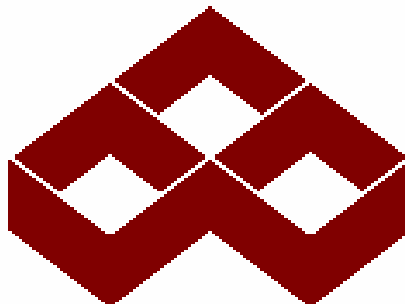


بسمه تعالي



شرکت سازه گستر ساپا


راهنمای آنالیز حالات خرابی (FMEA)

امور کیفیت
مرداد ۸۴

مدرک شماره ۷
(ویرایش اول)

یادآوری:

- جهت اطمینان از اعتبار این مدرک به شبکه اینترنت سازه گستر ساپا مراجعه فرمائید.
- کلیه حقوق این مدرک محفوظ و مخصوص سازه گستر ساپا می باشد.

شماره مدرك: V	خلاصه تغييرات مدرك	 S.G.S.Co.	
عنوان مدرك : راهنماي آناليز حالات خرابي (FMEA)			
صفحه مرتبط	خلاصه تغييرات	تاريخ	ردیف
	  S.G.S.Co.		

۲	فصل اول : آشنائی با تجزیه و تحلیل حالات شکست
۲	۱- هدف از انجام FMEA
۲	۲- تاریخچه
۲	۳- مسئولیت اجرای FMEA
۲	۴- موارد کاربرد تجزیه و تحلیل عوامل شکست
۴	۵- ویژگیهای FMEA
۵	فصل دوم : بررسی مرحله به مرحله تجزیه و تحلیل عوامل شکست
۹	A- اطلاعات اولیه (پرونده FMEA)
۱۰	B- اطلاعات اصلی
۱۰	- وظیفه
۱۲	- شکست بالقوه
۱۴	- اثر شکست بالقوه
۱۶	- شدت
۲۰	- مشخصه های مهم (CLASS)
۲۰	- علل شکست بالقوه
۲۲	- وقوع شکست
۲۳	- روش های تشخیص
۲۵	- درجه بازیابی
۲۷	- عدد اولویت ریسک (RPN)
۲۸	- اقدامات پیشنهادی
۲۹	- مسئولیت و تاریخ نهائی اقدام
۲۹	- اقدامات انجام شده
۲۹	C- مرور و تأیید انجام FMEA

۱-هدف از انجام FMEA

FMEA يك سري فعاليت سيستماتيک است با قصد:

- الف - شناسايي و ارزيابي خرابيهاي بالقوه که در طراحي سيستم، محصول، فرآيند وجود دارند و برآورد اثرات حاصل از وقوع هر يك از عوامل فوق
- ب - شناسايي اقداماتي که مي تواند احتمال وقوع خرابيهاي محتمل را کاهش داده و از ميان بردارد.
- ج - شناسايي و انجام اقداماتي که توسط آن بتوان ميزان شدت و وخامت حاصله از خطاها را تا حد امکان کاهش داد.
- د - شناسايي و انجام اقداماتي که توسط آن بتوان قابليت کشف و به عبارت ديگر احتمال آشکار کردن خطا را قبل از رسيدن محصول به مشتري افزايش داد.
- ه - مستندسازي امور طراحي و فرآيند توليد محصول

۲-تاريخچه FMEA

استفاده از FMEA براي اولين بار در اواسط دهه 1960 در صنايع هوا و فضا ايالات متحده امريکا مشخصاً جهت ساخت سفينه آپولوئي ۱۱ در ناساي امريکا مشاهده شده است. و پس از آن در دهه 1970-1980 روش FMEA براي موسسات اتمي مورد استفاده قرار گرفت و همچنين از سال 1977 به بعد در صنايع خودروسازي به کار گرفته شده است.

۳-مسئوليت اجراي FMEA و انواع FMEA

خاصيت FMEA به گونه اي است که اجراي آن بايد از طريق گروههاي چند تخصصي (Cross Functional Team) متشکل از بهترين مهندسين و کارشناسان خبره در اموري مانند طراحي، ساخت و توليد، مونتاژ، خدمات پشتيباني، نگهداري و تعمير، کنترل کيفيت و قابليت اطمينان که داراي تخصص و تجربه لازم مي باشند انجام پذيرد. FMEA گرچه نوعي کار گروهي است ولي مسئوليت اجراي FMEA به يك فرد سپرده مي شود و اين نکته ضروري است که مسئول FMEA بايد از حمايت کافي و جدي بالاترين مقام اجراي شرکت برخوردار باشد، فرد مسئول مي بايست افراد مورد نظر را به صورت مستقيم و فعال در امر FMEA براي تبادل اطلاعات، نظرات و انديشه هادرگير نموده و نقشي مانند کاتاليزور را بازي کند تا از اين طريق کيفيت کارگروهي نیز ارتقا يابد.

لازم به ذکر است در مورد طراحي هاي انجام شده توسط پيمانکاران فرعي نیز بايد با مسئول FMEA مربوطه مشورت شود و به عبارت ديگر بايد اطمينان حاصل شود که براي طراحي هاي انجام شده توسط پيمانکاران فرعي و يا توليدات محصولات آنها و فرآيندهای مربوطه نیز از FMEA استفاده شده باشد.

- انواع FMEA و مسئولین آنها

- مهندس سیستم جهت انجام (SYSTEM FMEA)
- مهندس طراح جهت انجام (DESIGN FMEA)
- مهندس فرآیند جهت انجام (PROCESS FMEA)
- مدیر بخش ارائه خدمات (SERVICE FMEA)
- مهندس ابزار جهت انجام (TOOLS FMEA)

۴- موارد کاربرد تجزیه و تحلیل عوامل شکست (FMEA)

- ۱- در مواقعی که سیستم، طراحی محصول، فرآیند تولید محصول و نحوه ارائه خدمات "جدید" مطرح شده باشد.
- ۲- وقتی که در اجرای سیستم، طرح محصول، فرآیندهای تولید محصول و نحوه ارائه خدمات "موجود" تغییری حاصل گردد.
- ۳- وقتی که مورد مصرف متفاوتی برای اجرای سیستم، طرح محصول، فرآیندهای تولید محصول و ارائه خدمات در شرایط موجود به وجود آید.
- ۴- وقتی که لازم باشد در سیستم، طرح محصول، فرآیندهای تولید محصول و ارائه خدمات مربوط بهبود صورت گیرد.

۵- ویژگیهای FMEA

از بهترین ویژگیهای FMEA اقدام کنشی بجای واکنشی در مقابل برخورد با شکست‌ها یا به عبارتی دیگر انجام عملی پیشگیرانه قبل از وقوع حادثه است نه بعد از آن، چرا که در صورت وقوع حادثه ناگوار معمولاً مبالغ هنگفتی صرف بر طرف نمودن اشکالات و خرابیهای بوجود آمده می‌شود و در صورتیکه به هر علت خطایی در مرحله طراحی نشات گرفته باشد میزان خسارت وارده به حداکثر خواهد رسید زیرا تغییر در طراحی باعث تغییر ابزارهای تولید، قالبها، فیکسچرها و هزینه‌های مجدد طراحی محصول و فرآیند و ... خواهد گردید، همچنین برای بالا بردن بازده کار قبل از اینکه عامل خطای طرح و فرآیند وارد محصول شود FMEA اجرا می‌گردد. زیرا به ازاء زمان و هزینه‌ای که صرف اجرای کامل و دقیق FMEA می‌شود، این امکان بوجود می‌آید که بتوان هر گونه تغییر و اصلاح در طراحی محصول یا فرآیند را به سادگی و با صرف حداقل هزینه اعمال کرد. در واقع FMEA مسائل و مشکلات ناشی از اعمال این تغییرات را به حداقل می‌رساند. همچنین FMEA روش نظام یافته‌ای است که اولاً خطاها و نواقص و خرابیهایی که در سیستم، محصول، فرآیند بصورت نهفته و آشکار وجود دارند شناسایی نموده و ثانیاً با اتخاذ تدابیر صحیح در صدد حذف آنها بر می‌آید. بدینوسیله از FMEA می‌توان بعنوان یکی از ابزارهای بهبود مستمر کیفیت محصولات و خدمات در شرکتها نام برد.

همچنین از سایر ویژگیهای FMEA می‌توان موارد زیر را نام برد

- ۱- کاهش دوباره کاریها و اقدامات اصلاحی
- ۲- بهبود کیفیت
- ۳- افزایش قابلیت اطمینان محصول (RELIABILITY)
- ۴- افزایش ایمنی محصول
- ۵- کاهش زمان ارایه محصولات به بازار (TIME TO MARKET)



S.G.S.Co.

فصل دوم

بررسی مرحله به مرحله تجزیه و تحلیل عوامل شکست

برای انجام تجزیه و تحلیل عوامل شکست در سیستم، طرح، فرآیند تامین دو شرط لازم می‌باشد:

الف- تعیین فرمی که برای انجام این تجزیه و تحلیل استفاده می‌شود.

