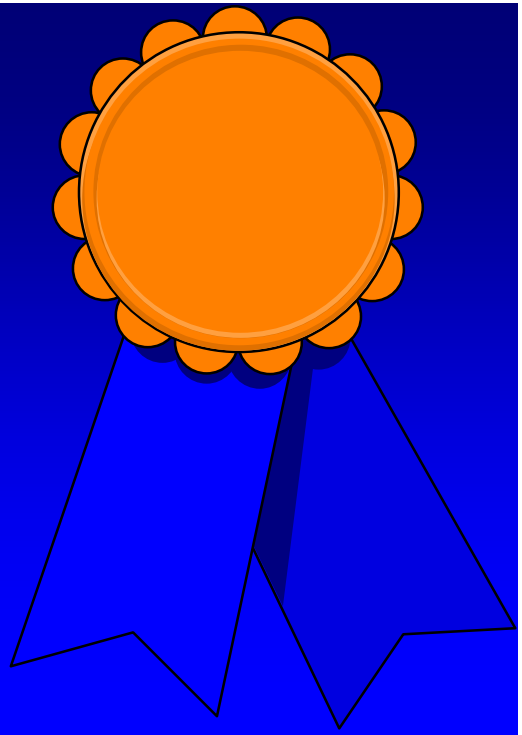
FMEA

تجزیه و تحلیل خطا و

آثار آن



اهداف این دوره

بخش اول : مفاهیم و اهداف FMEA

بخش دوم : انواع FMEA , مزایا و کاربرد آن

بخش سوم : روش اجرای FMEA

بخش چهارم: کار گروهی

بخش پنجم:MFMEA

تعریف FMEA

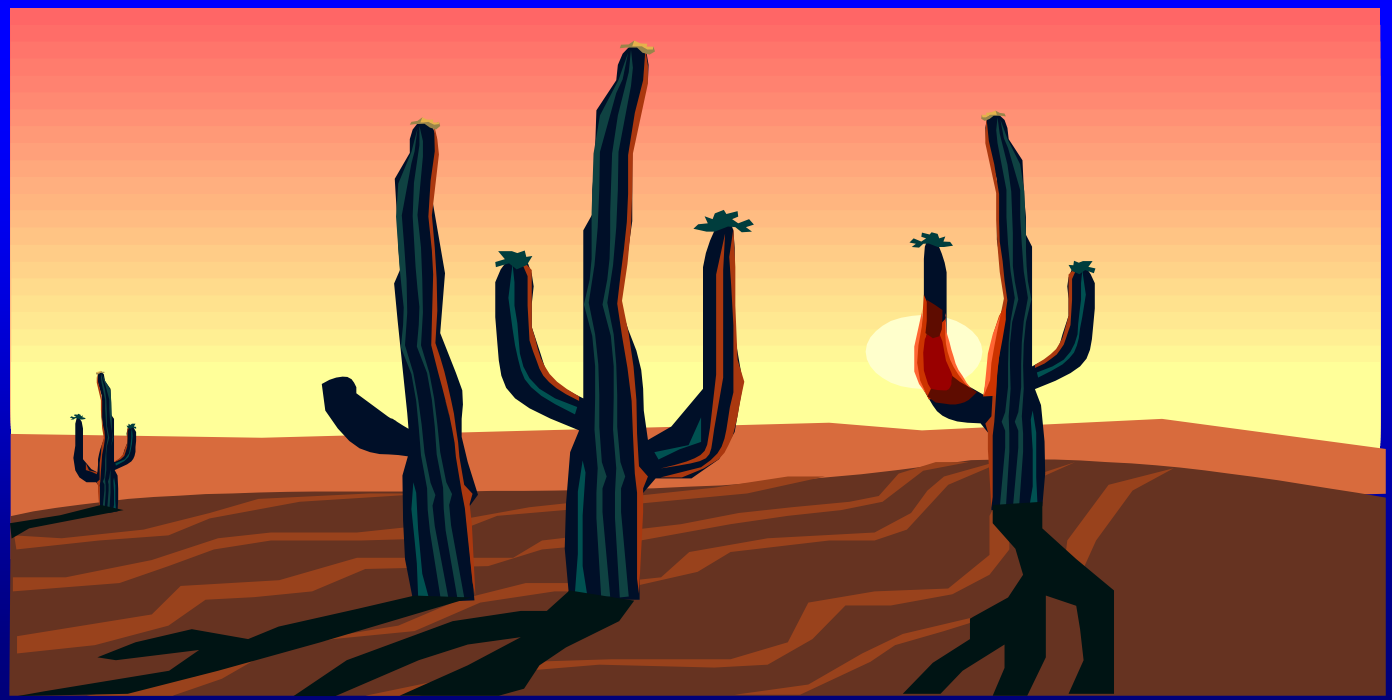
الف: عبارتست از مجموعه أی از فعالیتها و اقدامات سیستماتیک با رویکردی پیشگیرانه بمنظور:

- شناسایی و ارزیابی اشکالات (خرابیها) بالقوه یک محصول یا یک فرایند و تجزیه و تحلیل آثار آن
- تعریف اقداماتی که بتواند احتمال وقوع اشکالات را کاهش داده و یا از میان بردارد
- مستند سازی فرایند

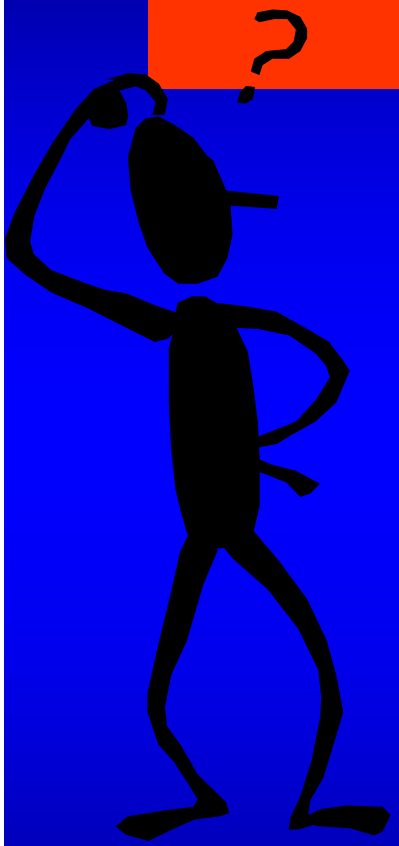
ب : تجزیه و تحلیل حالات خرابی و آثار آن یک تکنیک قوی وساخت یافته تجزیه و تحلیل و ارزیابی طراحی و فرایند است که تاکید بر اجرای اقدامات اولویت بندی شده در جهت بهبود محصول و فرایند می باشد.

- هدف از اقدامات اولویت بندی شده کاهش ریسک ناشی ازوجود اشکالات بالقوه درمحصول وفرایند وافزایش قابلیت اطمینان آنها می باشد .

ج : FMEA یک روش تحلیلی است که به سازمان کمک میکند تا اشکالات بالقوه موجود در محصول و فرایند را شناسایی نموده و قبل از وقوع علت آنها را بر طرف نماید.



فلسفه و مبانی کار



۱ - حدود ۸۰ درصد تمامی خطاها و عیوبی که در جریان تولید و ساخت یک محصول پدید آمده و در محصول نمود پیدا میکند ریشه در نقایص توسعه و طراحی و برنامه ریزی دارد.

۲ - حدود ۶۰ درصد از نقایصی که در زمان گارانتی یک محصول بروز میکند ریشه در طراحی ناقص، معیوب یا نارسا دارد.

هزینه در مقابل خطا

60
40
20
0

طراحی مهندسی

یـ ریال

ریال

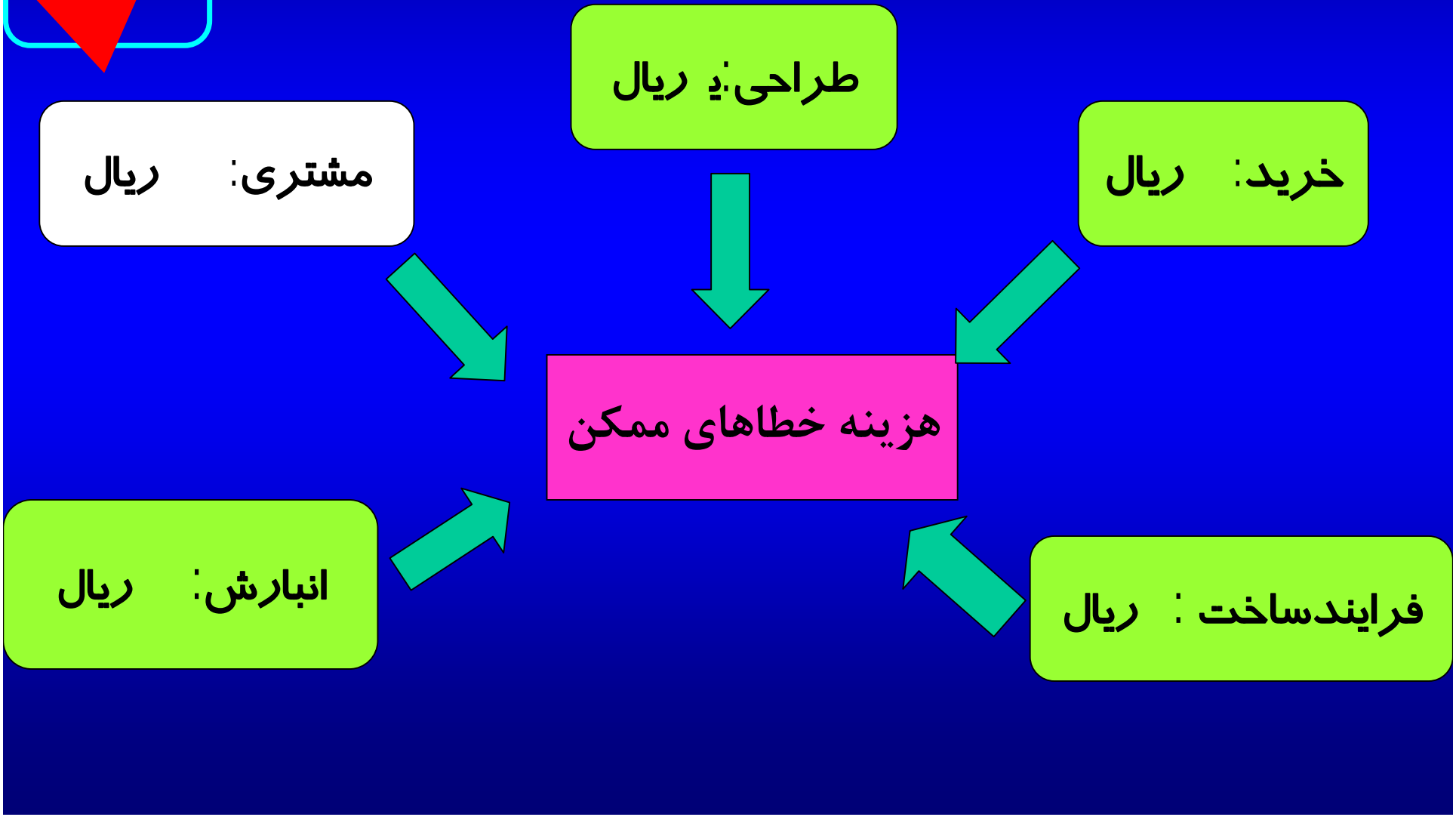
ریال

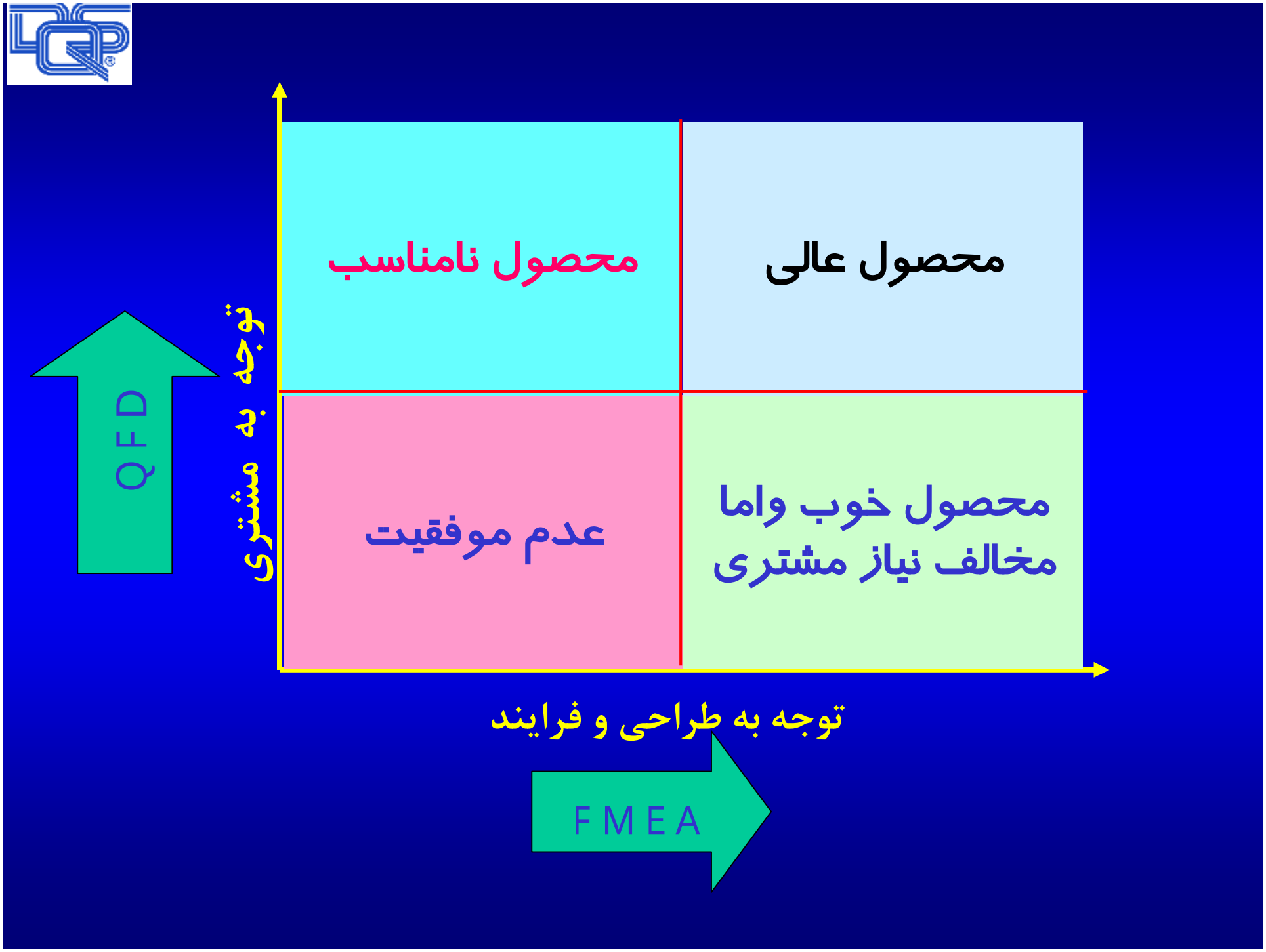
ساخت و مونتاژ

نترل

مشتری
طراحی

قاعده ده دهی: پیشگیری از بروز خطامنافع اقتصادی فراوانی دارد




محصول نامناسب
محصول عالی
عدم موفقیت
محصول خوب واما
مخالف نیاز مشتری
توجه به مشتری
QFD
توجه به طراحی و فرایند
FMEA

هدف FMEA

۱- چگونه یک محصول ممکن است خراب شود.

