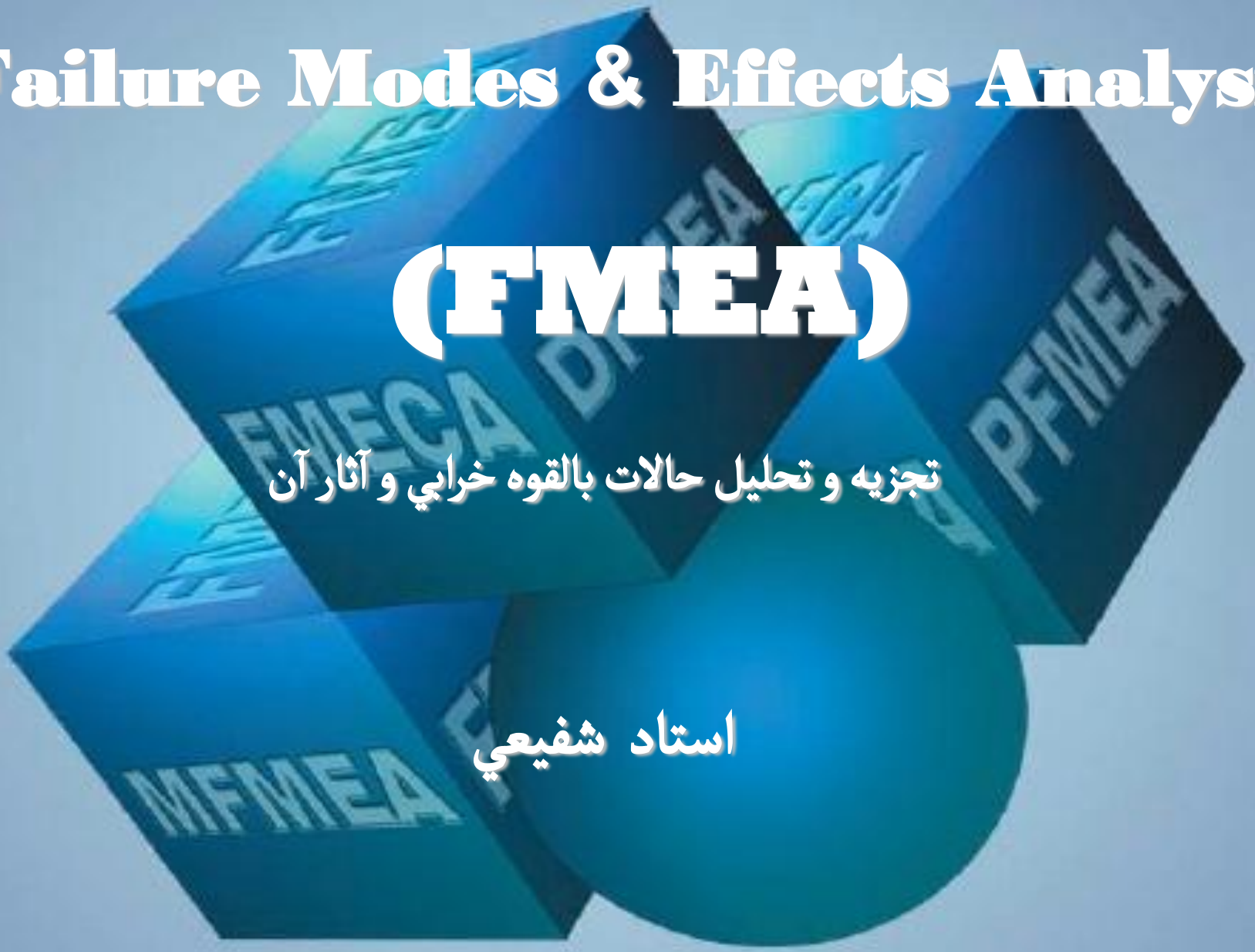
Failure Modes & Effects Analysis

(FMEA)

تجزيه و تحليل حالات بالقوه خرابي و آثار آن



استاد شفيعي

- اولين بار در دهه ۶۰ اهميت مسائل ايمني و پيشگيري از حوادث قابل پيش‌بيني ، در صنعت هوا فضا براي سفينه آپولو ۱۱ در ناسا به كار گرفته شد.

- در سال ۱۹۷۷ در صنعت خودروسازي ،سه شركت بزرگ خودرو سازي كرايسلر ، فورد و جنرال موتور توانستد تا با تلفيق و يكسان سازي نظام كيفيت مربوط به هركدام ،استاندارد واحدي تحت عنوان QS9000 (استانداردي مربوط به صنعت خودرو) را ايجاد كنند. در اين استاندارد در بخش سيستم طرح ريزي كيفيت صريحا گفته شده است كه "يكي از فعاليت هاي طرح ريزي كيفيت آماده سازي و بازنگري FMEA است".

- در ۱۹۹۲ استاندارد SAE-J-1739 به عنوان استاندارد مرجع FMEA در صنايع خودرو معرفي شد.

- هم اكنون نيز در صنايع دفاع ،صنايع خوردو ، حمل و نقل وهوا فضا ، صنايع الكترونيك و ...كاربرد دارد.

تعريف FMEA : يک روش سيستماتيک براي شناسايي عيوب بالقوه طراحي و جريان توليد قبل از وقوع ، با اين هدف که خطاها را حذف و يا ريسک وقوع آنها را کاهش دهد.

FMEA: يک سري فعاليت هاي سيستماتيک است با قصد:

- شناسايي و الويت بندي يک حالت بالقوه خرابي در يک سيستم محصول ، فرآيند و يا سرويس
- شناسايي اقداماتي که مي تواند احتمال وقوع خرابي هاي محتمل را کاهش مي دهد و يا حذف مي کند.
- ثبت نتايج تحليل هاي انجام شده به منظور فراهم کردن مرجعي کامل براي حل مشکلات در آينده

- FMEAتکنیکی تحلیلی مبتنی بر قانون "پیشگیری واقعه قبل از وقوع "که برای شناسایی عوامل بالقوه به کار می رود.
- یکی از مهمترین فاکتورهای موفقیت FMEA زمان اجرای آن است.
- FMEA احتمال نیاز به تغییرات اصلاحی که هزینه بر و انرژی بر باشد را کاهش می دهد.
- FMEA یک اقدام کنشی است ، نه واکنشی.
- FMEA به تنهایی مشکلی را حل نمی کند بلکه باید در کنار سایر تکنیک های حل مساله به کار رود.
- اگر درست وبه موقع اجرا شود یک فرایند پویا و زنده است.

فواید اجرای FMEA

- بهبود کیفیت ،افزایش درجه اطمینان کالا و ایمنی محصولاتی که تولید خواهند شد.
- کاهش زمان معرفی محصول به بازار
- بهبود تصویر سازمان در نظر مشتری
- کاهش نیاز به تغییرات ضروری در فرایند و یا محصول در زمان تولید انبوه
- کاهش ریسک تا حد امکان
- کاهش هزینه‌های کیفی مرتبط با محصولات خراب(هزینه های پیشگیری ،بازرسی و خرابی)
- رواج فرهنگ کارتیمی در درون سازمان.