ب- تعیین دستورالعمل‌های ارزیابی است که در ارزیابی شدت، وقوع و شناسایی (بازیابی) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

الف - فرمی که برای انجام تجزیه و تحلیل عوامل شکست نشان داده شده است (فرم شماره ۱)، تقریباً با کمی تغییرات در سطح جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. البته شرکت‌های مختلف با توجه به سلیقه و نیازهای خود و خواسته‌های مشتریان به این فرم شکل خاصی داده و آن را تهیه می‌کنند. نمونه‌هایی از فرم‌های FMEA (فرم‌های شماره ۲ و ۳ و ۴ و ۵) آورده شده است، همچنین جهت یکسان کردن فرم FMEA در آمریکا توسط گروه عملیاتی صنایع اتومبیل آمریکا* (AIAG) در ماه جولای ۱۹۹۳ این فرم چاپ و منتشر گردیده است فرم تجزیه و تحلیل عوامل شکست از سه بخش تشکیل شده است که عبارتند از:

A - اطلاعات اولیه (پرونده FMEA) که آیتم‌های ۱ تا ۹ در فرم شماره ۱ می‌باشد.

B - اطلاعات اصلی (اسکلت اصلی تجزیه و تحلیل) که آیتم‌های ۱۰ تا ۲۲ در فرم شماره ۱

می‌باشد.

C - مرور و تأیید انجام FMEA که آیتم‌های ۲۳ و ۲۴ در فرم شماره ۱ می‌باشد.

۱- نام سیستم/طرح/فرآیند:

۲- مسئول سیستم/طرح/فرآیند:

۳- درگیری قسمت‌های دیگر:

۴- درگیری فروشندگان و غیره:


۵- مدل یا محصول:

۶- تاریخ انتشار اطلاعات فنی:

۷- توسط:

۸- تاریخ شروع تحلیل:

۹- تاریخ بازبینی مجدد:

Action Results ۲۲					مسئول و تاریخ تکمیل ۲۱	اقدامات پیشنهاد ی ۲۰	درجه ریسک (RPN) ۱۹	درجه بازایی (D) ۱۸	کنترل‌های جاری تشخیص (شناسایی) ۱۷	کنترل‌های جاری پیشگیرانه ۱۷	وقوع (O) ۱۶	علل شکست بالقوه ۱۵	مشخصه‌های مهم (CLASS) ۱۴	شدت اثر (S) ۱۲	اثر(آثار) شکست بالقوه ۱۲	شکست بالقوه ۱۱	وظیفه سیستم/طرح / فرآیند ۱۰
R P N	D E T	O C C	S E V	اقدامات انجام شده													
																	

۲۳- امضا تایید کننده

۲۴- امضا مرورکننده

S.G.S.Co.

Type of FMEA _____

FMEA date _____

Prepared by _____

Page _____ of _____ pages _____

System/ design/ process/ service function	Potential failure mode	Potential effect(s) of failure	▽ Potential cause(s) of failure	Detection method	O C C	S E V	D E T	R P N	Recommended action	Responsibility & completion date	Action results				
											Action taken	S E V	O C C	D E T	R P N
Team															

Figure E.1 A generic FMEA form.

فرم شماره ۲ نمونه ای از فرمت FMEA برای انواع FMEA

Potential failure mode and effects analysis (design FMEA)											
Part number Part name Part function	Potential failure mode	Potential effect(s) of failure	▽ Potential cause(s) of failure	Design verification	RPN	Recommended action(s)	Responsibility and completion date	Action results			RPN
								Severity	Occurrence	Detection	
Subassembly no./name _____										Prepared by _____	
Final assembly no./name _____										FMEA date (original) _____	
Other areas involved _____										Revision _____	
Suppliers affected _____											

Figure E.4 A design FMEA form.

فرم شماره ۳ نمونه ای از فرمت FMEA برای استفاده در DFMEA

Name _____
 System _____
 Date _____

Part _____
 Design engineer _____
 Page _____ of _____ pages _____

Design function	Failure mode	Failure effects			Causes	Validation	O C C	S E V	D E T	R P N	Recommended action	Action taken	Responsibility
		System/ assembly	Product	User									

Figure E.5 A design FMEA form.

فرم شماره ۴ نمونه ای از فرمت FMEA برای استفاده در DFMEA

Name _____
 System _____
 Date _____

Part _____
 Design engineer _____
 Page _____ of _____ pages _____

Process function	Failure mode	Failure effects			Causes	Validation	O C C	S E V	D E T	R P N	Recommendations	Action taken	Responsibility
		System/ assembly	Product	User									

Figure E.6 A process FMEA form.

فرم شماره ۵ نمونه ای از فرمت FMEA برای استفاده در PFMEA

A - اطلاعات اولیه (پرونده FMEA)

مواردی هستند که تهیه کردن این موارد اجباری نبوده و شرکت می‌تواند به هر نحوی که مایل باشد آن را تغییر دهد. این موارد در فرم (۱) تحت شماره‌های ۱ تا ۹ مشخص شده است که عبارتند از:

۱- شناسایی سیستم، طرح یا فرآیند : که در این قسمت نام سیستم طرح یا محصول یا فرآیندی که تجزیه و تحلیل عوامل شکست به روی آن انجام می‌گیرد آورده می‌شود.

۲- مسئولیت : در این قسمت معرفی واحدی که مسئولیت طرح سیستم، محصول یا فرآیند را عهده دار می‌باشد مشخص می‌گردد لازم به توضیح است در برخی موارد نام شخصی که مسئولیت اصلی انجام این تجزیه و تحلیل را دارد آورده می‌شود.

۳- درگیری قسمت‌های دیگر: واحدها و اشخاصی که در FMEA مورد نظر تاثیر گذار می‌باشند نام برده می‌شوند.

۴- درگیری فروشندگان و غیره : افراد دیگر (در خارج از سازمان) مانند مشاوران، نمایندگان مشتری در صورت نیاز، فروشندگان و موسساتی که در تولید محصول همکاری دارند در این قسمت ذکر می‌شود.

۵- مدل یا محصول: نام محصولی که مورد نظر است در این قسمت ذکر می‌شود.

۶- تاریخ انتشار اطلاعات فنی : تاریخی است که اطلاعات فنی و مهندسی سیستم، طرح، فرآیند منتشر خواهد شد که با ذکر روز- ماه - سال مشخص می‌شود.

۷- تهیه کننده : نام مهندس مسئول سیستم / طرح / فرآیند در این قسمت ذکر می‌شود. گاهی اوقات اطلاعات بیشتری مانند آدرس و شماره تلفن مهندس مسئول، محل کار و اعضای گروه تجزیه و تحلیل و سمت آنها نیز ذکر می‌گردد.

۸- تاریخ شروع تحلیل (تاریخ انجام دادن تجزیه و تحلیل) : تاریخ شروع تجزیه و تحلیل عوامل شکست با ذکر روز- ماه - سال مشخص می‌گردد.

۹- تاریخ بازنگری (تاریخ تجدید نظر) : تاریخ آخرین تجدید نظر انجام شده در تجزیه و تحلیل عوامل شکست در سیستم یا طرح یا فرآیند با ذکر روز - ماه - سال در این ستون آورده می‌شود.

B - اطلاعات اصلی (اسکلت اصلی تجزیه و تحلیل)

مواردی هستند که اسکلت اصلی FMEA را تشکیل داده در فرم (۱) و از ستونهای ۱۰ تا ۲۲ مشخص گردیده است وجود این ستونها در تجزیه و تحلیل عوامل شکست اجباری است، ترتیب این ستونها میتواند تغییر یابد و یا ستونهای اضافه گردد، ولی هیچ يك از ستونها نباید حذف گردد.

۱۰- وظیفه (FUNCTION): در این قسمت طراح، قصد و منظور و یا هدف عملیاتی سیستم یا طرح یا فرآیند را جهت تجزیه و تحلیل و شناسایی عوامل شکست يك به يك در این ستون عنوان می‌کند، وظیفه طرح معمولاً از طریق نیازها و خواسته‌ها و یا شرایط مشتری نشأت می‌گیرد که این وظایف معمولاً شامل شرایط ایمنی، قوانین دولتی و سایر ضوابط داخلی و خارجی سازمان، استانداردهای مورد قبول فنی و تعهداتی که تولید کننده در ضمن تولید محصول با خریدار تعهد نموده است می‌گردد. این نیازها و خواسته‌ها را می‌توان با استفاده QFD (گسترش وظیفه کیفیت QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT) تعیین نمود. بعضی از این وظایف شامل درجه قابلیت اطمینان محصول، ضمانت محصول، استانداردهای صنعتی و ضرورت‌های گمرکی نیز خواهد بود. وظیفه طرح می‌بایست با عبارتی که کاملاً مشخص، دقیق، خلاصه و آسان باشد تعریف شود و اطلاعاتی در مورد شرایط محیطی کارکرد محصول مانند محدوده کاری، فشار و رطوبت لازم نیز در صورت نیاز نوشته می‌شود، همچنین می‌بایست وظیفه طرح با واژه‌های تکنیکی و فنی تشریح گردد.

