FMEA 4th edition

آنالیز اثرات وحالات خرابی بالقوه

ویرایش(۴)

نظامنامه مرجع

ویرایش (۴) FMEA یک نظامنامه مرجع برای تامین کنندگان کرایسلر، ژنرال موتور و فورد به منظور سهولت تدوین FMEA برای طراحی و فرایند می باشد. این نظامنامه الزامات را تعریف نمی کند بلکه هدف آن واضح ساختن و پاسخ به سوالاتی در زمینه گسترش تخصصی و تدوین FMEA می باشد.

این نظامنامه بوسیله SAE J 1739 تنظیم گردیده است.

خلاصه تغییرات در نظامنامه مرجع FMEA ویرایش (۴)

روشهای DFMEA وPFMEA که در نظامنامه مرجع FMEA ویرایش (۴) توضیح داده شده اند، شامل کلیه ارتباطات با طراحی در سازمان ، زیر مجموعه ها، نقاط تلاقی و اجزاء و همچنین فرآیندهای ساخت و مونتاژ می گردند.

تغییرات عمومی:

* ساختار استفاده شده در ویرایش ۴ به منظور سهولت در خواندن تنظیم گشته است.
* یک ضمیمه الحاق گردیده است.
* از نشانه هایی برای اشاره به پاراگرافهای کلیدی استفاده گردیده است.
* مثالهای بیشتری به منظور سهولت فهم و منفعت بیشتر در هنگام تدوین FMEA آورده شده است.
* تاکید بیشتر بر پشتیبا نی ، علاقه و نظرات مدیریت در ارتباط با FMFA و نتایج آن.
* تعریف و تقویت فهم ارتباط DFMEA و PFMEA و همچنین ارتباط این ۲ با سایر ابزار.
* بهبود جداول ارزش گذاری شدت ، وقوع و تشخیص به منظور نزدیکتر ساختن آنها به عالم واقعی و استفاده بهتر ار آنها.
* روشهای متناوبی که هم اکنون در صنعت ار آنها استفاده می شود تعریف گردیده اند.
* ضمائم اضافه شامل فرمهای نمونه و مقوله های خاص کاربرد FMEA .
* تمرکز از روی « فرم استاندارد» برداشته شده و به جای آن به داشتن حق انتخاب در زمینه کاربرد FMEA و مقوله آن تاکید شده است.
* پیشنهاد اینکه از RPN به عنوان ابزار اولیه جهت ارزیابی ریسک استفاده نشود داده شده است. الزام واحتیاج به بهبود به همراه ارائه یک روش اضافه بازنگری شده است و استفاده ار آستانه RPN و عدم توصیه به آن به همراه یک تمرین توضیح داده شده است.

فصل(۱):

شامل خطوط راهنمایی برای FMEA ، احتیاج به پشتیبانی مدیریت و تعریف فرآیند FMEA و تلاش ، جهت برقرار نگه داشتن آن ار جانب ایشان و احتیاج به بهبود مداوم است.

فصل (۲):

کاربری و متدلوژی عمومی FMEA را تعریف می کند که بین DFMEA و PFMEA مشترک است. این فصل شامل برنامه ریزی، استرانژی، برنامه های اقدام و احتیاج به پشتیبانی مدیریت و مسئولیت مدیریت در قبال FMEA می باشد.

فصل(۳):

بر روی DFMEA (آنالیز اثرات و حالات بالقوه خرابی در طراحی) تمرکز داد. این فصل شامل دامنه کاربرد آنالیز، استفاده ار دیاگرامهای ستونی، انواع DFMEA ، ترکیب تیم ، روش اجرایی پایه برای آنالیز، برنامه های اقدام ، نقاط تناوب برای RPN و ارتباط بین DFMEA و PFMEA می باشد.

فصل(۴):

بر روی PFMEA (آنالیز اثرات و حالات بالقوه در فرآیند) تمرکز دارد. این فصل شامل دامنه کاربرد آنالیز، موارد استفاده ار نمودار جریان ، شکل گیری و ترکیب تیمها ، روش اجرایی پایه برای آنالیز، طرح های اقدام ، ارتباط با DFMEA و تدوین و توسعه طرح کنترل می باشد.

ضمائم شامل نمونه فرمهای متعددی از DFMEA و PFMEA به همراه روشن ساختن کاربری ها و روش های اجرای متفاوت برای مشخص سازی ریسک طراحی و فرآیند می باشد.

فصل (۱)

راهنمای عمومی FMEA

معرفی:

فصل اول این نظامنامه سر فصل های آنالیز و حالات بالقوه خرابی را معرفی کرده و راهنمای عمومی در کاربری تفکیک آنالیر ارائه می نماید.

فرآیند FMEA:

FMEA یک روش آنالیزی جهت اطمینان ار اینکه مشکلات بالقوه حین طراح ریزی فرآیند و محصول (APQP) مورد توجه قرار گرفته و مشخص شده اند می باشد. مشهود ترین نتیجه اجرای آن مستند ساری معلومات تیمهای چند تخصصه می باشد.

قسمتی از آنالیز سنجش، ارزیابی ریسک می باشد. نکته مهم، هدایت بحث ها و تحقیقات به سمت طراحی (فرآیند یا محصول)، بازنگری عملیات و تغییرات در کاربری و ریسک حاصله ار خرابی بالقوه می باشد.

هر FMEA باید این اطمینان را که توجه کافی به کلیه اجزای فرآیند محصول و مونتاژ مبذول شده است را حاصل نماید. اجزای بحرانی و ایمنی مربوط به محصول می باید در اولویت قرار گیرند.

یکی از مهمترین فاکتورها در اجرای موفق FMEA تناسب زمانی آن می باشد. هدف اصلی از اجرای FMEA یک اقدام « قبل از وقوع » است نه یک تمرین « بعد از واقع شدن » . برای رسیدن به بالاترین هدف FMEA ، FMEA می بایست قبل از اجرای فرآیند تولید محصول که حالات خرابی هنوز بالقوه اند انجام گیرد. در اینصورت تغییر در فرآیند یا محصول می تواند با هزینه ای به مراتب کمتر از وقتی ایجاد شود که بحران بوقوع پیوسته است.

مطلوب این است که فرآیند DFMEA قبل از اجرای اولین مرحله طراحی، و فرآیند PFMEA قبل از هر گونه تجهیز، ساخت ادوات لازم و یا خرید آنها جهت تولید، آغاز گردد. FMEA کلیه مراحل طراحی و ساخت و توسعه فرآیند را مورد استنتاج قرار داده و همچنین می تواند به عنوان راه حلی جهت حل مسائله مورد استفاده قرار گیرد.

همچنین می توان از FMEA در مواردی غیر از ساخت و تولید استفاده نمود. به عنوان مثال FMEA می تواند برای آنالیز ریسک در یک فرآیند اداری یا یک سیستم ایمنی مورد استفاده قرار گیرد. بطور عمومی FMEA مورد استفاده قرار می گیرد در خطاهای بالقوه در طراحی محصول و فرآیندهای تولید که در آنها ارزش افزوده مشخص و دارای اهمیت می باشد.

هدف نظامنامه:

این نظامنامه قواعد پایه و اجرای فرآیند FMEA [1] و این که چگونه این فرآیند با چرخه توسعه محصول و فرآیند ارتباط پیدا می کند را شرح می دهد. این موارد شامل مستند سازی فرآیند و چگونگی کاربرد آنالیز برای بهبود فرآیند در مراحل ابتدایی و حین اجرا می باشد.

نکته۱: FMEA که در اینجا ارائه می شود، از آن جهت که شامل روشی جهت کمی کردن ریسک ها می باشد ، به عنوان آنالیز حالات و اثرات بحرانی خرابی(FMECA) نیز شناخته می شود.

همچنین ، این نظامنامه شرح و نمونه هایی از راهکارهای اصلی و فرعی این آنالیز و مزایا و محدودیت های آنها به منظور راهنمایی جهت استفاده بهینه از آنالیزها برای کسب منفعت بیشتر و بالاترین اطمینان از پائین آوردن سطح ریسک ایمنی ، ارائه می نماید. این نظامنامه راهنمایی جهت شناسایی ریسک، اندازه گیری آن و اولویت بندی آن به منظور پائین آوردن نرخ آن در حالات خرابی می باشد.

به عنوان ابزاری جهت ارزش گذاری ریسک ، FMEA به عنوان روشی جهت شناسایی شدت اثرات خرابی بالقوه و ارائه دروندادهایی جهت پائین آوردن آن تلقی می گردد. در بسیاری از مواقع ، کاربری FMEA شامل تخمین احتمال وقوع علت یک خرابی و حالات ناشی از آن می شود. ارائه روش اندازه گیری احتمال خرابی موجب وسعت یافتن دامنه آنالیز می گردد. جهت پائین آوردن ریسک، احتمال وقوع خرابی کاهش می یابد که این امر باعث بالا رفتن درجه اطمینان به محصول می گردد. FMEA ابزاری برای کاربری بهبود قابل اطمینان می باشد.

۳ موضوع اصلی برای کاربرد فرآیند FMEA وجود دارد که هر یک از آنها به دامنه تمرکز مخصوص به خود دارد:

موضوع(۱):

طرح های جدید ، تکنولوژی جدید یا فرآیند جدید . دامنه FMEA طرح، تکنولوژی یا فرآیند کامل است.

موضوع (۲):

تغییر طرح یا فرآیند موجود ، دامنه FMEA بر روی طرح یا فرآیند ، تعامل های ممکن در اثر تغییرات و سابقه آن تمرکز دارد. این موضوع می تواند شامل الزامات قانونی نیز بشود.

موضوع (۳):

استفاده از طرح یا محصول موجود در یک محیط جدید ، منطقه جدید و کاربری جدید (شامل خصوصیات آن ، الزامات قانونی و ...) . دامنه FMEA بر روی تاثیر محیط، منطقه یا کاربری جدید بر روی طرح یا فرآیند موجود تمرکز دارد.

دامنه کاربرد نظامنامه:

روش های آنالیز که در این نظامنامه شرح داده شده است، می تواند برای هر محصول یا فرآیندی کاربری داشته باشد. هر چندتمرکز اصلی این نظامنامه بر روی کاربری های مرتبط با صنعت خودرو سازی و زنجیره تامین آن می باشد.

تاثیر برسازمان و مدیریت آن:

FMEA یک فعالیت مهم در هر سازمان می باشد. از انجا که اجرای FMEA یک فعالیت چند رشته می باشد که به کل فرآیند محصول اثر می گذارد، اجرای آن باید به خوبی طرح ریزی شده باشد به منظور انجام کامل این کار. این فرآیند ممکن است زمان بر باشد همچنین همکاری منابع مورد نیاز لازم است. از نکات مهم در FMEA وجود یک نفر به عنوان مسئول فرآیند و همکاری نماینده مدیریت می باشد. روند اجرا، بسته به اندازه و ساختار سازمان مربوطه، تفاوت می نماید هرچند که اصول و قواعد یکسان است:

- دامنه FMEA محصولات تولیدی داخل سازمان و تامین کنندگان می باشد.
- FMEA طراحی و FMEA فرآیند را مشخص کنید.
- FMEA را به عنوان فرآیندی داخلی در فرآیند APQP انجام دهید.
- نظرات فنی مهندسی را لحاظ کنید.
- موارد قانونی را در طراحی و فرآیند تولید محصول لحاظ کنید.

یک FMEA توسط یک تیم چند تخصصه انجام می پذیرد. اندازه تیم به ۲ مورد پیچیدگی طرح و اندازه سازمان بستگی دارد. اعضاء تیم باید تخصص لازم ، زمان کافی و اختیار تصدیق شده توسط مدیریت را دارا باشند.

یک برنامه آموزشی جامع شامل موارد زیر باید در سازمان اجرا شود:

- بازنگری مدیریت
- آموزش استفاده کنندگان از فرآیند
- آموزش تامین کنندگان
- آموزش کاربران فرآیند

به طور مشخص ، مدیریت سازمان مسئولیت و اختیار حفظ و توسعه FMEA های آن سازمان را دارا می باشد.

بیان FMEA:

FMEA ها یک قسمت داخلی از مدیریت و پشتیبان بهبود مداوم می باشند. بطور موازی، FMEA به یک قسمت کلیدی از توسعه و فرآیند تبدیل می شود. فرآیند طرح ریزی پیشرفته محصول (APQP) ۵ نقطه تمرکز را داخل خود تعریف می نماید:

- طرح ریزی و تعریف برنامه
- طراحی و توسعه محصول
- طراحی و توسعه فرآیند
- تصدیق محصول و فرآیند

- بازخورد، ارزیابی و اقدام اصلاحی

نظامنامه مرجع APQP ، DFMEA را به عنوان فعالیتی در قسمت طراحی و توسعه محصول و PFMEA را به عنوان فعالیتی در قسمت طراحی و توسعه فرآیند معرفی می نماید. توسعه و ظهور PFMEA و DFMEA فرآیندی است که باعث راهنمایی تیمها در توسعه محصول و طراحی فرآیند با توجه به انتظارات می شود.

آنالیز FMEA را نباید به عنوان یک اتفاق یا رخداد واحد تلقی کرد، بلکه FMEA به عنوان یک تعهدی زمان دار است که با طراحی و توسعه محصول و فرآیند اجرا می شود تا این اطمینان را بدهد که خطاهای بالقوه حذف شده و یا اقداماتی در جهت حداقل سازی ریسک آنها صورت گرفته است.

یک جنبه کلیدی بهبود مداوم ، یادآوری دانسته هایی در گذشته است که از طریق FMEA حاصل شده اند، برای سازمانها بهتر است که تمرکز بر روی آنالیزهای قبلی محصولات مشابه یا فرآیندهای مشابه را به عنوان نقطه شروعی برای انجام آنالیزهای جدید استفاده نمایند.

زبان مورد استفاده در FMEA برای شرح یک موضوع (به طور مثال حالت خرابی یا علت آن) باید سر حد امکان ساده بوده و نباید بیشتر از سطح حالت خرابی مورد بسط و قیاس قرار گیرد تا از حد فهم تیم خارج گردد.

اظهارات شفاف ، اصطلاحات دقیق و و تمرکز بر روی اثرات واقعی کلیدهایی هستند برای شناسایی بهتر و حذف اثرات ریسک.

احتیاج به اقدامات پیشگیرانه / اصلاحی و پیگیری آنها را نمی توان بیش از حد تاکید نکرد. اقداماتی در ارتباط با کلیه فعالیتها بایستی صورت گیرد. یک FMEA که کاملا روی آن فکر شده و به خوبی تدوین و توسعه پیدا کرده ، بدون اقدامات مثبت و موثر اصلاحی / پیشگیرانه ، دارای ارزش کمی است.

رهبری تیم (به طور نمونه سر گروه یا سر مهندس) مسئولیت حصول اطمینان از اینکه تمامی اقدامات پیشنهاد شده اجرا و یا به طور مناسب مشخص شده اند را دارا می باشد. FMEA یک سند زنده است و همواره باید آخرین سطح و آخرین اقدامات مربوطه را از ابتدای تولید نشان دهد.

سرگروه / سر مهندس از چند طریق می توان اطمینان حاصل نماید که اقدامات پیشنهادی اجرا می گردند. برخی از این روشها عبارتند از :

- بازنگری طرح ها ، فرآیندها و سوابق مربوط به آنها جهت حصول اطمینان از اینکه اقدامات پیشنهادی اجرا گشته اند.
- تایید دخیل دادن تغییرات در طرح، مونتاژ و یا سوابق تولید.
- بازنگری طراحی/ فرآیند FMEA و کاربردهای FMEA و طرح کنترل.

فصل (۲)

نگاهی گذرا به FMEA

استراتژی، طرح ریزی و اجرا

معرفی:

در تدوین و توسعه FMEA ، مربوط به طراحی یا فرآیند ، از روش های معمولی جهت مشخص سازی موارد ذیل استفاده می شود:

- خطاهای بالقوه محصول یا فرآیند با توجه به انتظارات
- رخدادهای بالقوه
- کاربرد های کنترل های موجود
- سطح ریسک
- کاهش ریسک

قبل از شروع تدوین FMEA ، تیم می بایست دامنه کار پروژه را مشخص و اطلاعات موجود که برای تدوین یک FMEA موثر و کافی لازم است را جمع آوری نماید.

ساختار پایه:

هدف ارائه فرمت FMEA که در این نظامنامه موجود است ، سازمان دهی اطلاعات جمع آوری شده و نمایش اطلاعات FMEA مربوطه می باشد. قالب بندی های خاص متفاوت دیگر هم ، با توجه به نیاز سازمان و یا نیاز مشتری ، می تواند وجود داشته باشد.