زمان اجرا FMEA

زمان شروع : FMEAباید شروع شود وقتی که

- وقتی یک سیستم ،طراحی و یا خدمات جدید تولید می شود.
- وقتی سیستم های طراحی فرایند سیستم و خدمات موجود بدون در نظر گرفتن دلیل آن در حال تغییر هستند.
- وقتی که کاربردهای جدید برای وضعیت های سیستم ، طراحی فرایند و خدمات موجود پیدا می شود.
- در برنامه های بهبود مستمر

به محض آنکه یکسری از اطلاعات شناخته شد.

مدت زمان اجرا:نمی توان زمان دقیقی برای اجرا تعیین نمود. به پیچیدگی سیستم ،طرح،فرآیندو خدمات بستگی دارد.

زمان پايان :در حقيقت هيچ وقت انجام اين روش تكميل نمي شود.تا زماني كه مي توان بهبودي انجام داد.

- در سيستم ،زماني تكميل مي شود كه مشخصه هاي طراحي سيستم تثبيت شده و فعاليت هاي تشريح شده باشند.
- در طراحي، زماني تكميل مي شود كه طرح محصول براي توليد ارسال شودو يا اينكه برنامه به مرحله امضاي نهايي برسد.
- در فرايند ،زماني تكميل مي شودكه تمامي عمليات و مشخصات ويژه تعيين گرديده و طرح كنترل شده باشد.

مراحل FMEA

- تهيه FMEA نيازمند فعاليت تيمي است تعداد و تركيب افراد در تيم به پيچيدگي فرآيند يا محصول تحت بررسي بستگي دارد، اما توصيه مي شود كه تعداد افراد تيم بيشتر از ۶ نفر نباشد.

- در صورت پيچيدگي محصول يا فرآيند ، بهتر است كميته هاي متعددي تشكيل شوند و هر تيم فرعي قسمتي از موضوع را به عهده بگيرد.

- تیم **تیم‌ها از افراد خبره که بیشترین شناخت را از محصول یا فرایند دارند تشکیل می‌شوند مانند(مهندسین طراحی ، ساخت و مونتاژ ، کیفیت ، خدمات پس از فروش و . .) به همین علت فعالیت‌های تعریف شده هیچ گونه مقاومتی را در پی نخواهند داشت.**

- **برای تعیین شدن، وقوع و تشخیص لازم است افراد گروه عدد موردنظر خود را بیان کنند.**

- تکمیل فرم FMEA

فرم FMEA

- شناسايي فرمي مناسب:

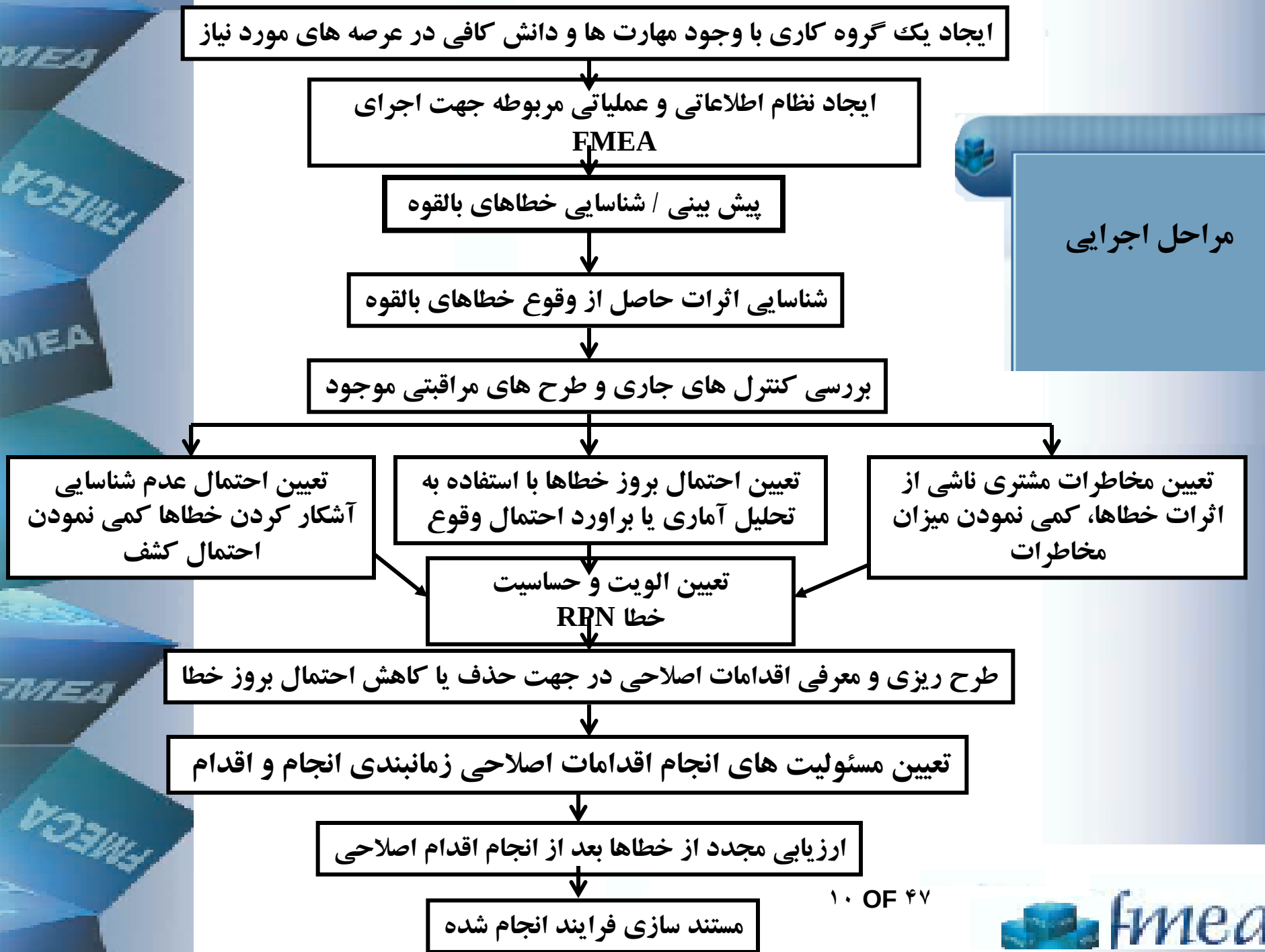
که در اين زمينه فرم استانداردي وجود ندارد و هر شرکت فرم مخصوص خود دارد که بر اساس نيازهاي سازمان و مشتريان است. که در صنعت خودروسازي در ۱۹۹۲، روشي توسط AIAG استاندارد شده و به چاپ رسيده.

- شناسايي و يا تدوين راهنماهاي رتبه بندي:

راهنماهاي رتبه بندي نيز جهاني يا استاندارد شده نيست.

(هر شرکت راهنماي مخصوص به خود دارد که نيازهاي سازمان، محصول و مشتريان مربوطه را نشان مي دهد.)