همچنین جهت تعیین وظایف سیستم یا طرح می‌توان از ترسیم بلوکه‌ای وظایف (FUNCTION BLOCK DIGRAM) که وظایف و ارتباطات اجزاء يك مجموعه و یا سیستم را به صورت مستقیم و غیرمستقیم نشان می‌دهد استفاده نمود.

و همچنین جهت لیست نمودن وظایف محصول می‌توان از فرم تجزیه و تحلیل وظایف قطعه (ITEM FUNCTION WORKSHEET) نیز استفاده نمود.

مزیت استفاده از این فرم طبقه بندی وظایف سیستم، محصول و یا فرآیند از نظر درجه اهمیت و همچنین مشخص نمودن وظایفی را که محصول می‌باید انجام دهد یا وظایفی را که محصول نباید انجام دهد و تعیین مقدار کمی وظایف محصول (HOWMUCH) یا مدت زمان انجام وظیفه (WHEN) و همچنین رتبه‌بندی وظیفه از نظر اهمیت (ستون RANKING) برای هر وظیفه می‌باشد. لازم به ذکر است در صورتی که از گسترش وظیفه کیفیت QFD استفاده شده باشد می‌توان جهت رتبه‌بندی وظیفه از آن کمک گرفت. از این فرم می‌توان جهت پرنمودن ستون وظیفه (ستون ۱۰) فرم FMEA استفاده نمود. در فرم شماره ۶ نمونه‌ای از ITEM FUNCTION WORKSHEET آورده شده است.

لازم به ذکر است وظیفه باید قابل اندازه گیری باشد و بصورت فعل مطرح گردد. بعنوان مثال تحمل نیروی برشی 35 kg/cm^2 در DFMEA، سوراخکاری به قطر 6 ± 0.02 تحت زاویه 22° در PFMEA

در PFMEA می‌توان جهت پرنمودن ستون وظیفه از نمودار فرآیند عملیات استفاده نمود و وظایفی که از تك تك فرآیندهای تولید مانند تراشکاری، سوراخکاری، مونتاژ و ... انتظار می‌رود می‌بایست در این ستون لیست گردند.



S.G.S.Co.

۱۱- شکست بالقوه (POTENTIAL FAILURE MODE): حالي است که سیستم قادر نمی‌باشد خواسته‌های طراحی (مشتری) را برآورده کند، هرچه شکست مشخص تر باشد شناسایی تاثیر و علت آن که در ستون‌های بعدی FMEA مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد آسانتر خواهد بود، شکست طرح وقتی رخ خواهد داد که محصول در مقابل آسیب‌ها محافظت نشده و برآورد شکست یا عواقب منفی کار در سیستم، طرح یا فرآیند به خوبی پیش‌بینی نگردیده باشد برای وظایف مشخص شده در ستون ۱۰، باید شکست‌های بالقوه تعیین گردد ممکن است برای هر وظیفه چند شکست بالقوه وجود داشته باشد، لازم به ذکر است به منظور شناسایی شکست بالقوه می‌بایست به طور منفی نسبت به وظایف سیستم، طرح، فرآیند فکر کرد. می‌توان جهت شناسایی شکست‌های سیستم، طرح، فرآیند از سوابق خطاها و اشتباهات گذشته و گزارشات مربوطه استفاده کرد و یا از سوابق شکست‌های بالقوه‌ای که صرفاً در شرایط محیطی خاص (گرما، سرما، خشکی، گرد و غبار و ...) و یا در شرایط استفاده خاص (در مورد اتومبیل مثلاً سرعت بیش از حد متوسط، جاده‌های ناهموار، خیابانهای شهری و ...) بروز می‌نماید را در نظر گرفت و یا با استفاده از اظهار نظر افراد متخصص و با تجربه با استفاده از تکنیک طوفان فکری بسیاری از خطاها را شناسایی نمود.

راه دیگری که ممکن است در این رابطه برای شناسایی شکست بالقوه وجود داشته باشد، استفاده از نمودار درختی خطا (FTA) Fault Tree Analysis است که در این نمودار عدم عملکرد یک بخش مشخص شده و سپس در شاخه‌های پایین تر شکست‌های بعدی مشخص خواهد شد.

نمونه‌هایی از شکست‌های احتمالی در جدول شماره ۱ آورده شده است.

۱- نشتی‌ها	۹- وجود کم‌انوش در قطعه	۱۷- داغ و سرد شدن بیش از حد
۲- لق شدن / سخت شدن‌ها	۱۰- ترك در قطعه	۱۸- هرز گردیدن پیچ
۳- ارتعاشات	۱۱- تغییر شکل قطعه	۱۹- خشك یا مرطوب شدن بیش از حد
۴- افزایش یا کاهش فشار	۱۲- نفوذ گرد و خاک	۲۰- روغنکاری بیشتر یا کمتر از اندازه
۵- گیر کردن قطعات متحرك	۱۳- خوردگی	۲۱- شکستگی
۶- ایجاد پوسته در رنگ یا پوشش‌ها	۱۴- اکسید شدن	۲۲- کاهش استحکام
۷- تغییر رنگ قطعه	۱۵- خستگی	۲۳- ایجاد اتصالی در اجزا
۸- تورفتگی	۱۶- کورس بیش از حد	۲۴- چسبندگی

جدول شماره (۱) نواقص و شکست‌های احتمالی

۱۲- اثر شکست بالقوه (Potential Effects Of Failure) : اثرات بالقوه ناشی از بروز خطا

عبارتست از اثرات حالات خطا بر مشتری، به بیان ساده اثر خطا عارضه‌ای است که مشتری بواسطه بروز آن خطا دچار آن می‌شود. لذا در شرح اثرات، به بیان عوارض و مسائلی که مشتری بدلیل بروز خطا آن را تجربه می‌نماید می‌پردازیم.

توجه نمایید که منظور از مشتری، همواره می‌تواند مشتری نهایی یا مصرف کننده نهایی محصول (خودرو)، تولیدکننده یا مونتاژ کننده در واحد تولیدی بعدی یا تولید کننده یا مونتاژ کننده داخلی (در همان واحد تولیدی / طراحی) باشد باید توجه داشت که اثر بالقوه خطا در DFMEA، اثرات عملکرد اجزا یا قطعات، زیر مجموعه های مونتاژی وکل سیستم می‌باشد که بواسطه ضعف در طراحی ایجاد شده‌اند. در حالیکه در PFMEA اثرات بالقوه خطا از دیدگاه عملکرد آنها به واسطه طراحی مورد نظر نمی‌باشد بلکه اثرات بالقوه خطا متاثر از مشکلات موجود در فرآیند ایجاد می‌شوند البته در بعضی مواقع شکست‌هایی که در فرآیند به طراحی محصول ارتباط دارند نیز می‌تواند بازخوری جهت بازنگری در DFMEA باشد.

به همین جهت نیز حذف یا کاهش اثر خطا در DFMEA صرفاً از طریق تغییر در طراحی امکان پذیر خواهد بود فرض غالب در PFMEA آن است که محصول همانگونه که طراحی شده است نیازها و مقاصد طراحی را برآورده خواهد نمود. در صورتیکه همین امر در DFMEA مورد تردید و بررسی قرار می‌گیرد. هرچند که می‌توان در PFMEA خطاهای ناشی از ضعف طراحی را مورد توجه قرار داد، اما پرداختن به آن الزامی نمی‌باشد. به بیان دیگر در PFMEA، حذف ضعف‌های موجود در فرآیند تولید، از طریق انجام تغییرات طراحی صورت نمی‌پذیرد و همچنین در DFMEA بمنظور جبران ضعف‌های طراحی، بر کنترل فرآیند اتکا نمی‌گردد، در عین حال محدودیت‌های تکنولوژی فرآیند ساخت و فرآیند مونتاژ در DFMEA در نظر گرفته می‌شود، محدودیت‌هایی نظیر محدودیت در پرداخت سطوح، محدودیت‌های طراحی قالب، محدودیت در فضای مونتاژ، محدودیت در فضای کار ابزار (در مرحله مونتاژ یا دموونتاژ)، محدودیت در ایجاد سختی در فولاد، عملکرد یا قابلیت فرآیند تولید و..... بطور کلی در FMEA هر خطا ممکن است منشا بروز اثرات گوناگونی باشد یا بالعکس، ممکن است خطاهای گوناگون دارای اثری یکسان باشند.

جهت شناسایی اثر شکست می‌توان موارد زیر را بررسی نمود

الف- مدارک مربوط به شکایات مشتریان

ب- مدارک مربوط به ضمانت نامه کالا

ج- اطلاعات مربوط به رایه خدمات پس از فروش

د- تجزیه و تحلیل شکست‌های محصولات مشابه

نمونه‌هایی از اثرات خطا در جدول شماره ۲ آورده شده است

۱- زبري	۵- حرکت بیش از اندازه	۹- ظاهر وجلوه نامناسب داشتن
۲- سروصدا	۶- چسبیدن قطعه به نري يا مادگي	۱۰- بوي نامطبوع
۳- مکش هوا	۷- کنترل غير قابل پيش بيني و نامنظم	۱۱- به خطر انداختن اپراتور توليد يامونتاز
۴- فشاربیش از حد	۸- عمل نکردن مکانیزم مربوطه	۱۲- قطع و وصل شدن

جدول (۲) اثرات شکست‌های بالقوه

۱۳- شدت (SEVERITY) : شدت نشانگر، جدي بودن اثر شکست بالقوه است و ارتباط مستقیمی بین اثر و شدت وجود دارد به عنوان مثال اگر اثر شکست مهم باشد، مانند خطرات جاني، نقض مقررات دولتي و ... شدت بالاتر خواهد بود و بالعکس، اگر تاثیر جزئي باشد، شدت پایین خواهد بود.