۲- حالت خرابی چه آثاری می تواند داشته باشد.

۳- شدت آثار خرابی چقدر می باشد.

۴- چه چیزی می تواند باعث بروز حالات خرابی شود.

۵- چقدر احتمال خرابی دارد.

۶- أین کنترلها چقدر موثر بوده است.

۷- در حال حاضر چه کنترل هایی لحاظ شده است.

۸- ریسک أین حالات خرابی چقدر است.

۹- برای کاهش ریسک چه کارهایی میتوان کرد.

۱۰-بهبود کیفیت قابلیت اطمینان وأیمنی محصولات.

۱۱- کاهش هزینه هاوزمانهای طراحی مجدد و اصلاح محصولات

۱۲- شناسایی ویژگیهای بحرانی و مهم.

پیشینه FMEA

۱ - دهه ۶۰ از طرف ناسا برای سفینه آپولو

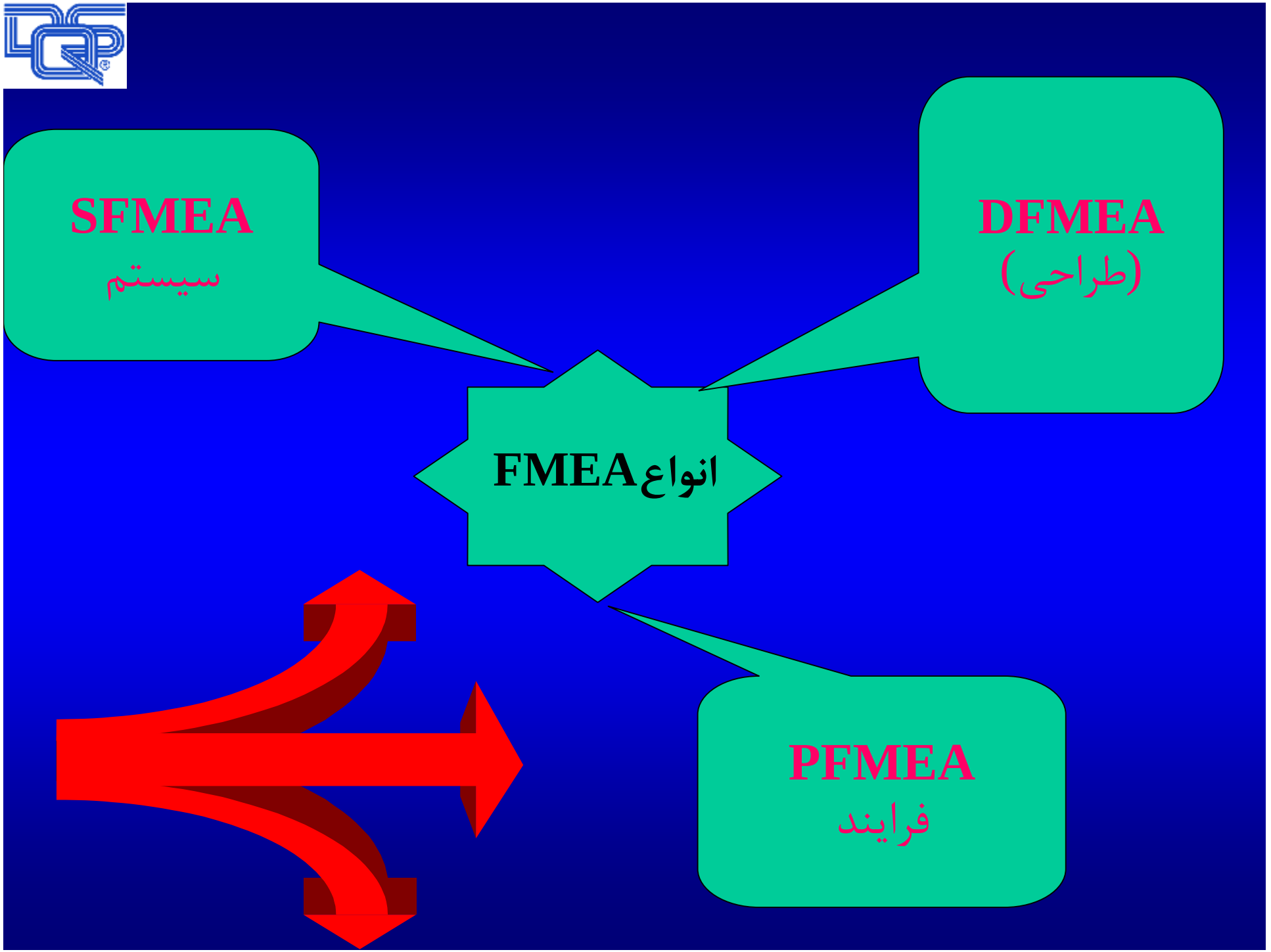
۲ - دهه ۷۰ در موسسات و نیروگاههای اتمی

۳ - سال ۱۹۷۷ در SAE

۴ - سال ۱۹۸۵ صنایع خودرو , فورد راهنمای Q101 و در آلمان تحت استاندارد DIN25448 (تحلیل اثرات اتفاقی)

۵ - سال۱۹۸۶ صنایع اتومبیل آلمان در انجمن کیفیت آلمان (DGQ)

بخش دوم:
انواع FMEA و مزایای آن


SFMEA
سیستم
DFMEA
(طراحی)
انواع FMEA
PFMEA
فرایند

SFMEA

سیستم

سیستمهای اصلی و زیر سیستمها

تمرکز: بر روی طرح محصول به منظورکاهش آثارخطاها برروی سیستم

هدف : افزایش کیفیت و قابلیت اطمینان سیستم و کاهش هزینه های آن

DFMEA

طراحی

قطعات مشکل

تمرکز: کاهش آثار خطاها بر روی طراحی محصول(مدارک طراحی)

هدف : افزایش کیفیت و قابلیت اطمینان طراحی و کاهش هزینه های آن

PFMEA

فرایند

فرایند تولید,محیط کاری ماشین آلات و روشهای کارو نیروی انسانی

تمرکز: کاهش آثار خطاهای فرایند (طرح فرایند)

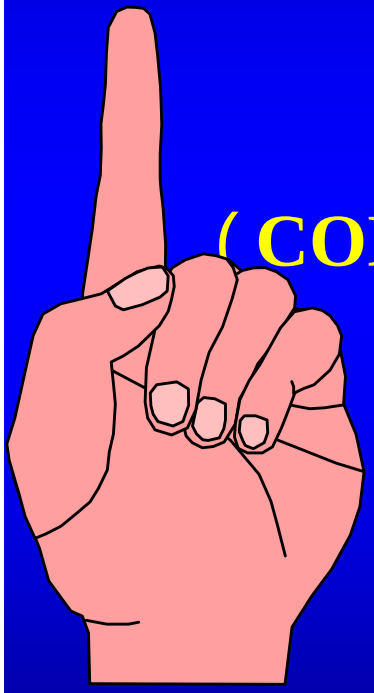
هدف : افزایش کیفیت و قابلیت اطمینان و بهروری کلی فرایند و کاهش هزینه های آن

کاربرد FMEA

۱ - برنامه ریزی از پیش تعیین شده کیفیت محصول (APQP)

۲ - حل مساله (PROBLEM SOLVING)

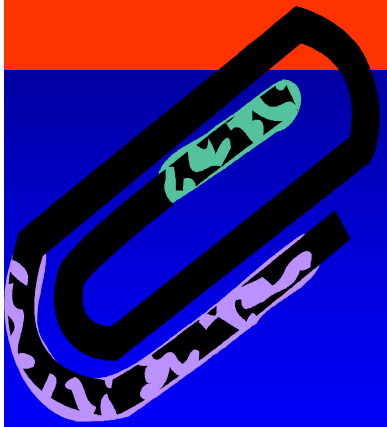
۳ - بهبود مستمر (CONTINUOUS IMPROVEMENT)



۴ - طراحی محصول (PRODUCT DESIGN)

۵ - فرایند ساخت و مونتاژ

ضرورت و مزایای FMEA



۱ - مشتری و بازار تحلیل خطا در فرایند را طلب میکند.

۲ - نیازمندی نظامهای کیفی مانند QS9000- ISO/TS 16949

۳ - تغییرات در طراحی را کاهش میدهد.

۴ - تهیه وسایل اندازه گیری و آزمون بموقع را امکان پذیر و برنامه ریزی میکند .

۵ - توان وقابلیت کیفی شرکتها را قابل رویت میکند و نقاط ضعف را شناسایی میکند.

۶- صرفه جویی در هزینه های بازرسی

۷ - برخورد هدفمند با نقاط ضعف و قوت

۸ - تحلیل خطا مشکلات کلی را هدف می گیرد.

۹ - میزان موفقیت تحلیل خطا را اندازه گیری میکند.

۱۰ - مذاکرات و مباحثات باعث افزایش سطح اطلاعات و هماهنگی همکاران می شود

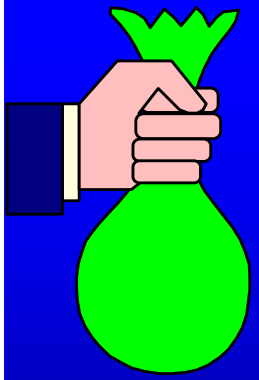
۱۱ - یک سند زنده است که منبع اطلاعاتی ارزشمند درباره فرایند است.

فواید FMEA

۱ - کاهش تعداد موارد خرابی محصول که مشتری با آن مواجه می شود.