مراحل اجرایی



انواع FMEA

- تجزيه و تحليل حالات بالقوه خرابي در طراحي سيستم ها و زير سيستمها از ابتدايي ترين مراحل (system-fmea)
- تجزيه و تحليل حالات بالقوه خرابي در طراحي قطعات جديد و يا اعمال تغييرات در طرح هاي جاري (design-fmea)
- تجزيه و تحليل حالات بالقوه خرابي در طراحي و يا توسعه فرآيندهاي توليد يا مونتاژ (process-fmea)
- تجزيه و تحليل حالات بالقوه خرابي در طراحي و يا توسعه فعاليت ها و ارائه خدمات (service-fmea)
- تجزيه و تحليل حالات بالقوه خرابي در طراحي ماشين آلات (machinery-fmea)

System FMEA

- **سیستم**:یک مجموعه نظام یافته است که برای هدف خاصی طراحی شده است.
- **System-FMEA** :روشی است که برای تحلیل یک سیستم در ابتدایی‌ترین مراحل طراحی استفاده می‌شود و عموماً روی حالات بالقوه خرابی که می‌تواند در عملکرد سیستم رخ دهد تمرکز می‌کند.
- دامنه ی شمول System-FMEAدر برگیرنده طرح ایده،طرح جزییات و توسعه آن، طراحی مفهومی و آزمایش و ارزیابی سیستم است.
- System-FMEA ابتدایی ترین FMEAمی باشد و به بررسی آثار متقابل اجزا و زیر سیستم ها بریکدیگر و یا برسیستم دیگر می پردازد.
- نتیجه System-FMEA اطلاعات اولیه برای اجرای Design-FMEA است.علل خرابی در SFMEAحالات خرابی در DFMEAمحسوب می شود.

خروجی System FMEA

۱- فهرستی از حالات بالقوه خرابی براساس شاخص RPN.
۲- فهرستی از آزمایشهایی که می‌توانند حالات خرابی را کشف کنند.
۳- فهرستی از اقدامات پیشنهادی (Design action) به منظور حذف حالات خرابی ، افزایش ایمنی و یا کاهش میزان وقوع.

فواید اجرای System FMEA

۱-کمک به انتخاب طراحی بهینه سیستم از بین کلیه طرح‌های پیشنهادی
۲-کمک به تعیین سیستم‌های جبرانی
۳-افزایش احتمال مورد توجه گرفتن حالات بالقوه خرابی
۴-تعیین حالات بالقوه خرابی در سیستم و آثار متقابل آنها با زیر سیستم‌ها و یا سایر سیستم‌ها

آنالیز حالات بالقوه خرابی در طراحی سیستم

۱.نام سیستم	٤.تامین کنندگان	۷ .تهیه کننده FMEA
۲.مسئول سیستم	٥.نام محصول/مدل	۸.تاریخ اجرای FMEA
۳.نام اعضای تیم	٦.تاریخ انتشار مشخصات سیستم	۹.تاریخ بازنگری

اقلام سیستم (عملکرد)	حالات بالقوه خرابی	اثر بالقوه خرابی	شدت	Class	علل بالقوه خرابی	وقوع	کنترل های جاری طرح	تشخیص	RPN	اقدامات پیشنهادی	مسئولیت اجرا و تاریخ اتمام	نتایج اقدامات پیشنهادی	نتایج اقدامات			
													شدت	وقوع	تشخیص	RPN

- **نام اجزا و زیر سیستم ها /تشریح عملکرد**:نام اجزای سیستم وزیر سیستم های مورد بررسی را فهرست می کنیم سپس مقصود ، هدف یا عملکرد اجزای سیستم و یا زیرسیستم‌ها باید نوشته شود.

این عملکرد باید برگرفته از نیازهای سیستم در دست طراحی و یا خواسته‌های مشتری باشد که می‌تواند شامل نیازهای ایمنی ، مقررات دولتی و .... هستند . عموما این نیازها از طریق QFD تعیین می‌شود.

- **حالات بالقوه خرابی**:هر نوع نقص ، مشکل و یا فرصت برای بهبود می تواند حالت بالقوه خرابی باشد.(معمولاً باید به از دست رفتن کارایی فکر کرد).
- **اثر بالقوه خرابی** :نتیجه ی یک حالت خرابی در سیستم است و می توان از طرق زیر شناسایی کرد:

(۱.مدارک خدمات پس از فروش ۲.شکایات مشتری ۳.مطالعات امکان سنجی)

- **شدت(severity)** : رتبه‌ای که حاد بودن اثر حالت بالقوه خرابی را نشان می‌دهد. در واقع رابطه مستقیم بین اثر و شدت وجود دارد.
- **کلاسه‌بندی** : آن رشته از مشخصات مهم و با اهمیت قطعه که بر ایمنی محصول و یا عدم تطابق با استانداردهای ملی و نیز رضایتمندی مشتری اثر مستقیمی دارند، با علامت خاصی شناسایی می‌شوند.

آنالیز حالات بالقوه خرابی در طراحی سیستم

۱.نام سیستم : یخچال ٤.تامین کنندگان ۷ .تهیه کننده

۲.مسئول سیستم ۵.نام محصول/مدل ۸.تاریخ اجرای FMEA

۳.نام اعضای تیم ٦.تاریخ انتشار مشخصات سیستم ۹.تاریخ بازنگری

اقلام سیستم (عملکرد)	حالات بالقوه خرابی	اثر بالقوه خرابی	شدت	Class	علل بالقوه خرابی	وقوع	کنترل های جاری طرح	تشخیص	RPN	اقدامات پیشنهادی	مسئولیت اجرا و تاریخ اتمام	نتایج اقدامات پیشنهادی	نتایج اقدامات: شدت	نتایج اقدامات: وقوع	نتایج اقدامات: تشخیص	نتایج اقدامات: RPN
مدارات هیدرو لیکی بر قراري جريانات هيدرو ليكي لازم	نشتي روغن	اختلال در حرکت قسمت های مختلف و روغن وفشار بالا و خشک شدن	۶		شل شدن اتصالات ،پارگی لوله ها	۵	بازرسی مرتب دوره ای	۴	140	به صورت دورهای تست شود کنترل چشمی	تیم A-۸۵/۱۰/۱۱	تست شدن بهتر و در زمان کمتر	۷	۴	۱	۲۱

راهنمای رتبه بندی شدت

معیار	رتبه	اثر
بدون اثر	۱	هیچ
مشتری رنجیده می‌شود.اثر بسیار خفیفی بر عملکرد محصول یا سیستم دارد	۲	خیلی کم
مشتری بسیار خفیف آزرده می‌شود. اثر کمی بر محصول یا سیستم وجود دارد	۳	نسبتاً کم
مشتری کمی رنجیده می‌شود.اثر نسبتاً کمی بر محصول یا سیستم دارد	٤	کم
مشتری کمی ناراضی است.اثر متوسطی بر عملکرد سیستم یا محصول دارد	٥	متوسط
مشتری احساس ناراحتی می کند.عملکرد محصول افت می کند ،اما بدرستی عمل کرده ،ایمن است .خرابی جزئی اما سیستم معیوب نیست.	٦	مهم
مشتری ناراضی است و عملکرد محصول به شدت تحت تأثیر قرار گرفته،اما قابل استفاده و ایمن است.سیستم معیوب است.	۷	زیاد
مشتری خیلی ناراضی است و محصول عمل نمی کند،اما ایمن است سیستم عمل نمی کند.	۸	خیلی زیاد
اثر بالقوه شدید است و امکان توقف محصول بدون حادثه خطرناک وجود دارد امکان تداخل با مقررات دولتی وجود دارد.	۹	جدی
اثر خیلی شدید وجود دارد.خرابی ناگهانی ایمنی را به خطر می‌اندازد.مغایر با مقررات دولتی	۱۰	پرخطر