شدت از نقطه نظر طرح سیستم، سیستم‌های دیگر، محصول، مشتری یا قوانین دولتي مورد توجه قرار مي‌گیرد براي ارزیابی شدت اثر معمولاً از جداولي که از قبل تهیه شده است به عنوان معيار استفاده مي‌شود و این معيار ارتباط سازمان را با مشتری یا قوانین دولتي نشان مي‌دهد نمونه‌اي از معيارهاي ارزیابی شدت در جدول شماره ۲ و پیوست یک آورده شده است.

جدول شماره (۳) معیارهای پیشنهادی برای ارزیابی شدت در DFMEA

ملاحظات	رتبه	معیار شدت تأثیر	اثر
چنانچه ارزیابی وسط دو رقم قرار گرفت درجه تأثیری که شدیدتر باشد باید انتخاب گردد.	۱۰	ممکن است برای اپراتور ماشین یا دستگاه خطر داشته باشد. وقتیکه بدون هشدار قبلی، حالت خرابی بر عملکرد ایمن خودرو اثر می‌گذارد و یا مقررات دولتي را نقض می‌کند.	خطرناک بدون هشدار
چنانچه گروه انجام دادن بررسی عوامل شکست نتوانسته با یکدیگر توافق کنند،	۹	ممکن است برای اپراتور ماشین یا دستگاه خطر داشته باشد. وقتیکه با هشدار قبلی، حالت خرابی بر عملکرد ایمن خودرو اثر می‌گذارد و یا مقررات دولتي را نقض می‌کند.	خطرناک با هشدار
می‌توانند از ضوابط زیر استفاده کنند.	۸	اختلال عمده در خط ایجاد می‌کند. ۱۰۰ درصد محصولات ممکن است اسقاط شود. خودروکار نخواهد کرد. مشتری خیلی ناراضی است.	خیلی زیاد

۱- اگر دو رقم در کنار یکدیگر باشند، باید از میانگین آن استفاده نمود.	۷	اختلال جزئی در خط ایجاد می کند. محصول ممکن است لازم به جداسازی شود و بخشی از آن اسقاط شود. خودرو کار می کند ولی با عملکرد نامطلوب، مشتری خیلی ناراضی است.	زیاد
۲- چنانچه فاصله بین ارقام انتخابی وجود دارد باید بحث ادامه پیدا کند تا توافق حاصل شود.	۶	اختلال جزئی در خط ایجاد می کند. بخش از محصول ممکن است بدون جداسازی اسقاط شود. (خودرو کار می کند ولی راحتی لازم را ندارد و مشتری ناراضی است)	متوسط
	۵	اختلال جزئی در خط ایجاد می کند. ۱۰۰ درصد محصولات ممکن است لازم به دوباره کاری شود. (خودرو کار می کند. اما راحتی مطلوب را ندارد. مشتری تا اندازه ای ناراضی است.)	کم
	۴	اختلال جزئی در خط ایجاد می کند. محصول ممکن است لازم به جداسازی شود و برخی اسقاط شوند. صدا می دهد، لق می خورد. اکثر مشتریان عیب را متوجه می شوند. (حدود ۷۵٪)	خیلی کم
	۳	اختلال جزئی در خط ایجاد می کند. بخشی از محصول ممکن است خارج از ایستگاه دوباره کاری شود. صدا می دهد، لق می خورد. صیقلی نمی باشد. متوسط مشتریان عیب را متوجه می شوند. (حدود ۵۰٪)	جزئی
	۲	اختلال جزئی در خط ایجاد می کند. بخشی از محصول ممکن است در ایستگاه دوباره کاری شود. صدا می دهد، لق می خورد. صیقلی نمی باشد. خیلی از مشتریان عیب را متوجه می شوند. (کمتر از ۲۵٪)	خیلی جزئی
	۱	بدون اثر قابل تشخیص	بدون اثر

یادآوری: ۱- تیم FMEA باید بر روی یک سیستم امتیازدهی و معیار ارزیابی ثابت توافق داشته باشد حتی اگر برای تجزیه و تحلیل کلیه محصولات اصلاح شده باشد.

۲- تغییر در معیار ارزش دهی رتبه ۹ و ۱۰ توصیه نشده است.

جدول پیوست یک: معیارهای پیشنهادی برای ارزیابی شدت در PFMEA

رتبه	معیار اثر شکست	معیار اثر شکست
رتبه	نتایج این رتبه بندی وقتیکه يك حالت شکست بالقوه بوجود مي آید براي مشتري نهايي، يا خرابي ماشين آلات و ادوات مونتاژ وساخت مشتري نهايي هميشه بايد در مرحله اول مورد توجه قرار گیرد اگر دومره در نظر گرفته شود نمره شدت بالاتر در نظر گرفته مي شود (اثر بروي اپراتور ساخت/مونتاژ)	نتایج این رتبه بندی وقتیکه نتایج يك حالت شکست بالقوه در يك مشتري نهايي و يا خرابي ادوات ساخت و مونتاژ مشتري نهايي بايد هميشه اول مورد توجه قرارگيرد. اگر دو نمره انتخاب شود نمره بالاتر بايد براي شدت اثرات در نظر گرفته شود (اثر بر مشتري نهايي)
۱۰	يا ممکن است بدون هشدار قبلي براي اپراتور (ماشين يا مونتاژ) خطر داشته باشد	شدت اثر خيلي بالا وقتیکه حالت شکست بالقوه بدون هشدار قبلي بر عملکرد ايمن خودرو اثر مي گذارد و يا مقررات دولتي را نقص مي کند
۹	يا ممکن است با هشدار قبلي براي اپراتور (ماشين يا مونتاژ) خطر داشته باشد	شدت اثر خيلي بالا وقتیکه با هشدار قبلي حالت شکست بالقوه (خرابي) بر عملکرد ايمن خودرو اثر مي گذارد و يا مقررات دولتي را نقص مي کند
۸	يا ۱۰۰ درصد قطعات ممکن است اسقاط شوند، در قسمت تعمير در مدت بيشتر از يك ساعت بازسازي انجام شده باشد	خودرو/ کار نخواهد کرد (وظیفه اصلي انجام نمي شود)
زیاد	يا کمتر از ۱۰۰ درصد قطعات ممکن است جداسازي و اسقاط شوند، يا خودرو يا قطعه در قسمت تعمير در مدت زماني نیم تا یک ساعت بازسازي شود	خودرو/ قطعه کار مي کند ولي با عملکرد نامطلوب، مشتري خيلي ناراضي است
متوسط	يا کمتر از ۱۰۰ درصد قطعات ممکن است اسقاط شوند بدون جداسازي يا خودرو/ قطعه در زماني کمتر از نیم ساعت در بخش تعميرات تعمير شود	خودرو/ قطعه کار مي کند ولي قطعات عملکرد مناسبی ندارند، مشتري ناراضي است

کم	یا ۱۰۰ درصد قطعات ممکن است دوباره کاری شود یا خودرو/ قطعه خارج از خط (اما نه دربخش تعمیرات) تعمیرشود	خودرو/ قطعه کارمی کند اما راحتی کاربرد آن در يك سطح پایین تر از عملکرد تامین می گردد	۵
خیلی کم	یا محصولات ممکن است جداسازی شده و بدون اسقاط شدن کمتر از ۱۰۰ درصد نیاز به دوباره کاری داشته باشد	صدا می دهد، لق می خورد، صیقل نمی باشد اکثر مشتریان عیب را متوجه می شوند (بیش از ۷۵%)	۴
جزئی	کمتر از ۱۰۰% قطعات ممکن است نیاز به دوباره کاری داشت باشند، بدون اسقاط، بصورت On- line اما خارج از ایستگاه	صدا می دهد، لق می خورد، صیقل نمی باشد ۵۰% مشتریان عیب را متوجه می شوند	۳
خیلی جزئی	کمتر از ۱۰۰% قطعات ممکن است دوباره کاری شوند، بدون اسقاط، بصورت On- line اما در داخل ایستگاه	صدا می دهد، لق می خورد، صیقل نمی باشد کمتر از ۲۵% مشتریان عیب را متوجه می شوند	۲
بدون اثر	بدون اثر یا کم اهمیت برای عملیات یا اپراتور	بدون اثر قابل تشخیص	۱

S.G.S.Co.

