بر مبنای امتیازهای جدید، تعداد دفعات و نحوه بازرسی‌هایی که می‌بایست انجام شود، مشخص گردد.

نقاط قوت سیستم

– صرفه‌جویی در هزینه و زمان توسعه محصول
– راهنمایی برای ایجاد برنامه‌های بازرسی و آزمون مؤثر
– کمک به ایجاد سیستم نگهداری و تعمییرات پیشگیرانه با هزینه بهینه
– کمینه‌سازی حوادث غیرمترقبه در طرح‌ریزی و برنامه‌ریزی فرایند
– مرجع قابل استناد برای حل مشکلات
– کاهش تغییرات مهندسی
– افزایش رضایت مشتریان
– وسیله‌ای برای پیگیری طراحی و به‌روزآوری مستندات مربوط به آن در کل سازمان
– کمینه‌سازی کنترل‌های غیرضروری در فرایند
– مشخص کردن موارد ایمنی قابل توجه
– فراهم کردن امکان طراحی استوار
– امکان پیشگیری از تکرار خطا در آینده
– حفظ و جمع‌آوری دانش فنی و تخصصی سازمان در مورد فرایند و محصولات
– آموزش ساده

نقاط ضعف سیستم

– کمبود مشارکت تیم‌های اجرایی
– عدم ارتباط درست اثرات خطا به علل بروز خطا
– رویارویی با انبوهی از اطلاعات که تصمیم درباره انتخاب اطلاعات مفید را سخت می‌کند.
– عدم دقت در تکمیل فرم‌ها
– عدم انتقال درست اطلاعات
– عدم هماهنگی مدیران ارشد
– وجود اطلاعات ناقص

هشدارهایی در استفاده از سیستم

– این سیستم برای جایگزین شدن فعالیت مهندسین طراح ایجاد نشده است.
– هر خطایی که قابل تصور است نباید لزوماً ارزیابی گردد.
– FMEA ضامن انتخاب طرح بهینه در طراحی نیست.
– FMEA نیز مانند بسیاری از فنون دیگر دارای محدودیت‌های مربوط به خود است و دادن شاخ و برگ اضافی به آن می‌تواند آن را از اهدافش دور سازد.
– معیارهای وخامت، رخداد و کشف خطا بایستی متناسب با صنعت و سازمان تعریف گردد تا نیازهای مربوط با محصولات و فرایندهای سازمان را پاسخگو باشد.
– RPN به عنوان معیار اصلی ارزیابی خطا، می‌تواند گمراه‌کننده باشد.

نتیجه گیری نهایی

با توجه به جمیع موارد مذکور، می‌توان نتیجه گرفت که با به‌کارگیری سیستم تجزیه و تحلیل عوامل شکست و آثار آن، بروز عیب و دوباره‌کاری‌ها، تا حد قابل‌قبولی کاهش می‌یابد.
از دیگر مزایای پیاده‌سازی این سیستم می‌توان به بهبود کیفیت، افزایش درجه اطمینان کالا و ایمنی محصولاتی که تولید خواهند داشت، کاهش زمان تولید محصول، کاهش نیاز به تغییرات ضروری در فرآیند و یا محصول در زمان تولید انبوه، کاهش هزینه‌های مرتبط با محصولات خراب و یا نامنطبق و در نهایت بهبود تصویر سازمان در نظر مشتری و افزایش رقابت‌پذیری سازمان در بازار اشاره نمود.
در نهایت دوباره باید به این نکته اشاره نمود که این سیستم پایان یافتنی نیست و همواره باید به صورت یک سند پویا با آن برخورد و در بازه‌های زمانی معین، اقدامات پیشنهادی جدید اعمال گردد و تا حد ممکن ریسک موجود در طرح کاهش یابد.

مهم‌ترین مراجع بکار گرفته شده

[1] Stamatis, D. H. “Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution.” ASQ Quality Press, 2003.

[2] McDermott, Robin; Mikulak, Raymond and Beauregard, Michael. “The Basics of FMEA.” Taylor and Francis Group, 2009.

[3] Seung, Rhee; Kosuke, Ishii. “Using Cost Based FMEA To Enhance Reliability And Serviceability.” Advanced Engineering Informatics, 2003, Vol.17, pp. 179-188.

[4] Bahramian, Mahdi; Hadizadeh, Danial and Sajjadi, Mojtaba. “Innovation and Improvements in Project Implementation and Management; Using Fmea Technique.” Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2012, Vol.41, pp. 418-425.

[5] Zhou, J and Stalhane, T. “Using FMEA for early robustness analysis of Web-based systems.” Proceedings of the 28th Annual International Computer Software and Applications Conference, 2004, Vol.2, pp. 28-29.