Form fmea

- **علل بالقوه خرابی** : ضعف یا اشکال در طراحی سیستم که نتیجه آن وقوع حالت خرابی است.
  - در تعیین علل بالقوه خرابی باید به دنبال علل ریشه ای گشت.
  - روش بدست آوردن : (طوفان ذهنی ، تحلیل علت و معلول)

- **وقوع** : احتمال رخ دادن حالت خرابی در طول عمر ناشی از یک علت بالقوه مورد نظر است.
  برای تعیین این مرتبه ساده‌ترین راه استفاده از (مجموع خرابی‌های اجزا) CNF در ۱۰۰۰ محصول در طول عمر پیش بینی شده در طراحی است.

CNF = Cumulative Number of Failure

  - در غیر این صورت از سوابق سیستم های مشابه استفاده کرد.
  - Sys fmeaتحت فرضیه تک نقطه ای کار می کند.

- **کنترل‌های جاری طرح** : کنترل‌هایی به منظور تشخیص نقص‌های طراحی سیستم که می تواند بسیار ساده و یا خیلی فنی و پیشرفته باشد.(شبیه‌سازی یا آزمون‌های آزمایشگاهی)
  - تشخیص اولیه در sfmeaموجب می شود کنترل های طراحی کارامد تر شود.

Form
fmea

راهنمای انتخاب رتبه وقوع

معیار	CNF/1000	رتبه	وقوع
خرابی وجود ندارد .سوابق خرابی نشان نمی دهد.	<0.0058	۱	تقریباً غیر ممکن
احتمال خرابی بسیار نادر است.	0.0068	۲	به ندرت
احتمال خرابی بسیار کم است.	0.063	۳	خیلی کم
احتمال خرابی کم است.	0.46	٤	کم
گاهی اوقات خرابی دیده می‌شود.	2.7	٥	نسبتاً کم
تعداد خرابی کمی در حد متوسط است.	12.4	٦	متوسط
تعداد خرابی نسبتاً زیاد است.	46	۷	متوسط مایل به زیاد
تعداد خرابی زیاد است.	134	۸	زیاد
تعداد خرابی خیلی زیاد است.	316	۹	خیلی زیاد
خرابی حالت بحرانی دارد.سابقه خرابی از طراحی قبلی یا طراحی مشابه استخراج شده است.	>316	۱۰	تقریباً قطعی

Form fmea

راهنمای انتخاب رتبه تشخیص

معیار	رتبه	اثر
در مرحله طراحی مفهومی، روش های تشخیص مطمئنی وجود دارد	۱	تقریباً قطعی
درمرحله طراحی اولیه ، تحلیل های رایانه ای مطمئنی وجود دارد	۲	خیلی زیاد
در مراحل طراحی اولیه ، مدلسازی یا شبیه‌سازی وجود دارد	۳	زیاد
آزمایش هایی برای اجزای سیستم نمونه اولیه وجود دارد	٤	نسبتاً زیاد
آزمایش هایی برای اجزای سیستم در پیش از تولید وجود دارد	٥	متوسط
آزمایش هایی برای اجزای سیستم مشابه وجود دارد	٦	نسبتاً کم
آزمایش هایی برای محصول با نمونه اولیه که اجزای سیستم آن نصب شده است وجود دارد	۷	کم
فقط آزمایش های دوام مطمئنی برای محولی که اجزای سیستم آن نصب شده است وجود دارد	۸	خیلی کم
فقط تکنیک های نا مطمئن یا نا توان وجود دارد	۹	به ندرت
متد یا روش تشخیص وجود ندارد	۱۰	تقریباً غیرممکن

- رتبه تشخیص : احتمال اینکه کنترل‌های جاری یک سیستم بتواند یک خرابی یـا علـت خرابی را قبل از اینکه طراحی اجزای سیستم آغاز شود ، تشخیص دهند.
- RPN(نمره ریسک پذیری) =شدت * وقوع * تشخیص
- اقدامات پیشنهادی
  - اجرای fmeaبدون اقدامات پیشنهادی بی معناست.
  - که شامل اقدامات اجرایی،مطالعاتی و تحقیقاتی بیشتری باشد و به منظور کاهش شدت ، وقوع ، تشخیص و یا همه آنها به کار می رود.
- مسئولیت وزمان اجرا :مسئول اجرای اقدام پیشنهادی و پیش بینی زمان اقدامات

اقدامات انجام شده : در این قسمت پیگیری این امر است که آیا اقدامات پیشنهادی در تاریخ مقرر انجام شده است یا خیر ؟

- نتایج اقدامات : پس از اجرای اقدامات پیشنهادی ، تیم FMEA باید دوباره رتبه‌های شدت ، وقوع و تشخیص را ارزیابی و RPN جدید را محاسبه کند . این فرایند تا زمانی ادامه پیدا می‌کند که تیم مطمئن شود کلیه خواسته‌های مربوطه تأمین شده است.

Form fmea

Design-FMEA

- **Design-FMEA : روشی سیستماتیک برای شناسایی و اولویت بندی نقص‌های طراحی محصول یا قطعه-که منجر به بروز خرابی‌های بالقوه در محصول می‌شودو در نهایت اقدام برای حذف آنها.**
- **ایجاد کیفیت در زمان طراحی بسیار راحت‌تر و کم‌هزینه‌تر از آن است که بخواهیم پس از بروز مشکلات با اقدام اصلاحی به کیفیت مطلوب برسیم.**
- **بنابراین باید در زمان طراحی محصول،بفکر خواسته‌های مشتری بود و باید کیفیت در زمان طراحی تضمین شود.**
- **طراحی DFMEA به ما کمک می‌کند تا با نقد طراحی، از برآورده شدن کلیه نیازها و خواسته های کیفی اطمینان لازم را بدست آوریم.**

کاربردهای DFMEA

- به عنوان یکی از اجزای برنامه‌ریزی کیفیت برای:
  الف)تمامی محصولات جدید
  ب)محصولات تغییر یافته
- یکی از تکنیک‌های مؤثر در روش‌های حل مسئله.
- در فعالیت‌های بهبود مستمر ، به عنوان مستندی زنده مورد استفاده قرار می‌گیرد

فواید استفاده از DFMEA

- کاهش نرخ شکست محصول
- کاهش زمان معرفی محصولات جدید
- جلوگیری صرف هزینه های اضافی
- شناسایی مشخصه هایی که به کنترل ویژه نیاز دارند.
- مبتنی بر کار گروهی

شروع کار DFMEA

کلیه اعضای تیم درابتدا باید به کمک منابع و اطلاعات زیر با محصول آشنا شوند :

- مطالعه نقشه‌های اولیه
- مطالعه Block Diagram محصول
- مطالعه نیازمندیهای مشتری (که بر اساس مطالعات بازاریابی ،QFD،نیازمندیهای فرایند ساخت و مونتاژ و نیازمندیهای محصول بدست می‌آید.)
- DFMEA محصولات مشابه