جدول شرکت سازه گستر برای ارزیابی شدت اثر در PFMEA

شماره بازنگری : 00		جدول پیشنهادی شدت		 شرکت سازه گستر سایپا	
شدت	سازمان	مشتری	مصرف کننده		
۱۰	ممکن است بدون هشدار قبلی خطرات جانی برای اپراتور ماشین یا مونتاژ سازمان داشته باشد	ممکن است اپراتور خط مونتاژ مشتری را بدون هشدار به خطر اندازد.	وقتی یک حالت خرابی بدون هشدار روی عملکرد ایمنی خودرو اثر بگذارد و یا منجر به عدم رعایت قوانین و مقررات دولتی شود.		
۹	ممکن است اپراتور ماشین یا مونتاژ سازمان را با هشدار قبلی به خطر اندازد،	ممکن است اپراتور خط مونتاژ مشتری را با هشدار قبلی به خطر اندازد.	وقتی یک حالت خرابی با هشدار قبلی روی عملکرد ایمنی خودرو اثر بگذارد و یا منجر به عدم رعایت قوانین و مقررات دولتی شود.		
۸	۱۰۰٪ محصول نهایی بدون امکان بازکاری اسقاط شود.	عدم مونتاژ یا عدم عملکرد محصول در خط مشتری	اخلال در عملکرد اصلی خودرو ایجاد شود عملکرد اصلی خودرو از بین می رود.		
۷	۱۰۰٪ محصول نهایی نیاز به بازکاری دارد و بخشی از آن پس از بازکاری اسقاط می شود. هزینه خرابی محصول نیمه ساخته بیشتر از ۳۰٪ قیمت تمام شده محصول نهایی باشد.	اخلال در خط تولید مشتری	اجزاء خودرو با عملکرد نامناسب کار می کند و مصرف کننده ناراضی است.		
۶	۱۰۰٪ محصول نهایی جهت استفاده نیاز به بازکاری دارد که تماماً پس از بازکاری قابل استفاده است و یا هزینه خرابی محصول نیمه ساخته بین ۲۰ تا ۳۰٪ قیمت تمام شده محصول نهایی باشد.	-	اجزاء خودرو با عملکرد نامناسب کار می کند و برخی از مشتریان ناراضی اند.		

۵	هزینه خرابی محصول نیمه ساخته بین ۱۵ تا ۲۰% قیمت تمام شده محصول نهایی باشد.	-	-
۴	هزینه خرابی محصول نیمه ساخته بین ۱۰ تا ۱۵% قیمت تمام شده محصول نهایی باشد.	-	-
۳	هزینه خرابی محصول نیمه ساخته بین ۵ تا ۱۰% قیمت تمام شده محصول نهایی باشد.	-	-
۲	هزینه خرابی محصول نیمه ساخته کمتر از ۵% قیمت تمام شده محصول نهایی باشد.	-	-
۱	بدون اثر یا اثر بسیار ناچیز بر عملیات تولیدی دارد.	-	-

۱۴- مشخصه‌های مهم (CLASS): این ستون معمولاً مربوط به تجزیه و تحلیل عوامل شکست در طراحی (DFMEA) است چون شرایط انجام کارفرآیند را تعیین می‌کند مانند ترتیب انجام دادن کارها، ابزاری که مورد استفاده قرار می‌گیرد یا هر موردیکه بروظیفه محصول تاثیر می‌گذارد و برای طبقه‌بندی مشخصه‌های خاصی از اجزا یا مجموعه که احیاناً به کنترل‌های فرآیندی خاص نیاز دارند استفاده می‌شود می‌توان از عباراتی نظیر بحرانی، کلیدی، اصلی و مهم برای طبقه‌بندی استفاده کرد، لازم به ذکر است که هر عنصری که به کنترل فرآیند خاص نیاز داشته باشد باید توسط حرفی یا علامتی که در بسیاری از موارد این علامتها برای مشتریان مختلف متفاوت می‌باشد. در این ستون مشخص گردیده و همچنین می‌توان در ستون اقدامات اصلاحی توصیه شده (ستون ۲۰) جهت جلوگیری از شکست‌های مرتبط با شرایط ایمنی، دولتی و وظایف مهم دیگر محصول به آن اشاره گردد.

۱۵- علل شکست بالقوه (FAILURE OF CAUSES POTENTIAL)

علل شکست بالقوه وجود نقص در سیستم، طراحی یا فرآیند را نشان می‌دهد. گاهی در وقوع يك خطا یا شکست علتهای مختلفی تاثیر دارند که هر يك نقش و سهم متفاوتی در امکان وقوع آن خطا دارند که در این صورت می‌توان جهت طبقه‌بندی علل شکست بالقوه از يك نمودار پارتو استفاده نمود تیم FMEA میتواند نسبت به کمی کردن و بر آورد سهم هر يك از علتهای ایجاد شکست اقدام نمایند، لازم به ذکر است جهت شناسایی علل ریشه‌ای در مواقعی که چندین علت متفاوت با هم در يك شکست نقش دارند می‌توان از روشهای طراحی آزمایشات (DOE) استفاده نمود،

همچنین از تکنیک‌هایی که جهت شناسایی علل ریشه‌ای استفاده می‌گردد می‌توان از: نمودار علت و معلول، نمودار درختی، طوفان فکری و پنج چرا (5 WHY) و... نام برد.

برخی از علل شکست‌های بالقوه عبارتند از:

- ۱- فقدان وسایل ایمنی و فاکتورهای محیطی
- ۲- طراحی غلط برخی از ابعاد/ تolerانس‌های محصول.
- ۳- در نظر گرفتن عمر کم و ناکافی برای محصول در مراحل طراحی
- ۴- قرار گرفتن تحت فشار بیش از حد
- ۵- نقطه تسلیم پایین
- ۶- ناپایداری مواد
- ۷- خزش
- ۸- انتخاب مواد نامناسب یا قطعات
- ۹- تعمیر و نگهداری نا صحیح ماشین آلات
- ۱۰- دستورالعمل‌های اجرایی غلط و استفاده ناصحیح از ابزار و ماشین آلات
- ۱۱- عدم در نظر گرفتن خطاهای انسانی در فرآیند
- ۱۲- خوردگی
- ۱۳- فرسودگی
- ۱۴- بالارفتن فشار یا دما در فرآیند

لازم به توضیح است ارتباط بین شکست بالقوه و علل بالقوه شکست يك ارتباط مستقیم و يك به يك نیست و در بسیاری از موارد برای يك شکست به خصوص ممکن است چند علت وجود داشته باشد و بالطبع وقوع‌های مختلفی (OCCURRENCE) برای آن شکست خواهیم داشت.

۱۶- وقوع شکست (OCCURRENCE): وقوع نوعی درجه بندی ویا ارزش است که به منظور احتمال رخداد هر علت تخمین زده می‌شود، با حذف و یا کنترل تعدادی از علتهای یا مکانیزمها می‌توان احتمال وقوع خطا را کاهش داد برای تعیین میزان وقوع هر یک از علتهای می‌توان از علم ریاضیات، مقیاس صلاحیت فرآیند (CPK)، اطمینان کالا (RELIABILITY) و یا احتمالات بالقوه و یا مجموع تعداد شکست اجزاء و بر اساس هر یک صد جزء در طول عمر مفید کالا (منظور همان دوام و یا بقا کالا است که در طراحی مد نظر قرار می‌گیرد) استفاده نمود. احتمال وقوع را می‌توان بر حسب ارقامی از ۱ تا ۱۰ رتبه بندی نمود که در جدول شماره ۲ نمونه‌ای از معیارهای ارزیابی وقوع آورده شده است.

رتبه	احتمال خرابی	نرخ متحمل خرابی	نسبت صلاحیت فرآیند P_{pk}
۱۰	خیلی زیاد: خرابیهای بسیار مکرر	بزرگتر یا مساوی ۱۰۰ مورد در هر ۱۰۰۰ مورد یا وسیله نقلیه	$P_{pk} < 0/55$
۹		بزرگتر یا مساوی ۵۰ مورد در هر ۱۰۰۰ مورد یا وسیله نقلیه	$P_{pk} \geq 0/55$
۸	بالا: خرابیهای مکرر	بزرگتر یا مساوی ۲۰ مورد در هر ۱۰۰۰ مورد یا وسیله نقلیه	$P_{pk} \geq 0/78$
۷		بزرگتر یا مساوی ۱۰ مورد در هر ۱۰۰۰ مورد یا وسیله نقلیه	$P_{pk} \geq 0/86$
۶	متوسط: خرابیهای گاه و بیگاه	بزرگتر یا مساوی ۵ مورد در هر ۱۰۰۰ مورد یا وسیله نقلیه	$P_{pk} \geq 0/94$
۵		بزرگتر یا مساوی ۲ مورد در هر ۱۰۰۰ مورد یا وسیله نقلیه	$P_{pk} \geq 1/00$
۴		بزرگتر یا مساوی ۱ مورد در هر ۱۰۰۰ مورد یا وسیله نقلیه	$P_{pk} \geq 1/10$
۳	پایین: خرابیهای نسبتاً کم	بزرگتر یا مساوی ۰/۵ مورد در هر ۱۰۰۰ مورد یا وسیله نقلیه	$P_{pk} \geq 1/20$
۲		بزرگتر یا مساوی ۰/۱ مورد در هر ۱۰۰۰ مورد یا وسیله نقلیه	$P_{pk} \geq 1/30$
۱	نادر: احتمال خرابی بعید	بزرگتر یا مساوی ۰/۰۱ مورد در هر ۱۰۰۰ مورد یا وسیله نقلیه	$P_{pk} \geq 1/67$

جدول (۲) جدول ارزیابی وقوع شکست

۱۷- روش‌های تشخیص یاروش‌های جاری برای کنترل (DETECTION) : کنترل‌هایی است که درحداکثر از وقوع حالت خرابی پیشگیری می‌کند و یادرصورت وقوع حالت خرابی آنرا شناسایی می‌کند دراین مورد* کلیه فعالیت‌هایی که توسط آنها کفایت طراحی را دربرابرخطا، می‌توان مشخص نمود. باید دراین ستون ثبت شوند.