اساسا فرمت مورد استفاده باید مشخص سازد:

- آنالیز الزامات، عملکرد و شرایط حمل محصول یا فر آیند.
- حالات خرابی در حالتی که الزامات عملکردی رعایت نشوند.
- اثرات و پی آمدهای حالات خرابی.
- علل بالقوه حالات خرابی.
- اقدامات و کنترلهایی که علل حالات خرابی را مشخص می سازد.
- اقداماتی که از دوباره اتفاق افتادن خرابی جلوگیری می کند.

روش:

تنها یک روش خاص برای تدوین FMEA وجود ندارد ، هر چند عناصر مشترکی وجود دارند که در زیر شرح داده می شوند.

تیم را مشخص کنید:

همانطور که قبلا" ذکر شد ، تدوین FMEA مسئولیت یک تیم چند تخصصه است که هر یک از اعضاء آن قسمتی از اطلاعات و دانایی های لازم را دارا می باشند. بخشی از این دانایی ها ، تخصص FMEA یا آشنایی با آن در جهت تسهیل تدوین FMEA می باشد. برای بهره مندی بیشتر از FMEA، اطمینان از درستی داده های آن و بکارگیری عملیات حاصل از آن، یک رویکرد تیمی توصیه می شود.

سرگروه تیم FMEA باید اعضاء تیم را با تجربه مربوط و صلاحیت لازم انتخاب نماید. علاوه بر مهندسین طراح محصول و طراح فرآیند ، در زیر نمونه های مورد استفاده ذکر گردیده است:

منابع مربوطه یا تخصص مورد نیاز	سر فصل تدوین FMEA
مدیر برنامه ریزی، مشتری، طرف های ذینفع	دامنه
مشتری، مدیر برنامه ریزی، طرف های ذینفع، خدمات، ایمنی تولید و مونتاژ، بسته بندی،لجستیک،تامین مواد	عملیات، الزامات و انتظارات
مشتری ، مدیر برنامه ریزی، طرف های ذینفع، خدمات، ایمنی تولید و مونتاژ، بسته بندی، لجستیک، تامین مواد، کیفیت	حالت خطای بالقوه- حالتی که فرآیند یا محصول ممکن است با خطا مواجه شوند.
مشتری، مدیر برنامه ریزی، طرف های ذینفع، خدمات، ایمنی تولید و مونتاژ، بسته بندی، لجستیک، تامین مواد، کیفیت	اثرات و پی آمد خطا بر روی فرآیندهای سازمان یا مشتری پائین دست.
مشتری، تولید و مونتاژ، بسته بندی، لجستیک، تامین مواد ، کیفیت، آنالیز مهندسی، تولید کننده تجهیزات و نگهداری	علت خطای بالقوه
مشتری، تولید و مونتاژ، بسته بندی، لجستیک، تامین مواد، کیفیت، آنالیز مهندسی، آنالیز آماری، تولید کننده تجهیزات، نگهداری	تناوب رخداد خطای بالقوه
تولید و مونتاژ، بسته بندی، لجستیک، تامین مواد، کیفیت،تولید کننده تجهیزات، نگهداری	کاربری کنترل های پیشگیری موجود
مشتری، تولید و مونتاژ، بسته بندی، لجستیک، تامین مواد، کیفیت، نگهداری	کاربری کنترل های تشخیص موجود
مشتری، مدیریت برنامه ریزی، طرف های ذینفع، تولید و مونتاژ، بسته بندی، لجستیک، تامین مواد، کیفیت،آنالیز مهندسی،آنالیز آماری،تولید کننده تجهیزات، نگهداری	اقدامات پیشنهادی مورد نیاز

دامنه را تعریف کنید:

دامنه، حد و مرز آنالیز FMEA را مشخص می سازد. دامنه تعریف می کند چه مواردی شامل است و چه مواردی نیست با توجه به نوع FMEA در حال تدوین. قبل از آغاز FMEA ، یک فهم درست از اینکه چه چیزی قرار است ارزش گذاری شود، لازم است. خارج کردن مواردی از آنالیز می تواند به اندازه اینکه چه مواردی باید مورد آنالیز قرار گیرند دارای اهمیت باشد. دامنه بایستی در ابتدای فرآیند FMEA ، به منظور حصول اطمینان از جهت گیری و تمرکز ثابت ، تعریف گردد.

موارد ذیل می تواند به تیم در جهت مشخص سازی دامنه FMEA کمک کند:

- مدل عملیات
- نمودارهای حدی
- نمودارهای پارامتری
- نمودارهای تداخلی
- نمودارهای جریان فرآیند
- ماتریسمهای ارتباط
- الگوها
- صورت مواد (BOM)

FMEA مجموعه:

FMEA مجموعه از چندین زیر مجموعه تشکیل شده است. نمونه هایی از مجموعه مانند: مجموعه شاسی، مجموعه توزیع برق یا مجموعه داخلی می باشند. تمرکز FMEA مجموعه، مشخص سازی تمامی اثرات و تلاقی ها با سایر مجموعه ها ، زیر مجموعه ها، اثرات محیطی و مشتری می باشد.

FMEA زیر مجموعه:

یک FMEA زیر مجموعه قسمتی از یک FMEA مجموعه می باشد. یک نمونه برای یک زیر مجموعه مانند زیر مجموعه تعلیق جلو می باشد که قسمتی از مجموعه شاسی است. تمرکز FMEA زیر مجموعه، مشخص سازی تمامی تاثیرات و تلاقی ها با سایر زیر مجموعه ها، اجزاء و با سایر مجموعه ها می باشد.

FMEA اجزاء:

یک FMEA اجزاء قسمتی از یک FMEA زیر مجموعه می باشد. برای نمونه یک پدال ترمز جزئی از زیر مجموعه ترمز است که خود زیر مجموعه ای از مجموعه شاسی است.

نکته: هر تغییر مجددی در دامنه ممکن است موجب بازنگری در ساختار تیم و یا اعضاء آن شود.

مشتری را تعریف کنید:

۴ مشتری عمده که باید در FMEA مورد توجه قرار بگیرند، وجود دارد که در کلیه آنالیزهای FMEA باید محسوب گردند.

- مصرف کننده نهایی: شخص و یا سازمانی که از محصول بهره برداری می نماید. از آنالیزهای FMEA تاثیرگذار بر مصرف کننده نهایی، به عنوان نمونه، دوام و بقا است.
- محل مونتاژ OEM و مراکز تولید: موقعیت OEM عبارت است از مکانی که فعالیتهای تولید و مونتاژ خودرو صورت می گیرد، مشخص کردن اثر گذاری های بین محصول و فرآیندهای مونتاژ آن از نکات کلیدی یک آنالیز FMEA اثر بخش است.
- زنجیره تولیدی تامین کنندگان: موقعیت تامین کننده عبارت است از مکانی که تولید ، ساخت و یا مونتاژ مواد اولیه یا قطعات صورت می گیرد. این مورد شامل ساخت محصولات ، قطعات یدکی و مجموعه های یدکی و فرآیند هایی مثل عملیات حرارتی، جوشکاری، رنگ، آبکاری و یا سایر خدمات می باشند. این موارد شامل هر گونه عملیات و یا فرآیندهای پائین دست و موخر می گردد.
- قانون گذارها: شامل تعاونی ها دولتی که وظیفه تعریف الزامات و بازبینی انطباق با ایمنی و شرایط محیطی، به نحویکه تاثیر گذار باشند بر محصول یا فرآیندهای آن،بر عهده دارند، می باشد. معلومات این مشتری ها می تواند برای تعریف قوی تر و بهتر عملیات، الزامات و شرایط ویژه و همچنین تشخیص اثرات حالات خرابی بالقوه کمک نماید.

عملیات، الزامات و مشخصات ویژه را تعیین نمایید:

عملیات، الزامات و مشخصات ویژه در ارتباط با دامنه را تعیین و درک نمایید. هدف از این عمل روشن ساختن منظور و قصد آیتمهای طراحی و یا هدف فرآیند است. این امر به تصمیم گیری بهتر برای تعیین حالات خرابی بالقوه برای هر مشخصه و یا جنبه فرآیند کمک می کند.

حالات خرابی بالقوه را تعیین نمایید:

حالت خرابی به حالت یا وضعیتی گفته می شود که یک محصول یا فرآیند نتواند الزامات فرآیند یا مقاصد طراحی را بر آورده سازند. همواره فرض بر این است که خرابی محتمل است اما قطعی نیست. یک تعریف دقیق و قابل فهم از خرابی از آن جهت اهمیت دارد که می تواند بر روی آنالیزها اثر گذار باشد.

حالات خرابی بالقوه باید بوسیله اصطلاحات فنی شرح داده شوند نه به صورت نشانه های مورد توجه مشتری.

تعریف تعداد زیادی از حالات خطا برای یک الزام ممکن است این معنی را داشته باشد که آن الزام بصورت دقیق تعریف نگردیده است.

اثرات بالقوه را تعیین نمایید:

اثرات بالقوه خطا به اثراتی از حالات خرابی که توسط مشتری درک و ملاحظه می شود، تعریف می گردد. اثرات یا تاثیرات خطا با توجه به حالاتی که مورد توجه مشتری قرار می گیرد یا مشتری تجربه آن را دارد تعریف می شود.

مشتری ممکن است یک مشتری داخلی یا مصرف کننده نهایی باشد. تصمیم گیری در مورد اثرات بالقوه شامل آنالیز نتایج خطا و شدت یا جدیت این نتایج می باشد.

علل بالقوه را تعریف کنید:

علت بالقوه خطا به حالت یا نشانه ای گفته می شود که طی آن خطا ممکن است واقع شود و به نحوی تعریف می شود که قابلیت کنترل یا اصلاح داشته باشد. علت بالقوه خطا ممکن است نشانه ای از ضعف طراحی باشد.

یک رابطه مستقیم بین علت و خرابی منتج از آن وجود دارد (اگر علت واقع شود، خرابی واقع می شود). تعریف علت یا علل ریشه ای حالت خرابی با جزئیات کامل، شناسایی کنترلهای مناسب و طرحهای اقدامی را قادر می سازد. در صورتیکه چند علت برای یک حالت خرابی وجود داشته باشد، برای هر یک می باید آنالیز جداگا نه ای صورت پذیرد.

کنترل ها را تعیین نمایید:

کنترل ها اعمالی هستند که موجب تشخیص یا پیشگیری خطا یا حالت خطا می گردند. در تدوین کنترلها توجه به این مورد که چه چیزی اشتباه است، چرا و چگونه باعث پیشگیری یا تشخیص آن شدیم، مهم است. کنترلها هم در مرحله طراحی و هم در مرحله فرآیند تولید کاربری دارند. کنترلهایی که تمرکز آنها بر پیشگیری می باشد، باز خوردهای بزرگتری را ایجاد می کنند.

ریسک را تعیین و ارزیابی نمایید:

یکی از گامهای مهم در فرآیند FMEA ارزیابی ریسک می باشد. ارزیابی ریسک با توجه به ۳ مورد انجام می شود:

شدت، وقوع ، تشخیص.

شدت: عبارت است از ارزیابی سطح تاثیر یک خطا بر مشتری.

وقوع: عبارت است از تناوب زمانی که یک علت خطا ممکن است بوجود آید.

تشخیص: عبارت است از ارزیابی اینکه کنترلهای طراحی یا فرآیند تولید به چه میزان موجب تشخیص علت خطا یا حالت خطا می شود.

سازمانها بایستی از الزامات مشتریان خود در زمینه ارزیابی ریسک آگاهی کامل داشته باشند.

اقدامات پیشنهادی و نتایج آنها:

هدف از تعیین اقدامات پیشنهادی کمتر کردن ریسک و احتمال وقوح حالت خطا می باشد. اقدامات پیشنهادی کمتر شدن شدت، وقوع و تشخیص را مشخص می سازد.

موارد ذیل می توانند جهت حصول اطمینان از اینکه اقدامات مناسب صورت گرفته است مورد استفاده قرار گیرند. این موارد فقط جهت راهنمایی می باشند و کل موارد قابل استفاده محدود به اینها نیستند:

- حصول اطمینان از اینکه الزامات طراحی شامل قابلیت اطمینان مد نظر قرار گرفته اند.
- بازنگری نقشه های مهندسی و مشخصات ویژه.
- تایید پیوستگی و توالی فرآیندهای تولید/ مونتاژ
- بازنگری FMEA ها ، طرحهای کنترل و دستورالعمل های تولید مشابه.
- مسئولیت و بازه زمانی اجرا جهت اقدامات پیشنهادی بایستی ثبت شود. همچنین زمانیکه اقدامات انجام شد و بازخوردها حاصل شد، ارزش شدت، وقوع و تشخیص باید به روز شود.

مسئولیت مدیریت:

مدیریت سازمان صاحب فرآیند FMEA می باشد. مدیریت سازمان مسئول نهایی انتخاب و تامین منابع مورد نیاز و حصول اطمینان از اینکه فرآیند مدیریت ریسک اثر بخش بوده و در زمان تعریف شده است، می باشد.

مسئولیت مدیریت همچنین شامل پشتیبانی از افکار و اندیشه های تیم، بازنگری های انجام شده، حذف موانع کاری تیم و انجام آموزشهای مورد نیاز می شود.

فصل (۴)

PFMEA
آنالیز اثرات و حالات بالقوه خرابی در فرآیند تولید

معرفی:

FMEA فرآیند تولید که از این پس آن را به عنوان PFMEA نام می بریم، از تدوین فرآیند تولید با رویکرد کاهش ریسک خطا پشتیبانی می کند بوسیله :

- تعیین و ارزش گذاری فعالیت های فرآیند و الزامات.
- تعیین و ارزش گذاری حالات خرابی مربوط به محصول یا فرآیند تولید و اثرات آنها بر فرآیندهای تولید و مشتریان.
- تعیین علل بالقوه خرابی در فرآیندهای تولید/ مونتاژ
- تعیین متغیرهای فرآیند جهت ایجاد تمرکز به منظور تعیین کنترل هایی بر آنها که موجب کاهش وقوع یا افزایش تشخیص شرایط خرابی می گردند.
- ایجاد توانایی جهت استفرار ازیک سیستم اولیه اقدامات اصلاحی/ پیشگیرانه و کنترلها.

PFMFA یک سند زنده است و باید:

- تدوین شود قبل یا در مرحله امکان سنجی.
- تدوین شود قبل از تجهیز برای تولید.
- کلیه فعا لیتهای تولیدی از تولید قطعات منفصله تا مونتاژ را در بر گیرد.
- شامل کلیه فرآیندهای داخل واحد صنعتی که می تواند بر روی فعالیتهای تولید و مونتاژ اثر بگذارد، گردد مانند: حمل و نقل ، دریافت، جابجایی مواد، انبارش، نشانه گذاری و خطوط انتقال.

بازنگری ابتدایی و آنالیزهای جدید یا فرآیندهای بازنگری شده به منظور پیش بینی، رفع و نمایش نقاط ابهام بالقوه فرآیند در هنگام طرح ریزی تولید یک مدل جدید یا تعیین اجزاء، توصیه می گردد.

در PFMEA فرض بر این است که محصول بعد از طی هر مرحله طراحی تمامی مقاصد طراحی را برآورده می سازد. البته حالات خرابی بالقوه که به علت ضعف در طراحی ممک است روی دهند در PFMEA لحاظ می گردند. ولیکن اثرات آنها و جلوگیری از آنها در DFMEA لحاظ می شوند.

PFMEA به منظور غلبه بر محدودیت های تولید بر تغییرات طراحی محصول تکیه نمی کند. اما PFMEA یک مشخصه طراحی محصول مرتبط با فرآیند تولید یا مونتاژ طرح ریزی شده را جهت حصول اطمینان از اینکه تا مقداری که ممکن است نتیجه تولید الزامات و توقعات مشتری را برآورده می سازد، مورد توجه قرار می دهد برای نمونه در تدوین PFMEA به طور عمومی فرض بر این است که ماشین آلات و تجهیزات مقاصد طراحی را برآورده می سازند و بنابراین از دامنه خارج می گردند.

مکانیسم کنترل مواد و قطعات ورودی ممکن است لازم باشد که بر اساس داده های زمانی مورد توجه قرار گیرند.

مشتری تعریف شده:

تعریف مشتری در PFMEA به طور نرمال شامل « مصرف کننده نهایی » می باشد. اما در PFMEA مشتریان می توانند فعالیتهای تولید یا مونتاژ پائین دست، قانون گذارها و زنجیره تولیدی تامین کنندگان نیز باشند.

رویکرد تیمی:

تدوین و توسعه و نگهداری PFMEA توسط یک تیم چند تخصصه که به طور عمده بوسیله مهندسی رهبری می گردد صورت می پذیرد. در صورت تدوین داخلی PFMEA ، انتظار می رود سرگروه تیم یا گروه مهندسی که رهبری PFMEA راعهده دار است ، به طور مستقیم و فعال کلیه موارد اثرگذار را ارائه نماید. این موارد باید شامل (نه محدود به) طراحی، مونتاژ، تولید، مواد اولیه، کیفیت، خدمات و تامین کنندگان و همچنین فعالیتهای مونتاژ بعد از تحویل، باشند.