۲ - کوتاه شدن دوره تکوین محصول

۳ - کاهش هزینه ها

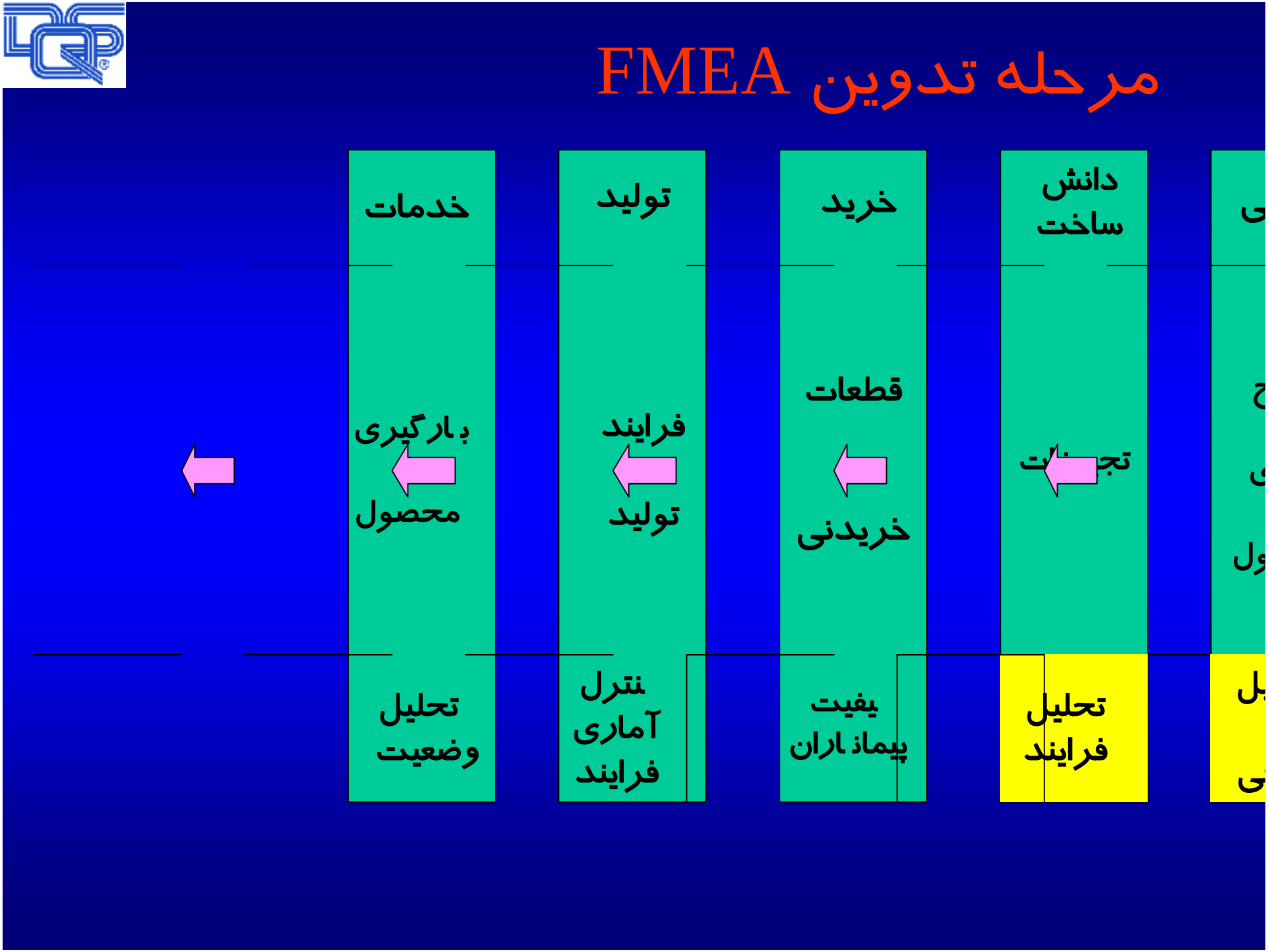


۴ - بهبود وجهه شرکت و بالا بودن توان رقابتی آن

۵ - افزایش کارایی در تخصیص منابع

۶ - صرفه جویی در زمان به هنگام طراحی محصولات یا فرایندهای مشابه

مرحله تدوین FMEA



موارد کاربرد FMEA

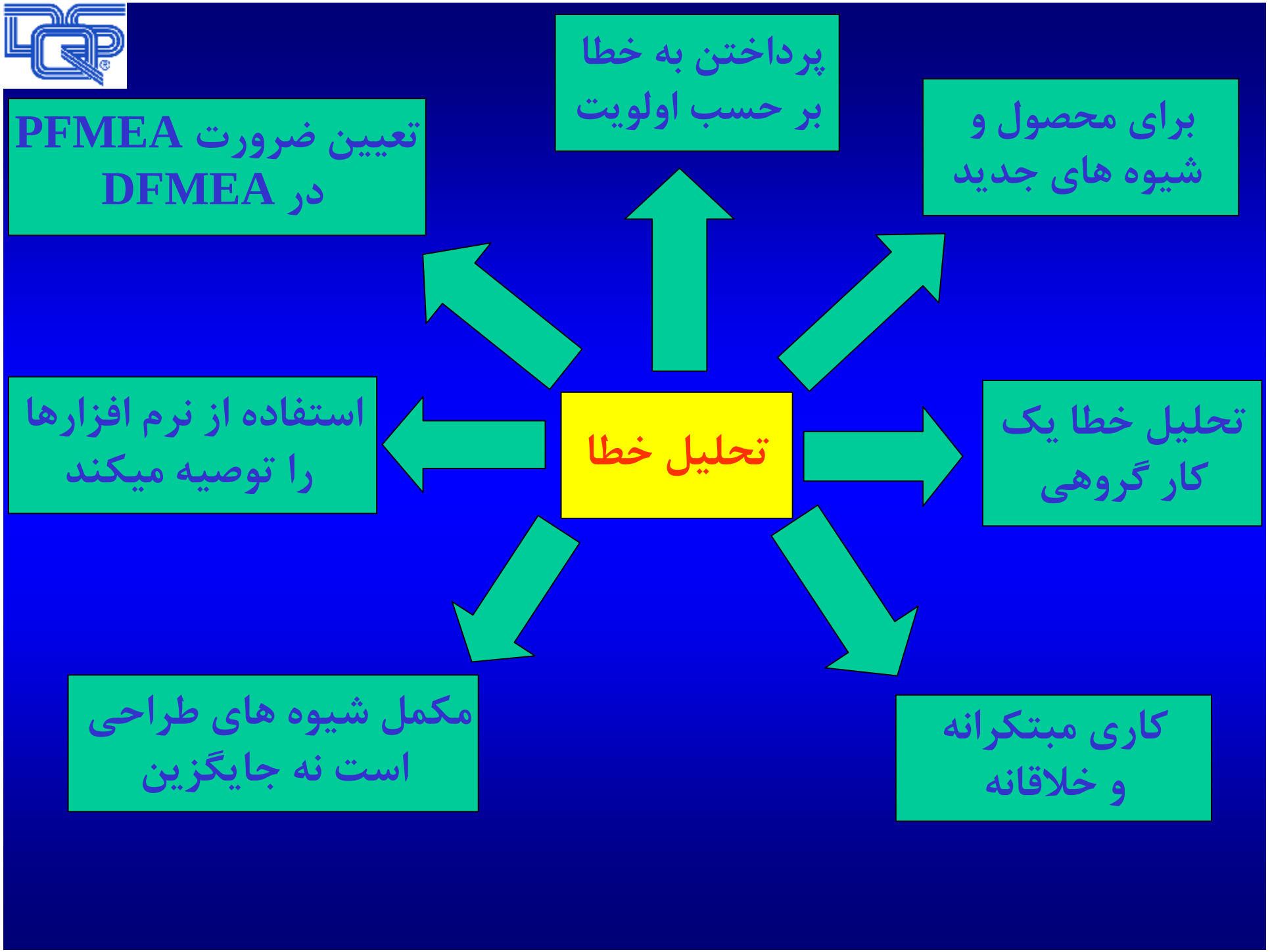
کاربرد FMEA

قطعات جدید

قطعات تغییر یافته

شرایط استفاده از قطعات

تغییر فرایند


تحلیل خطا
پرداختن به خطا بر حسب اولویت
برای محصول و شیوه های جدید
تحلیل خطا یک کار گروهی
کاری مبتکرانه و خلاقانه
مکمل شیوه های طراحی است نه جایگزین
استفاده از نرم افزارها را توصیه میکند
تعیین ضرورت PFMEA در DFMEA

تعریف مشتری

سطوح بالاتر سیستم

مصرف کننده نهایی

تعریف مشتری

مهندسین فرایند ساخت و مونتاژ

عملیات بعدی

SFMEA (سیستم)

أین نوع از FMEA روشی سیستماتیک است که به منظور تحلیل و بررسی یک سیستم و زیر سیستم های آن درابتدایی ترین مراحل طراحی استفاده می شود.

SFMEA عموما بر روی حالات بالقوه خرابی که می تواند در عملکرد های سیستم رخ دهد متمرکز میشود.

أین خرابیها از وجود نقصان و یا کمبودهایی درطراحی سیستم و یا بواسطه وجود تقابل بین عملکرد مولفه های سیستم یا زیر سیستم ناشی می شوند.

SFMEA (ادامه)

SFMEA در برگیرنده مراحل طراحی مفهومی تکوین آزمایش و ارزیابی سیستم می باشد و به بررسی اثرات متقابل اجزا و زیر سیستمهای دیگر می پردازد.

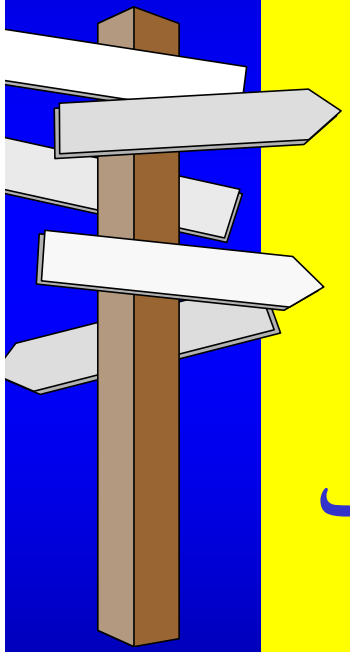
طرح در أین مرحله فرایند تکاملی دارد و چگونگی استفاده از روشها وتکنولوژیهای مختلف برای رسیدن به یک سیستم أیده آل مطرح میباشد.

SFMEA (ادامه)

نتیجه أین تجزیه وتحلیل اطلاعات اولیه یرای DFMEA خواهد بود.در واقع DFMEA پس از تکمیل SFMEA تهیه می شود و عموما علل خرابی در SFMEAحالت خرابی در DFMEA میباشند.

اجرای SFMEA اطلاعات مهمی را برای اجرای DFMEA تهیه می کند. اگر چه آثار خرابی در أین فرمها تغییری نمی کند. اما علل خرابی در SFMEAحالات خرابی DFMEA خواهند بود.

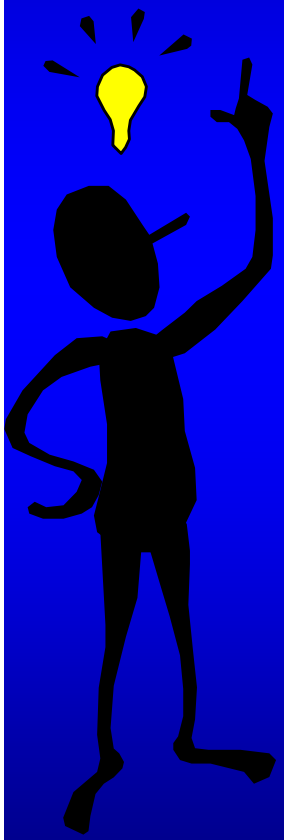
سیســـــــتم تعـــریف



منظور از سیستم مجموعه أی نظام یافته میباشد که برای هدف خاصی طراحی شده است که خود شامل اجزا یا زیر سیستمهای دیگر میباشد.

مانند : سیستم روغنکاری موتور و یا سیستم خنک کننده

مزایای FMEA سیستم :



۱- کمک به انتخاب یک سیستم مطلوب وبهینه از بین گزینه های مختلف

۲ - کمک به تعیین تغییرات مورد نیاز در ویژه گی های سیستم

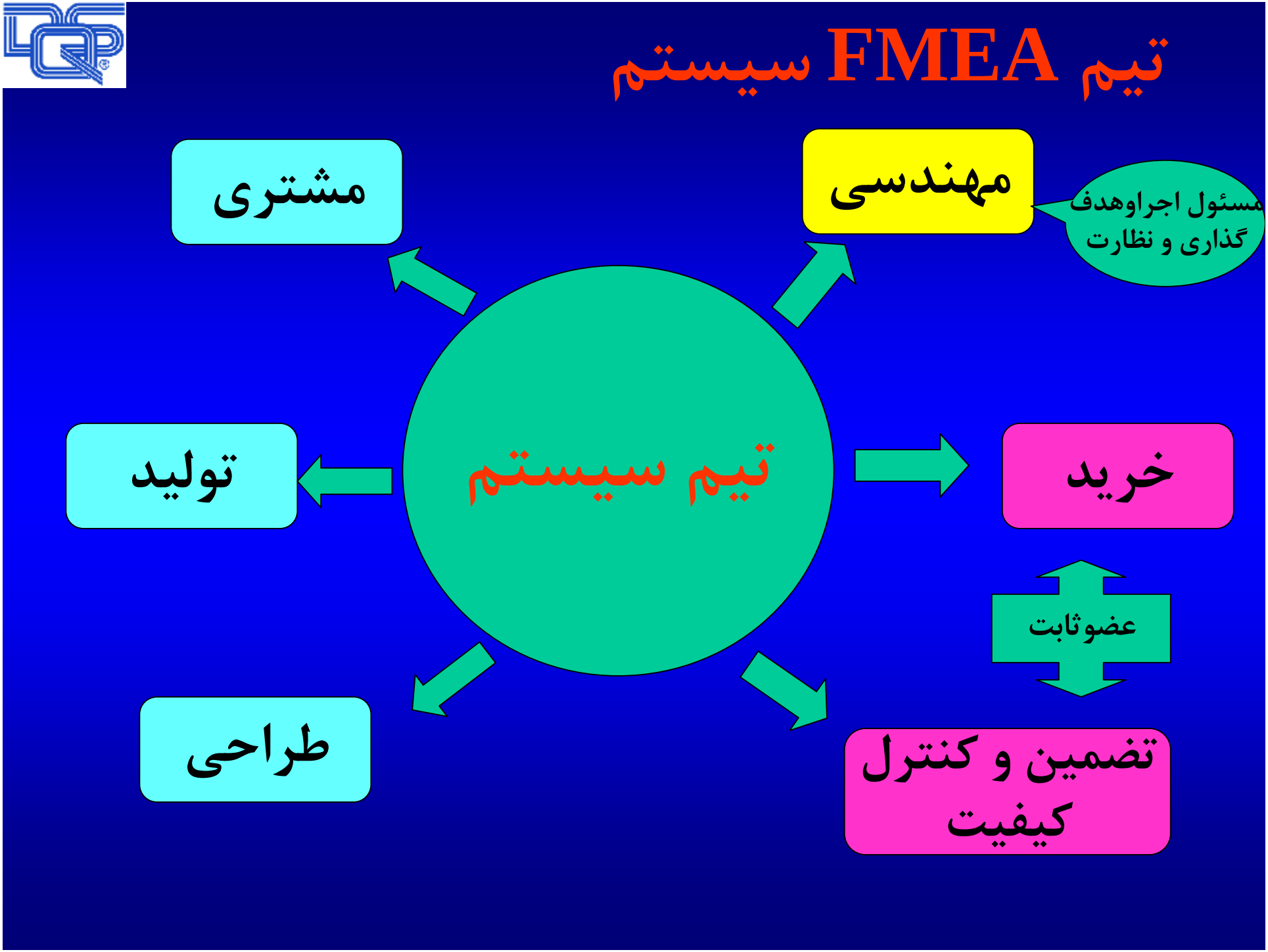
۳ - شناسایی حالات خرابی بالقوه ناشی از تعامل اجزای سیستم

۴ - کمک به تعیین احتمال وقوع حالت خطا بمنظور برآورد اهداف کلی گزینه های مختلف سیستم

۵ - شناسایی آزمونهای مورد نیاز سیستم

۶ - کمک به تعیین سخت افزارهای اضافی مورد نیاز سیستم

تیم FMEA سیستم



تعریف حالات بالقوه خرابی

هر نوع عیب مشکل و یا حتی فرصتی برای بهبود درسیستم می تواند یک حالت خرابی باشد . معمولا وقتی درمورد حالات بالقوه خرابی بحث میشود باید به ازدست رفتن کارائی سیستم فکر کرد. برای هر عملکرد سیستم باید خرابی های مربوط به آن منعکس شود.

مثال : ترموستات عمل نمی کند.
رله عمل نمی کند.

اثر بالقوه خرابی

اثر بالقوه خرابی نتیجه و پیامد یک حالت خرابی سیستم است.
أین نتیجه و اثر ممکن است بر خود سیستم , محصول, مشتری و یا مقررات دولتی باشد .
مثال :

حالت خرابی سیستم خنک کننده :ترموستات عمل نمیکند

- اثر خرابی بر سیستم های دیگر:هیچ
- اثر خرابی بر محصول :موتور داغ میکند.
- اثر خرابی بر مشتری: عملکرد خودرو مختل می شود. و مشتری کاملا ناراضی است.

علل بالقوه خرابی

علل بالقوه خرابی :

سیستم عبارتست از اشکال, کمبود و یا نقصانی در طراحی سیستم که نتیجه آن وقوع حالات خرابی است.

به أین نکته باید توجه کرد که وقتی روی عاملی تمرکز کنیم باید بدنبال علت ریشه أی باشیم نه نشانه های خرابی.

علل بالقوه خرابی

برای شناسایی خوب ودرست علت خرابی باید سیستم را شناخت و با طرح سئوالات مناسب به دنبال علل ریشه أی خرابی بود.

یک حالت خرابی می تواند از عاملی در یکی از اجزا یا چند جزء
در سیستم و یا وجود تقابل بین اجزاء سیستم مورد بررسی با سیستم های دیگر بوجود آید . أین تقابلها ممکن است شامل عوامل انسانی نیز باشند.

کنترلهای جاری

عبارتست از یک روش (رویکرد) آزمایش، مروری بر طراحی و یا تحلیل مهندسی.

أینها برخی از ابتدایی ترین روشهای تشخیص یک خرابی در سیستم هستند . می توانند خیلی ساده باشند و یا خیلی تکنیکی و پیشرفته (شبیه سازی کامپیوتری یا تستهای آزمایشگاهی) . هدف أین است که هرچه زودتر نقصهای طراحی سیستم تشخیص داده شود . عقیده بر أین است که تشخیص اولیه در SFMEA موجب می شود کنترلهای طراحی کارامدتر شوند .

تشخیص

تشخیص عبارتست از احتمال أینکه کنترلهای جاری یک سیستم بتوانند حالات خرابی یاعلل خرابی را قبل از أینکه طراحی اجزا سیستم آغاز شود ,تشخیص دهند

تعیین رتبه تشخیص

باید توانایی هر کدام از کنترلهای جاری (و یا متدهای تشخیص تعریف شده) را در تشخیص خرابی قبل از أینکه مشخصات سیستم به تایید نهایی برسد , تخمین زد. به عبارت دیگر آیا کنترلهای تعیین شده برای طراحی سیستم کارا هستند یا خیر؟ جدول زیر یک راهنمای پیشنهادی برای انتخاب رتبه تشخیص است .