دراین زمینه می‌توان به سه نوع کنترل طراحی اشاره نمود که بترتیب ارجحیت آورده شده است .

الف-پیشگیری از وقوع علت خطا و کاهش احتمال وقوع آن

ب-کشف و آشکار کردن علت خطا و انجام اقدام اصلاحی

ج-ردیابی و آشکار کردن خطا

درمورد کنترل‌های جاری طراحی جهت بازنگری درطراحی موارد زیر رامی‌توان نام برد:

روش‌های نمونه‌سازی، تست‌های جاده، تست باد، تست‌های دوام، تجدید

محاسبات، امکانسنجی، تست‌های پروتوتایپ تکنیک‌های شبیه‌سازی مطمئن و شناخته

شده، مدل‌سازی ریاضی و ...

درمورد کنترل‌های جاری فرآیند می‌توان ضدخطا کردن فیکسچرها (Poka yoke)، کنترل آماری فرآیند (SPC) و ... را نام برد.

دونوع کنترل‌های طراحی/ فرآیند موردنظر می‌باشد

پیشگیرانه: که پیشگیری می‌کند از علت یا مکانیسم خرابی یا حالت خرابی جهت جلوگیری از

وقوع خرابی و یا اینکه نرخ وقوع خرابی را کاهش می‌دهد (ستون ۱۷ سمت راست)

تشخیص: که حالت یا مکانیسم خرابی یا علت خرابی را مشخص می‌نماید و به اقدامات اصلاحی

منجر می‌شود (ستون ۱۷ سمت چپ)

یادآوری: درصورتیکه ستون پیشگیرانه درنظر گرفته شده باشد و در صورتیکه اقدامات مندرج در این

ستون تکمیل گردیده باشد با توجه به اینکه برروی علل شکست تاثیر می‌گذارند می‌بایست عدد

وقوع (Occurance) توسط تیم مورد بازنگری قرار بگیرد.

این تقسیم‌بندی در ستون کنترل‌های جاری (پیشگیرانه، تشخیص) این امکان را برای تیم بوجود

می‌آورد که يك امکان تشخیص بصری سریعی داشته باشیم برای اینکه هردونوع کنترل (پیشگیرانه،

تشخیص) مورد بررسی قرار گیرند.

درصورتیکه از فرم‌های FMEA که ستون کنترل‌های جاری دارای يك ستون می‌باشند استفاده

می‌گردد می‌بایست با توجه به نوع کنترل‌های جاری (پیشگیرانه، تشخیص) بوسیله حروفی از هم

تفکیک داده شوند بعنوان مثال در کنار روش‌های کنترلی پیشگیرانه (P) و درکنار روش‌های کنترلی

تشخیص (D) نوشته شود.

۱۸- درجه بازیابی / شناسایی (Detection) :

برآوردی از قابلیت کنترل (پیشنهاد شده) نوع دوم و سوم است که در روش بازیابی برای توانایی کنترل طراحی به آن اشاره گردیده است ذکر این نکته ضروری است که برای کاهش میزان رتبه باید نحوه کنترل‌های طراحی نظیر انجام اقدامات پیشگیری از وقوع خطا یا روشهای تحقیق و تصدیق طراحی بهبود داده و برنامه ریزی شود برای رتبه بندی درجه بازیابی می توان از ارقام ۱ تا ۱۰ مطابق جدول زیر استفاده نمود.

درجه	معیار	شرح	ملاحظات
۱	خیلی بالا: کنترل به طور یقین قادر به بازیابی خطا خواهد بود.	احتمال بسیار کمی وجود دارد که محصول همراه با خطا یا خرابی تحویل شود. خطا به طور وضوح مشخص است و به راحتی شناسایی می شود. احتمال شناسایی ۹۹/۹۹ است.	چنانچه ارزیابی وسط دو رقم قرار گرفت درجه تأثیری که شدیدتر باشد باید انتخاب گردد
۲-۵	بالا : روشهای موجود کنترل شانس خوبی را برای بازیابی خطا به وجود خواهد آورد.	احتمال کمی وجود دارد که محصول تحویل شده ، همراه با خطا باشد. خطا محسوس نیست. احتمال (۱/۵۰۰ تا ۱/۵۰۰۰) احتمال شناسایی حدود ۹۹/۸۰ خواهد بود.	چنانچه گروه انجام دادن بررسی عوامل شکست در سیستم نتوانسته با یکدیگر توافق کنند ، می توانند از ضوابط زیر استفاده کنند .
۶-۸	نسبی : روشهای موجود کنترل احتمالاً خطاهای موجود را شناسایی خواهد کرد.	احتمال نسبی وجود خواهد داشت که محصول همراه با خطا تحویل گردد. خطا به سادگی شناسایی می شود ۱/۲۰۰ تا ۱/۵۰۰). احتمال شناسایی حدود ۹۸ درصد است.	۱. اگر دو رقم در کنار یکدیگر باشند ، باید از میانگین آن استفاده نمود .

<p>۲. چنانچه فاصله بین ارقام انتخابی وجود دارد باید بحث ادامه کند تا توافق حاصل شود .</p>	<p>احتمال نسبتاً زیادی وجود دارد که محصول همراه با خطا تحویل گردد . احتمال شناسایی حدود ۹۰ درصد است (۱/۱۰) .</p> <p>احتمال وجود خطا در محصول بسیار زیاد است . قطعه احتمالاً بازرسی نشده و یا اینکه امکان بازرسی آن نیست . خطا اگر چه وجود دارد ولی وجود آن در حالی که محصول تولید می شود امکانپذیر نیست .</p>	<p>۹ پایین : کنترل های موجود با احتمال خطاهای موجود را شناسایی نخواهد کرد.</p> <p>۱۰ خیلی پایین : روشهای کنترلی موجود به طور قطع بروز خطا را در فرآیند شناسایی نخواهد کرد .</p>
---	---	---

جدول ارزیابی توانایی در بازیابی شکست

S.G.S.Co.

**جدول پیوست دو: جدول ارزیابی توانایی در ارزیابی شکست براساس ویرایش III
نظامنامه FMEA**

رتبه	دامنه پیشنهادی روشهای تشخیص	انواع بازرسی			تشخیص	معیار
		A	B	C		
۱۰	بازرسی نشده و یا نمی‌توان تشخیص داد			*	یقیناً تشخیص وجود ندارد	غیرممکن
۹	کنترلها فقط بصورت رندم یا غیرمستقیم انجام می‌شود			*	کنترلها به احتمال زیاد تشخیص ندارند	بسیار ناچیز
۸	کنترلها بصورت بازرسی چشمی انجام می‌شوند			*	کنترلها شانس بسیار کمی برای تشخیصی دارند	ناچیز
۷	کنترلها بصورت چشمی بصورت دوبار انجام می‌شوند			*	کنترلها شانس بسیار کمی برای تشخیص دارند	خیلی کم
۶	کنترل با روشهای نموداری مانند SPC انجام می‌شوند		*	*	کنترلها ممکن است تشخیص دهند	کم
۵	کنترل براساس گیج‌های کمی بعد از آنکه قطعات از آن ایستگاه منتقل شدند یا گیج‌های برو و نرو براساس بازرسی صددرصد بعد از آنکه قطعات از آن ایستگاه منتقل شدند		*		کنترلها ممکن است تشخیص دهند	متوسط
۴	تشخیص خرابی در عملیات مرحله بعدی یا گیج زدن زمان تنظیم و کنترل اولین قطعه (گیج زدن فقط بر روی عوامل مربوط به تنظیم اولیه)	*	*		کنترلها شانس خوبی را برای تشخیص دارند	متوسط متمایل به زیاد
۳	خطا در همان ایستگاه شناسایی می‌شود یا در عملیات بعدی توسط چندین سطح پذیرش: عرضه، انتخاب، نصب، تصدیق نمودن قطعات نامناسب پذیرش نمی‌شوند	*	*		کنترلها شانس خوبی را برای تشخیص دارند	زیاد

خیلی زیاد	کنترلها تقریباً همیشه عیوب را تشخیص می‌دهند	*	*	خطا در همان ایستگاه تشخیص داده می‌شود (گیج زنی اتوماتیک همراه با توقف اتوماتیک) قطعه خراب نمی‌تواند از این مرحله بگذرد	۲
خیلی زیاد	کنترل حتماً تشخیص می‌دهد	*		قطعات خراب نمی‌توانند تولید شوند زیرا مشخصه توسط طراحی محصول یا فرآیند ضد خطاسازی شده است.	۱

انواع بازرسی:

A = ضد خطاسازی

B = گیج

C = طرح بازرسی

۱۹ - عدد اولویت ریسک (Risk Priority)

نمره اولویت ریسک (RPN) . حاصل ضرب شدت

(S) . وقوع (O) و تشخیص (D) می باشد .

$$RPN=(S)*(O)*(D)$$

این عدد مبنای اولویت بندی حالات خرابی می باشد . با توجه به اینکه شدت شکست و وقوع و بازیابی مطابق جداول ۳ و ۴ و ۵ اعدادی بین ۱ تا ۱۰ می توانند اختیار کند RPN رقمی بین ۱ تا ۱۰۰۰ می تواند داشته باشد برای RPN های بالای تیم می بایست اقدامات اصلاحی مقتضی جهت کاهش آن اتخاذ نماید. همچنین به طور عموم . فارق از نتیجه RPN توجه خاصی می بایست معطوف شکست هایی شود که شدت (S) آن بالاست .