PFMEA باید سازمان دهنده افکار متفاوت در ارتباط با موارد اثر گذار در تیم باشد و به این ترتیب است که یک رویکرد تیمی حاصل می گردد.

ملاحظات طرح:

تیم باید فرد را بر این بگذارد که محصول طراحی شده تمامی مقاصد طرح را برآورده می سازد. در صورت تدوین یک PFMEA، تیم ممکن است فرصتهای بهبودی برای طرح تعیین نماید که در صورت اجرا موجب حذف و یا کاهش احتمال یک حالت خرابی گردد. برای نمونه، اضافه کردن یک شکل به قطعه و شکل مشابه به فیکسچر موجب حذف خطای اپراتوری در جایگذاری قطعه درون فیکسچر می گردد. این اطلاعات در اختیار مهندسین طراح مسئول یا مهندسین ساخت ابزار یا فیکسچرها قرار می گیرند تا در صورت امکان اجرایی گردند.

تدوین یک PFMEA:

مسئول تیم یا امور مهندسی مسئول، در سوابق خود تعدادی سند دارند که در تهیه PFMEA مفید واقع می شوند. PFMEA با تدوین یک لیست از اینکه فرایند چه کاری می باید انجام دهد و چه کاری نباید انجام دهد یا مقاصد فرایند، آغاز می شود.

PFMEA می باید با یک نمودار جریان عمومی فرایند آغاز گردد. این نمودار جریان باید خصوصیات محصول / فرایند را در ارتباط با هر عملیات تعریف نماید.

تعریف اثر DFMEA مشابه بر روی محصول هم باید مد نظر قرار گیرد. کپی های از نمودارهای جریان اولیه که در مرحله آمادگی برای تدوین PFMEA تهیه شده بودند، باید به همراه این نمودار باشند.

به منظور تسهیل مستند سازی آنالیز خطاهای بالقوه و اثرات آنها، نمونه ای از فرمهای PFMEA در ضمیمه A آورده شده است. حداقل اطلاعات مورد نیاز در یک PFMEA در زیر به بحث گذاشته شده است. (رجوع کنید به جدول ۴-۱)

پیشنیازها:

یک PFMEA به منظور فهم فعالیتهای تولید یا مونتاژ مورد آنالیز و بیان الزامات آنها، باید با تدوین اطلاعات مورد نیاز آغاز گردد.

دیاگرام جریان فرایند ورودی اولیه به FMEA است. ازدیاگرام جریان به عنوان ابزار جهت تعیین دامنه آنالیز در حین طراحی سیستم تولید، استفاده می شود.

دیاگرام جریان فرایند و ارتباط آن با PFMEA:

یک دیاگرام جریان فرایند (که همچنین از آن به عنوان نمودار جریان فرایند یاد می شود، جریان پدید آوری محصول به صورت فرایندی(از ورودی تا خروجی) را تعریف می کند. این موارد می باید شامل کلیه مراحل فرایند ساخت یا مونتاژ وهمچنین خروجی مربوط به هر مرحله (مشخصه های محصول، الزامات، متغیر ها و ...) گردد. مقدار جزئیات جریان فرایند به مرحله بحث و تبادل نظر در هنگام تدوین فرایند بستگی دارد. دیاگرام جریان اولیه به طور عمومی به عنوان بالاترین سطح نقشه فرایند در نظر گرفته می شود.

این دیاگرام به منظور تعریف حالات خرابی بالقوه به آنالیز های جزئی بیشتری نیاز دارد.

شکل ۴-۱ تبدیل سطح بالا به نقشه فرایند دارای جزئیات

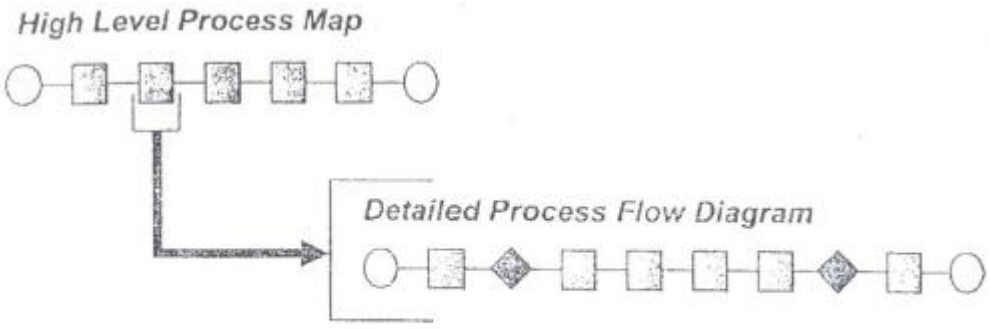


Figure IV.1 High Level to Detailed Process Maps

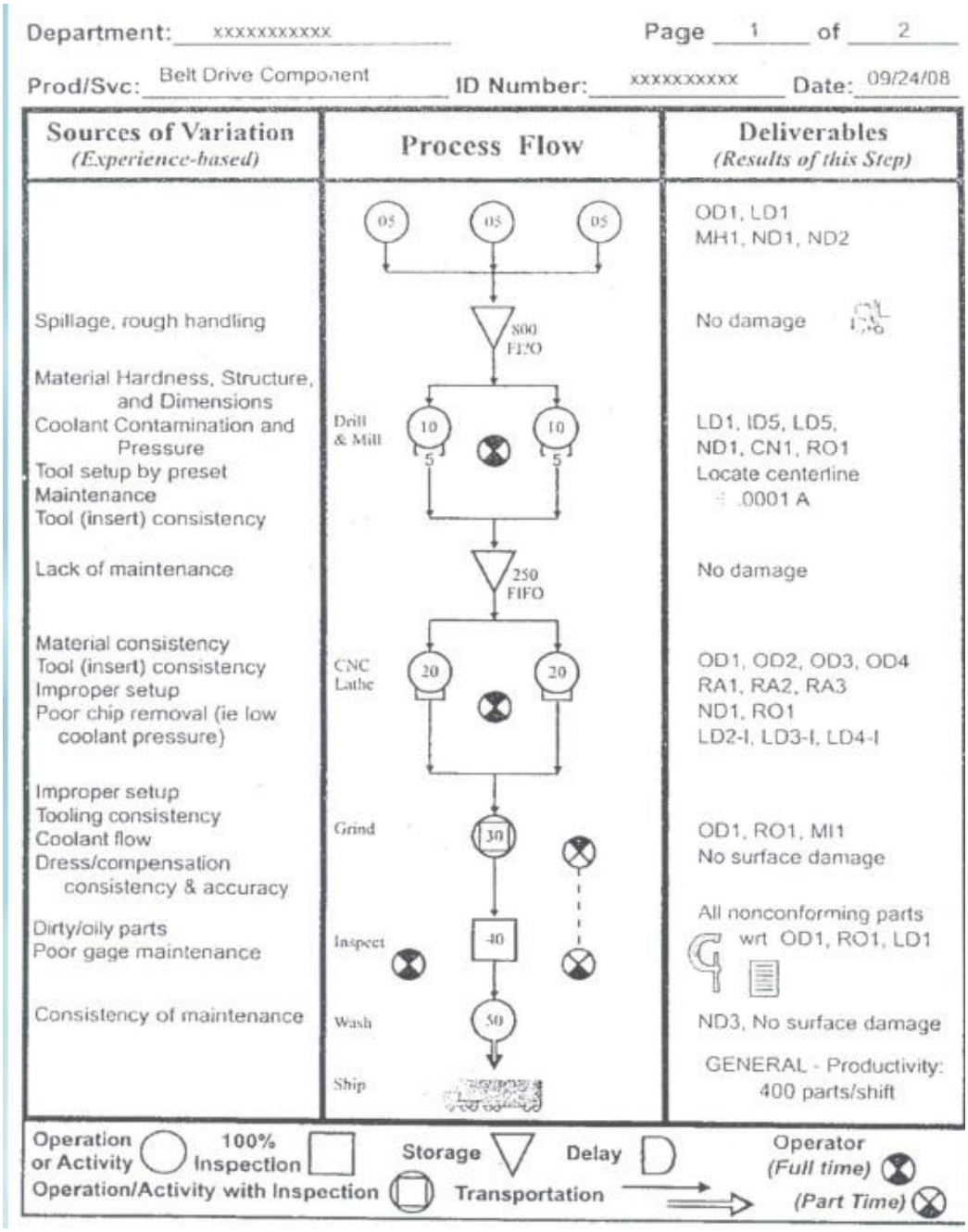
PFMEA باید با اطلاعات دیاگرام جریان فرآیند سازگاری داشته باشد. دامنه دیاگرام جریان فرآیند باید شامل کلیه عملیات ساخت از ساخت قطعات منفصله تا مونتاژ از قبیل حمل و نقل، دریافت، جابجایی مواد، انبارش، خطوط انتقال، نشانه گذاری و ... گردد. یک ارزیابی ریسک اولیه با استفاده از دیاگرام جریان فرآیند، به منظور تشخیص اینکه کدام عملیات یا مرحله مجزا در ساخت و مونتاژ محصول باید در PFMEA مد نظر قرار گیرد، بهتر است انجام شود.

تدوین PFMEA با تعریف الزامات هر عملیات ادامه پیدا می کند. الزامات عبارتند از خروجی های هر مرحله یا هر عملیات که با الزامات محصول در ارتباط باشند. این الزامات باید شرحی از اینکه چه مواردی در هر مرحله باید به دست آید، ارائه نمایند. این الزامات مبنای عملکرد را برای تیم به منظور شناسایی حالات خرابی بالقوه ارئه می کنند.

توصیه می شود به منظور حصول اطمینان از توالی عمل تیم تعریف کننده دیاگرام جریان فرآیند با تیم PFMEA یکی باشد.

به عنوان نمونه ای از یک دیاگرام جریان فرآیند به شکل ۴-۲ رجوع کنید.

شکل ۴-۲: نمونه دیاگرام جریان فرآیند



منابع و ابزار اطلاعاتی دیگر

منابع اطلاعاتی دیگر که می توانند در ارائه راهکارهایی برای تمرکز و کسب نتایج بهتر در ارتباط با تعیین الزامات فرآیند به تیم مفید واقع شوند عبارتند از:

- DFMEA
- سوابق طراحی و نقشه ها
- صورت فرآیند
- ماتریس ارتباطات (مشخصه های ویژه)
- عدم انطباقات داخلی و خارجی (مشتری) بر اساس داده های نقلی و آماری
- آمارهای کیفیت و قابلیت اطمینان
- اطلاعات ناشی ار تحقیقات و مطالعه

بعد از تعیین دامنه اثرات آنالیزها، تیم باید بازنگری اطلاعات آماری یا نقلی را آغاز نماید. موارد بازنگری باید شامل زیر باشند:

- دانسته هایی که بر اساس طراحی محصول یا فرآیندهایی از قبل حاصل شده است
- هرگونه اطلاعات قابل دسترس که راهکارهای مناسب شامل آیتمهایی مثل راهنماها، استانداردها، تعریف قطعات استاندارد و روشهای ضد خطا را تعیین می کند.

تعریف قطعات استاندارد و روشهای ضد خطا

اطلاعات کیفیت قابل دسترس که از طریق طراحی محصولها یا فرآیندهایی از قبل حاصل شده است شامل: زمینه فرآیند (کیفیت در اولین نوبت (FTQ) ؛ کیفیت در طول زمان (FTT)) ، قابلیت در اولین نوبت (هم در مورد انتهای خط تولید و هم در مورد هر عملیات)، قطعه در میلیون (PPM) ، اندیسهای قابلیت فرآیند (C_{Pk} و P_{Pk}) و مقادیر مهم.

اطلاعات می توانند در ورودی فعالیتها برای تعیین مقادیر شدت، وقوع و تشخیص مفید واقع شوند.

بعد از در نظر گرفتن این پیش نیازها تکمیل فرم را شروع نمایید (جدول ۴-۱).

جدول ۴-۱: نمونه فرم PFMEA با حداقل عناصر اطلاعات لازم و مثالی داخل آن

آنالیز اثرات و حالات خرابی بالقوه		شماره FMEA :	A
		صفحه از	
موضوع: B	مسئول فرآیند: C	تهیه کننده:	H
سال ساخت/ برنامه مدل: D	تاریخ کلیدی: E	تاریخ FMEA :	F
تیم اصلی: G			

مرحله فرآیند / عملکرد	الزامات	حالت خرابی بالقوه	اثرات حالت خرابی بالقوه	شدت	طبقه بندی	علل بالقوه حالت خرابی	کنترلهای جاری: پیشگیرانه	کنترلهای جاری: وقوع	کنترلهای جاری: تشخیص	کنترلهای جاری: تشخیص	RPN	اقدامات پیشنهادی	مسئول و تاریخ انجام	نتایج اقدامات: اقدامات انجام شده و تاریخ انجام	نتایج اقدامات: شدت	نتایج اقدامات: وقوع	نتایج اقدامات: تشخیص	نتایج اقدامات: RPN
عملیات ۷۰: اضافه کردن دستی واکس به داخل روکش درب	ناحیه پایینی از سطح داخلی درب با ضخامت مشخصی از واکس پوشیده شده باشد	پوشش کم واکس	به هم خوردن یکنواختی سطح داخل درب پوسیدگی سطح داخلی درب کم شدن عمر درب بر اثر: - ظاهر نا مناسب بر اثر خوردگی - عملکرد خراب درب	۷		سر اسپری در فاصله مناسب قرار نگرفته است	هیچ	۸	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۲۸۰	اضافه کردن استپ فاصله به اسپری	مهندسی تولید تا ...	استپ اضافه شد و اسپری در خط چک شد	۷	۲	۵	۷۰
												اتوماتیک کردن اسپری	مهندسی تولید تا ...	مردود. زبرا تنوع دربها در خط زیاد است				
						سر اسپری مسدود شده است بر اثر: - ویسکوزیته بالا - دمای پایین - فشار پایین	اسپری در ابتدای تولید و فواصل زمانی مناسب تست می شود و برنامه تعمیرات پیشگیرانه جهت نظافت سر اسپری مدون گردیده است	۵	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۱۷۵	از DOE برای بررسی ویسکوزیته و دما و فشار استفاده گردد	مهندسی تولید تا ...	با نتایج به دست آمده دما و فشار محدود شد و گیجهایی برای کنترل آنها نصب شد. C_{Pk} فرآیند بعد از تغییرات برابر ۱.۸۵	۷	۱	۵	۳۵
						سر اسپری بر اثر ضربه دفرمه شده است	برنامه نگهداری پیشگیرانه جهت نگهداری از سر اسپری مدون شده است	۲	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۷۰	هیچ						
						مدت زمان اسپری نامناسب است	هیچ	۵	کنترل بوسیله اپراتور نمونه گیری از محموله و کنترل چشمی نواحی بحرانی	۷	۲۴۵	تایمر برای اسپری نصب گردد	تعمیرات تا ...	تایمر برای اسپری نصب شد که موجب قطع کن اتومات اسپری می گردد. C_{Pk} فرآیند بعد از تغییرات برابر ۲.۰۵	۷	۱	۷	۴۹
		پوشش زیاد واکس																
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	n			

نمونه فرم PFMEA

نمونه فرم مورد استفاده در مثالهای این نظامنامه مرجع ، راهنمایی است جهت مستند سازی نتایج بحث و تبادل نظر اعضای تیم و آنالیز آنها برروی عناصر PFMEA . این نمونه فرم شامل حداقل محتوای مورد انتظار OEM ها می باشد.

در این نمونه فرم ترتیب ستونها می تواند تغییر یابد و همچنین می توان ستونهای دیگری با توجه به نیازهای سازمان و مشتری به آن اضافه کرد اما حذف هر چیزی از آن باید به تایید مشتری برسد.

سر صفحه فرم PFMEA (فیلدهای A-H)

اطلاعات مورد نیاز جهت وارد کردن به فرم در زیر شرح داده می شود.

سر صفحه PFMEA باید به خوبی حوزه تمرکز PFMEA و سایر اطلاعات مربوطه به تدوین و فرآیند کنترل آن را مشخص نماید. این موارد باید شامل یک شماره برای FMEA ، مشخص سازی دامنه، مسئولیت طراحی، تاریخ تکمیل و.... باشد.

سر صفحه باید عناصر زیر را در بر گیرد:

شماره FMEA (A)

یک رشته الفبای عددی برای شناسایی سند FMEA ، وارد کنید. این امر به منظور کنترل مدارک مورد استفاده قرار می گیرد.

موضوع (B)

نام و شماره مجموعه، زیر مجموعه یا اجزایی که فرآیند آنها مورد آنالیز قرار گرفته است را وارد نمایید.

مسئولیت فرآیند (C)

نام OEM ، سازمان و دپارتمان یا گروه مسئول طراحی را وارد نمایید. همچنین در صورت کاربرد نام سازمان تامین کننده را نیز وارد نمایید.