تشخیص

تشخیص	معیار	رتبه
تقریبا قطعی	در مرحله طراحی مفهومی روشهای تشخیص مطمئنی وجود دارد	
خیلی زیاد	در مرحله طراحی اولیه تحلیلهای امپیوتری مطمئنی وجود دارد	۲
زیاد	در مراحل طراحی اولیه مدلسازی یا شبیه سازی وجود دارد	۳
نسبتازیاد	آزمایشهایی بر روی اجزا سیستم نمونه های اولیه وجود دارد	٤
متوسط	آزمایشهایی بر روی اجزا سیستم در پیش از تولید وجود دارد	۵
نسبتا م	آزمایشهایی بر روی اجزا سیستم مسابه وجود دارد	۶
م	آزمایشهایی بر روی محصول با نمونه اولیهای ه اجزا سیستم آن نصب شده است وجود دارد	۷
خیلی م	آزمایشهای دوام مطمئنی بر روی محصولی ه اجزا سیستم آن نصب شده است وجود دارد	۸
بندرت	فقط تنیهای نامطمئن یا ناتوانمند وجود دارد	۹
غیر ممن	متد و یا روش تشخیصی وجود ندارد	۱۰

FMEA طراحی

- روشی سیستماتیک برای شناسایی اولویت بندی و اقدام در قبال نارسائیهای ناشی از طراحی که می تواند منجر به بروز حالات خرابی در محصول شود.

هدف : پیشگیری ازمواجه شدن مشتری با حالات خرابی محصول

مزایای FMEA طراحی

۱- کمک به ارزیابی عینی نیازمندی ها و گزینه های مختلف طراحی

۲ – کمک به انجام طراحی اولیه به منظور تحصیل قابلیت ساخت ومونتاژ

۳ – افزایش احتمال شناسایی حالات خرابی بالقوه و آثارآنها بر سیستم در مرحله طراحی و توسعه محصول

۴ – تهیه لیستی از حالات خرابی بالقوه و آثار آنها بر روی مشتری اولویت بندی شده ودر نتیجه برقراری یک سیستم اولویت بندی شده برای بهبود طراحی .

۵ – کمک به شناسایی ویژگیهای بحرانی وبا اهمیت وبالقوه

۶ – فراهم نمودن یک چارچوب مدون برای ارائه و بررسی و ارزیابی پیشنهادات واقدامات لازم برای کاهش ریسک

۷- تامین اطلاعات مفید برای صحه گذاری طراحی

۸- پرهیز از هزینه های دوباره کاری

۹- اولویت بندی اقدامات مرتبط با بهبود طراحی

۱۰- تقویت حس تعلق تیمی نسبت به پروژه

کاربرد FMEA طراحی :

- برنامه ریزی از پیش تعیین شده کیفیت محصول (APQP):

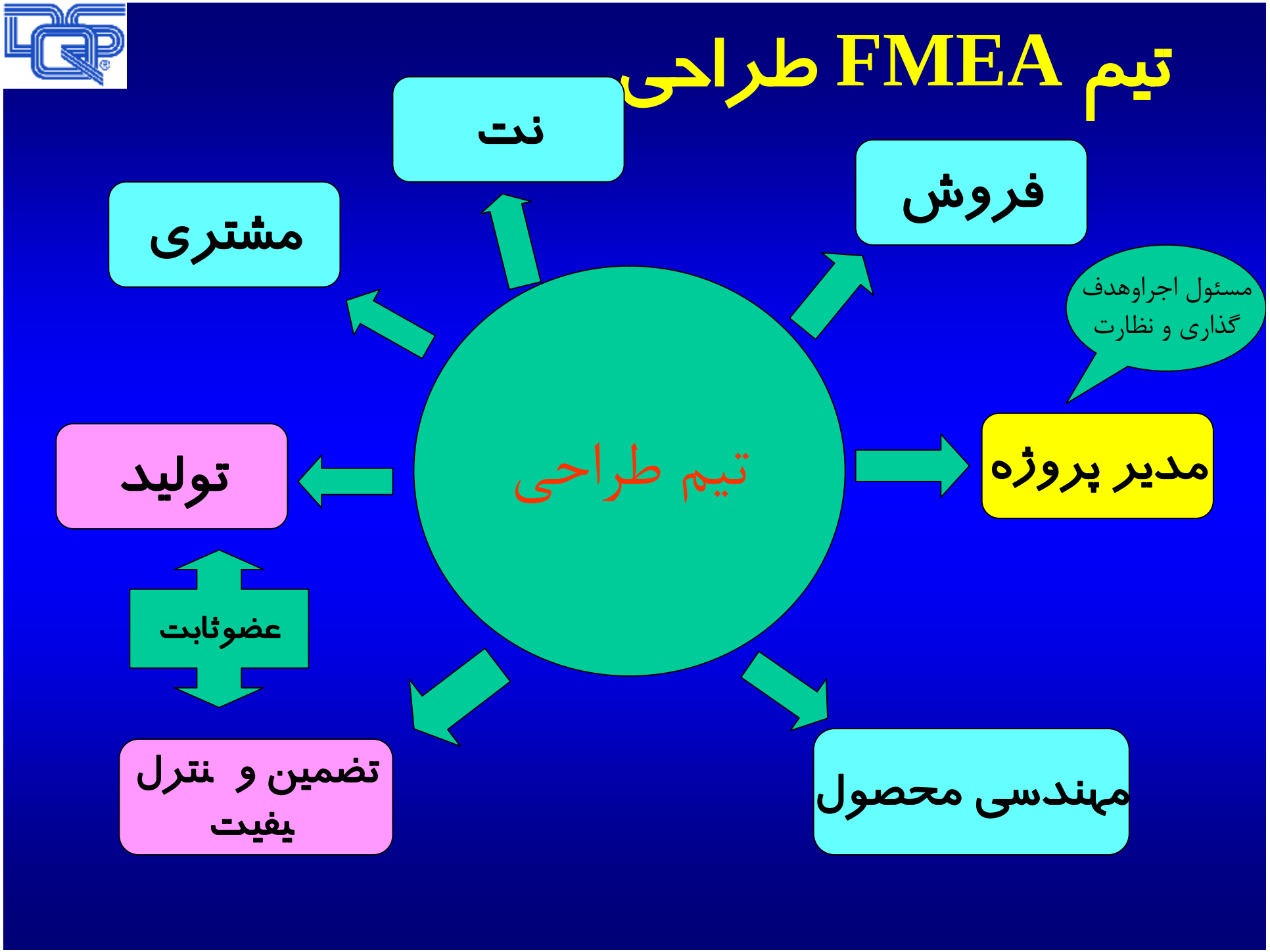
  - قطعات و محصولات جدید

  - قطعات و محصولات تغییر یافته

  - قطعات مشترک در شرایط جدید کارکردی

  - بهبود مستمر

تیم FMEA طراحی



مشتری

مشتری نهایی و یا مصرف کننده

مهندسی محصول(طراحان)

مهندسی تولید (پروسه نویسی)

محصول وعملـرد قطعات

- اشاره به :

- نام قطعات تشکیل دهنده
- اشاره مختصر به عملکرد قطعات
- اشاره به شرایط کارکردی قطعه

توجه : اگر قطعه دارای عملکرد مختلفی باشد . عملکرد با بیشترین اثر ثبت می گردد.

حالت بالقوه خرابی

- به هر حالتی اطلاق می شود که قطعه و یا محصولی عملکرد مورد انتظار را تامین نکند .

- مثال :
- روغن ریزی
- لنگی
- لرزش زیاد
- زنگ زدگی

باید مواظب بودکه حالت خرابی با اثر آن اشتباه نگردد

منابع تعیین حالت بالقوه خرابی

- FMEA های گذشته
- بازخوردهای مشتری
- نتایج کنترلهای فرایند
- نتایج آزمونها

- در تعیین حالات خرابی می بایست به شرایط عملکردی
و محیطی نیز توجه گردد .

آثار بالقوه خرابی

- برای تعیین أثار خرابی می بایست به موارد زیر توجه گردد :
- اثر حالت خرابی بر عملکرد قطعه و تاثیر بر سیستم ، زیر سیستم و تاثیر بر عملکرد خودرو و تاثیر بر مشتری نهایی
- چیزی که مشتری می بیند و احساس می کند .
- لحاظ کردن ایمنی قطعه و رعایت استانداردها

- در تعیین حالات خرابی می بایست به شرایط عملکردی
و محیطی نیز توجه گردد .

شدت اثر (SEVERITY)

- شدت اثر عبارتست از میزان جدی بودن اثر حالت خرابی بر مشتری داخلی و نهایی

توجه : اعضای تیم می بایست در مورد شدت اثر توافق کامل داشته باشند.

علل بالقوه خرابی

- علل بالقوه خرابی به اشکالاتی مربوط می شود که مربوط به نقصهای طراحی می باشد . مانند :

- ترکیب نامناسب مواد
- در نظر گرفتن سختی نامناسب مواد

علل بالقوه خرابی

نقصها و کمبودها باعث می شوند که :

- اخلال در عملکرد قطعه بوجودآید (الویت اول) مانند:
- سطح درگیری نامناسب چرخدنده

- اخلال در فرایند ساخت و مونتاژ (الویت دوم) بوجود آید:
- مشخصات نامناسب فرایند
- سیستم نامناسب حمل و نقل

احتمال وقوع

- عبارتست از احتمال وقوع خرابی در طی طول عمر طراحی شده قطعه

- أساس تعیین رتبه وقوع:
- اطلاعات و سوابق موجود در قطعات مشابه
- در غیر أین صورت استفاده از قسمت دیگر جدول

کنترلهای جاری (پیشگیرانه و تشخیص) ضربه تشخیص

- تکنیکهای ارزیابی فعلی و گذشته طرح :مانند

- آزمونهای عملکرد و دوام
- بررسی و آزمون نمونه های اولیه
- آنالیزهای مختلف مواد

- تمامی روشهای کنترلی استفاده شده قبل از تصویب طرح را می بایست درستون مربوطه بیاوریم.

FMEA فرایند (PFMEA)

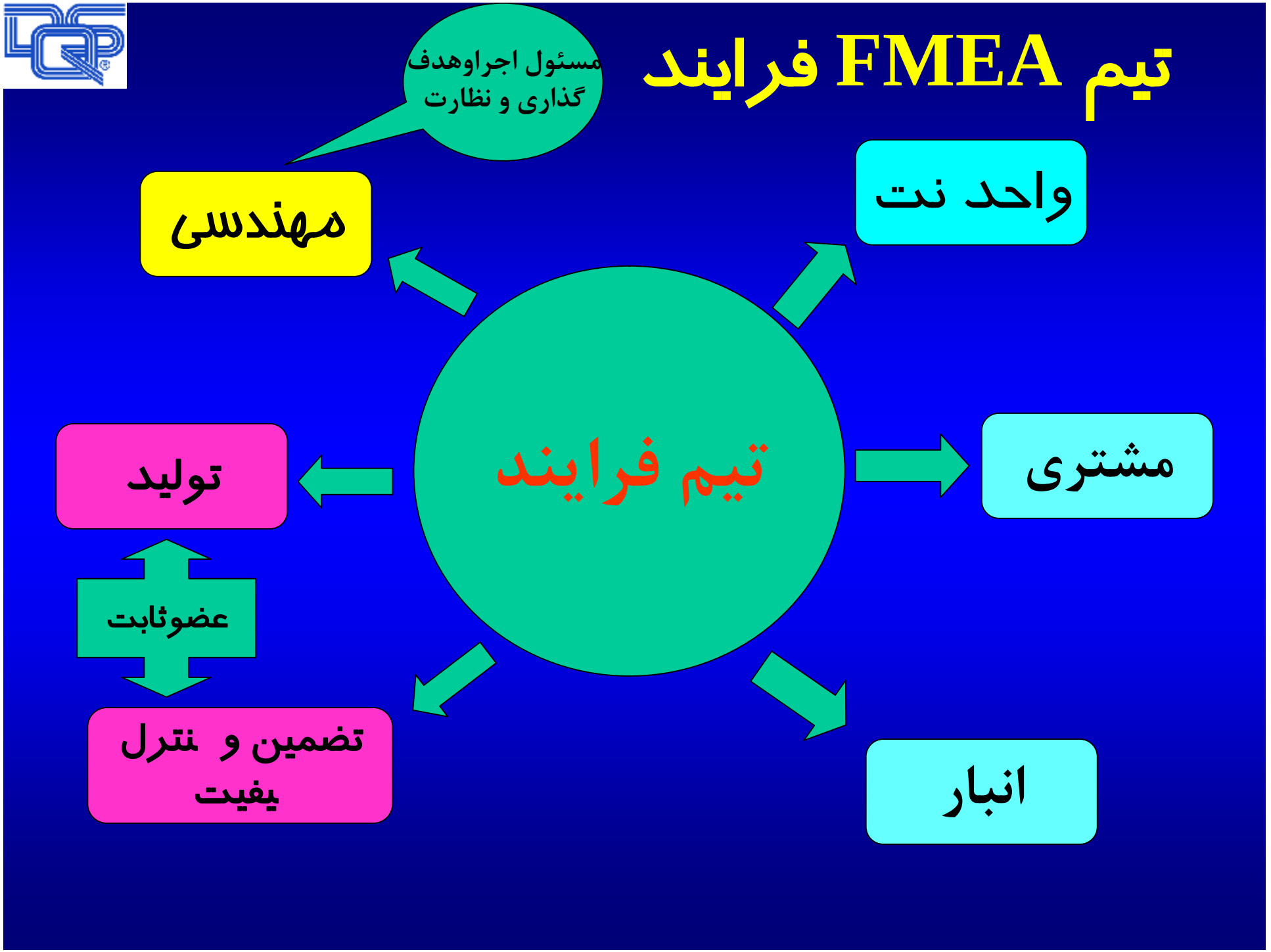
FMEA فرایند یک رویکرد سیستماتیک تاکید بیشتر آن بر روی حالات شکستی است که ممکن است بر اثر نارساییها و یا استفاده ازمواد، قطعات، ماشین آلات، نیروی انسانی و روشهای نامطلوب در فرایند تولید محصول بوجود آید.