همچنین اعضای تیم باید در خصوص موارد زیر توافق کامل داشته باشند:

- تعریف واژه های کلیدی
- انتخاب رتبه‌های شدت ، وقوع و تشخیص

تهیه فرم DFMEA

- اقلام /عملکرد : نام قطعه تشکیل‌دهنده محصول (از جمله شماره قطعه، شماره نقشه و . . .)
- حالات بالقوه خرابی : عموماً تغییر فیزیکی در قطعه است که می‌تواند عملکرد را مختل کند.
- آثار بالقوه خرابی : نتیجه و پیامد حالت بالقوه خرابی بر عملکرد است.اثر خرابی می‌تواند بر خود محصول یا به سیستم و مشتری و . . . وارد شود که تمامی آنها را باید لیست کرد.نحوه پیدا کردن این آثار می‌تواند با استفاده از FMEAهای گذشته ، گزارش‌های تعمیر و نگهداری و شکایات مشتری و مخاطب باشد.
- شدت (Severity): عبارت است از میزان جدی بودن اثر حالت خرابی برخود محصول ،سیستم ،مشتری،عدم تطابق با استاندارد های دولتی . برای تهیه رتبه شدت باید ابتدا یک معیار برای رتبه‌بندی توسط مهندسین مربوطه طراحی شود (توافق اعضای تیم).
- کلاسه‌بندی : آن رشته از مشخصات مهم و با اهمیت قطعه که بر ایمنی محصول و یا عدم تطابق با استانداردهای ملی و نیز رضایتمندی مشتری اثر مستقیمی دارند، با علامت خاصی شناسایی می‌شوند مثلاً C=critical

Example

- **علل بالقوه خرابی :** کمبودهایی که در عملکرد قطعه ، خرابی ایجاد می‌کند.
- **وقوع :** احتمال رخ دادن حالت خرابی ناشی از علت شناسایی شده.
- **اقدامات پیشنهادی : (اقدامات اصلاحی)**

  - با شروع از ۱۰ درصدی که بیشترین RPN را دارند اقدامات پیشنهادی آغاز می‌شود.
  - این اقدامات باید بصورت دقیق به حالات خرابی اشاره کند.
  - هدف کاهش رتبه شدت، وقوع یا در نهایت رتبه تشخیص است.
  - برای کاهش رتبه شدت باید (۱. اثر حات خرابی را حذف کنیم و یا کاهش دهیم ۲ . در طراحی قطعه/محصول بازنگری کنیم.)
  - برای کاهش رتبه وقوع باید (۱. علت های خرابی شناسایی شده را برطرف کرده،یا تحت کنترل در آوریم ۲.در طراحی قطعه/محصول بازنگری کنیم.)
  - برای کاهش رتبه تشخیص باید کنترل‌های جاری طرح را افزایش یا بهبود دهیم.

نتایج اقدامات	RPN	۴۳
	تشخیص	۲
	وقوع	۲
	شدت	۵
نتایج اقدامات پیشنهادی		قالب مجدد طراحی و ساخته شد
مسئولیت اجرا و تاریخ اتمام		دپارتمان طراحی قالب و ابزار
اقدامات پیشنهادی		طراحی مجدد قالب برای کاهش تنش های پسماند
RPN		۱۴۴
تشخیص		۲
کنترل های جاری طرح		آنالیز تنش به کمک نرم آفزار
وقوع		۶
علل بالقوه خرابی		وجود تنش پسماند در پوسته بعد از فرم دهی
Class		C
شدت		۵
اثر بالقوه خرابی		خراب شدن بلبرینگ – عملکرد سیستم متوقف می شود
حالات بالقوه خرابی		شکستن پوسته
اقلام / **عملکرد**	**پوسته خارجی بلبرینگ**	**عملکرد** -تثبیت موقعیت ساچمه ها -کمک در حرکت یکنواخت غلتشی بلبرینگ -پخش یکنواخت تنش

ارتباط بین SFMEA و DFMEA

SYSTEM FMEA

علت	تاثیر	حالت خرابي
علت مشکل	عواقب مشکل	مشکل

DESIGN FMEA

علت	تاثیر	حالت خرابي
سر منشا جدید علت براي حالت خرابي طراحي	عواقب مشکل از FMEA SYS(احتمالا با بیان بهتر)	دلایل خرابي از SYS FMEA

Process-FMEA

- **تعریف PFMEA :** روشی سیستماتیک که به منظور شناسایی و اولویت بندی و نهایتاً اقدام برای حذف کاستی‌های فرایند-که منجر به بروز حالت‌های خرابی می شود- به کار می‌رود .
  - در PFMEA کلیه جوانب یک فرایند از جمله (جریان فرایند،آموزش اپراتور،محیط تولید،مواد اولیه) را دربر می‌گیرد و هدف آن پیشگیری از تولید محصول نامنطبق است.
- **کاربردهای PFMEA :**
  - به عنوان یکی از عناصر برنامه‌ریزی پیشرفته برای (فرایندهای تولید جدید-تغییر در فرایندهای جاری و انتقال فناوری) استفاده می‌شود.
  - یکی از روش‌های حل مسئله است.
  - در برنامه‌های بهبود مستمر به کار می‌رود.

فواید اجرای PFMEA

- خروجی فرایند، ثبات بیشتری خواهد داشت.
- نرخ ضایعات و دوباره کاری کاهش می یابد.
- بهره وری تولید افزایش می یابد.
- فرایند تولید روان تر می شود.
- اقدامات لازم برای بهبود فرایند اولویت‌بندی می‌شوند.
- فرصت‌های استفاده از خلاقیت و ابتکار برای بهبود مستمر فرایند افزایش می‌یابد.

تیم PFMEA :

- تشکیل تیم بر عهده مسئول یا مهندس تولید است.
- در این تیم واحدهای مختلف سازمان از جمله (واحد تولید و مونتاژ-واحد کیفیت-تعمیر و نگهداری-نمایندگان مشتری-تأمین کنندگان مواد و قطعات) حضور دارند.
- تعداد اعضا بستگی به فرایند تحت بررسی دارد ولی در ابتدای کار توصیه می‌شود برای جمع‌آوری اطلاعات همه اعضا حضور داشته باشند و در ادامه تنها افرادی که از فرایند بیشتر شناخت دارند حضور داشته باشند.

نقطه شروع کار :

- اعضای تیم باید ابتدا با قطعه و فرایند آن آشنا شوند که برای این منظور باید منابع زیر را بررسی کنند :
- (نقشه‌های اولیه ،نمودارهای جریان فرایند ،نمونه قطعه ،PFMEA های گذشته ، گزارش‌های تعمیر و نگهداریPFMEA،های گذشته برای قطعه قبلی یا قطعه مشابه ، نمودهای پارتو برای قطعه قبلی یا قطعه مشابه)

تعریف حالت بالقوه خرابی در فرایند

- حالت خرابی در فرایند حالتی است که قطعه در یک عملیات مشخص مردود-یا خراب-شود،یا بر اساس خصوصیات تعریف شده مورد پذیرش قرار نگیرد.
- این حالت‌ها حاصل نقص در فرایند هستند. مثل:(تنظیم نامناسب دستگاه،روغنکاری ناکافی،خراب شدن ابزار،بالا بودن دمای کوره و...)