سال طراحی و مدل سازی/ برنامه ریزی (D)

سال طراحی و مدل سازی یا برنامه ریزی جهت آن را در صورت امکان وارد نمایید.

جدول ۴-۱: نمونه فرم PFMEA با حداقل عناصر اطلاعات لازم و مثالی داخل آن

آنالیز اثرات و حالات خرابی بالقوه		شماره FMEA :	A
		صفحه از	
موضوع: B	مسئول فرآیند: C	تهیه کننده:	H
سال ساخت/ برنامه مدل: D	تاریخ کلیدی: E	تاریخ FMEA :	F
تیم اصلی: G			

مرحله فرآیند / عملکرد	الزامات	حالت خرابی بالقوه	اثرات حالت خرابی بالقوه	شدت	طبقه بندی	علل بالقوه حالت خرابی	کنترلهای جاری: پیشگیرانه	کنترلهای جاری: وقوع	کنترلهای جاری: تشخیص	کنترلهای جاری: تشخیص	RPN	اقدامات پیشنهادی	مسئول و تاریخ انجام	نتایج اقدامات: اقدامات انجام شده و تاریخ انجام	نتایج اقدامات: شدت	نتایج اقدامات: وقوع	نتایج اقدامات: تشخیص	نتایج اقدامات: RPN
عملیات ۷۰: اضافه کردن دستی واکس به داخل روکش درب	ناحیه پایینی از سطح داخلی درب با ضخامت مشخصی از واکس پوشیده شده باشد	پوشش کم واکس	به هم خوردن یکنواختی سطح داخل درب پوسیدگی سطح داخلی درب کم شدن عمر درب بر اثر: - ظاهر نا مناسب بر اثر خوردگی - عملکرد خراب درب	۷		سر اسپری در فاصله مناسب قرار نگرفته است	هیچ	۸	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۲۸۰	اضافه کردن استپ فاصله به اسپری	مهندسی تولید تا ...	استپ اضافه شد و اسپری در خط چک شد	۷	۲	۵	۷۰
												اتوماتیک کردن اسپری	مهندسی تولید تا ...	مردود. زبرا تنوع دربها در خط زیاد است				
						سر اسپری مسدود شده است بر اثر: - ویسکوزیته بالا - دمای پایین - فشار پایین	اسپری در ابتدای تولید و فواصل زمانی مناسب تست می شود و برنامه تعمیرات پیشگیرانه جهت نظافت سر اسپری مدون گردیده است	۵	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۱۷۵	از DOE برای بررسی ویسکوزیته و دما و فشار استفاده گردد	مهندسی تولید تا ...	با نتایج به دست آمده دما و فشار محدود شد و گیجهایی برای کنترل آنها نصب شد. C_{Pk} فرآیند بعد از تغییرات برابر ۱.۸۵	۷	۱	۵	۳۵
						سر اسپری بر اثر ضربه دفرمه شده است	برنامه نگهداری پیشگیرانه جهت نگهداری از سر اسپری مدون شده است	۲	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۷۰	هیچ						
						مدت زمان اسپری نامناسب است	هیچ	۵	کنترل بوسیله اپراتور نمونه گیری از محموله و کنترل چشمی نواحی بحرانی	۷	۲۴۵	تایمر برای اسپری نصب گردد	تعمیرات تا ...	تایمر برای اسپری نصب شد که موجب قطع کن اتومات اسپری می گردد. C_{Pk} فرآیند بعد از تغییرات برابر ۲.۰۵	۷	۱	۷	۴۹
		پوشش زیاد واکس																
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	n			

تاریخ کلیدی (E)

موعد انجام داخلی PFMEA را وارد نمایید. این تاریخ نباید از تاریخ شروع به تولید تجاوز نماید. در حالتیکه شما یک سازمان تامین کننده هستید، این تاریخ نباید از تاریخ تکمیل فرآیند تایید تولید قطعه (PPAP) مورد درخواست یا الزام مشتری تجاوز کند.

تاریخ FMEA (اصلی) (F)

تاریخی را که در ان PFMEA تکمیل شده یا تاریخ آخرین ویرایش آن را وارد نمایید.

تیم مرکزی (C)

اسامی اعضای تیم مسئول تدوین PFMEA را وارد نمایید. می توان اطلاعات مورد نیاز جهت برقراری ارتباط (از قبیل نام، سازمان، شماره تلفن و email) با این افراد را بصورت پیوست الحاق نمود.

تهیه کننده (H)

نام و اظلاعات مورد نیاز جهت برقراری ارتباط، شامل سازمان مهندس یا تیم مهندسی سر گروه مسئول جهت تهیه PFMEA را وارد نمایید.

بدنه فرم PFMEA (فیلدهای a-n)

بدنه فرم PFMEA شامل آنالیز ریسک مربوط به خرابی های بالقوه و اقدامات بهبود انجام شده می گردد.

مرحله فرآیند/ عملکرد فرآیند/ الزامات (a)

مرحله/ فرآیند را می توان به دو یا چند ستون تجزیه و یا در یک ستون واحد ادغام نمود.مراحل فرآیند را می توان در این ستون وارد کرد و همچنین می توان ستونهای دیگری شامل عملکردها و الزامات مراحل فرآیند در کنار این ستون اضافه کرد.

مراحل فرآیند،عملکرد و الزامات به شرح ذیل می باشند:

جدول ۴-۱: نمونه فرم PFMEA با حداقل عناصر اطلاعات لازم و مثالی داخل آن

آنالیز اثرات و حالات خرابی بالقوه		شماره FMEA :	A
		صفحه از	
موضوع: B	مسئول فرآیند: C	تهیه کننده:	H
سال ساخت/ برنامه مدل: D	تاریخ کلیدی: E	تاریخ FMEA :	F
تیم اصلی: G			

مرحله فرآیند / عملکرد	الزامات	حالت خرابی بالقوه	اثرات حالت خرابی بالقوه	شدت	طبقه بندی	علل بالقوه حالت خرابی	کنترلهای جاری: پیشگیرانه	کنترلهای جاری: وقوع	کنترلهای جاری: تشخیص	کنترلهای جاری: تشخیص	RPN	اقدامات پیشنهادی	مسئول و تاریخ انجام	نتایج اقدامات: اقدامات انجام شده و تاریخ انجام	نتایج اقدامات: شدت	نتایج اقدامات: وقوع	نتایج اقدامات: تشخیص	نتایج اقدامات: RPN
عملیات ۷۰: اضافه کردن دستی واکس به داخل روکش درب	ناحیه پایینی از سطح داخلی درب با ضخامت مشخصی از واکس پوشیده شده باشد	پوشش کم واکس	به هم خوردن یکنواختی سطح داخل درب پوسیدگی سطح داخلی درب کم شدن عمر درب بر اثر: - ظاهر نا مناسب بر اثر خوردگی - عملکرد خراب درب	۷		سر اسپری در فاصله مناسب قرار نگرفته است	هیچ	۸	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۲۸۰	اضافه کردن استپ فاصله به اسپری	مهندسی تولید تا ...	استپ اضافه شد و اسپری در خط چک شد	۷	۲	۵	۷۰
												اتوماتیک کردن اسپری	مهندسی تولید تا ...	مردود. زبرا تنوع دربها در خط زیاد است				
						سر اسپری مسدود شده است بر اثر: - ویسکوزیته بالا - دمای پایین - فشار پایین	اسپری در ابتدای تولید و فواصل زمانی مناسب تست می شود و برنامه تعمیرات پیشگیرانه جهت نظافت سر اسپری مدون گردیده است	۵	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۱۷۵	از DOE برای بررسی ویسکوزیته و دما و فشار استفاده گردد	مهندسی تولید تا ...	با نتایج به دست آمده دما و فشار محدود شد و گیجهایی برای کنترل آنها نصب شد. C_{Pk} فرآیند بعد از تغییرات برابر ۱.۸۵	۷	۱	۵	۳۵
						سر اسپری بر اثر ضربه دفرمه شده است	برنامه نگهداری پیشگیرانه جهت نگهداری از سر اسپری مدون شده است	۲	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۷۰	هیچ						
						مدت زمان اسپری نامناسب است	هیچ	۵	کنترل بوسیله اپراتور نمونه گیری از محموله و کنترل چشمی نواحی بحرانی	۷	۲۴۵	تایمر برای اسپری نصب گردد	تعمیرات تا ...	تایمر برای اسپری نصب شد که موجب قطع کن اتومات اسپری می گردد. C_{Pk} فرآیند بعد از تغییرات برابر ۲.۰۵	۷	۱	۷	۴۹
		پوشش زیاد واکس																
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	n			

مرحله فرآیند (a1)

هویت مرحله فرآیند یا عملیاتی که مورد آنالیز قرار می گیرد را با توجه به شماره عملیات و اصطلاحات فنی مناسب وارد نمایید. برای مثال شماره عملیات و اصطلاحی مانند نام فرآیند را وارد نمایید. شماره فرآیند، طرح نمایش، توالی و اصطلاحات فنی وارد شده بایستی جهت اطمینان از قابلیت ردیابی و ارتباط بین سندها (طرح کنترل، دستورالعملهای کاری و ....) با موارد به کاربرده شده در دیاگرام جریان فرآیند یکسان باشند. عملیات دوباره کاری و عملیات اصلاحی نیز باید در نظر گرفته شوند.

عملکرد فرآیند (a1)

عملکرد فرآیند در ارتباط با مرحله فرآیند یا عملیات مورد آنالیز را وارد نمایید. عملکرد فرآیند شرحی است از هدف یا مقصود عملیات. به منظور محدود کردن تعداد مراحل مورد انالیز ، پیشنهاد می گردد یک آنالیز ریسک انجام گردد تا فقط فرآیندایی که دارای ارزش افزوده هستند یا به نحوی بر روی محصول تاثیر منفی باقی می گذارند مورد آنالیز قرار گیرند. اگر چند عملکرد در یک فرآیند وجود داشته باشد، هر یک از انها باید به منظور تدوین توسعه حالات خرابی به خود به طور مجزا نوشته شوند.

الزامات (a2)

الزامات هر عملکرد فرآیند از یک مرحله فرآیند یا عملیات مورد آنالیز را وارد نمایید. الزامات ورودیهایی هستند به فرآیندی که به منظور تامین مقاصد طراحی و یا برآورده سازی خواسته های مشتری مشخص شده است. اگر چند الزام در ارتباط با عملکرد یک فرآیند وجود داشته باشد، به منظور تسهیل آنالیز، هر یک از آنها باید با توجه به حالات خرابی مربوط به خود به طور مجزا نوشته شوند.

جدول ۴-۱: نمونه فرم PFMEA با حداقل عناصر اطلاعات لازم و مثالی داخل آن

آنالیز اثرات و حالات خرابی بالقوه		شماره FMEA :	A
		صفحه از	
موضوع: B	مسئول فرآیند: C	تهیه کننده:	H
سال ساخت/ برنامه مدل: D	تاریخ کلیدی: E	تاریخ FMEA :	F
تیم اصلی: G			

مرحله فرآیند / عملکرد	الزامات	حالت خرابی بالقوه	اثرات حالت خرابی بالقوه	شدت	طبقه بندی	علل بالقوه حالت خرابی	کنترلهای جاری: پیشگیرانه	کنترلهای جاری: وقوع	کنترلهای جاری: تشخیص	کنترلهای جاری: تشخیص	RPN	اقدامات پیشنهادی	مسئول و تاریخ انجام	نتایج اقدامات: اقدامات انجام شده و تاریخ انجام	نتایج اقدامات: شدت	نتایج اقدامات: وقوع	نتایج اقدامات: تشخیص	نتایج اقدامات: RPN
عملیات ۷۰: اضافه کردن دستی واکس به داخل روکش درب	ناحیه پایینی از سطح داخلی درب با ضخامت مشخصی از واکس پوشیده شده باشد	پوشش کم واکس	به هم خوردن یکنواختی سطح داخل درب پوسیدگی سطح داخلی درب کم شدن عمر درب بر اثر: - ظاهر نا مناسب بر اثر خوردگی - عملکرد خراب درب	۷		سر اسپری در فاصله مناسب قرار نگرفته است	هیچ	۸	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۲۸۰	اضافه کردن استپ فاصله به اسپری	مهندسی تولید تا ...	استپ اضافه شد و اسپری در خط چک شد	۷	۲	۵	۷۰
												اتوماتیک کردن اسپری	مهندسی تولید تا ...	مردود. زبرا تنوع دربها در خط زیاد است				
						سر اسپری مسدود شده است بر اثر: - ویسکوزیته بالا - دمای پایین - فشار پایین	اسپری در ابتدای تولید و فواصل زمانی مناسب تست می شود و برنامه تعمیرات پیشگیرانه جهت نظافت سر اسپری مدون گردیده است	۵	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۱۷۵	از DOE برای بررسی ویسکوزیته و دما و فشار استفاده گردد	مهندسی تولید تا ...	با نتایج به دست آمده دما و فشار محدود شد و گیجهایی برای کنترل آنها نصب شد. C_{Pk} فرآیند بعد از تغییرات برابر ۱.۸۵	۷	۱	۵	۳۵
						سر اسپری بر اثر ضربه دفرمه شده است	برنامه نگهداری پیشگیرانه جهت نگهداری از سر اسپری مدون شده است	۲	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۷۰	هیچ						
						مدت زمان اسپری نامناسب است	هیچ	۵	کنترل بوسیله اپراتور نمونه گیری از محموله و کنترل چشمی نواحی بحرانی	۷	۲۴۵	تایمر برای اسپری نصب گردد	تعمیرات تا ...	تایمر برای اسپری نصب شد که موجب قطع کن اتومات اسپری می گردد. C_{Pk} فرآیند بعد از تغییرات برابر ۲.۰۵	۷	۱	۷	۴۹
		پوشش زیاد واکس																
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	n			

حالت خرابی بالقوه (b)

حالت خرابی بالقوه عبارت است از وضعیتی که در آن فرآیند به صورت بالقوه نمی تواند الزامات مربوط به خود را (شامل مقاصد طراحی) برآورده سازد.

در آماده سازی FMEA فرض را بر این بگذارید که قطعات / مواد ورودی درست هستند. موارد استثنا می توانند توسط تیم FMEA تعریف شوند در حالاتیکه داده های زمانی دلالت بر نقص کیفیت قطعات ورودی دارند. تیم FMEA همچنین باید فرض را بر این بگذارد که طرح پایه محصول صحیح است، هر چند اگر مواردی در طرح وجود داشته باشند که باعث عیب محصول گردند، این موارد باید با تیم طراحی برای برطرف سازی مطرح گردد.

حالات خرابی بالقوه برای یک عملیات مشخص را، در ارتباط با الزامات آن فرآیند وارد نمایید ۰ (به عنوان مثال همانگونه که در دیاگرام جریان فرآیند مستند شده است)۰ فرض را بر این بگذارید که خرابی احتمال وقوع دارد ولیکن الزاماً واقع نمی شود. حالات خرابی بالقوه باید بوسیله اصطلاحات فنی شرح داده شوند نه بصورت نشانه یا علامت تعریف شده بوسیله مشتری.

جدول نمونه زیر را مشاهده فرمایید:

جدول ۴-۲ نمونه ای از مرحله فرآیند/ وظیفه/ الزامات در فرم PFMEA شامل حالات خرابی بالقوه:

مرحله فرآیند/ وظیفه	الزامات	حالات خرابی بالقوه
عملیات ۲۰: اتصال کفی صندلی به ریل با استفاده از آچار ترک	۴ پیچ	کمتر از ۴ پیچ
	پیچ های مشخص	استفاده از پیچ های اشتباه
	توالی مونتاژ : ابتدا سوراخ جلو سمت راست پیچ شود	پیچ در هر سوراخ دیگری جایگذاری شود
	پیچ ها کاملاً نشسته باشند	پیچ ها به طور کامل نشسته نباشند
	ترک بستن پیچ به اندازه ترک دینامیکی مشخص باشند	ترک پیچ بالا
		ترک پیچ پایین

اگر حالات به خوبی شرح داده شده باشند، حالات خرابی بالقوه به طور آماده قابل تشخیص است با تعیین وضعیتی که یک الزام مشخص برآورده نمی شود. هر الزام ممکن است چند حالت خرابی داشته باشد. تعداد زیادی حالت خرابی مشخص شده برای یک الزام، معمولاً دلالت بر این دارد که آن الزام به خوبی تعریف نشده است.

فرض بر این است که خرابی احتمال وقوع دارد ولیکن به طور الزامی واقع نمی شود، به همین علت است که لغت « بالقوه » به کار برده می شود.

تصدیق کامل بودن حالات خرابی، می تواند به وسیله بازنگری موارد خرابی در گذشته، گزارش مردودی ها، ضایعات و طوفان ذهنی تیم امکان پذیر باشد. منابع دیگر برای این کار شامل مقایسه با فرآیند های مشابه و بازنگری اظهارات مشتری (مصرف کننده نهایی و فرآیندهای در توالی بعد) در ارتباط با قطعات مشابه می باشد.