مزایای FMEA فرایند :

- شناسایی نارسایی های فرایند
- افزایش قدرت تشخیص و شناسایی علل تولید محصول نامنطبق و پیشگیری از آن
- ثبات بیشتر در خروجی فرآیند
- الویت بندی اقدامات برای بهبود

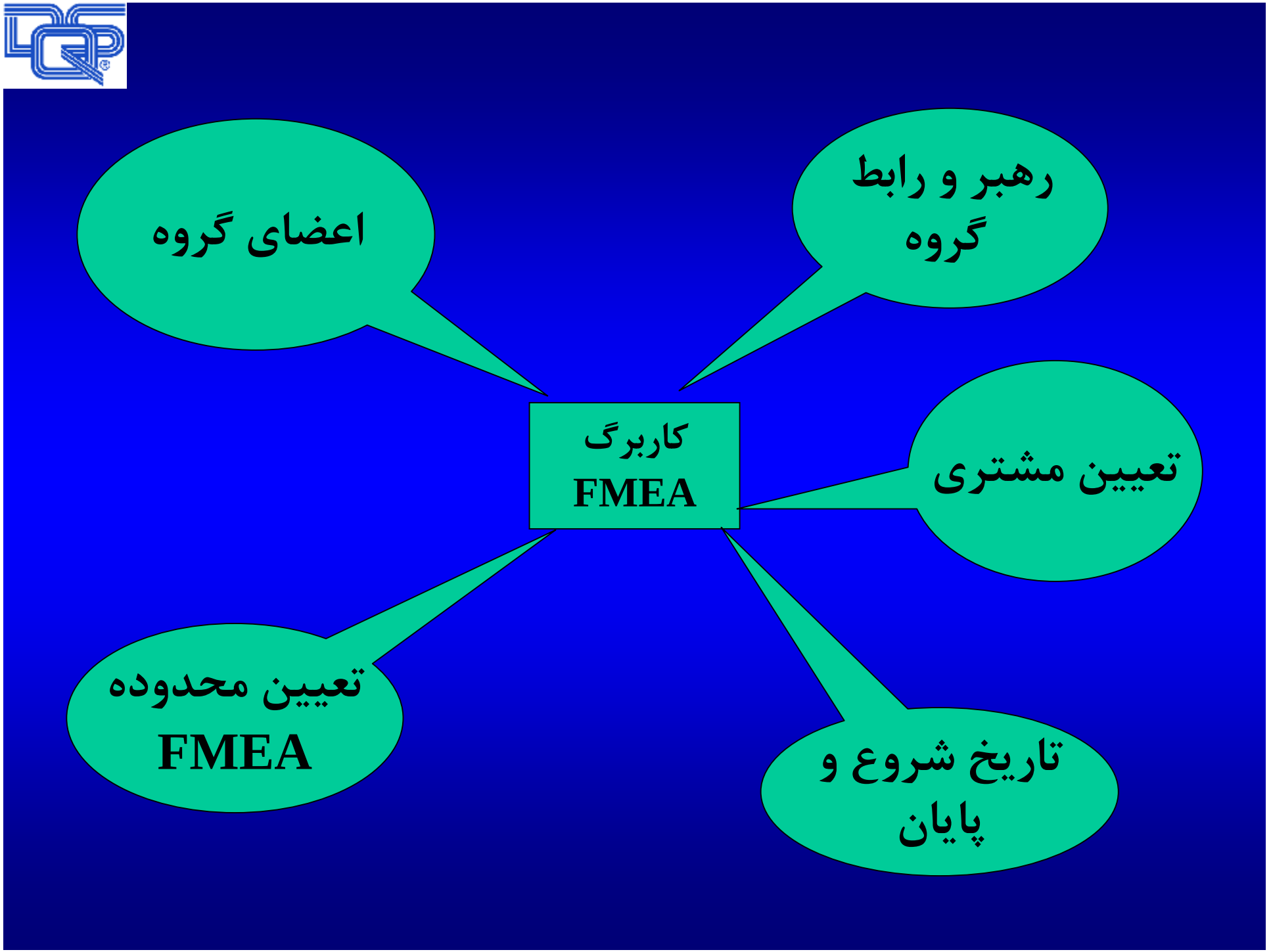
کاربرد FMEA فرایند :

- طرحریزی از پیش تعیین شده کیفیت محصول
- فرایند تایید قطعات تولیدی


تیم FMEA فرایند
مسئول اجراوهدف گذاری و نظارت
مهندسی
واحد نت
تیم فرایند
تولید
مشتری
عضوثابت
تضمین و نترل یفیت
انبار

انواع FMEA

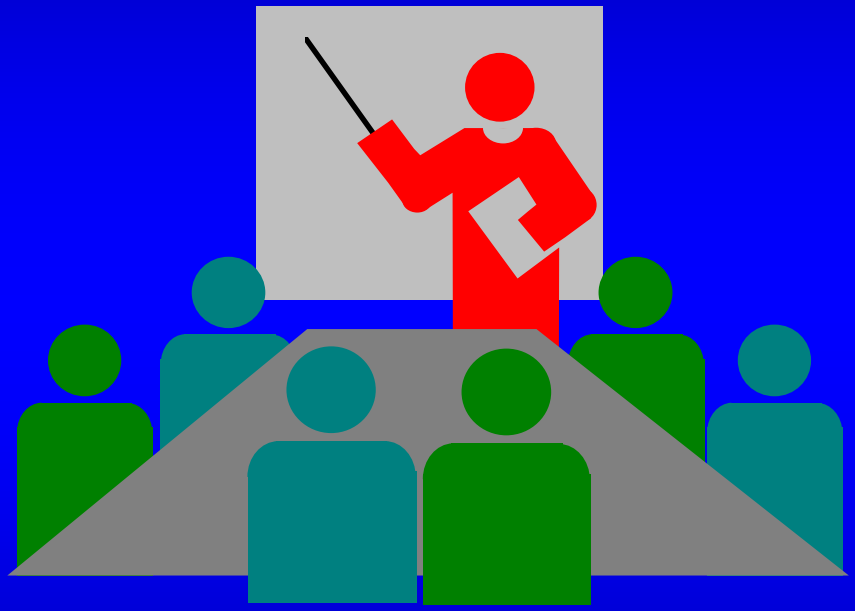
	جا	چه چیز	چه وقت	چه سی
سیستم	محصول سیستم	طرح محصول	قبل از طراحی	مهندسی
طراحی	قطعات مشل دار	مدار طراحی	بعد از سیستم	طراحی
فرایند	فرایند تولید	طرح فرایند	بعد از طراحی	فرایند


کاربرگ
FMEA
اعضای گروه
رهبر و رابط گروه
تعیین مشتری
تعیین محدوده FMEA
تاریخ شروع و پایان

- نقش کار گروهی :

الف : گروه اصلی

ب: گروه های پشتیبان



استانداردهای FMEA

MIL-STD-16291 "Procedures For Performing Failure Mode and Effect Analysis‘

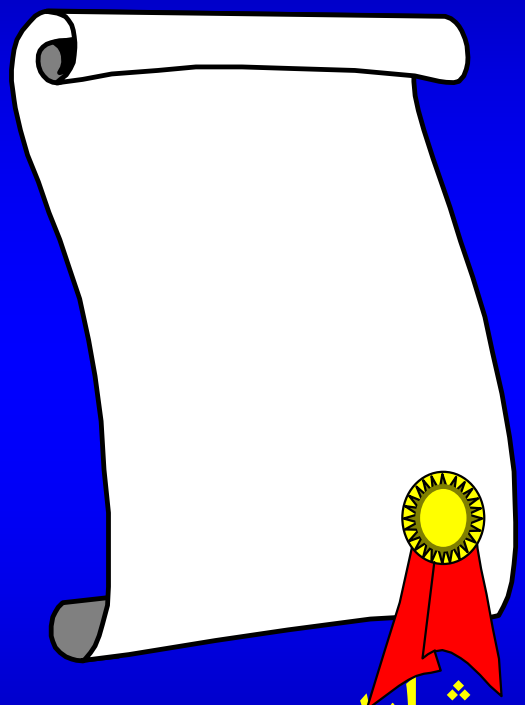
IEC 812 "Procedures for failure Mode and Effect Analysis

BS 5760-5 "Guide to failure Mode and Criticality Analysis

SAE-J-1739 "Potential Failure Mode and Effects Analysis in Design and Potential Failure Mode and Effects Analysis in Manufacturing and Assembly Processes Reference Manual

بخش سوم:
روش اجرای FMEA

مواردی که تیم میبایست توجه کند:



آشنایی با قطعه و فرایند تولید از طریق :

۱ – طرح و نقشه های اولیه موجود قطعات

۲ – نمودارهای بلوکی یا جریان فرایند

۳ – الزامات مشتری

۴ – FMEA طراحی (و برای محصولات مشابه و قبلی)

۵ - FMEA فرایند برای قطعات مشابه یا قبلی

حالات بالقوه خرابی

الف : شناسایی حالات خرابی از راههای زیر :

- بازخوردهای مشتریان خارجی و داخلی
- گزارش عیوب مشاهده شده در محصولات تولیدی
- بررسی FMEA های مشابه یا گذشته

ب : انجام طوفان مغزی برای شناسایی حالات بالقوه خرابی

ج - توجه به اثر خرابی عملیات قبلی که حالت خرابی عملیات بعدی باشد .

Potential Faiure Mode حالت بالقوه خرابی

تمامی خطا های قابل تصور برای قطعه و عملکردآن می بایست لیست گردد.در أین خصوص بررسی موارد گارانتی طول عمر وقابلیت اطمینان و اطلاعات برای قطعات مشابه پیشنهاد می گردد.

توجه : در FMEA فرایند فرض می شود مواد و قطعه ورودی سالم است .

Potential Faiure Mode

حالت بالقوه خرابی

مثال :

- عدم هم محوری سوراخهای دور فلنچ
- بزرگتر بودن قطر بیرونی فلنج
- بالا بودن ارتفاع نشیمنگاه جای کاسه نمد
- چسبندگی نامناسب رنگ
- کوچک بودن قطر محل کنس بلبرینگ

آثار بالقوه خطا (تبعات خطا)

فرض می گردد که خطا اتفاق افتاده است می بایست که خطا را آنطوری که مشتری آن را درک کرده است بیان شود. یادآور می شود که مشتری میتواند داخلی و یا خارجی باشد.

شناسایی آثار بالقوه :

بهتر است برای شروع کار از آثار شناخته شده استفاده گردد مانند :

۱- سوابق FMEA های انجام شده

2- شکایت مشتریان

3- گزارشات مربوط به گارانتی ها و اقلام برگشتی ها

شناسایی آثار بالقوه :

اثرات بالقوه نتیجه و پیامد حالات خرابی است که بر روی عملیات بعدی و یا مشتری نهایی بروز می کند . مانند :

حالت خراب: خارج از مرکز بودن سوراخ قطعه
اثر بر مشتری : صدا می دهد
اثر بر عملیات بعدی:قابل مونتاژ نمی باشد.

اهمیت (شدت Severity)

أین عامل عاملی است که اثرات خطای وقوع یافته را بر مشتری یا میزان جدی بودن اثر خرابی بر محصول و یا مشتریان داخلی و خارجی نشان می دهد.

لاس بندی Classification

میزان اهمیت قطعه که بر أیمنی محصول و انطباق با استانداردهای ملی و نیز رضایت مشتری تاثیر مستقیم دارد .

Potential Causes of Failure علل بالقوه خطا

در أین قسمت هر علت قابل تصور که بتوان به خطای موردنظر نسبت داده شده می بایست تدوین گردد.

أین علتها می بایست بر حسب مولفه های فرایند به گونه أی بیان شود که امکان کنترل و اصلاح وجود داشته باشد.

-دستگاه تنظیم نیست

-فشار روغن پایین است

موارد مورد توجه:

- می بایست عوامل ریشه أی خرابی را یافت.
- تمامی علتها میبایست واضح شناسایی و لیست شود .
- از ذکر عوامل مبهم پرهیز شود.
- تا حد امکان از علتهای شناسایی شده FMEA های قبلی استفاده شود.
- استفاده از تکنیک طوفان ذهنی و در صورت نیاز استفاده از نمودار استخوان ماهی

موارد مورد توجه :

- پاسخی به سئوالات زیر :
- چرا قطعه خراب می شود ؟
- پارامترهای موثر بر خرابی فرایند چیست ؟
- چه عواملی باعث خارج از کنترل شدن فرایند می شود ؟

Occurrence احتمال وقوع

در أین قسمت احتمال وقوع علل بالقوه خطا مرحله قبل را با انتخاب عدد ۱۰-۱ تعیین می کنیم.
در صورت وجود می توان از داده های آماری مرتبط با فرآیندهای مشابه استفاده نمود.

مانند :

- مقادیر قابلیت توانایی فرایند (CPk)
- تعداد خرابی و یا نسبت خرابی
- میزان دوباره کاری

روش تشخیص (اقدامات نترلی)
Detection Method

تمامی روشهای آزمون که می توان بوسیله آن از علل بروز خطاهای بالقوه و یا خطاهای مشهود راشناسایی کرده و تشخیص داد. در أین حالت فرض بر أین أست که خطا اتفاق افتاده است . می بایست تعیین گردد کنترلهای جاری به چه میزان از ارسال قطعه به مشتری جلوگیری می کند.

انواع کنترلها:

1-کنترلهای فرایند(SPC)
2-ارزیابی خروجیهای فرایند (بازرسی)

قابلیت تشخیص (رتبه تشخیص Detection)

تخمینی است از شانس أینکه کنترلهای جاری بتواند حالت

خرابی را قبل از خروج قطعه از فرایند ساخت و یا مونتاژ

شناسایی کند.

أین احتمال قبل از أینکه قطعه و یا محصول بدست مشتری برسد می بایست با انتخاب عددی بین ۱۰-۱ و با استفاده از جدول مربوطه تعیین نمود . در أین حالت خطا اتفاق افتاده است . در أین حالت تناسب تمامی اقدامات و بازرسی های موجود برای کشف خطا را می توان ارزیابی نمود.

اولویت ریسک (Risk Priority Number) RPN

اولویت ریسک حاصل ضرب ارزیابی احتمال وقوع ,شدت و قابلیت تشخیص می باشد.که نشان دهنده میزان اهمیت و تقدم اقدامات رفع خطا را مشخص می نماید.

RPN= S*O*D

اقدامات پیشنهادی Recommendation Action

اقدامات هدفمند برای رفع خطا وارائه توصیه های مناسب برای واحدهای ذیربط

- RPN های بالا
- شدت اثر بالا - اثر ۹ و ۱۰
- بالا بودن حاصل ضرب شدت در وقوع
- شدت اثراتی که برای کارکنان مخاطره آمیز باشد.

اقدامات توصیه شده:

هدف : کاهش رتبه های شدت, وقوع و یا مرتبه تشخیص میباشد.

کاهش شدت فقط با تغییر طراحی محصول و یا فرایند انجام می شود .

برای کاهش احتمال وقوع دو حالت ممکن است :

۱ - از بین بردن یا تحت کنترل قرار دادن علت خرابی

۲ - تغییر در طراحی محصول یا پروسه تولید .

برای بالا بردن تشخیص در کوتاه مدت، می توان کنترل ها را تقویت نمود

مسئولیت Responsibility

واحدهای مسئول برای اقدامات پیشنهادی مشخص و کنترل های زمانبندی شده جهت اطمینان ازاجرای دقیق ضروری است.