اثر حالت خرابی در PFMEA از سه منظر مورد بررسی قرار می گیرد

- اثر حالت خرابی بر محصول
- اثر خرابی بر فرایند بعدی (مشتری داخلی)و احتمال به مخاطره افتادن ایمنی اپراتورها
- اثر خرابی بر مشتری نهایی ونیز تطابق نداشتن با استاندارد های ملی

عملیات	حالات بالقوه خرابی	اثر بالقوه خرابی	شدت	Class	علل بالقوه خرابی	وقوع	کنترل های جاری طرح	تشخیص	RPN	اقدامات پیشنهادی	مسئولیت اجرا و تاریخ اتمام	نتایج اقدامات پیشنهادی	نتایج اقدامات		
													شدت	وقوع	تشخیص	RPN
قرار دادن مجموعه موتور در بدنه	جا نرفتن مجموعه موتور در بدنه پلاستیکی	جفت نشدن در بدنه-فشار بیش از حد بر موتور	۸		پلیسه دار بودن بدنه و قرار نگرفتن در جای خود	۳	کنترل چشمی وموقعیت هر موتور نسبت به بدنه	۴	۷۲	تعویض قالب بدنه – آموزش اپراتور ها	تیم B-۱۵/۱۲/۷۹	جا گرفتن به طور مناسب موتور در بدنه	۵	۲	۲	۲۰

- **PFMEA** معمولا به واسطه يكسري از مراحل كه نيروي انساني ماشين روش توليد مواد و غيره را در بر مي گيرد تحقق پيدا مي كند.و چون هر يک از اين قسمت ها خوشان به تنهايي پيچيده هستند و اجزاي خاصي را به خود اختصاص مي دهند .كه بررسي آنها مشكل است براي همين **PFMEA** از SFMEA و DFMEA خيلي پيچيده تر است

- خروجي **PFMEA** به عنوان يک ورودي براي توليد مونتاژ و SERVICE FMEA است.

- تكميل فرم **PFMEA** بدون اطلاعات DFMEA تقريبا غير ممكن است.

- يكي از اهداف **PFMEA** افزايش راه حل هاي فني در رابطه با مسايل كنترل كيفي ،اطمينان كالا وامكان سنجي توليد بر اساس اصول تدوين DFMEA است.

ارتباط بين **PFMEA** و **DFMEA**

DESIGN FMEA

علت	تاثير	حالت خرابي
سر منشا جديد علت براي حالت خرابي طراحي	عواقب مشكل از FMEA SYS(احتمالا با بيان بهتر)	دلايل خرابي از SYS FMEA

PROCESS FMEA

علت	**تاثير**	**حالت خرابي**
دلايل ريشه اي ويژه حالت خرابي فرايند	عواقب مشكل از DFMEA	دلايل مشكل از DFMEA

Machinery-FMEA

- **MFMEA:روشي استاندارد براي ارزيابي دستگاه و ابزار در طي فاز طراحي،به‌منظور بهبود ايمني كاربر،افزايش كارايي و توانايي ماشين است.**
- MFMEA همانند DFMEA است و در فاز طراحي به كار مي‌رود،ولي به دليل شرايط خاص طراحي يک ماشين،از قوانين خود تبعيت مي‌كند.

- **عموماً در دو مورد از MFMEA استفاده مي‌شود :**
  - زماني كه حجم طراحي كم است (تعداد ماشين حاصل از طراحي بسيار پايين است) و نمونه‌سازي منطقي نيست.
  - وقتي زمان استفاده از محصول حاصل از طراحي،خيلي طولاني است.

فواید اجرای MFMEA

- بهبود ایمنی، قابلیت اطمینان و دوام تجهیزات و دستگاه ها
- اجرای تغییرات طراحی در مراحل آغازین طرح به منظور کاهش هزینه‌های طراحی و تأخیر در تحویل بموقع.
- کاهش میزان مخاطره در برنامه‌های تولید محصول(توسط ماشین‌آلات).
- کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری.

حالات خرابی در ماشین: حالاتی که باعث می‌شوند ماشین نتواند اهداف طراحی را به انجام برساند.

حالات خرابی ماشین ممکن است به سه طریق باشد :

- خرابی در مؤلفه های ماشین؛ مانند خرابی بلبرینگ.
- خرابی در سیستم یا زیرسیستم های ماشین ؛ مانند افزایش لرزش ماشین.
- استفاده خلاف قاعده از ماشین ؛ مثلاً باربرداری زیاد با سرعت زیاد.

اثر خرابی در ماشین به هفت دسته می توان تقسیم کرد که به "هفت ضرر بزرگ "معروفند.

- توقف دستگاه
- تنظیم پی در پی دستگاه
- اوقات به هدر رفته
- کاهش زمان تولید
- توقف در شروع کار
- خرابی قطعات تولید شده توسط دستگاه
- خرابی ابزار

- شدت خرابي :ميزان بحراني بودن اثر خرابي كه معمولا در سه مقوله زير مورد بررسي قرار مي گيرد.
  - مقوله ايمني كاربر
  - توقف دستگاه
  - خرابي قطعه توليد شده

- اقدامات اصلاحي پيشنهادي در شرايط زير تعريف مي شود
  - خرابي داراي شدت ۹ويا ۱۰ باشد
  - حالت خرابي داراي عدد شدت وقوع بالا باشد.
  - حالت خرابي داراي RPNبالا باشد.

نام زیر سیستم ها	حالات بالقوه خرابی	اثر بالقوه خرابی	شدت	Class	علل بالقوه خرابی	وقوع	کنترل های جاری طرح	تشخیص	RPN	اقدامات پیشنهادی	مسئولیت اجرا و تاریخ اتمام	نتایج اقدامات پیشنهادی	نتایج اقدامات			
													شدت	وقوع	تشخیص	RPN
اسپیندل‌های بورینگ **عملکرد:** سوراخ کاری روی آلومینیوم E40D **نیازمندیهای اجرایی:** نگهداری در ۱۲۰۰ دور برای ۲۳ ثانیه در زمان سوراخ کاری **قابلیت استفاده:** MTBF=26 ماه	کاهش سرعت سوراخکاری	سوراخ خارج از اندازه	۷		سایش خرابی یا پاره شدن تسمه مشخصات: بر اساس استاندارد ANSI RAM-IP-20	7	بازرسی و تنظیم تسمه هر ۲۰۰ دور	۳	۱۴۷							
		عدم صافی سطح	۷		شل بودن پولی یا خار نگهدارنده	6	بازرسی و تنظیم پلک هر ۵۰۰ ساعت	۲	۱۲۶							
		سوراخ کامل نمی‌شود	۷		سایش یا خط افتادن یاتاقان های اسپیندل	6	روغنکاری هر ۳۰۰ ساعت کنترل سرعت اسپیندل آنالیز لرزش هر ۶۰۰ ساعت	۲	۸۴							

Service FMEA

- SERVICE FMEA:روشی است تحلیلی و نظام یافته به منظور شناسایی حالت بالقوه خرابی و الویت بندی ان ها و سرانجام با اقدامات پیش گیرانه برای حذف آن قبل از ارائه اولین خدمت به مشتری
- به‌منظور بررسی تقابل‌های موجود بین اجزای یک خدمت ، شامل نیروی انسانی ،ماشین،روش،مواد اولیه و محیط پیرامون انجام می‌شود.
- می‌تواند در هر موقعیتی و برای هر سازمانی که خدماتی را ارائه می‌کند مورد استفاده قرار گیرد.
- برای اجرای Service FMEA باید ابتدا (مشخصات خدماتی) را شناخت.