جدول ۴-۱: نمونه فرم PFMEA با حداقل عناصر اطلاعات لازم و مثالی داخل آن

آنالیز اثرات و حالات خرابی بالقوه		شماره FMEA :	A
		صفحه از	
موضوع: B	مسئول فرآیند: C	تهیه کننده:	H
سال ساخت/ برنامه مدل: D	تاریخ کلیدی: E	تاریخ FMEA :	F
تیم اصلی: G			

مرحله فرآیند / عملکرد	الزامات	حالت خرابی بالقوه	اثرات حالت خرابی بالقوه	شدت	طبقه بندی	علل بالقوه حالت خرابی	کنترلهای جاری: پیشگیرانه	کنترلهای جاری: وقوع	کنترلهای جاری: تشخیص	کنترلهای جاری: تشخیص	RPN	اقدامات پیشنهادی	مسئول و تاریخ انجام	نتایج اقدامات: اقدامات انجام شده و تاریخ انجام	نتایج اقدامات: شدت	نتایج اقدامات: وقوع	نتایج اقدامات: تشخیص	نتایج اقدامات: RPN
عملیات ۷۰: اضافه کردن دستی واکس به داخل روکش درب	ناحیه پایینی از سطح داخلی درب با ضخامت مشخصی از واکس پوشیده شده باشد	پوشش کم واکس	به هم خوردن یکنواختی سطح داخل درب پوسیدگی سطح داخلی درب کم شدن عمر درب بر اثر: - ظاهر نا مناسب بر اثر خوردگی - عملکرد خراب درب	۷		سر اسپری در فاصله مناسب قرار نگرفته است	هیچ	۸	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۲۸۰	اضافه کردن استپ فاصله به اسپری	مهندسی تولید تا ...	استپ اضافه شد و اسپری در خط چک شد	۷	۲	۵	۷۰
												اتوماتیک کردن اسپری	مهندسی تولید تا ...	مردود. زبرا تنوع دربها در خط زیاد است				
						سر اسپری مسدود شده است بر اثر: - ویسکوزیته بالا - دمای پایین - فشار پایین	اسپری در ابتدای تولید و فواصل زمانی مناسب تست می شود و برنامه تعمیرات پیشگیرانه جهت نظافت سر اسپری مدون گردیده است	۵	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۱۷۵	از DOE برای بررسی ویسکوزیته و دما و فشار استفاده گردد	مهندسی تولید تا ...	با نتایج به دست آمده دما و فشار محدود شد و گیجهایی برای کنترل آنها نصب شد. C_{Pk} فرآیند بعد از تغییرات برابر ۱.۸۵	۷	۱	۵	۳۵
						سر اسپری بر اثر ضربه دفرمه شده است	برنامه نگهداری پیشگیرانه جهت نگهداری از سر اسپری مدون شده است	۲	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۷۰	هیچ						
						مدت زمان اسپری نامناسب است	هیچ	۵	کنترل بوسیله اپراتور نمونه گیری از محموله و کنترل چشمی نواحی بحرانی	۷	۲۴۵	تایمر برای اسپری نصب گردد	تعمیرات تا ...	تایمر برای اسپری نصب شد که موجب قطع کن اتومات اسپری می گردد. C_{Pk} فرآیند بعد از تغییرات برابر ۲.۰۵	۷	۱	۷	۴۹
		پوشش زیاد واکس																
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	n			

اثرات بالقوه خرابی (c)

اثرات بالقوه خرابی عبارت است از اثراتی از خرابی که مشتری یا مشتریان آنها را ملاحظه و درک می کنند. اثرات خرابی باید به این ترتیب معرفی شوند: مواردی که ممکن است مورد توجه مشتری قرار بگیرد یا مشتری آنها را تجربه کند با یادآوری این مورد که مشتری ممکن است فرآیند پایین دست یا مصرف کننده نهایی باشد. مشتری یا مشتریان در این متن ممکن است عملیات بعد، عملیاتهای بعدی یا مکانهای بعدی، مشتری و / یا مصرف کننده نهایی (صاحب اتومبیل) باشد.

هر یک از اینها هنگام ارزیابی اثرات بالقوه خرابی باید مورد توجه قرار گیرند. اثرات محصول در PFMEA باید با موارد مرتبط در DFMEA سازگار باشد.

اگر حالت خرابی بر ایمنی یا موارد قانونی اثر بگذارد، این موارد باید به طور واضح PFMEA مشخص گردند.

برای مصرف کننده نهایی، اثرات خرابی باید بوسیله اصطلاحات مربوط به عملکرد محصول یا سیستم، بیان گردند. اگر مشتری، عملیات بعد یا عملیاتهای بعدی/ مکانهای بعدی باشد، اثر خرابی باید بوسیله اصطلاحات مربوط به عملکرد فرآیند / عملیات بیان گردد. جدول ۴-۳ نمونه ای از اثرات است.

به منظور تعیین اثرات خرابی، سوالات زیر باید مطرح گردند:

۱- آیا حالت خرابی بالقوه به طور فیزیکی از عملیات پایین دست جلوگیری کرده یا می تواند باعث آسیب بالقوه به تجهیزات یا اپراتور گردد؟

این موارد شامل عدم توانایی مونتاژ یا اتصال به اجزاء جفت در هر یک از ابزار بعدی مشتری می گردد. اگر این چنین است اثر بر تولید را ارزیابی نمایید. آنالیز دیگر مورد نیاز نمی باشد. در غیر این صورت به سوال ۲ بروید. مثالها تواند شامل موارد زیر گردد:

- قابلیت مونتاژ در عملیات X وجود ندارد.
- قابلیت بستن در محل مشتری وجود ندارد.
- قابلیت اتصال در محل مشتری وجود ندارد.
- نمی توان در فرآیند X سوراخ کاری با مته انجام داد.
- ایجاد فرسودگی و سایش بیش از حد در عملیات X وجود دارد.
- به تجهیز در عملیات X آسیب می رسد.
- اپراتور را در محل مشتری به مخاطره می اندازد.

نکته: مکان، ایستگاه یا عملیاتی که در آن اثرات اتفاق می اقتند باید تعریف گردند. در صورتیکه در محل مشتری باشد، این مورد باید اشاره گردد.

۲- اثر بالقوه بر روی مصرف کننده نهایی چیست؟

هر یک از کنترل های طرح ریزی شده یا اجرا شده شامل فرآیندهای ضد خطا شده، به طور مستقل، مواردی را که مصرف کننده هایی مورد توجه قرار می دهد را مشخص می کند. این اطلاعات ممکن است در DFMEA در دسترس باشند. پس از تعیین به سوال ۳ بروید. مثالها می تواند شامل موارد زیر گردد:

- صدا
- سعی و کوشش و تقلای زیاد
- بوی بد
- عملیات متناوب
- نشست آب
- شکل خشن
- عدم امکان تنظیم

- مشکل بودن کنترل
- ظاهر بد

۳- چه اتفاقی خواهد افتاد در صورتیکه یک اثر قبل از رسیدن به مصرف کننده نهایی تشخیص داده شود؟

اثر بالقوه می باید هم در محل حاضر و هم در محل تحویل مورد توجه قرار بگیرد، مثالها می تواند شامل موارد زیر باشد:

- توقف خط
- توقف تحویل
- نگهداری در محل
- ضایعات ٪۱۰۰
- کاهش سرعت خط تولید
- اضافه کردن نیروی انسانی به منظور نگهداری نرخ تولید

نکته: اگر بیشتر از یک اثر خرابی در پاسخ به سوالات ۲و۳ مورد تشخیص قرار گرفت، همگی باید وارد شوند، ولیکن برای آنالیز، فقط بدترین مورد برای ارزش گذاری شدت مدنظر قرار می گیرد.

جدول ۴-۳ : مثالهایی برای اثرات

الزامات	حالت خرابی	اثر
۴ پیچ	کمتر از ۴ پیچ	مصرف کننده نهایی: کفی صندلی شل است و صدا دارد تولید و مونتاژ: جلوگیری از حمل و دوباره کاری محموله
پیچ های مشخص	مصرف پیچ های نادرست (قطر بزرگتر)	تولید و مونتاژ: عدم امکان نصب پیچ ها در ایستگاه
پیچ ها به طور کامل نشسته باشند	پیچ ها به طور کامل ننشسته اند	مصرف کننده نهایی: کفی صندلی شل است و صدا دارد تولید و مونتاژ: دوباره کاری محموله
ترک بستن پیچ ها به اندازه ترک دینامیکی مشخص باشد	ترک پیچ ها بالا باشد	مصرف کننده نهایی: کفی صندلی به علت شکست پیچ ها شل است و صدا دارد تولید و مونتاژ: دوباره کاری محموله
	ترک پیچ ها پایین باشد	مصرف کننده نهایی: کفی صندلی به علت لقی پیچ ها شل است و صدا دارد تولید و مونتاژ: دوباره کاری محموله

جدول ۴-۱: نمونه فرم PFMEA با حداقل عناصر اطلاعات لازم و مثالی داخل آن

آنالیز اثرات و حالات خرابی بالقوه		شماره FMEA :	A
		صفحه از	
موضوع: B	مسئول فرآیند: C	تهیه کننده:	H
سال ساخت/ برنامه مدل: D	تاریخ کلیدی: E	تاریخ FMEA :	F
تیم اصلی: G			

مرحله فرآیند / عملکرد	الزامات	حالت خرابی بالقوه	اثرات حالت خرابی بالقوه	شدت	طبقه بندی	علل بالقوه حالت خرابی	کنترلهای جاری: پیشگیرانه	کنترلهای جاری: وقوع	کنترلهای جاری: تشخیص	کنترلهای جاری: تشخیص	RPN	اقدامات پیشنهادی	مسئول و تاریخ انجام	نتایج اقدامات: اقدامات انجام شده و تاریخ انجام	نتایج اقدامات: شدت	نتایج اقدامات: وقوع	نتایج اقدامات: تشخیص	نتایج اقدامات: RPN
عملیات ۷۰: اضافه کردن دستی واکس به داخل روکش درب	ناحیه پایینی از سطح داخلی درب با ضخامت مشخصی از واکس پوشیده شده باشد	پوشش کم واکس	به هم خوردن یکنواختی سطح داخل درب پوسیدگی سطح داخلی درب کم شدن عمر درب بر اثر: - ظاهر نا مناسب بر اثر خوردگی - عملکرد خراب درب	۷		سر اسپری در فاصله مناسب قرار نگرفته است	هیچ	۸	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۲۸۰	اضافه کردن استپ فاصله به اسپری	مهندسی تولید تا ...	استپ اضافه شد و اسپری در خط چک شد	۷	۲	۵	۷۰
												اتوماتیک کردن اسپری	مهندسی تولید تا ...	مردود. زبرا تنوع دربها در خط زیاد است				
						سر اسپری مسدود شده است بر اثر: - ویسکوزیته بالا - دمای پایین - فشار پایین	اسپری در ابتدای تولید و فواصل زمانی مناسب تست می شود و برنامه تعمیرات پیشگیرانه جهت نظافت سر اسپری مدون گردیده است	۵	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۱۷۵	از DOE برای بررسی ویسکوزیته و دما و فشار استفاده گردد	مهندسی تولید تا ...	با نتایج به دست آمده دما و فشار محدود شد و گیجهایی برای کنترل آنها نصب شد. C_{Pk} فرآیند بعد از تغییرات برابر ۱.۸۵	۷	۱	۵	۳۵
						سر اسپری بر اثر ضربه دفرمه شده است	برنامه نگهداری پیشگیرانه جهت نگهداری از سر اسپری مدون شده است	۲	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۷۰	هیچ						
						مدت زمان اسپری نامناسب است	هیچ	۵	کنترل بوسیله اپراتور نمونه گیری از محموله و کنترل چشمی نواحی بحرانی	۷	۲۴۵	تایمر برای اسپری نصب گردد	تعمیرات تا ...	تایمر برای اسپری نصب شد که موجب قطع کن اتومات اسپری می گردد. C_{Pk} فرآیند بعد از تغییرات برابر ۲.۰۵	۷	۱	۷	۴۹
		پوشش زیاد واکس																
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	n			

شدت (s) (d)

شدت عبارت است از یک ارزش عددی در ارتباط با جدی ترین اثر برای یک حالت خرابی. شدت، یک ارزش گذاری در دامنه کاربرد FMEA می باشد.

محدوده ارزش گذاری پیشنهادی:

تیمFMEA باید بر سر محدوده ارزش گذاری به توافق رسیده و آنرا با ثبات مورد کاربری قرار دهند حتی اگر این سیستم جهت آنالیزهای اختصاصی تعریف شده باشد. (جدول crl را جهت راهنمایی برای محدوده ارزش گذاری مشاهده کنید).

پیشنهاد می گردد محدوده ارزش گذاری جهت مقادیر ۹و۱۰ تعریف ننمایید، حالات خرابی با ارزش ۱ مورد آنالیز بیشتر قرار نمی گیرند.

جدول Cr1 : محدوده پیشنهادی ارزش گذاری شدت FMEA

محدوده: شدت اثر بر فرآیند (اثر بر خط تولید/مونتاژ)	اثر	ارزش	محدوده: شدت اثر بر محصول (اثر بر مشتری)	اثر
اپراتور تولید یا مونتاژ ممکن است بدون اخطار قبلی به خطر بیفتد	الزامات ایمنی یا قانونی برآورده نمی شوند	۱۰	حالت خرابی بالقوه بر عملکرد ایمنی ماشین اثر گذاشته و یا قوانین دولتی را نادیده می گیرد (بدون اخطار قبلی)	الزامات ایمنی یا قانونی برآورده نمی شوند
اپراتور تولید یا مونتاژ ممکن است با اخطار قبلی به خطر بیفتد		۹	حالت خرابی بالقوه بر عملکرد ایمنی ماشین اثر گذاشته و یا قوانین دولتی را نادیده می گیرد (با اخطار قبلی)	
۱۰۰٪ محصول ممکن است ضایعات شود. توقف خط تولید یا توقف حمل و تحویل	ناراحتی عمده	۸	عملکرد اصلی خودرو وجود ندارد (خودرو قابل استفاده نیست، خرابی بر روی سیستم ایمنی خودرو اثر نگذاشته است)	فقدان یا کاهش عملکرد اصلی
قسمتی از محموله ممکن است ضایعات شود. انحراف از فرآیند اولیه شامل کاهش سرعت خط یا اضافه کردن نیروی انسانی	ناراحتی قابل توجه	۷	عملکرد اصلی خودرو ضعیف است (خودرو قابل استفاده است ولی در سطح پایین عملکرد)	
۱۰۰٪ محموله جهت قبولی ممکن است خارج از خط مورد دوباره کاری قرار گیرد	ناراحتی متوسط	۶	عملکرد ثانویه خودرو وجود ندارد (خودرو قابل استفاده است ولیکن آیتمهای رضایت و راحتی موجود نیست)	فقدان یا کاهش عملکرد ثانویه
قسمتی از محموله جهت قبولی ممکن است خارج از خط مورد دوباره کاری قرار گیرد		۵	عملکرد ثانویه خودرو ضعیف است (خودرو قابل استفاده است ولیکن آیتمهای رضایت و راحتی در سطح پایین هستند)	
۱۰۰٪ محموله ممکن است داخل ایستگاه، قبل از فرآیند، مورد دوباره کاری قرار گیرد	ناراحتی متوسط	۴	وسیله نقلیه کاربری دارد ولیکن کیفیت ظاهری پایین است یا صدای قابل شنیدن وجود دارد. این موارد مورد توجه اکثر مشتریان می باشد (>۷۵٪)	آزار
قسمتی از محموله ممکن است داخل ایستگاه، قبل از فرآیند، مورد دوباره کاری قرار گیرد		۳	وسیله نقلیه کاربری دارد ولیکن کیفیت ظاهری پایین است یا صدای قابل شنیدن وجود دارد. این موارد مورد توجه بسیاری مشتریان می باشد (>۵۰٪)	
ناراحتی کمی برای فرآیند، عملیات یا اپراتور بوجود می آید	ناراحتی جزئی	۲	وسیله نقلیه کاربری دارد ولیکن کیفیت ظاهری پایین است یا صدای قابل شنیدن وجود دارد. این موارد مورد توجه مشتریان سخت پسند می باشد (>۷۵٪)	
اثر مشخص وجود ندارد	بدون اثر	۱	اثر مشخص وجود ندارد	بدون اثر

جدول ۴-۱: نمونه فرم PFMEA با حداقل عناصر اطلاعات لازم و مثالی داخل آن

آنالیز اثرات و حالات خرابی بالقوه		شماره FMEA :	A
		صفحه از	
موضوع: B	مسئول فرآیند: C	تهیه کننده:	H
سال ساخت/ برنامه مدل: D	تاریخ کلیدی: E	تاریخ FMEA :	F
تیم اصلی: G			