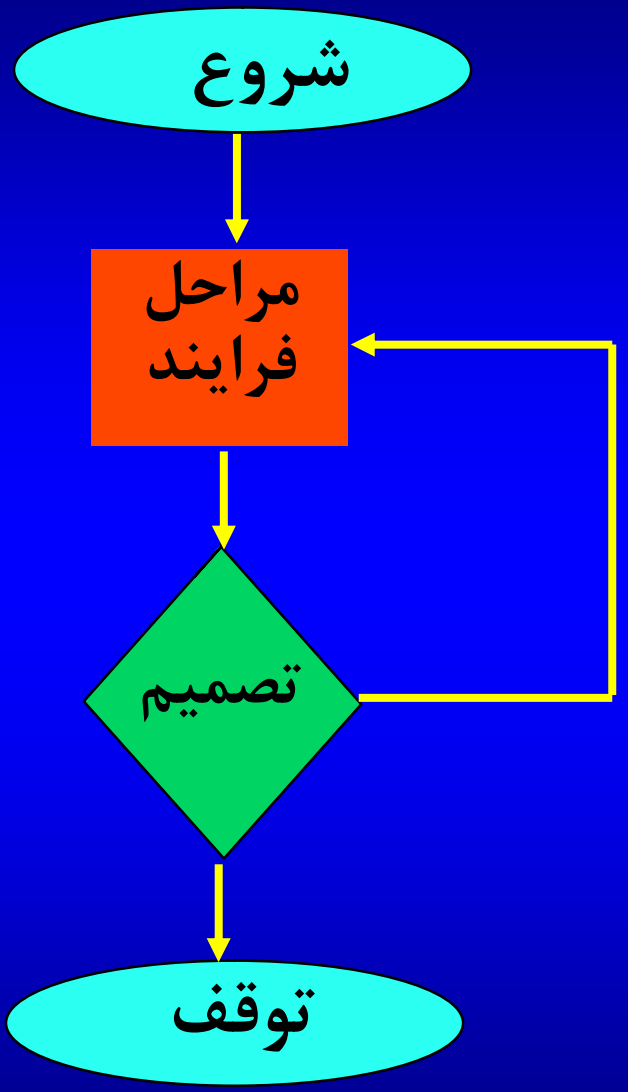
شروع فرایند :

تیم در آغاز کار باید موارد زیر را مرور کند :

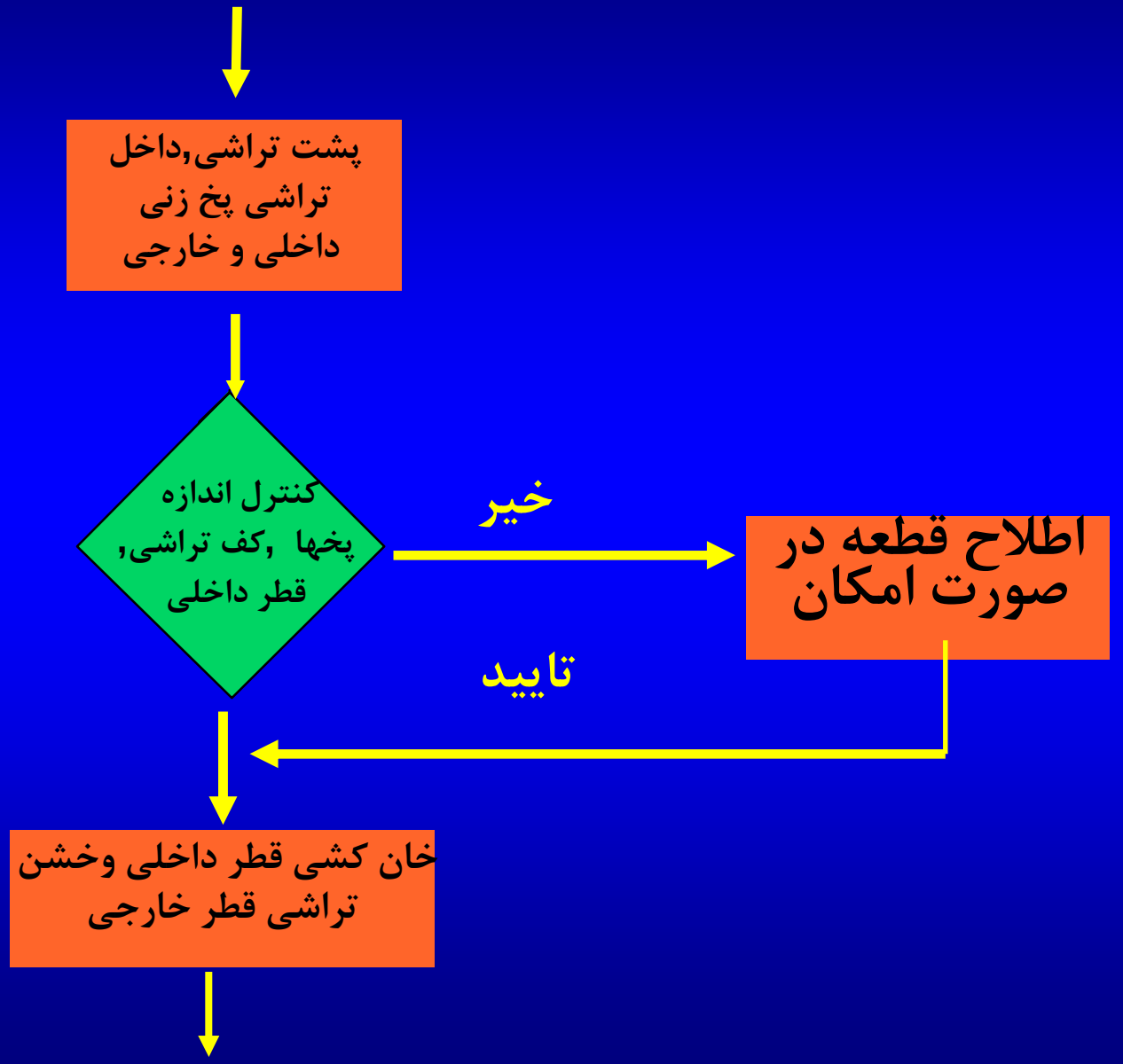
- طرحها و نقشه های اولیه
- نمودار فرآی‌ند
- الزامات مشتری

مشـــابه محصـــولات بـــرای طراحی FMEA

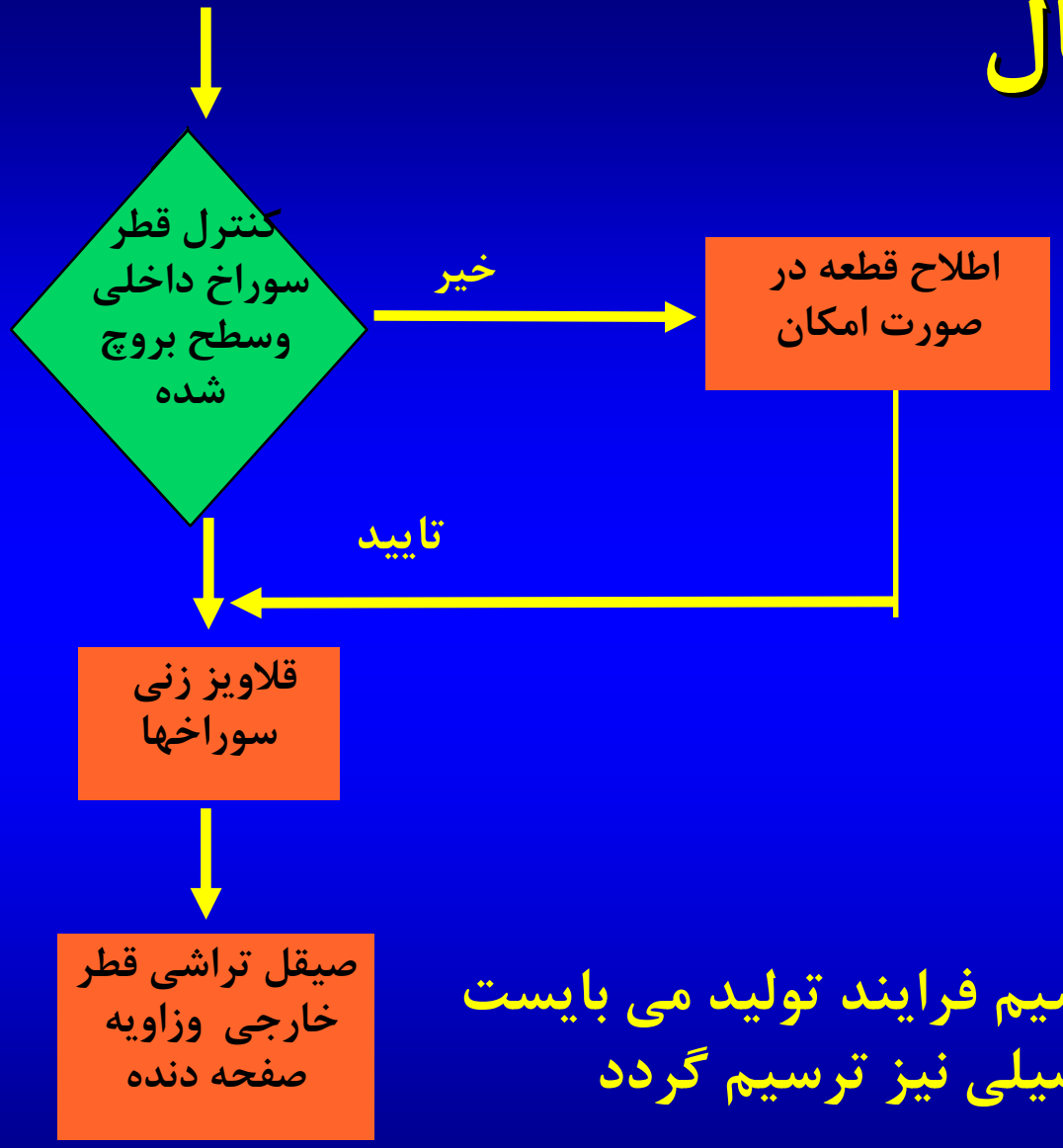
مثال



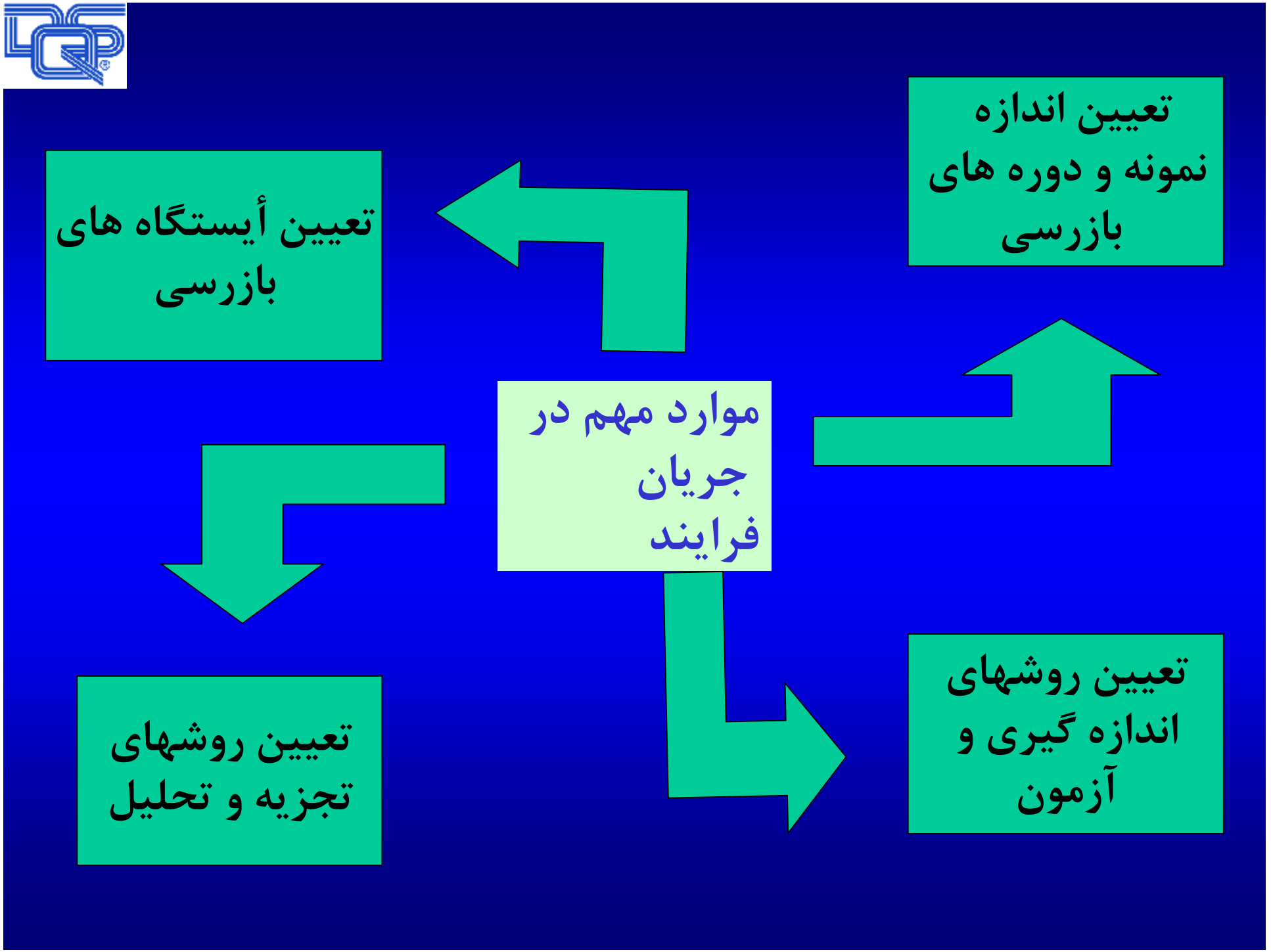
مثال


پشت تراشی,داخل تراشی پخ زنی داخلی و خارجی
کنترل اندازه پخها ,کف تراشی, قطر داخلی
خیر
اطلاح قطعه در صورت امکان
تایید
خان کشی قطر داخلی وخشن تراشی قطر خارجی

مثال



پس از ترسیم فرایند تولید می بایست نمودار تفصیلی نیز ترسیم گردد


تعیین اندازه نمونه و دوره های بازرسی
تعیین أیستگاه های بازرسی
موارد مهم در جریان فرایند
تعیین روشهای اندازه گیری و آزمون
تعیین روشهای تجزیه و تحلیل

روش تحلیل خطا :

اطلاعات پایه : (Basic Data)

در أین قسمت اطلاعاتی مانند نام قطعه سیستم و یا زیر مجموعه ثبت می گردد

کارکرد سیستم(Function of System , Process) :

در أین قسمت وظیفه و عمل قطعه در فرایند ساخت و یا مونتاژ نوشته می گردد. شرح مختصری از فرایند در صورت امکان ازعلائم اختصاری استفاده شود.

روش شناسایی حالات بالقوه خرابی:

- استفاده از تکنیک طوفان ذهنی برای شناسایی اشکالات بالقوه

شناسایی این که چه مشکلی ممکن است پیش آی‌د اگر:

۱. قطعه مطابق نقشه ساخته نشده باشد .
۲. قطعه در شرایط عملکردی فنی قرار گیرد .
۳. قطعه تحت شرایط کارکردی معینی قرار گیرد .
۴. سایر قطعات خراب شود

استفاده از تئوری طوفان ذهنی برای شناسایی اشکالات بالقوه بر روی :

- اعضای تیم با طرح سئوالاتی مشابه زیر و پاسخگویی به آن کلیه حالات خرابی بالقوه را شناسایی کنند .