موارد کاربرد :

- پیمانکاران تعميرات ونگهداري
- موسساتي كه با ايمني سرو كاردارند
- صنايع مهمان پذيري
- بيمارستان ها و درمانگاهها

- مشتري نقش بسيارمهمي درايجاد هر گونه تغيير در سرويس خواهد داشت زيرا ممكن است به علت نارضايتي خدمت متوقف شود.
- زمان اولين خدمت بسيارمهم است زيرا تا آن زمان هرگونه تغيير يا اصلاح در ارائه خدمت واقعه ي مهمي تلقي نمي شود.

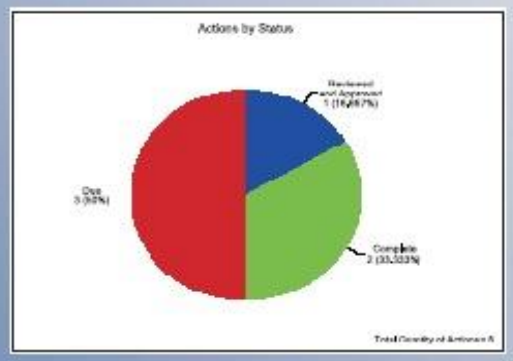
شناختن مشخصات خدماتی از راه‌های زیر امکان پذیر است:

- **Benchmarking:ممکن است محک زدن رقبا و شرکت‌های مشابه در شناسایی و ارائه خدمت بهتر به مشتریان مؤثر باشد.**
- **QFD: از این روش می‌توان برای شناسایی نیازمندیهای مشتریان و خواسته های خاص آنان به کار گرفت.**
- **مطالعه بازار: با استفاده از این رئش با مدل هایی ریاضی می‌توانیم نیازهای بازار را مطالعه و بررسی کنیم.**

آنالیز حالات بالقوه خرابی در طراحی خدمات/سرویس

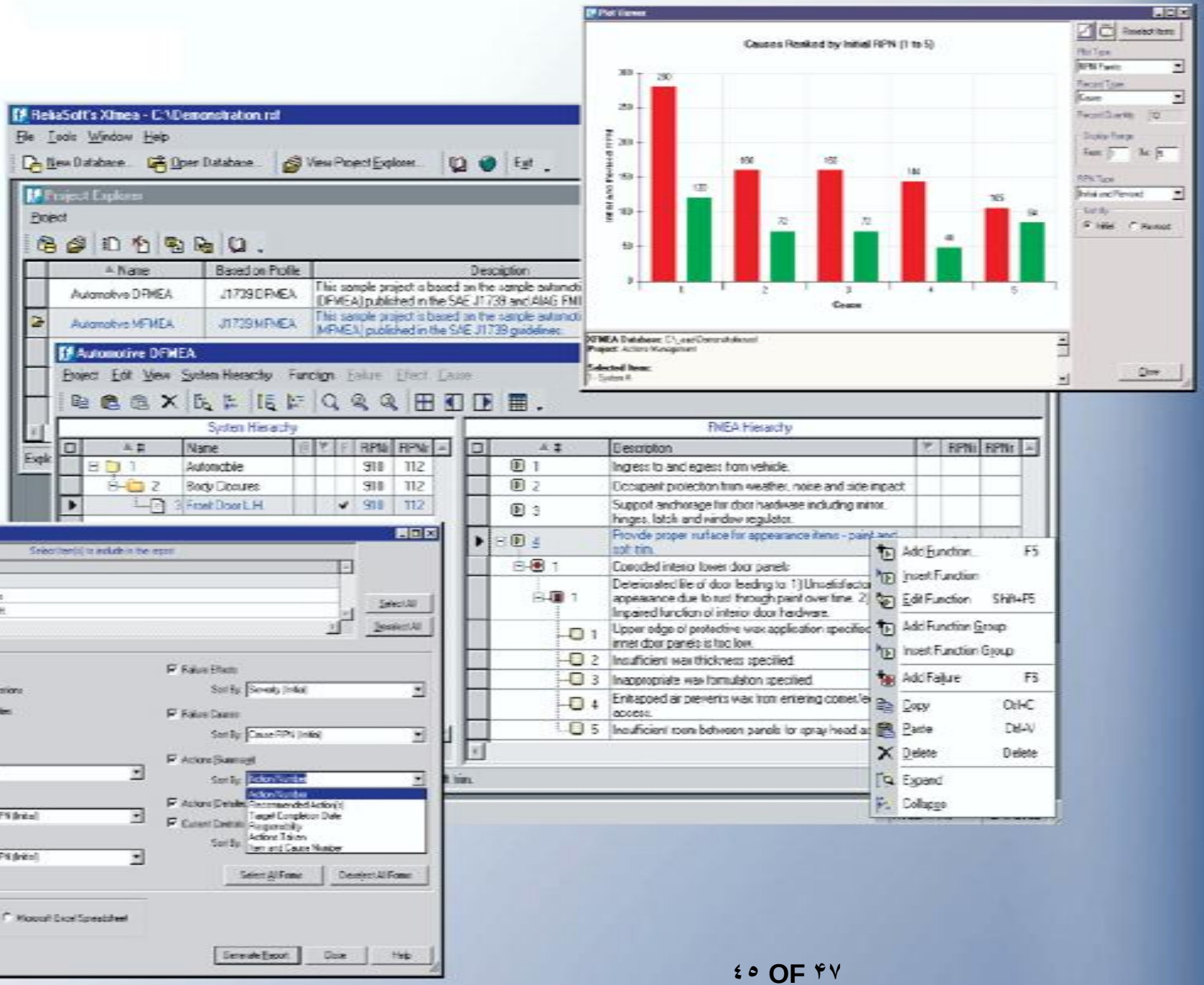
۱.نام سرویس	٤.تامین کنندگان نیازمندی	۷.تاریخ اجرایFMEA
۲.مسئول اجرای سرویس	٥.تاریخ انتشار مشخصات سرویس	۸.تاریخ بازنگری
۳.نام اعضای تیم	٦.تهیه کننده	صفحه از صفحه