یک روش جدید دیگر برای طبقه بندی حساسیت یا ریسک خطاها وجود دارد . این روش جدید که نمودار سطحی (Area Chart) نامیده می شود . برای شدت اثر و احتمال وقوع اهمیت (وزن) ویژه ای را در نظر دارد.

این نمودار سه ناحیه را متمایز می سازد :

۱ - ناحیه با اولویت بالا (High Priority)

۲ - ناحیه با اولویت متوسط (Medium Priority)

۳ - ناحیه با اولویت کم (Low Priority)

مقادیر بدست آمده از این دو عامل شدت اثر (S) و احتمال وقوع (O) بصورت یک مختصات کارترین (S.O) در آمده و موقعیت آنها در نمودار تعیین می گردد. دیدگاه مهم در این روش آن است که قبل

از اینکه تخصیص منابع يك سازمان در جهت توسعه و پیشرفت شناسایی خطاها متمرکز گردد. لازم است تا کاهش وقوع خطاها و حداقل کردن شدت اثر آنها مورد توجه قرار گیرد .
تقسیم بندی و تعیین نواحی اولویت بالا . متوسط . کم در نمودار سطحی متناسب با سیاستهای متخذه در هر سازمان صورت می پذیرد . در عین حال در هر دو روش (نمودار سطحی و RPN) تاکید می گردد که به حالاتی از خطا که شدت اثر (S) آن بالاست توجه ویژه ای گردد .

۲۰- اقدامات پیشنهادی یا پیشنهاد عملکرد (Recommended Action)

پس از اولویت بندی خطاها . پیشنهاد یا طرح ریزی اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه . ضروری خواهد بود طبقاً این مجموعه اقدامات لازم است تا ابتدا معطوف مواردی با اولویت بالاتر گردد (اولویت بر اساس RPN یا نمودار سطحی مشخص می گردد)
اقدامات اصلاحی مزبور در جهت کاهش نمره عوامل شدت اثر احتمال وقوع و شناسایی خطا صورت می پذیرد . اصولاً به کارگیری روشهایی که منجر به حذف یا کاهش شدت و وقوع می گردند جنبه پیشگیرانه داشته . در حالیکه در جهت افزایش امکان شناسایی جنبه اصلاحی را دارد .

در صورتیکه امکان حذف وقوع خطا میسر باشد این اقدام پیش از هر اقدام دیگری توصیه می گردد . در عین حال حداقل واکنش ممکن در برابر يك خطا ایجاد امکانی برای شناسایی بهتر خطا می باشد .

در نتیجه اقدامات اصلاحی به ترتیب ذیل توصیه می گردند :

- ۱- انجام اقدامات اصلاحی پیشگیرانه در جهت حذف احتمال وقوع
- ۲ - انجام اقدامات اصلاحی پیشگیرانه در جهت کاهش شدت
- ۳ - انجام اقدامات اصلاحی پیشگیرانه در جهت کاهش احتمال وقوع
- ۴- انجام اقدامات اصلاحی پیشگیرانه در جهت افزایش (توسعه و پیشرفت) امکانات شناسایی و آشکار سازی خطا قبل از تحویل محصول به مشتری
- ۵- انجام اقدامات اصلاحی پیشگیرانه در جهت افزایش (توسعه و پیشرفت) امکانات شناسایی و آشکار سازی خطا در زمان استفاده از محصول توسط مشتری

همچنین در پاره ای از موارد امکان هیچیک از اقدامات اصلاحی یاد شده میسر نمی باشد که در اینصورت در این ستون کلمه هیچ یا ندارد (Nune) نوشته می شود .
همچنین برخی از اقداماتی که در جهت کاهش RPN مد نظر قرار می گیرد در جدول شماره ۶ آورده شده است .

۲۱ - مسئولیت و تاریخ نهایی اقدام :

بعد از اینکه اقدام اصلاحی مشخص گردید فرد یا بخشی از سازمان باید مسئولیت اجرای آن را به عهده بگیرند . نام فرد مربوطه و حد اکثر زمانی که باید اقدام لازم انجام شود در این قسمت ثبت می گردد .

۲۲ - اقدامات انجام شده :

در این ستون مختصری از اقدامات انجام شده به همراه تاریخ اقدام در قسمت مربوطه ذکر می شود . و پس از اجرای اقدامات اصلاحی مربوطه نمره اولویت ریسک خطاها (RPN) مجدداً محاسبه می گردد . حداقل میزان قابل قبول در کاهش ریسک هر خطا در هر بار اجرای يك اقدام اصلاحی را می توان متناسب با سیاستهای سازمان تعیین نمود .

C- مرور و تایید انجام FMEA

۲۳ - تایید فرم مرور کننده :