۱ - چگونه قطعه مورد بررسی نمی تواند در أین فرایند تلرانسهای مهندسی را رعایت کند؟(مثلا ابعاد نادرست)

۲ - اپراتورها و مونتاژ کننده ها در فرایند های بعدی چه چیزهایی غیر قابل قبولی را پیدا می کنند؟(مثلا اثر ابزار بر روی قطعه)

استفاده از تئوری طوفان ذهنی برای شناسایی اشکالات بالقوه بر روی :

۳ - مصرف کننده(مشتری نهایی)چه جیزهای غیر قابل قبولی
را پیدا می کند؟(مثلا ظاهر نامناسب لقی و سرو صدا)

۴ - چگونه قطعات تولیدی در فرایند های بعدی می تواند مشکل ساز باشد ؟

۵ - چه اتفاقی در أین فرایند رخ می دهد که باعث می شود قطعه مورد پذیرش واقع نشود؟

استفاده از تـنیـ طوفان ذهنی برای شناسایی
اشـالات بالقوه بر روی :

- عملکرد محصول
- مراحل مونتاژی بعدی فرایند
- سیستم های مرتبط
- مشتریان محصول یا خدمت تولیدی
- عوامل مرتبط با أیمنی محصول
- در قبا ل قوانین و مقررات و الزامات

شناسایی آثار بالقوه :

با طرح سئوالات زیر از طوفان ذهنی اثرات بالقوه را شناسایی کنید :

۱. چگونه این حالت خرابی بر روی عملکرد یا فعالیتهای بعدی اثر می گذارد .
۲. مشتری نهایی چه چیزی می بیند، می شنود و یا تجربه می کند .
۳. آیا با استانداردهای ملی و یا صنعتی تطابق دارد .

شدت اثر

أین پارامتر ارزیابی آثار شکست در صورت وقوع آن می باشد.

باید دقت کرد که می بایست اثر خطا را درجه بندی نمود نه شکست را.

-شدت عبارتست از میزان جدی بودن اثر خرابی بر روی مشتری

اگر برای هر الگوی شکست چند اثر وجود داشته باشد هر اثر می بایست دارای شدت خودش باشد.

شدت آثار خرابی بالقوه

شدت	شرح	رتبه
خیلی زیاد	تحت تاثیر قرار دادن أیمنی مشتری و یا عدم تطابق با مقررات دولتی	-
زیاد	موجب عدم رضایت شدید مشتری گردد	-
متوسط	موجب نا رضایتی نسبی مشتری گردد	-
م	می باعث نا رضایتی مشتری گردد	-
جزیی	ا ثر مشتریان متوجه آن نمی شوند	-

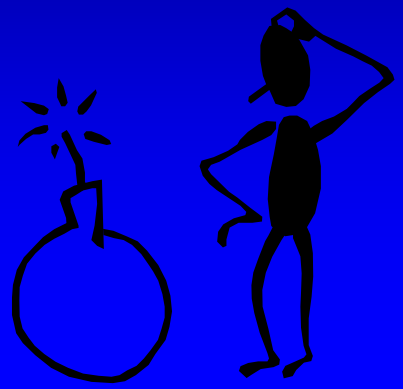
شدت آثار خرابی بالقوه

شدت	شرح	رتبه
خطرنا	عدم رعای‌ت قوانی‌ن دولتی	
جدی	هر شکست باعث نارضای‌تی مشتری و ی‌ا کارمند می شود	
خیلی زیاد	بد ار ردن دستگاه و غیر قابل استفاده شدن	
زیاد	مشتری بطور محسوس ناراضی خواهد شد	
متوسط	بد ار ردن محصول و زیرمجموعه های آن	
م	نارضایتی مشتری باعث تاثیر محسوس در سیستم ویا محصول	
خیلی م	با می تغییر در محصول یا فرایند می توان بر ش ست غلبه رد	
جزیی	ش ست باعث ایجاد دردسر برای مشتری می شود	
خیلی جزیی	ش ست مم ن است برای مشتری محسوس نباشد	
هیچ	ش ست برای مشتری محسوس نیست و تاثیری بر فرایند ندارد	

شدت آثار خرابی بالقوه

شدت	شدت اثر بر مشتری نهایی	شدت اثر بر مشتری نهایی	رتبه
مخاطره آمیز بدون هشدار	متوسط		
مخاطره آمیز با هشدار			
خیلی زیاد			
زیاد			
متوسط			
م			
خیلی م			
جزیی			
خیلی جزیی			
هیچ			

علل بالقوه خرابی:



نارسای هایی در محصول که :

- می تواند باعث خرابی محصول هنگام استفاده از آن گردد
- می تواند باعث أیجاد خطا در فرآیند تولید و یا مونتاژ گردد

شناسایی علل بالقوه

- اگر محصول یا قطعه أی بدرستی ساخته و یا مونتاژ شده

باشد چه مشکلی می تواند در حین استفاده از آن رخ دهد
چه عاملی می تواند باعث بروز خطا در تولید و یا مونتاژ شود

.

شناسایی علل بالقوه

- می توان نقصها و کمبود های فرایند که موجب بروز خرابی می شوند را به کمک سئوالات زیر تعیین نمود :

۱. چرا قطعه تولیدی در فرایند تحت بررسی خراب میگردد .
۲. چه مشخصه های از فرایند باعث ایجاد حالت خرابی می شود .
۳. منابع تغییرات در فرایند چه هستند .
۴. چه عواملی باعث می گردد که فرایند خارج از کنترل شود.
۵. آیا محصول ورودی کاملا سالم و بی عیب است .

تعیین احتمال وقوع Occurrence

- عدد وقوع تخمینی است از فراوانی حالات خرابی ناشی از علت تحت بررسی.این فراوانی بر اساس تعداد خرابیهایی است که پیش بینی می شود در حین تولید بوجود آیند نه تعداد خرابیهایی که مشاهده شده اند.
- برای تعیین احتمال وقوع می بایست سوابق فرایندهای مشابه در صورت وجود بررسی گردد. مانند:
(CPK-- PCR) فرایند توانایی ضریب مقادیر
- شده ثبت های خرابی مقادیر
- تعمیری قطعات و ضایعات نرخ
- (ذهنی قضاوت) مربوطه خبرگان نظر از استفاده

معیارهای پیشنهادی برای ارزیابی وقوع Occurrence

احتمال خرابی	نرخ محتمل خرابی	Cpk	رتبه
خیلی زیاد: خرابی تقریبا اجتناب ناپذیر است	یـ خـرابی در۲مورد	0.33	10
	یـ خـرابی در۳مورد	0.33	9
زیاد: خرابی مـررمشابه فراینـد هـای گذشـته	یـ خـرابی در ۸ مورد	0.51	8
	یـ خـرابی در ۲۰ مورد	0.67	7
متوسط: خرابیهای گاه و بیگاه اما نه خرابیهـای عمـده	یـ خـرابی در ۸۰ مورد	0.83	6
	یـ خـرابی در ٤۰۰ مورد	1	5
	یـ خـرابی در ۲۰۰۰ مورد	1.17	4
پایین: تعـداد انـد خـرابی	یـ خـرابی در ۱۵۰۰۰مورد	1.33	3
	یـ خـرابی در ۱۵۰۰۰۰مورد	1.5	2
نادر: خرابی بعید است در فرایند های مشابه خـزابی مشاهده	تر از یـ خـرابی در ۱۵۰۰۰۰۰مورد	1.67	1

روش تشخیص

تشخیص برآوردی است از شانس اینکه کنترل جاری بتواند حالت خرابی راقبل از اینکه قطعه فرایند تولید یا مونتاژ را ترک کند پیدا کند

فاکتورهای قابل توجه بشرح زیر است:

جقدر اطمینان به کالیبره بودن گیج دارید ؟

چقدر به اپراتور اطمینان دارید ؟

آیا کنترل سیستم بازخورد دارد ؟

روش تشخیص

سئوالاتی که می تواند به تعیین رتبه تشخیص کمک کند:

۱- کنترل جاری چقدر می تواند علت خرابی را شناسایی کند ؟

۲- آیا کنترل بر روی علت خرابی است یا حالت خرابی ؟

اعضای گروه می باید تمامی کنترلهای موجود برای هر الگوی شکست راجهت اختصاص یک درجه تشخیص فهرست نمایند. لازم بذکر است فقط کنترلهایی که آزمایش شده و صحت دارند می بایست فهرست شود.

- به یادداشته باشیم که هرکنترلی برای خودمحدودیتهایی دارد

تشخیص

احتمال تشخیص	شرح	رتبه
اطمینان کامل به عدم تشخیص	ضعف کنترل های موجود در شناسایی خطا های بالقوه و یا فقدان کنترل	۱۰
بسیار کم	موجب عدم رضایت شدید مشتری گردد. کنترلها احتمالا نمیتوانند خرابی را کشف کند	۹
کم	موجب نا رضایتی نسبی مشتری گردد. کنترلها شانس چندانی برای کشف خطا ندارند	۷ - ۸
متوسط	کمی باعث نا رضایتی مشتری گردد. کنترلها ممکن است بتوانند شکست را کشف نمایند	۵ - ۶
زیاد	اکثر مشتریان متوجه آن نمی شوند. کنترلها شانس زیاد ی خطاها را کشف می کنند	۳ - ۴
خیلی زیاد	اطمینان از شناسایی خطای بالقوه در مرحله طراحی. کنترلها به احتمال زیاد خرابی را کشف می کنند	۱ - ۲

تشخیص

شدت	معیار: احتمال شناسایی عیوب توسط کنترلهای موجود	رتبه
عدم اطمینان کامل	کنترل موجود در شناسایی علت و حالت خرابی ناتوان است	
خیلی بندرت	کنترل موجودخیلی بندرت علت و حالت خرابی را شناسایی میکند	
بندرت	کنترل موجودبندرت می تواند علت وحالت خرابی راشناسایی کند	
خیلی کم	کنترل موجودبه احتمال خیلی کم علت وحالت راشناسایی میکند	
کم	احتمال کم کنترل موجودعلت وحالت خرابی راشناسایی می کند	
متوسط	احتمال متوسط کنترل موجودتوان شناسایی علت وحالت خرابیدارد	
نسبتا زیاد	احتمال نسبتا زیاد کنترل میتواندعلت و حالت خرابی را شناسایی کند	
زیاد	احتمال زیاد کنترل موجود علت وحالت خرابی را شناسایی میکند	
خیلی زیاد	احتمال خیلی زیاد کنترل موجود میتواند علت و حالت خرابی را شناسایی می کند	
تقریبا همیشه	تقریبا همیشه کنترل موجود می تواند علت و حالت خرابی را شناسایی می کند	

اقدامات پیشنهادیRecommended Action

ارزیابی			وضعیت خطا	ضرورت رفع خطا
حتمال وقـوع	شـدت	تشخیص		
1	1	1	وضـعیت مطلـوب	خیر
1	1	10	نترلهای در تمامی موارد مطلـوب اسـت	خیر
1	10	1	قطعه معیوب بدست مشتری نمـی رسـد	خیر
1	10	10	احتمال رسیدن محصول معیوب بـه مشـتری وجـوددارد	بلی
10	1	1	خطاهای معمولی شف ولی هزینه بر مـی باشـد	بلی
10	1	10	خطاهای معمولی مم ن است به مشـتریان برسـد	بلی
10	10	1	خطاهای معمولی وبا اهمیت بالاوپرهزینـه وجـوددارد	بلی
10	10	10	یـ اشـ ال عمـده وجـود دارد	

تجزیه تحلیل خطا و آثار آن

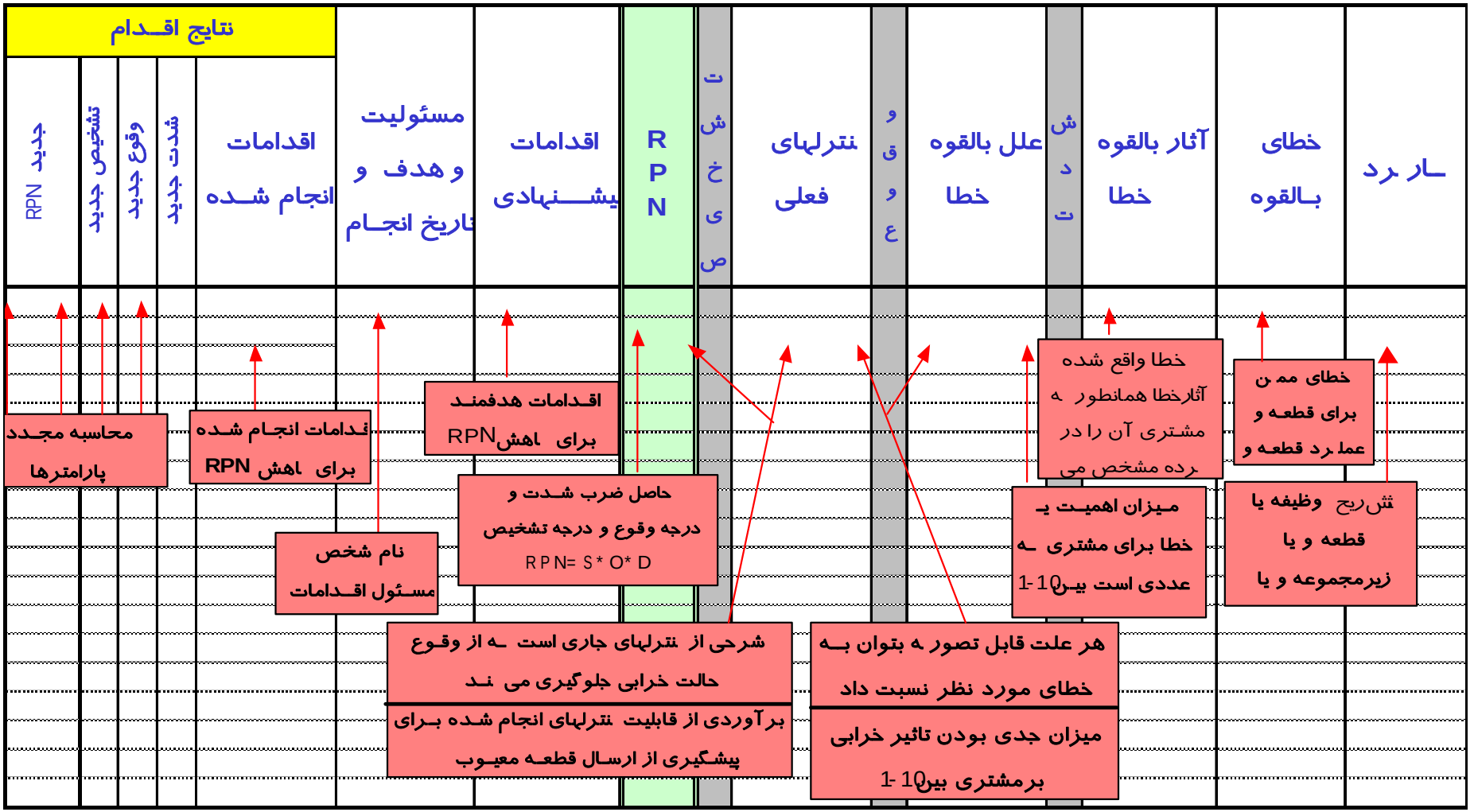
سیستم: _____ شماره FMEA: _____

زیرسیستم: _____ تهیه کننده: _____

اجزا: _____ تاریخ FMEA: _____

مسئول تیم: _____ تاریخ بازنگری: _____

اعضای تیم: _____ تاریخ تهیه: _____ صفحه _____ از _____



اقدامات توصیه شده:

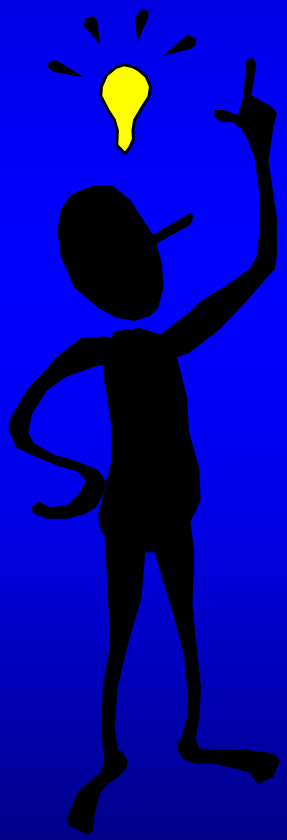
- برای بالا بردن تشخیص نیز دو حالت زیر وجود دارد:

1-افزایش یا بهبود روش کنترل جاری(به عنوان یک فعالیت موقتی)

2-با کنترل یا حذف حالت خرابی میتوانیم تشخیص را کاهش دهیم. در این حالت وقوع نیز کاهش پیدا می کند.