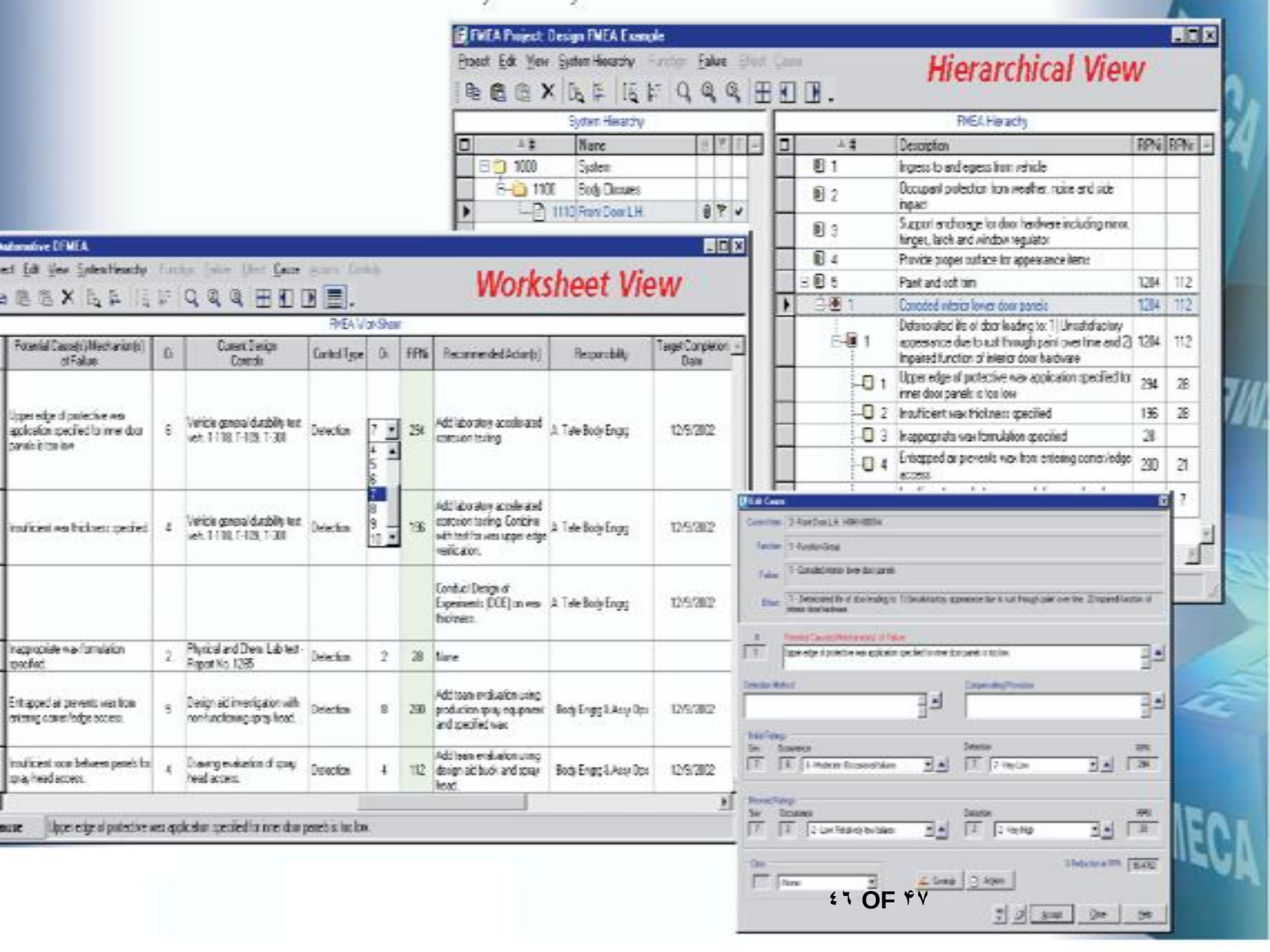
اقلام سرویس / عملکرد/وظیفه	حالات بالقوه خرابی	اثر بالقوه خرابی	شدت	Class	علل بالقوه خرابی	وقوع	کنترل های جاری طرح	تشخیص	RPN	اقدامات پیشنهادی	مسئولیت اجرا و تاریخ اتمام	نتایج اقدامات پیشنهادی	نتایج اقدامات			
													شدت	وقوع	تشخیص	RPN



نرم افزار

XFMEA


ReliaSoft's Xfmea - C:\Demonstration.rst
File Tools Window Help
New Database
Open Database
View Project Explorer
Exit
Project Explorer
Project
Name
Based on Profile
Description
Automotive DFMEA
J1739 DFMEA
Automotive MFMEA
J1739 MFMEA
Automotive DFMEA
Project Edit View System Hierarchy Function Failure Effect Cause
System Hierarchy
RPNI
RPNr
Automobile
Body Closures
Front Door LH
FMEA Hierarchy
Description
Ingress to and egress from vehicle.
Occupant protection from weather, noise and side impact
Support anchorage for door hardware including mirror, hinges, latch and window regulator.
Provide proper surface for appearance items - paint and soft trim.
Corroded interior lower door panels
Add Function F5
Insert Function
Edit Function Shift+F5
Add Function Group
Insert Function Group
Add Failure F5
Copy Ctrl+C
Paste Ctrl+V
Delete Delete
Expand
Collapse
FMEA Report Generation
Select Output Type
Generate Report
Close
Help
Causes Ranked by Initial RPN (1 to 5)
Cause


FMEA Project: Design FMEA Example
Project Edit View System Hierarchy Function Failure Effect Cause
Hierarchical View
System Hierarchy
Name
1000 System
1100 Body Closures
1110 Front Door LH
FMEA Hierarchy
Description RPN(RPN
1 Ingress to and egress from vehicle
2 Occupant protection from weather, noise and side impact
3 Support and storage for door hardware including mirror, hinges, latch and window regulator
4 Provide proper surface for appearance items
5 Paint and soft trim 1284 112
1 Corroded interior lower door panels 1284 112
1 Deteriorated life of door leading to: 1) Unsatisfactory appearance due to rust through paint over time and 2) Impaired function of interior door hardware 1284 112
1 Upper edge of protective wax application specified for inner door panels is too low 294 28
2 Insufficient wax thickness specified 196 28
3 Inappropriate wax formulation specified 28
4 Entrapped air prevents wax from entering corner/edge access 280 21
Worksheet View
FMEA Worksheet
Potential Cause(s)/Mechanism(s) of Failure
O
Current Design Controls
Control Type
D
RPN
Recommended Action(s)
Responsibility
Target Completion Date
Upper edge of protective wax application specified for inner door panels is too low
6
Vehicle general durability test verif. T-108, T-109, T-308
Detection
7
294
Add laboratory accelerated corrosion testing
A. Tate Body Engrg
12/5/2002
Insufficient wax thickness specified
4
Vehicle general durability test verif. T-108, T-109, T-308
Detection
7
196
Add laboratory accelerated corrosion testing. Combine with test for wax upper edge verification.
A. Tate Body Engrg
12/5/2002
Conduct Design of Experiments (DOE) on wax thickness
A. Tate Body Engrg
12/5/2002
Inappropriate wax formulation specified
2
Physical and Chem. Lab test - Report No. 1295
Detection
2
28
None
Entrapped air prevents wax from entering corner/edge access
9
Design aid investigation with non-functioning spray head
Detection
8
280
Add team evaluation using production spray equipment and specified wax
Body Engrg & Assy Ops
12/5/2002
Insufficient room between panels for spray head access
4
Drawing evaluation of spray head access
Detection
4
112
Add team evaluation using design aid buck and spray head
Body Engrg & Assy Ops
12/5/2002
Edit Cause