مرحله فرآیند / عملکرد	الزامات	حالت خرابی بالقوه	اثرات حالت خرابی بالقوه	شدت	طبقه بندی	علل بالقوه حالت خرابی	کنترلهای جاری: پیشگیرانه	کنترلهای جاری: وقوع	کنترلهای جاری: تشخیص	کنترلهای جاری: تشخیص	RPN	اقدامات پیشنهادی	مسئول و تاریخ انجام	نتایج اقدامات: اقدامات انجام شده و تاریخ انجام	نتایج اقدامات: شدت	نتایج اقدامات: وقوع	نتایج اقدامات: تشخیص	نتایج اقدامات: RPN
عملیات ۷۰: اضافه کردن دستی واکس به داخل روکش درب	ناحیه پایینی از سطح داخلی درب با ضخامت مشخصی از واکس پوشیده شده باشد	پوشش کم واکس	به هم خوردن یکنواختی سطح داخل درب پوسیدگی سطح داخلی درب کم شدن عمر درب بر اثر: - ظاهر نا مناسب بر اثر خوردگی - عملکرد خراب درب	۷		سر اسپری در فاصله مناسب قرار نگرفته است	هیچ	۸	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۲۸۰	اضافه کردن استپ فاصله به اسپری	مهندسی تولید تا ...	استپ اضافه شد و اسپری در خط چک شد	۷	۲	۵	۷۰
												اتوماتیک کردن اسپری	مهندسی تولید تا ...	مردود. زبرا تنوع دربها در خط زیاد است				
						سر اسپری مسدود شده است بر اثر: - ویسکوزیته بالا - دمای پایین - فشار پایین	اسپری در ابتدای تولید و فواصل زمانی مناسب تست می شود و برنامه تعمیرات پیشگیرانه جهت نظافت سر اسپری مدون گردیده است	۵	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۱۷۵	از DOE برای بررسی ویسکوزیته و دما و فشار استفاده گردد	مهندسی تولید تا ...	با نتایج به دست آمده دما و فشار محدود شد و گیجهایی برای کنترل آنها نصب شد. C_{Pk} فرآیند بعد از تغییرات برابر ۱.۸۵	۷	۱	۵	۳۵
						سر اسپری بر اثر ضربه دفرمه شده است	برنامه نگهداری پیشگیرانه جهت نگهداری از سر اسپری مدون شده است	۲	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۷۰	هیچ						
						مدت زمان اسپری نامناسب است	هیچ	۵	کنترل بوسیله اپراتور نمونه گیری از محموله و کنترل چشمی نواحی بحرانی	۷	۲۴۵	تایمر برای اسپری نصب گردد	تعمیرات تا ...	تایمر برای اسپری نصب شد که موجب قطع کن اتومات اسپری می گردد. C_{Pk} فرآیند بعد از تغییرات برابر ۲.۰۵	۷	۱	۷	۴۹
		پوشش زیاد واکس																
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	n			

طبقه بندی (e)

این ستون ممکن است جهت پر رنگ کردن حالات خرابی یاد عللی که به ارزیابی مهندسی بیشتری نیاز دارند، بکار برده شود. همچنین این ستون ممکن است جهت طبقه بندی هر یک از خصوصیات ویژه محصول یا فرآیند (به طور مثال: بحرانی، کلیدی، عمده و قابل توجه) جهت قطعات، زیر مجموعه ها یا مجموعه هایی که به طرحهای کنترلی بیشتری نیاز دارند، بکار برده شود.

در الزامات خاص مشتری ممکن است خصوصیات ویژه محصول یا فرآیند، علائم و کاربردهای آنها، تعریف شده باشد. در جاییکه یک خصوصیت ویژه با درجه شدت ۹ یا ۱۰ در PFMEA مشخص شده است، مهندس مسئول طراحی باید جهت بازبینی سوابق مهندسی از این امر آگاه گردد.

علل بالقوه حالات خرابی (f)

علت بالقوه خرابی عبارتست از نشانه یا دلالتی جهت وقوع خرابی و بوسیله اصطلاحات فنی، چیزی که قابل کنترل یا اصلاح باشد، تعریف می شود. علت بالقوه خرابی با توجه به نوع خرابی ممکن است نشانه ای برای ضعف در طراحی محصول یا فرآیند باشد.

تا حد ممکن، تمامی علل را برای هر حالت خرابی مشخص و مستند نمایید. علل باید با دقت و بطور کامل با جزئیات شرح داده شده باشند. جدا سازی علل موجب آنالیز دقیقتر برای هر یک از آنها گردیده و ممکن است زمینه ساز تعریف اندازه گیری، کنترل و اقدام اصلاحی متفاوت گردد. ممکن است یک یا چند علت برای یک حالت خرابی مورد آنالیز قرار گیرد. این امر موجب می شود چند خط آنالیز برای یک حالت خرابی در جدول یا فرم FMEA دیده شود.

در تهیه PFMEA تیم باید فرض را بر این بگذارد که قطعات یا مواد ورودی بدون ایراد هستند. موارد استثنا با توجه به نظر تیم، برگرفته شده از سوابق بلند مدت عدم انطباق در مواد ورودی، می تواند در نظر گرفته شود.

فقط خرابی ها در عملکردهای مشخص (بطور نمونه مفی نصب نشده است یا کفی بر عکس نصب شده است) باید لیست شوند. عبارات مبهم (مانند خطای اپراتور یا خطای نصب کفی) نباید مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۴-۴ ، شامل نمونه هایی از علل و کنترل ها، را مشاهده نمایید.

وقوع (g)

وقوع عبارتست از احتمال رخداد یک علت مشخص خرابی. عدد درجه بندی احتمال وقوع، مرتبط با تعریف یک ارزش دقیق می باشد (جدول Cr2 را مشاهده نمایید).

احتمال وقوع علت بالقوه یک حالت خرابی را در مقیاس ۱ الی ۱۰ تخمین بزنید. برای این امر، یک سیستم ثابت جهت حصول اطمینان از یکسان بودن روال کار لازم است. عدد درجه وقوع، یک درجه گذاری مرتبط داخل دامنه کاربری FMEA بوده و ممکن است بیانگر احتمال واقعی وقوع نباشد.

« خرابی در هر قطعه (مورد)/(خودرو) » ممکن است جهت مشخص ساختن تعداد خرابیهای مورد انتظار در حین اجرای فرآیند بکار گرفته شود. اگر داده های آماری فرآیند مشابه در دسترس باشد، می توان از آن جهت تعیین درجه بندی استفاده نمود. در حالت دیگر، یک ارزیابی موضوعی با توجه به منبع اطلاعات یک فرآیند مناسب، به منظور تخمین درجه بندی، می تواند صورت گیرد.

محدوده ارزش گذاری پیشنهادی:

تیم PFMEA باید روی یک سیستم ارزش گذاری یا درجه بندی به توافق رسیده و آنرا بطور مداوم حتی برای فرآیندهای دیگر مورد کاربری قرار دهد. وقوع باید در مقیاس ۱ الی ۱۰ مانند جدول Cr2 به عنوان راهنما، تخمین زده شود.

جدول Cr2 : محدوده پیشنهادی ارزش گذاری وقوع PFMEA

ارزش	وقوع علت (خرابی در قطعه/خودرو)	احتمال خرابی
۱۰	≥ ۱۰۰ در ۱۰۰۰ ≥ ۱ در ۱۰	خیلی زیاد
۹	۵۰ در ۱۰۰۰ ۱ در ۲۰	زیاد
۸	۲۰ در ۱۰۰۰ ۱ در ۵۰	
۷	۱۰ در ۱۰۰۰ ۱ در ۱۰۰	
۶	۲ در ۱۰۰۰ ۱ در ۵۰۰	متوسط
۵	۰.۵ در ۱۰۰۰ ۱ در ۲۰۰۰	
۴	۰.۱ در ۱۰۰۰ ۱ در ۱۰۰۰۰	
۳	۰.۰۱ در ۱۰۰۰ ۱ در ۱۰۰۰۰۰	کم
۲	۰.۰۰۱ در ۱۰۰۰ ۱ در ۱۰۰۰۰۰۰	
۱	خرابی بوسیله کنترلهای پیشگیرانه حذف گردیده است	خیلی کم

جدول ۴-۱: نمونه فرم PFMEA با حداقل عناصر اطلاعات لازم و مثالی داخل آن

آنالیز اثرات و حالات خرابی بالقوه		شماره FMEA :	A
		صفحه از	
موضوع: B	مسئول فرآیند: C	تهیه کننده:	H
سال ساخت/ برنامه مدل: D	تاریخ کلیدی: E	تاریخ FMEA :	F
تیم اصلی: G			

مرحله فرآیند / عملکرد	الزامات	حالت خرابی بالقوه	اثرات حالت خرابی بالقوه	شدت	طبقه بندی	علل بالقوه حالت خرابی	کنترلهای جاری: پیشگیرانه	کنترلهای جاری: وقوع	کنترلهای جاری: تشخیص	کنترلهای جاری: تشخیص	RPN	اقدامات پیشنهادی	مسئول و تاریخ انجام	نتایج اقدامات: اقدامات انجام شده و تاریخ انجام	نتایج اقدامات: شدت	نتایج اقدامات: وقوع	نتایج اقدامات: تشخیص	نتایج اقدامات: RPN
عملیات ۷۰: اضافه کردن دستی واکس به داخل روکش درب	ناحیه پایینی از سطح داخلی درب با ضخامت مشخصی از واکس پوشیده شده باشد	پوشش کم واکس	به هم خوردن یکنواختی سطح داخل درب پوسیدگی سطح داخلی درب کم شدن عمر درب بر اثر: - ظاهر نا مناسب بر اثر خوردگی - عملکرد خراب درب	۷		سر اسپری در فاصله مناسب قرار نگرفته است	هیچ	۸	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۲۸۰	اضافه کردن استپ فاصله به اسپری	مهندسی تولید تا ...	استپ اضافه شد و اسپری در خط چک شد	۷	۲	۵	۷۰
												اتوماتیک کردن اسپری	مهندسی تولید تا ...	مردود. زبرا تنوع دربها در خط زیاد است				
						سر اسپری مسدود شده است بر اثر: - ویسکوزیته بالا - دمای پایین - فشار پایین	اسپری در ابتدای تولید و فواصل زمانی مناسب تست می شود و برنامه تعمیرات پیشگیرانه جهت نظافت سر اسپری مدون گردیده است	۵	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۱۷۵	از DOE برای بررسی ویسکوزیته و دما و فشار استفاده گردد	مهندسی تولید تا ...	با نتایج به دست آمده دما و فشار محدود شد و گیجهایی برای کنترل آنها نصب شد. C_{Pk} فرآیند بعد از تغییرات برابر ۱.۸۵	۷	۱	۵	۳۵
						سر اسپری بر اثر ضربه دفرمه شده است	برنامه نگهداری پیشگیرانه جهت نگهداری از سر اسپری مدون شده است	۲	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۷۰	هیچ						
						مدت زمان اسپری نامناسب است	هیچ	۵	کنترل بوسیله اپراتور نمونه گیری از محموله و کنترل چشمی نواحی بحرانی	۷	۲۴۵	تایمر برای اسپری نصب گردد	تعمیرات تا ...	تایمر برای اسپری نصب شد که موجب قطع کن اتومات اسپری می گردد. C_{Pk} فرآیند بعد از تغییرات برابر ۲.۰۵	۷	۱	۷	۴۹
		پوشش زیاد واکس																
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	n			

کنترلهای جاری فرآیند (h)

کنترلهای جاری فرآیند شرحی از کنترلهایی هستند که قادر به پیشگیری از وقوع علت خرابی به هر مقدار ممکن یا تشخیص حالت خرابی یا علت خرابی بعد از وقوع گردند.

۲ نوع کنترل فرآیند جهت توجه وجود دارند:

پیشگیرانه: باعث حذف (پیشگیری) علت یا حالت خرابی شده یا نرخ وقوع آن را پایین می آورد.

تشخیص: باعث شناسایی (تشخیص) علت یا حالت خرابی شده و موجب تعریف اقدامات اصلاحی یا کنترلهای دقیقتر می گردد.

رویکرد بهتر استفاده از کنترلهای پیشگیرانه، در صورت امکان، می باشد. ارزش گذاری وقوع در سازمان، متأثر از کنترلهای پیشگیرانه ای خواهد بود که جزیی از فرآیند باشند. ارزش گذاری تشخیص در سازمان، متأثر از کنترلهایی که برای تشخیص علت خرابی یا حالت خرابی تعریف شده اند، خواهد بود.

از آنجا که روشهای آماری (برای مثال کنترل آماری فرآیند (SPC)) جهت ارزیابی یکنواختی فرآیند بر پایه نمونه گیری استوار هستند، در هنگام ارزش گذاری یک کنترل تشخیص اثر بخش، نمی توانند لحاظ گردند.

هرچند SPS می تواند به عنوان یک کنترل پیشگیرانه جهت آن دسته از علل خرابی که خرابی ناشی از آنها در مراحل بعد قابل تشخیص خواهد بود (مانند فرسودگی ابزار)، لحاظ گردد.

نمونه فرم PFMEA که به عنوان مثال در این نظامنامه آورده شده است، دارای ۲ ستون مجزا برای کنترلهای پیشگیرانه و کنترلهای تشخیص می باشد. این امر موجب کمک بیشتر به تیم PFMEA برای تشخیص و نمایز دقیقتر این ۲ دسته کنترلها از هم می گردد. این امر همچنین موجب می شود که در یک نظر مشخص گردد که به هر ۲ دسته این کنترلها توجه کافی مبذول گردیده است.

اگر از یک جدول یک ستونه (جهت کنترلهای فرآیند) استفاده گردد، بایستی از این پیشوندها استفاده شود: برای کنترلهای پیشگیرانه حرف P را قبل یا بعد از کنترل لحاظ نمایید و برای کنترلهای تشخیص، حرف D را لحاظ نمایید. (به جدول ۴-۴ توجه نمایید).

جدول ۴-۴: مثالهایی برای علل و کنترلها

الزامات	حالت خرابی	علت	کنترل پیشگیرانه	کنترل تشخیص
پیچها بطور کامل نشسته باشند	پیچها بطور کامل ننشسته اند	اپراتور مهره ها را بصورت عمودی بر سطح قطعه نگاه نداشته است	آموزش اپراتور	داخل فیکسچر سنسورهایی جهت اندازه گیری زاویه مهره ها قرار گذاشته شده تا قطعاتی که مهره هایشان با زاویه قرار گرفته شده اند از فیکسچر بیرون نیایند
ترک بستن پیچها به اندازه ترک دینامیکی مشخص باشد	ترک پیچها بالا هستند	set up دستگاه ترک توسط افراد غیر مسئول، بالا تنظیم شده است	تعریف password برای دستگاه به نحویکه فقط افراد مسئول set up از آن آگاهی داشته باشند	ابزار اندازه گیری ترک در هنگام set up جهت اندازه گیری قبل از آغاز فرآیند بکار گرفته می شود
		set up دستگاه ترک توسط افراد مسئول، بالا تنظیم شده است	آموزش افراد مسئول set up	ابزار اندازه گیری ترک در هنگام set up جهت اندازه گیری قبل از آغاز فرآیند بکار گرفته می شود
			تعریف تنظیمات برای دستگاه set up	
	ترک پیچها پایین هستند	set up دستگاه ترک توسط افراد غیر مسئول، پایین تنظیم شده است	تعریف password برای دستگاه به نحویکه فقط افراد مسئول set up از آن آگاهی داشته باشند	ابزار اندازه گیری ترک در هنگام set up جهت اندازه گیری قبل از آغاز فرآیند بکار گرفته می شود
		set up دستگاه ترک توسط افراد مسئول، پایین تنظیم شده است	آموزش افراد مسئول set up	
			تعریف تنظیمات برای دستگاه set up	

جدول ۴-۱: نمونه فرم PFMEA با حداقل عناصر اطلاعات لازم و مثالی داخل آن

آنالیز اثرات و حالات خرابی بالقوه		شماره FMEA :	A
		صفحه از	
موضوع: B	مسئول فرآیند: C	تهیه کننده:	H
سال ساخت/ برنامه مدل: D	تاریخ کلیدی: E	تاریخ FMEA :	F
تیم اصلی: G			

مرحله فرآیند / عملکرد	الزامات	حالت خرابی بالقوه	اثرات حالت خرابی بالقوه	شدت	طبقه بندی	علل بالقوه حالت خرابی	کنترلهای جاری: پیشگیرانه	کنترلهای جاری: وقوع	کنترلهای جاری: تشخیص	کنترلهای جاری: تشخیص	RPN	اقدامات پیشنهادی	مسئول و تاریخ انجام	نتایج اقدامات: اقدامات انجام شده و تاریخ انجام	نتایج اقدامات: شدت	نتایج اقدامات: وقوع	نتایج اقدامات: تشخیص	نتایج اقدامات: RPN
عملیات ۷۰: اضافه کردن دستی واکس به داخل روکش درب	ناحیه پایینی از سطح داخلی درب با ضخامت مشخصی از واکس پوشیده شده باشد	پوشش کم واکس	به هم خوردن یکنواختی سطح داخل درب پوسیدگی سطح داخلی درب کم شدن عمر درب بر اثر: - ظاهر نا مناسب بر اثر خوردگی - عملکرد خراب درب	۷		سر اسپری در فاصله مناسب قرار نگرفته است	هیچ	۸	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۲۸۰	اضافه کردن استپ فاصله به اسپری	مهندسی تولید تا ...	استپ اضافه شد و اسپری در خط چک شد	۷	۲	۵	۷۰
												اتوماتیک کردن اسپری	مهندسی تولید تا ...	مردود. زبرا تنوع دربها در خط زیاد است				
						سر اسپری مسدود شده است بر اثر: - ویسکوزیته بالا - دمای پایین - فشار پایین	اسپری در ابتدای تولید و فواصل زمانی مناسب تست می شود و برنامه تعمیرات پیشگیرانه جهت نظافت سر اسپری مدون گردیده است	۵	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۱۷۵	از DOE برای بررسی ویسکوزیته و دما و فشار استفاده گردد	مهندسی تولید تا ...	با نتایج به دست آمده دما و فشار محدود شد و گیجهایی برای کنترل آنها نصب شد. C_{Pk} فرآیند بعد از تغییرات برابر ۱.۸۵	۷	۱	۵	۳۵
						سر اسپری بر اثر ضربه دفرمه شده است	برنامه نگهداری پیشگیرانه جهت نگهداری از سر اسپری مدون شده است	۲	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۷۰	هیچ						
						مدت زمان اسپری نامناسب است	هیچ	۵	کنترل بوسیله اپراتور نمونه گیری از محموله و کنترل چشمی نواحی بحرانی	۷	۲۴۵	تایمر برای اسپری نصب گردد	تعمیرات تا ...	تایمر برای اسپری نصب شد که موجب قطع کن اتومات اسپری می گردد. C_{Pk} فرآیند بعد از تغییرات برابر ۲.۰۵	۷	۱	۷	۴۹
		پوشش زیاد واکس																
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	n			

تشخیص (D) (i)

تشخیص عبارتست از درجه مرتبط با بهترین کنترل تشخیص که در ستون کنترل تشخیص آورده شده است.