اقدامات توصیه شده:

تهیه فرم FMEA بدون اقدام اصلاحی بی معنی و بی اثر است .

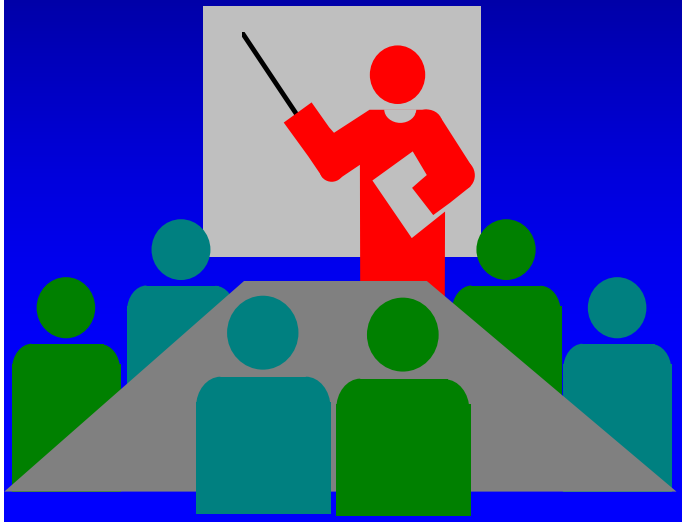


اگر کنترل روی علت خرابی باعث کاهش خرابی نشود زاید است کنترل باید یک اقدام واکنشی سریع برای اصلاح به همراه داشته باشدکه در این حالت ضمن اینکه عدد تشخیص یک می شود رتبه وقوع کاهش می یابد.

مدیریت اقدامات

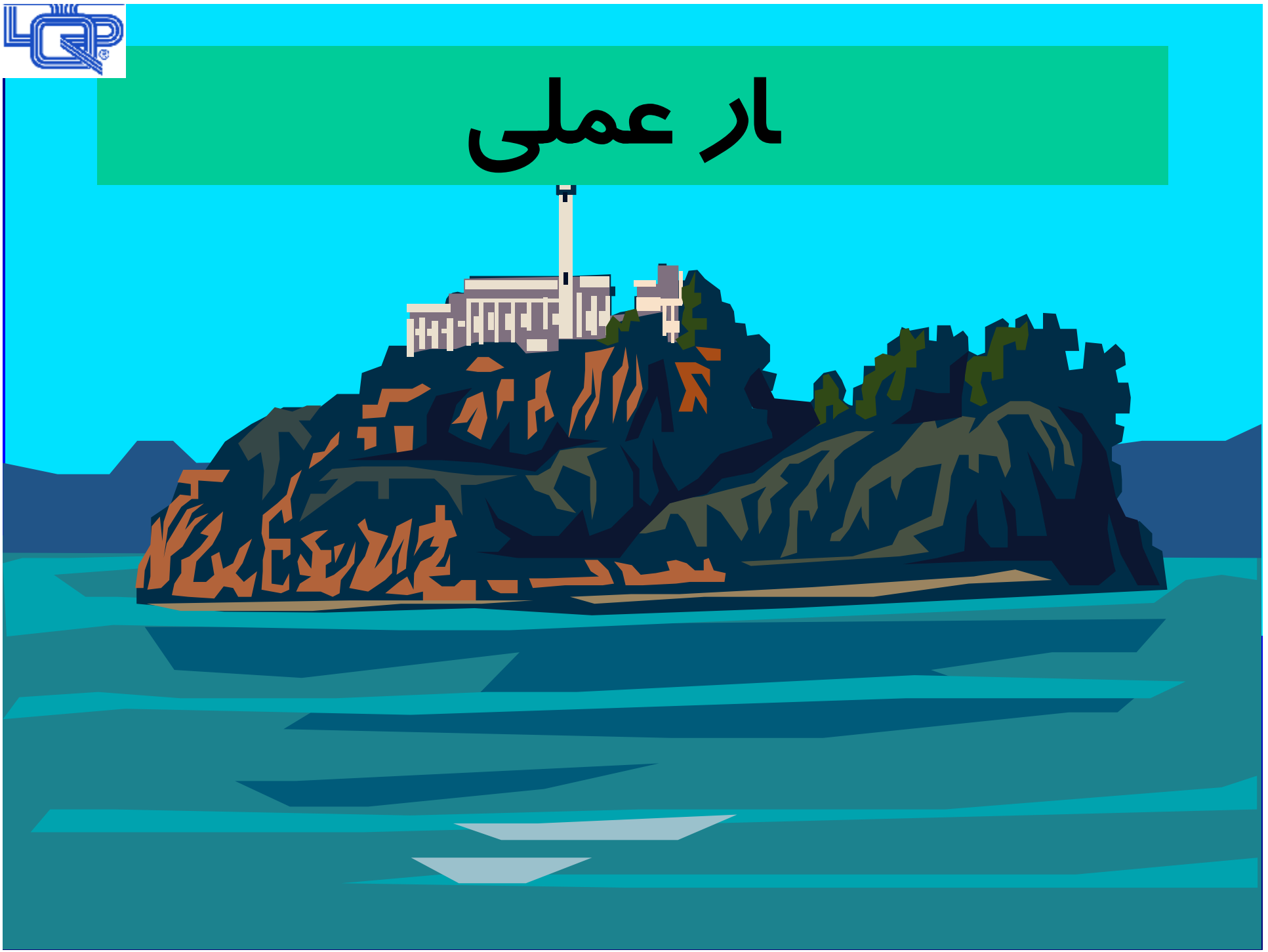
اهش	اهش	اهش
شد ت	تغییر طراحی محصول	حذف حالات خرابی
وقوع	تغییر طراحی یا فرایند	پیشگیری از علل وقوع یا اهش نرخ وقوع آنها
تشخیص	افزایش روشهای نترل یا بهبود آنها	بهبود قابلیت شناسایی حالت خرابی

مدیریت جلسات



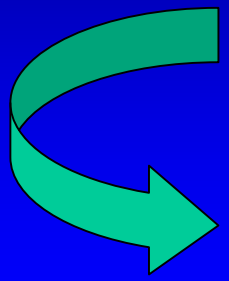
- می بایست قبل از شروع جلسات اطلاعات مرتبط را بین اعضا توزیع کرد.
- به زمانبندی جلسات و طولانی نشدن آن میبایست توجه کرد
- اهداف پروژه می بایست تعریف شود.
- همه اعضا می بایست نقش فعالی در جلسات داشته باشند.
- أیجاد ارتباط موثر با سایر اعضای گروه.
- رهبر پروژه باید بر کارها نظارت داشته باشد.

بار عملی

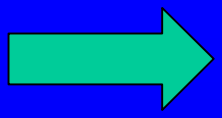


Machinery FMEA

یک روش استاندارد



برای ارزیابی دستگاه
و ابزار در فاز طراحی



جهت بهبود أیمنی اپراتور
کارائی و توانایی ماشین

MFMEA همانند DFMEA می باشد و در فاز طراحی یک ماشین از قوانین خود تبعیت می کند .

دو مورد از استفاده MFMEA

زمانی که حجم طراحی خیلی
کم است و بدست آوردن آمار خرابی بر روی پروتو تایپها عملی نیست . به عبارت دیگر تعداد ماشین های حاصل از طراحی بسیار پایین است و نمونه سازی منطقی و عملی نیست.

وقتی که زمان مصرف محصول حاصل از طراحی خیلی طولانی باشد . مثلا یک ماشین تراش جهت مصرف در طی ۱۰ سال طراحی می گردد.

فواید اجرای MFMEA

۱- بهبود ایمنی, قابلیت اطمینان و دوام تجهیزات و ابزارها

۲- تعریف و اجرای تغییرات طراحی در مراحل آغازین طرح به منظور کاهش هزینه های طراحی و تاخیر در تحویل به موقع

۳- کاهش میزان مخاطره در برنامه های تولید محصول.

۴- کاهش هزینه های تعمیرات و نگهداری ماشین آلات و ابزارها در طی دوره عمر.

حالات خرابی

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

بعبارتی دیگر حالت خرابی در ماشین واقعه أی است که ماشین نمیتواند قطعه ای را مطابق با مشخصات خواسته شده و بر اساس برنامه داده شده تولید کند و یا توانایی لازم را ندارد.

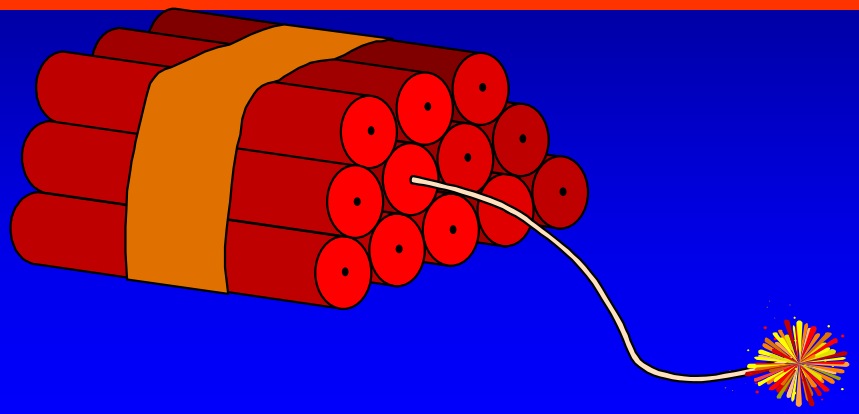
حالات خرابی

۱- خرابی در مولفه های ماشین که می تواند باعث خرابی ماشین شود. مانند خرابی بلبرینگ یا شکست یک شفت.

۲- خرابی در سیستم یا زیر سیستم ماشین مانند افزایش لرزش ماشین یا کاهش سیکل.مثلا دور ماشین.

۳- استفاده خلاف قاعده از ماشین که می تواند باعث خرابی سیستم ماشین شود .مثلا بار برداری زیاد با سرعت بالا

حالات خرابی ماشین آلات



الف : عملکردی

مانند:

1-خرابی عملکرد در زمان دستور فعالیت (ماشین در زمانی که باید کار کند متوقف شود).

2-خرابی در ایستاندن عملکرد در زمان دستور فعالیت(ماشین در زمانی که باید متوقف شود , توقف نکند).

3-سایش : ابزار در زمانی سریع تر از زمان طراحی فرسوده شود.

ب - سخت افزاری:

مانند: شکستن, تاب برداشتن , نشتی و در مولفه ها

اثر خرابی ماشین

اثر خرابی نتیجه حالات خرابی یک زیر سیستم است که معمولا در قالب تاثیر گذاردن بر مقوله ایمنی بیان می شود.

هفت اثر خرابی:

۱- توقف دستگاه :

ضررهایی که ناشی از ضررهای عملکردی(مکانیکی , شیمیایی, الکتریکی) یا تقلیل عملکرد (مثل کار نکردن یک اسپیندلر روی یک مولتی اسپیندل) روی یک قطعه از دستگاه که باعث می شود دستگاه بدلیل تعمیرات متوقف شود.

۲ - تنظیم پی در پی دستگاه :

ضررهایی که نتیجه تنظیم های پی در پی دستگاه هستند مانند تعویض پی در پی ابزار , تعویض قالب یا تغییر شرایط دستگاه جهت تولید قطعات دیگر .

۳ - اوقات هدر رفته :

ضررهایی که نتیجه مسایل غیرمهم مانند گیرکردن قطعه در دستگاه .

۴ - کاهش زمان تولید :

ضررهای ناشی از اختلاف زمان ایده آل تولید یک قطعه و زمان واقعی تولید قطعه توسط ماشین می باشد.

۵- توقف در شروع کار:

زمان لازم برای شروع تولید پس از توقف دستگاه در زمانهایی مانند (آخر هفته , تعطیلات یا بین دو شیفت(

۶ - خرابی قطعات تولید شده بوسیله دستگاه :

ضررهای ناشی از زمانی که برای دوباره کاری یا تعمیر قطعات معیوب صرف می شود یا تولید قطعه معیوب.

۷- خرابی ابزار :

ضررهای ناشی از خرابی ابزار یا شکست ابزار یا شکست ابزار یا سایش ابزارهایی مانند (ابزار برش , فیکسچر ها , ابزار جوش) در این حالت ابزار جزئی از ماشین فرض نشده است.

علل بالقوه خرابی

هر خرابی در ماشین می تواند ناشی از دو علت باشد :

۱ - نقص در طراحی

۲ - وجود نوسانات در پروسه های استفاده از ماشین(که قابل اصلاح و کنترل می باشد)

وقوع حالت خرابی

وقوع عبارت است از شانس اینکه یک حالت خرابی در زمان مصرف به دلیل علت خاصی در ماشین رخ دهد. توجه داشته باشید که گاهی از اوقات بعضی از کنترلها می توانند باعث کاهش وقوع خرابی شود . در این مواقع جهت تقریب عدد وقوع به این نوع از کنترلها نیز باید توجه شود .

کنترلهای طراحی / ماشین

کنترلهای طراحی یا ماشین عبارتند از روشها تکنیکها شیوه ها یا تستهایی که به منظور :

الف : جلوگیری از وقوع علت یا حالت خرابی یا کاهش احتمال وقوع آنها

ب: تشخیص حالت خرابی و هدایت در جهت تعریف اقدامات اصلاحی

ج : تشخیص حالت خرابی بکار می روند .

برای درک بهتر انواع کنترلهای طراحی /ماشین مثالهایی ذیلا ذکر می شوند

کنترلهای ماشین

سنسورهای مجاورت
سنسورهای دما
چراغ فشار روغن
تعمیرات پیشگیرانه
سنسور لرزش

کنترلهای طراحی

آنالیز بدترین حالت
مطالعه تلرانسها
شبیه سازی
مرور طرح
مارجین گذاری

نکته :

هدف یک طراح ماشین باید تولید یک ماشین قدرتمند باشد که تا حد امکان نیاز به کنترل ماشین نداشته باشد .