شخصی که انجام FMEA را چک می کند در این قسمت نام و امضا خود را قید می نماید ♦

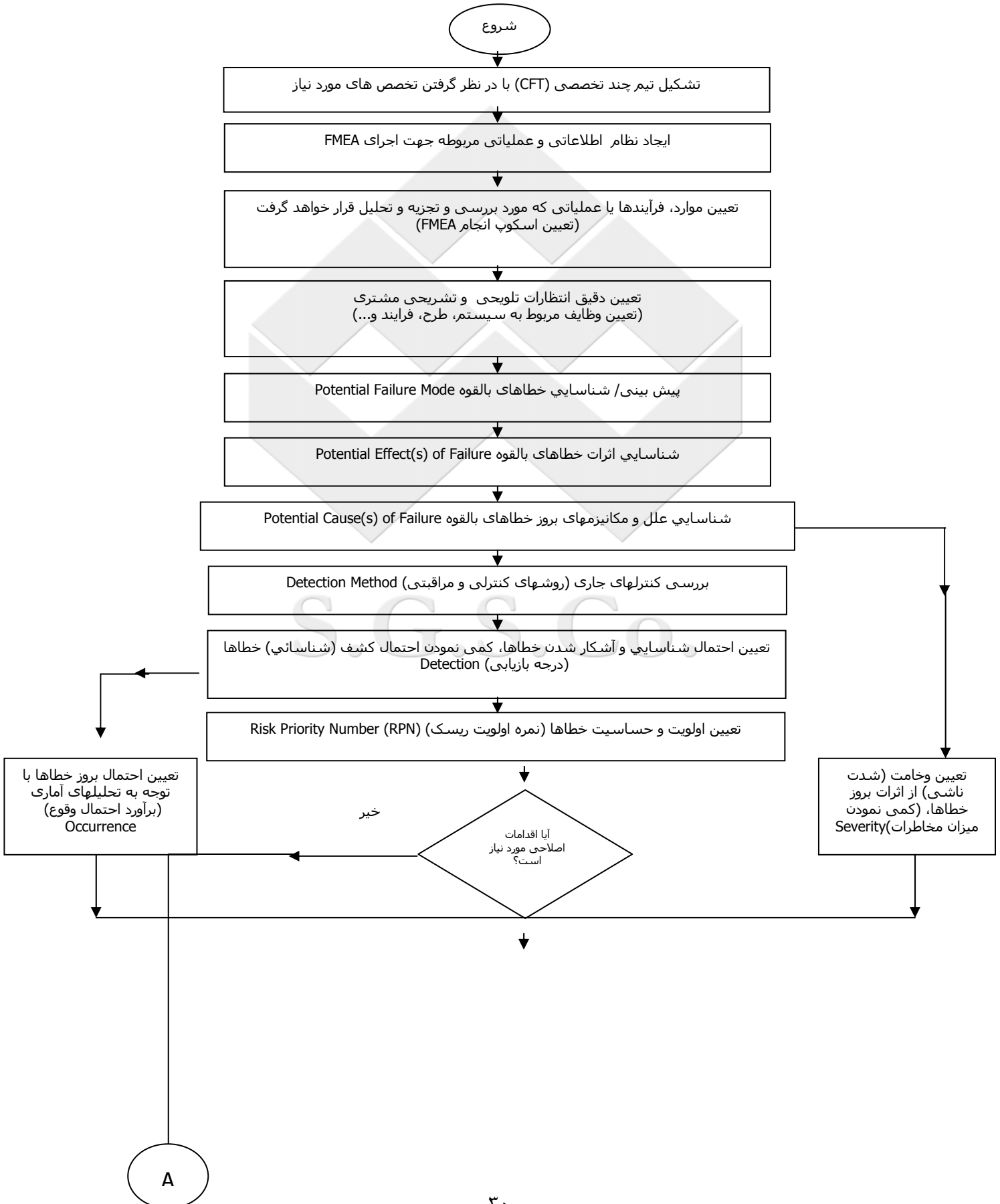
۲۴ - تایید مسئول تیم FMEA

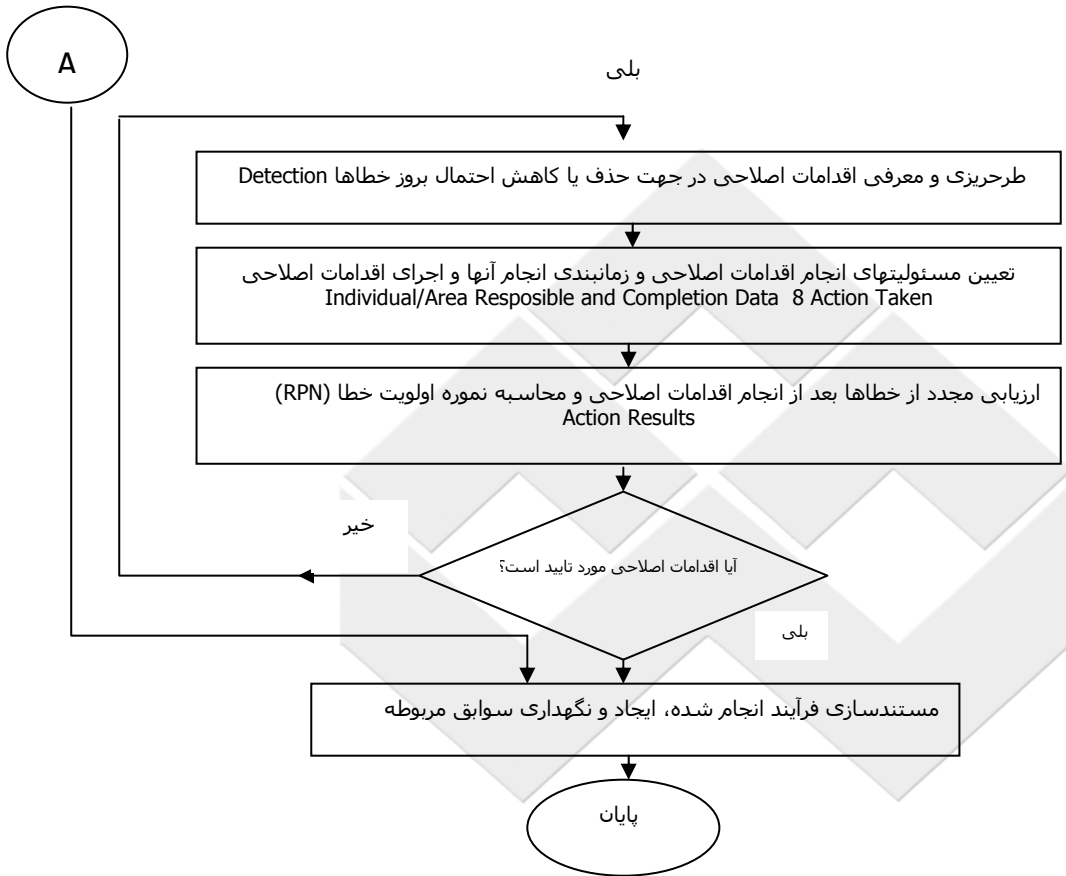
با توجه به تعیین مسئول انجام FMEA پس از انجام فرد مسئول در این قسمت نام و امضا خود را قید می نماید .

جدول شماره ۶ برخی از اقداماتی که در جهت کاهش RPN

FMEA	شدت (S)	وقوع (O)	شناسایی
DFMEA	- بازنگری طراحی	- برطرف نمودن و یا کنترل علت یا علتهای وقوع خطا از طریق بازنگری طراحی	- تصدیق طراحی - صحه گذاری
DFMEA	- تغییر در طراحی - بازنگری مشخصات مواد	- بازنگری برنامه تست	- تجدید محاسبات - تست نمونه (Prototype) - بمنظور تصدیق طراحی
PFMEA	- بازنگری فرآیند تولید یا بازنگری طراحی محصول	- بازنگری فرآیند تولید و یا بازنگری طراحی محصول - مطالعه فرآیند با روش های آماری همراه با بازخور اطلاعاتی مناسب به منظور بهبود مستمر فرآیند	- بازنگری فرآیند تولید و یا بازنگری طراحی محصول - تغییر در سیستم کنترل - افزایش فرکانسهای بازرسی

نمودار مراحل انجام FMEA





S.G.S.Co.

Rank*	Mechanical or electromechanical industry	Electronics or semiconductor industry	Medical devices	Automotive industry	General Guidelines For
1= very low	<or =1 in 10,000	<or = 1 in 1 million	<or = 1 in 100,000	<or = 1 in 10,000	None
2 = low or minor	2-10 in 10,000	2 to 10 in 1 million	2 to 10 in 100,000	<or = 1 in 2000	Minor
3 = moderate or significant	11-25 in 10,000	11 to 25 in 1 million	11 to 25 in 100,000	< or = 1 in 500	Significant
4 = high	26-50 in 10,000	26 to 50 in 1 million	26 to 50 in 100,000	<or = 1 in 50	High
5=very high	> 50 in 10,000	>50 in 1 million	> 50 in 100,000	>or = 1 in 10	Catastrophic
Interpretation of RPN = S					
90%	95%	S.G.S.Co.		99%	Common scale
Minor risk 1-13	Minor risk 1-6		Minor risk 1-2	Minor risk 1-17	
Moderate risk 14-52	Moderate risk 7-24		Moderate risk 3-8	Moderate risk 18-63	
Major risk 53-125	Major risk 25-125		Major risk 9-125	Major risk 64-125	
Where:					
S=Severity	O=Occurrence		D= Detection		

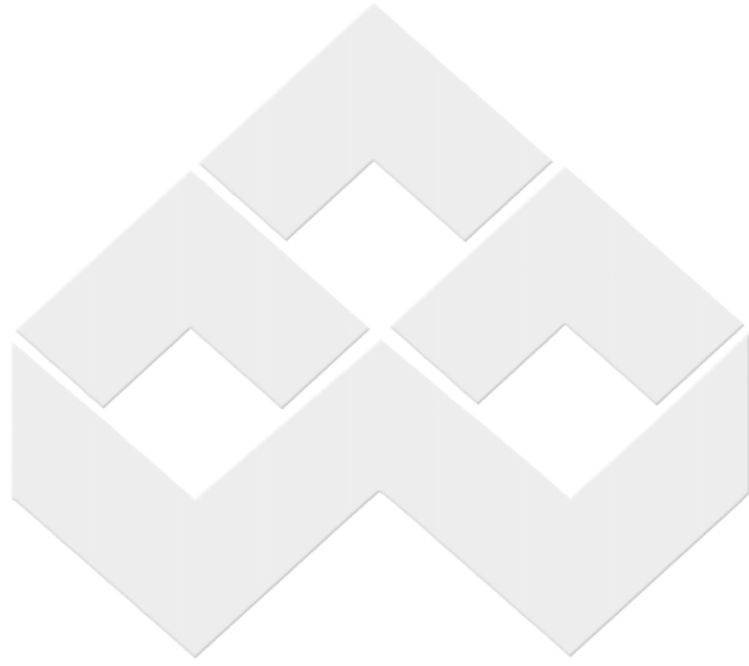
Numerical guidelines for 1-5 scale * in occurrence, detection, and severity.

*All the above numerical values may be changed to suite specific applications.

Ranking	Probability of occurrence or frequency	Degree of severity	Probabability of detection	Likelihood of he defect or defective product reaching the customer
1= very lowor none	Rare <1 per 10 to 10 ⁰	Minor nuisance	Detectable before service is released	Very low to none
2 = low or minor	Infrequent 2 to 10 per 10 to 10 ⁰	Product operable at reduced performance	Detectable after Release but before production	Low or minor
3 = moderate or significant	Moderate 11 to 25 Per 10 ⁰ to 10 ⁰	Gradual performance degradation	Detectable before Reching the customer	Moderate or significant
4 = high	Frequent and high 26 to 50 per 10 ⁰ to 10 ⁰	Loss of function	Detectable only by Cusromer and /or During service	High
5=very high or catastrophic	Very high to catastrophic >50 per 10 ⁰ to 10 ⁰	Safety-related catastrophic Failures	Underectable until Catastrophe occurs	Very high

Word description of 1-5 scale for design FMEA.

Note : This guideline is only a sample. It may be changed to suit Specific applications.



S.G.S.Co.