تشخیص یک درجه بندی در ارتباط با دامنه کاربرد FMEA است. در صورتیکه بخواهیم به درجه کمتری برای تشخیص دست پیدا کنیم، باید کنترل تشخیص برنامه ریزی شده را ارتقاء دهیم.

در صورتیکه برای یک فرآیند بیش از یک کنترل تعریف شده است، پیشنهاد می شود جهت توصیف بهتر کنترلها، برای هریک از آنها بطور جداگانه درجه تشخیص لحاظ گردد. در این صورت پایینترین ارزش یا درجه را در ستون تشخیص ثبت نمایید.

فرض کنید نقصی به وقوع پیوسته است، در این صورت کلیه کنترلهای جاری فرآیند را از نظر توانایی آنها جهت جلوگیری از حمل قطعه دارای نقص به مشتری، ارزیابی نمایید. پیش فرض را بر این نگذارید که درجه تشخیص پایین است چون وقوع پایین است، اما کنترلهای فرآیند را از نظر توانایی آنها جهت تشخیص خرابی در بازه های کوتاه یا جلوگیری از وارد شدن خرابی به مراحل بعد، ارزیابی نمایید.

کنترلهای رندوم، به منظور تشخیص یک خرابی به وقوع پیوسته، ضعیف می باشند بنابراین نباید تأثیر زیادی بر درجه تشخیص داشته باشند.

محدوده ارزش گذاری پیشنهادی:

تیم FMEA باید جهت بکارگیری یک محدوده ارزش گذاری به توافق رسیده و این سیستم را به طور مداوم، حتی برای فرآیندهای دیگر، مورد استفاده قرار دهد. از جدول Cr3 جهت راهنما برای تعیین سیستم ارزش گذاری تشخیص استفاده نمایید.

درجه ارزش ۱ برای حالتی که از وقوع خرابی در فرآیند پیشگیری شده است، در نظر گرفته می شود.

جدول Cr3 : محدوده پیشنهادی ارزش گذاری تشخیص PFMEA

مجال تشخیص	محدوده: احتمال تشخیص بوسیله کنترل فرآیند	درجه	احتمال تشخیص
هیچ مجالی برای تشخیص وجود ندارد	هیچ کنترلی جهت فرآیند تعریف نشده؛ کنترل تعریف شده قابلیت تشخیص خرابی را ندارد یا اینکه مورد آنالیز قرار نگرفته است	۱۰	تقریباً غیر ممکن
تشخیص در هر مرحله غیر محتمل است	حالت خرابی و/یا علل آن به سادگی تشخیص داده نمی شوند. (بطور نمونه بازرسی های رندوم)	۹	خیلی بعید
تشخیص مشکل، بعد از فرآیند	تشخیص حالت خرابی بعد از فرآیند بوسیله اپراتور با استفاده از ابزار بصری، لمسی و شنوایی	۸	بعید
تشخیص مشکل، در مبدأ	تشخیص حالت خرابی در ایستگاه بوسیله اپراتور با استفاده از ابزار بصری، لمسی و شنوایی یا بعد از فرآیند با استفاده از ابزار اندازه گیری مناسب (برو/نرو، کولیس، ترکمتر و ...)	۷	خیلی کم
تشخیص مشکل، بعد از فرآیند	تشخیص حالت خرابی بعد از فرآیند بوسیله اپراتور با استفاده از ابزار اندازه گیری متنوع یا در ایستگاه با استفاده از ابزار اندازه گیری مناسب (برو/نرو، کولیس، ترکمتر و ...)	۶	کم
تشخیص مشکل، در مبدأ	تشخیص حالت خرابی یا علل آن در ایستگاه بوسیله اپراتور با استفاده از ابزار اندازه گیری متنوع یا با استفاده از کنترلهای اتوماتیک داخل فرآیند که قطعه خراب را شناسایی کرده و اپراتور را آگاه می سازند (چراغ، بوق و ...). اندازه گیری در هنگام set up و کنترل اولین قطعه نیز انجام می گیرد.	۵	متوسط
تشخیص مشکل، بعد از فرآیند	تشخیص حالت خرابی بعد از فرآیند بوسیله کنترلهای اتوماتیک که جلوی قطعات معیوب را گرفته و مانع انجام فرآیند بعد بر روی قطعه معیوب می گردند	۴	نسبتاً بالا
تشخیص مشکل، در مبدأ	تشخیص حالت خرابی در ایستگاه بوسیله کنترلهای اتوماتیک که قطعات معیوب را قرنطینه می سازد تا به فرآیندهای بعد منتقل نشوند	۳	بالا
تشخیص علت و/یا جلوگیری از وقوع مشکل	تشخیص علت داخل ایستگاه بوسیله کنترلهای اتوماتیک که علت خرابی را تشخیص داده و مانع از تولید قطعات معیوب می گردند	۲	خیلی بالا
تشخیص کاربردی ندارد/ از علت پیشگیری شده است	پیشگیری از وقوع علت بوسیله طراحی فیکسچر، ماشین یا قطعه. قطعه معیوب نمی تواند تولید شود به علت اینکه طراحی فرآیند/محصول خطا ناپذیرسازی شده است	۱	تقریباً مطمئن

جدول ۴-۱: نمونه فرم PFMEA با حداقل عناصر اطلاعات لازم و مثالی داخل آن

آنالیز اثرات و حالات خرابی بالقوه		شماره FMEA :	A
		صفحه از	
موضوع: B	مسئول فرآیند: C	تهیه کننده:	H
سال ساخت/ برنامه مدل: D	تاریخ کلیدی: E	تاریخ FMEA :	F
تیم اصلی: G			

مرحله فرآیند / عملکرد	الزامات	حالت خرابی بالقوه	اثرات حالت خرابی بالقوه	شدت	طبقه بندی	علل بالقوه حالت خرابی	کنترلهای جاری: پیشگیرانه	کنترلهای جاری: وقوع	کنترلهای جاری: تشخیص	کنترلهای جاری: تشخیص	RPN	اقدامات پیشنهادی	مسئول و تاریخ انجام	نتایج اقدامات: اقدامات انجام شده و تاریخ انجام	نتایج اقدامات: شدت	نتایج اقدامات: وقوع	نتایج اقدامات: تشخیص	نتایج اقدامات: RPN
عملیات ۷۰: اضافه کردن دستی واکس به داخل روکش درب	ناحیه پایینی از سطح داخلی درب با ضخامت مشخصی از واکس پوشیده شده باشد	پوشش کم واکس	به هم خوردن یکنواختی سطح داخل درب پوسیدگی سطح داخلی درب کم شدن عمر درب بر اثر: - ظاهر نا مناسب بر اثر خوردگی - عملکرد خراب درب	۷		سر اسپری در فاصله مناسب قرار نگرفته است	هیچ	۸	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۲۸۰	اضافه کردن استپ فاصله به اسپری	مهندسی تولید تا ...	استپ اضافه شد و اسپری در خط چک شد	۷	۲	۵	۷۰
												اتوماتیک کردن اسپری	مهندسی تولید تا ...	مردود. زبرا تنوع دربها در خط زیاد است				
						سر اسپری مسدود شده است بر اثر: - ویسکوزیته بالا - دمای پایین - فشار پایین	اسپری در ابتدای تولید و فواصل زمانی مناسب تست می شود و برنامه تعمیرات پیشگیرانه جهت نظافت سر اسپری مدون گردیده است	۵	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۱۷۵	از DOE برای بررسی ویسکوزیته و دما و فشار استفاده گردد	مهندسی تولید تا ...	با نتایج به دست آمده دما و فشار محدود شد و گیجهایی برای کنترل آنها نصب شد. C_{Pk} فرآیند بعد از تغییرات برابر ۱.۸۵	۷	۱	۵	۳۵
						سر اسپری بر اثر ضربه دفرمه شده است	برنامه نگهداری پیشگیرانه جهت نگهداری از سر اسپری مدون شده است	۲	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۷۰	هیچ						
						مدت زمان اسپری نامناسب است	هیچ	۵	کنترل بوسیله اپراتور نمونه گیری از محموله و کنترل چشمی نواحی بحرانی	۷	۲۴۵	تایمر برای اسپری نصب گردد	تعمیرات تا ...	تایمر برای اسپری نصب شد که موجب قطع کن اتومات اسپری می گردد. C_{Pk} فرآیند بعد از تغییرات برابر ۲.۰۵	۷	۱	۷	۴۹
		پوشش زیاد واکس																
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	n			

تعیین اولویت اقدامات

هنگامیکه تیم FMEA تعریف حالات خرابی و اثرات آنها و علل و کنترلهای مربوطه را به همراه درجه بندی شدت، وقوع و تشخیص کامل نمود، نوبت به تصمیم گیری در مورد اقدامات لازم در راستای کاهش ریسک می رسد. با توجه به محدودیتهای ذاتی منابع ، زمان، تکنولوژی و سایر موارد تیم FMEA باید این اقدامات را به بهترین نحو ممکن اولویت بندی نماید.

تمرکز اصلی تیم باید روی حالات خرابی که دارای درجه شدت بالا هستند متمرکز باشد. وقتی درجه شدت برابر ۹ یا ۱۰ باشد، تیم باید این مورد که ریسک بوسیله کنترلهای طراحی شده یا اقدامات پیش بینی شده تحت کنترل کامل قرار دارد، اطمینان حاصل نماید.

برای حالات خرابی با درجه شدت ۸ یا کمتر، تیم باید علل با درجه وقوع یا تشخیص بالا را مدنظر قرار دهد. بازنگری اطلاعات جهت دستیابی به یک رویکرد به منظور تعیین اولویت بندی اقدامات کاهش ریسک به نحو احسن که موجب رضایت سازمان و مشتری گردد، از وظایف تیم FMEA می باشد.

ارزش گذاری ریسک

عدد اولویت ریسک (RPN) (j)

یک رویکرد به منظور کمک به اولویت بندی، استفاده از عدد اولویت ریسک (RPN) می باشد

RPN = (S) شدت × (O) وقوع × (D) تشخیص

در دامنه کاربرد FMEA، این مقدار می تواند از ۱ تا ۱۰۰۰ متغیر باشد.

استفاده از یک مقدار حدی برای RPN به منظور تعیین نیاز جهت تعریف اقدامات توصیه نمی گردد.

استفاده از مقادیر حدی بر این پایه استوار است که RPNها اندازه یا مقدار ریسک مرتبط هستند (که در اغلب موارد این مورد نیست) و نیازی به بهبود مداوم نیست (که هست).

برای مثال، اگر مشتری مقدار حدی دلخواه ۱۰۰ را برای RPN اختصاص دهد، نأمین کننده ملزم به تعیین و انجام اقدام مناسب برای آیتم B با RPN برابر ۱۱۲ می باشد:

آیتم	شدت	وقوع	تشخیص	RPN
A	۹	۲	۵	۹۰
B	۷	۴	۴	۱۱۲

در این مثال، RPN برای آیتم B نسبت به آیتم A بالاتر است. با این حال اولویت باید با تعیید اقدام مناسب برای آیتم A، که درجه شدت آن ۹ است باشد، حتی اگر RPN آن برابر ۹۰ است که از RPN آیتم B کمتر است.

جدول ۴-۱: نمونه فرم PFMEA با حداقل عناصر اطلاعات لازم و مثالی داخل آن

آنالیز اثرات و حالات خرابی بالقوه		شماره FMEA :	A
		صفحه از	
موضوع: B	مسئول فرآیند: C	تهیه کننده:	H
سال ساخت/ برنامه مدل: D	تاریخ کلیدی: E	تاریخ FMEA :	F
تیم اصلی: G			

مرحله فرآیند / عملکرد	الزامات	حالت خرابی بالقوه	اثرات حالت خرابی بالقوه	شدت	طبقه بندی	علل بالقوه حالت خرابی	کنترلهای جاری: پیشگیرانه	کنترلهای جاری: وقوع	کنترلهای جاری: تشخیص	کنترلهای جاری: تشخیص	RPN	اقدامات پیشنهادی	مسئول و تاریخ انجام	نتایج اقدامات: اقدامات انجام شده و تاریخ انجام	نتایج اقدامات: شدت	نتایج اقدامات: وقوع	نتایج اقدامات: تشخیص	نتایج اقدامات: RPN
عملیات ۷۰: اضافه کردن دستی واکس به داخل روکش درب	ناحیه پایینی از سطح داخلی درب با ضخامت مشخصی از واکس پوشیده شده باشد	پوشش کم واکس	به هم خوردن یکنواختی سطح داخل درب پوسیدگی سطح داخلی درب کم شدن عمر درب بر اثر: - ظاهر نا مناسب بر اثر خوردگی - عملکرد خراب درب	۷		سر اسپری در فاصله مناسب قرار نگرفته است	هیچ	۸	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۲۸۰	اضافه کردن استپ فاصله به اسپری	مهندسی تولید تا ...	استپ اضافه شد و اسپری در خط چک شد	۷	۲	۵	۷۰
												اتوماتیک کردن اسپری	مهندسی تولید تا ...	مردود. زبرا تنوع دربها در خط زیاد است				
						سر اسپری مسدود شده است بر اثر: - ویسکوزیته بالا - دمای پایین - فشار پایین	اسپری در ابتدای تولید و فواصل زمانی مناسب تست می شود و برنامه تعمیرات پیشگیرانه جهت نظافت سر اسپری مدون گردیده است	۵	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۱۷۵	از DOE برای بررسی ویسکوزیته و دما و فشار استفاده گردد	مهندسی تولید تا ...	با نتایج به دست آمده دما و فشار محدود شد و گیجهایی برای کنترل آنها نصب شد. C_{Pk} فرآیند بعد از تغییرات برابر ۱.۸۵	۷	۱	۵	۳۵
						سر اسپری بر اثر ضربه دفرمه شده است	برنامه نگهداری پیشگیرانه جهت نگهداری از سر اسپری مدون شده است	۲	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۷۰	هیچ						
						مدت زمان اسپری نامناسب است	هیچ	۵	کنترل بوسیله اپراتور نمونه گیری از محموله و کنترل چشمی نواحی بحرانی	۷	۲۴۵	تایمر برای اسپری نصب گردد	تعمیرات تا ...	تایمر برای اسپری نصب شد که موجب قطع کن اتومات اسپری می گردد. C_{Pk} فرآیند بعد از تغییرات برابر ۲.۰۵	۷	۱	۷	۴۹
		پوشش زیاد واکس																
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	n			

نگرانی دیگر که در ارتباط با استفاده از یک مقدار حدی RPN به منظور تعیین اولویت اقدامات وجود دغارد این است که هیچ مقدار مشخصی برای RPN تعریف نشده است که تعیین اقدام برای آن الزامی باشد.

متأسفانه، استفاده از مقادیر حدی RPN، موجب ترویج رفتار نادرست در تیم FMEA می گردد. به این ترتیب که اعضای تیم زمان زیادی را صرف تعیین راهکارهایی برای پایین آوردن وقوع یا تشخیص، به منظور کاهش RPN انجام می دهند. نتیجه این رفتار این است که ذهن اعضای تیم از مشکل اصلی که موجب وقوع خرابی یا علت آن می شود دور شده و صرفاً عدد RPN کاهش می یابد تا به مقداری زیر حد تعریف شده برسد. دانستن این مورد ضروری است که در مواقعی که تعیین یک حد ریسک قابل قبول در یک محدوده برنامه (مثل استارت خودرو) لازم است، این حد ریسک بوسیله آنالیز بر روی شدت، وقوع و تشخیص تعیین می گردد نه یر اساس مقادیر حدی برای RPN.

استفاده از اندکس RPN در جلسات بحث جهت تعیین اقدامات، ابزار مناسبی است ولیکن محدودیتهای مرتبط با این مورد بایستی مورد فهم واقع شده باشد. با این حال استفاده از مقادیر حدی RPN جهت تعیین اولویت اقدامات مورد توصیه نمی باشد.

اقدامات مورد توصیه (k)

عموماً، اقدامات پیشگیرانه (به طور نمونه کم کردن وقوع) در تعیین اقدامات مناسب، ارجحیت دارند. برای مثال می توان گفت طراحی فرآیند به شکل خطا ناپذیر شده ارجح تر از تعیین کنترلهای کیفی رندوم یا سایر موارد بازرسی می باشد. قصد هر اقدام پیشنهادی کم کردن درجه ها به ترتیب اولویت: شدت، وقوع و تشخیص می باشد.

مثالی جهت کاهش این درجه ها به شرح زیر است:

- جهت کاهش درجه شدت: تنها یک بازنگری در طراحی یا فرآیند می تواند باعث کاهش درجه شدت گردد. یک تغییر در طراحی/ فرآیند نمی تواند به تنهایی دلیل این باشد که شدت کاهش یافته است. تمامی تغییرات در طراحی/ فرآیند باید توسط تیم FMEA به منظور تعیین اثرات آنها بر کاربری محصول و فرآیند، مورد بازنگری قرار گیرند.

برای کارایی و اثر بخشی هرچه بیشتر این مورد، تغییرات بر روی محصول/ فرآیند می باید در مرحله پدیدآوری محصول اعمال گردند. برای مثال، تکنولوژی فرآیند در جهت کاهش شدت خیلی زودتر از پدیدآوری محصول باید مد نظر قرار گیرد.

- جهت کاهش درجه وقوع: جهت کاهش وقوع، طرح و فرآیندهای بازنگری شده مورد نیاز می باشند. کاهش در وقوع می تواند نتیجه حذف یا کنترل یک یا چند علت یک حالت خرابی باشد که در نتیجه بازنگری طرح یا فرآیند حاصل شده است.

  مطالعات آماری بر روی فرآیند به منظور فهم منابع تغییرات ممکن است لازم باشد. این مطالعات ممکن است موجب اقداماتی در جهت کاهش وقوع گردند. همچنین اطلاعات حاصل شده از این مطالعات می توانند به تعریف کنترلهای مناسب تر و عملیات بهتر به منظور بهبود مداوم کمک کنند.

جدول ۴-۱: نمونه فرم PFMEA با حداقل عناصر اطلاعات لازم و مثالی داخل آن

آنالیز اثرات و حالات خرابی بالقوه		شماره FMEA :	A
		صفحه از	
موضوع: B	مسئول فرآیند: C	تهیه کننده:	H
سال ساخت/ برنامه مدل: D	تاریخ کلیدی: E	تاریخ FMEA :	F
تیم اصلی: G			

مرحله فرآیند / عملکرد	الزامات	حالت خرابی بالقوه	اثرات حالت خرابی بالقوه	شدت	طبقه بندی	علل بالقوه حالت خرابی	کنترلهای جاری: پیشگیرانه	کنترلهای جاری: وقوع	کنترلهای جاری: تشخیص	کنترلهای جاری: تشخیص	RPN	اقدامات پیشنهادی	مسئول و تاریخ انجام	نتایج اقدامات: اقدامات انجام شده و تاریخ انجام	نتایج اقدامات: شدت	نتایج اقدامات: وقوع	نتایج اقدامات: تشخیص	نتایج اقدامات: RPN
عملیات ۷۰: اضافه کردن دستی واکس به داخل روکش درب	ناحیه پایینی از سطح داخلی درب با ضخامت مشخصی از واکس پوشیده شده باشد	پوشش کم واکس	به هم خوردن یکنواختی سطح داخل درب پوسیدگی سطح داخلی درب کم شدن عمر درب بر اثر: - ظاهر نا مناسب بر اثر خوردگی - عملکرد خراب درب	۷		سر اسپری در فاصله مناسب قرار نگرفته است	هیچ	۸	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۲۸۰	اضافه کردن استپ فاصله به اسپری	مهندسی تولید تا ...	استپ اضافه شد و اسپری در خط چک شد	۷	۲	۵	۷۰
												اتوماتیک کردن اسپری	مهندسی تولید تا ...	مردود. زبرا تنوع دربها در خط زیاد است				
						سر اسپری مسدود شده است بر اثر: - ویسکوزیته بالا - دمای پایین - فشار پایین	اسپری در ابتدای تولید و فواصل زمانی مناسب تست می شود و برنامه تعمیرات پیشگیرانه جهت نظافت سر اسپری مدون گردیده است	۵	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۱۷۵	از DOE برای بررسی ویسکوزیته و دما و فشار استفاده گردد	مهندسی تولید تا ...	با نتایج به دست آمده دما و فشار محدود شد و گیجهایی برای کنترل آنها نصب شد. C_{Pk} فرآیند بعد از تغییرات برابر ۱.۸۵	۷	۱	۵	۳۵
						سر اسپری بر اثر ضربه دفرمه شده است	برنامه نگهداری پیشگیرانه جهت نگهداری از سر اسپری مدون شده است	۲	کنترلهای متنوع برای ضخامت پوشش کنترل چشمی برای پوشش	۵	۷۰	هیچ						
						مدت زمان اسپری نامناسب است	هیچ	۵	کنترل بوسیله اپراتور نمونه گیری از محموله و کنترل چشمی نواحی بحرانی	۷	۲۴۵	تایمر برای اسپری نصب گردد	تعمیرات تا ...	تایمر برای اسپری نصب شد که موجب قطع کن اتومات اسپری می گردد. C_{Pk} فرآیند بعد از تغییرات برابر ۲.۰۵	۷	۱	۷	۴۹
		پوشش زیاد واکس																
a1	a2	b	c	d	e	f	h	g	h	i	j	k	l	m	n			

- جهت کاهش درجه تشخیص: روش ارجح استفاده از ضد خرابی/ علت کردن است. یک طراحی مجدد روی سیستم تشخیص ممکن است موجب کاهش درجه تشخیص گردد. برخی مواقع، یک تغییر روی یک فرآیند ممکن است باعث شود که احتمال تشخیص بیشتر شود (درجه تشخیص کاهش یابد)، عموماً بهتر کردن کنترلهای تشخیص به اطلاعات و معلوماتی در زمینه علل غالب و ویژه متغیرهای فرآیند احتیاج دارند. افزایش دوره های بازرسی معمولاً اقدامی اثر بخش نبوده و باید تنها به عنوان یک اقدام موقت تا زمان جمع آوری اطلاعات لازم در ارتباط با فرآیند به منظور اجرای اقدامات اصلاحی/ پیشگیرانه دائم بکار گرفته شود.

اگر ارزیابی منجر به این گردد که هیچ اقدامی برای حالت خرابی/ علت/ کنترل مشخص وجود ندارد، این مورد را با وارد کردن کلمه «هیچ» در این ستون مشخص نمایید. بهتر است در این موارد توجیحی جهت این مورد، به خصوص در مواردیکه شدت بالا است، نیز در این ستون وارد گردد.

برای اقدامات فرآیند، ارزش گذاری ممکن است شامل موارد زیر گردد:

* نتیجه انجام DOE یا ابزار آزمون دیگر بر روی فرآیند
* دیاگرام جریان فرآیند تعریف شده، طرح اولیه، دستورالعملهای کاری یا طرح تعمیرات پیشگیرانه
* بازنگری ابزار، فیکسچرها یا مشخصه های ماشین آلات
* وسیله حسگر یا کنترلی جدید/ تعریف شده

جدول ۴- ۵ نمونه ای از کاربری علل (ستون f)، کنترلها (ستون h) و اقدامات پیشنهادی (ستون k) ارائه می نماید.

مسئولیت و مهلت انجام اقدامات (l)

نام شخص و سازمان مسئول اجرای هر اقدام پیشنهادی را به همراه تاریخ هدف انجام آن اقدام وارد نمایید. تیم/ مهندس مسئول طراحی فرآیند بایستی از انجام شدن کلیه اقدامات پیشنهادی اطمینان حاصل نماید.

نتایج اقدامات (m-n)

این قسمت نتیجه هر اقدام انجام شده و اثر آن را بر درجات S، O، D و RPN مشخص می سازد.

اقدامات انجام شده و تاریخ انجام آنها (m)

بعد از اجرای هر اقدام، مختصری از شرح اقدام انجام شده را به همراه تاریخ اتمام واقعی آن وارد نمایید.

شدت، وقوع، تشخیص و RPN

بعد از اجرای هر اقدام اصلاحی/ پیشگشرانه، درجات S، O، D و RPN حاصل از اجرای آن را تعیین و وارد نمایید. تمامی درجات وارد شده باید مورد بازنگری قرار گیرند. اقدامات به تنهایی تضمینی برای این امر که مشکل بر طرف شده است نیستند، بنابراین یک آنالیز یا آزمون مناسب جهت صحه گذاری باید انجام گردد. اگر اقدامات بیشتری لازم تشخیص داده شد، آنالیز را دوباره تکرار کنید. همواره تمرکز باید بر روی بهبود مداوم باشد.

جدول ۴- ۵: نمونه ای از علل، کنترلها و اقدامات

مرحله فرآیند/ عملیات	الزامات	حالت خرابی	علت	کنترل پیشگیرانه	کنترل تشخیص	اقدامات پیشنهادی
عملیات ۲۰: (اتصال کفی صندلی به خودرو با استفاده از آچار) ۴ پیچ	۴ پیچ	کمتر از ۴ پیچ	اشتباهی کمتر از ۴ پیچ نصب شده است	اضافه کردن ابزار بصری جهت صحیح بودن تعداد آموزش اپراتور	بازرسی چشمی در ایستگاه	پایش تعداد پیچها در ایستگاه – توقف خط در صورتیکه ۴ پیچ کمتر است
	پیچهای مشخص	پیچهای اشتباه مورد استفاده قرار گرفته مثلاً با قطر بزرگتر	پیچهای مشابه دیگر در خط موجود هستند	اضافه کردن ابزار بصری جهت صحیح بودن نوع پیچ آموزش اپراتور	بازرسی چشمی در ایستگاه	پایش اندازه پیچها در ایستگاه – توقف خط در صورتیکه اندازه پیچ صحیح نباشد ضد خطا کردن طرح: از یک مدل پیچ در ایستگاه/ محصول استفاده شود
عملیات ۲۰: (اتصال کفی صندلی به خودرو با استفاده از آچار) بستن پیچها از سوراخ جلو راست آغاز شود. ترک بستن پیچها به اندازه مشخص باشد	مراحل مونتاژ: ابتدا پیچ جلو راست بسته شود	ابتدا پیچ دیگری بسته شده	بیشتر از یک سوراخ در دسترس اپراتور است	اضافه کردن ابزار بصری برای کمک کردن به تشخیص موقعیت سوراخ اول آموزش اپراتور	بازرسی چشمی در ایستگاه	سنسور موقعیت به نشیمنگاه مهره اضافه شود تا هنگامیکه سوراخ در موقعیت مناسب قرار نگرفته است، عملیات انجام نشود

نگهداری PFMEA

PFMEA یک سند زنده می باشد و باید در صورت لزوم هر هنگام که تغییر در فرآیند/ محصول به وجود آید مورد بازنگری قرار گیرد.

عنصر دیگر در نگهداری یک سند PFMEA، انجام بازنگری های دوره ای است. تمرکز ویژه باید بر روی درجات وقوع و تشخیص لحاظ گردد. این امر به خصوص هنگامیکه تغییر در فرآیند/ محصول اتفاق افتد یا هنگامیکه بهبودی در کنترلهای فرآیندی رخ دهد، اهمیت دارد.

به کارگیری PFMEA

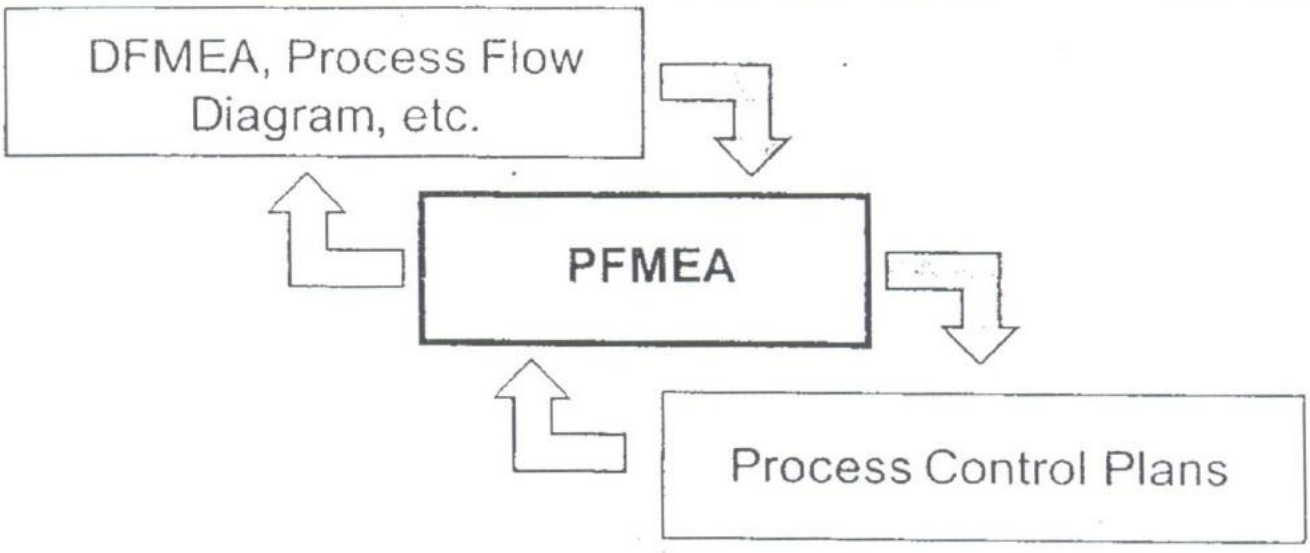
فایده یک PFMEA اساسی، این است که اطلاعات لازم در زمینه تجربیات و دانسته های گذشته به ما ارائه می نماید و بنابراین امروزه آنها را می توان به کار گرفت.

اگر یک پروژه جدید از لحاظ کاربری مشابه یک پروژه/ محصول جاری باشد و همچنین فرآیندهای آنان نیز یکسان باشد، تنها یک PFMEA برای هر دوی آنها می تواند مورد توافق با مشتری قرار گیرد. در صورت وجود تفاوت، تیم FMEA باید بر روی این تفاوتها و اثرات آنها تمرکز نماید.

ارتباطات

PFMEA یک سند تنها نیست و با برخی دیگر از اسناد سازمان از قبیل DFMEA و طرح کنترل ارتباط دارد.

شکل ۴- ۵: دیاگرام اتباط اطلاعات FMEA



ارتباط با طرح کنترل

به همراه لیستی از اقدامات پیشنهادی و ترتیب و توالی آنها در PFMEA، طرح کنترل نیز مورد توسعه و بسط قرار می گیرد. ممکن است برخی سازمانها بطور مشخص، خصوصیات محصول و فرآیند مرتبط با هم را در PFMEA تعریف ننمایند. در این صورت قسمت «خصوصیات محصول» در طرح کنترل می تواند از قسمت «الزامات» ستون «عملکرد فرآیند/ الزامات» در PFMEA، و قسمت «خصوصیات فرآیند» در طرح کنترل می تواند از ستون «علل بالقوه خرابی» برداشته شوند.

در هنگام تدوین یک طرح کنترل، تیم تدوین باید از یکسان بودن روشهای کنترل که در PFMEA آورده شده است با آنچه در طرح کنترل لحاظ می گردد، اطمینان حاصل نماید.