



دانشگاه تهران

دانشکده فنی

PFMEA در فرآوری سازه های موشکی

نگارش: محمد افشار ونگینی

استاد راهنما: دکتر کامران رضائی

اساتید مشاور: دکتر محمد صادق عمل نیک

دکتر محمد علی آزاده

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی صنایع

بهمن ۱۳۸۱

۴۷۹۵۹

وزارتخانه های تهران
موسسه تحقیقات صنایع دفاعی
تهران
۱۳۸۲ / ۷ / ۲۰

۱۳۸۲ / ۷ / ۲۰

صفحه تصویب پایان نامه کارشناسی ارشد



موضوع :

PFMEA و بکارگیری آن در فرآوری سازه های موشکی

توسط : محمد افشارونگینی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی صنایع گرایش مهندسی صنایع

از این پایان نامه در تاریخ ۱۳۸۱/۱۱/۲۷ در مقابل هیات داوران دفاع بعمل آمده و مورد تصویب قرار گرفت .

محل امضاء

آموزش و تحصیلات تکمیلی
گروه مهندسی صنایع

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده :

مدیر گروه آموزشی :

استاد راهنما :

استاد مشاور :

داور مدعو :

داور داخلی :



چکیده

FMEA اختصار عبارت Failure Mode and Effect Analysis بوده و روشی فنی و مهندسی و سیستماتیک برای شناسایی و پیشگیری از وقوع خطاها و ریسکهای بالقوه و بالفعل در سیستمها طراحی محصول و فرایندهای تولید محصول و ارائه خدمات می باشد. تجزیه و تحلیل عوامل شکست در فرایندهای تولید (PFMEA) یکی از انواع FMEA بوده و معمولاً با انجام یافتن چند مرحله شامل بررسی شرایط محیطی، نیروی انسانی، روشهای انجام کار، مراحل مونتاژ، مواد، دستگاه، روشهای سنجش و پایش و به اجراء درمی آید.

کاربرد PFMEA در فرآوری صنایع موشکی عمدتاً باعث کاهش ریسکها و خطاهای طراحی و تولید بوده و باعث بالا رفتن قابلیت اطمینان و افزایش ایمنی پرواز می گردد. فرایند FMEA در مرحله اول راهی برای شناخت ریسک، خطاها و آثار آن و خطراتی که در موشک بوده را یافته و در مرحله بعدی راهی را برای کاهش یا حذف کلی ریسکها و خطاها می یابد.

عوامل خطاها و آثار آن در موشک به سه عامل "شدت اثر"، "احتمال رخداد" و "احتمال کشف خطا" بستگی دارد. از حاصلضرب سه عد فوق، عدد اولویت ریسک هر عامل خطا (RPN) حاصل می گردد. عدد RPN بین ۱ تا ۱۰۰۰ به منظور طبقه بندی اقدامات اصلاحی لازم برای کاهش یا حذف الگوی شکست بالقوه در نظر گرفته می شود. لذا آن دسته از عوامل خطا که دارای بالاترین نمره RPN هستند بایستی در درجه اول بررسی گردد. پس از انجام اقدامات اصلاحی لازم، یک RPN جدید با ارزیابی مجدد شدت، رخداد و کشف محاسبه می گردد. اقدامات بهینه سازی و اصلاح تا آنجا ادامه می یابد که RPN جدید به سطح قابل قبولی برای تمام عوامل خطای بالقوه برسد.

تقدیم به :

روح پر فتوح امام علی (علیه السلام)

دریای بیکران فضائل

و

به آنکه خواهد آمد تا عدالت جاری گردد

من له بشکر المخلوق له بشکر الخالق

خدایا سپاس تو را می گویم که مرا آفریدی ، رشد و نمو دادی ، به من توانایی بخشیدی ، مفهوم هستی را در ذهنم جای دادی و راه را از بیراهه بوسیله فرزانه‌گانی که مظهر عشق به تو بودند نشانم دادی. پروردگارا تورا به خاطر تمام نعمتهایت سپاس می گویم ، برای من چه عزتی بالاتر از بندگی تو و چه علمی بالاتر از شناخت تو . پروردگارا ، مرا به لطف و کرمت در تمام ادوار زندگی سرفراز نما که تنها تو تکیه گاه بدون لغزشی ، خدایا سپاس تو را که به من توفیق گذراندن این مرحله از زندگی علمی ام را ارزانی فرمودی .

این تکلیف بر بنده جاریست تا از زحمات استاد ارجمند جناب آقای دکتر کامران رضایی که با راهنماییهای گرانقدر خود در طول تحصیلم در دانشگاه تهران و انجام پایان نامه افق کار را روشن نمودند تشکر و قدردانی داشته باشم . همچنین از اساتید ارجمندم دکتر صادق عمل نیک و دکتر آزاده که راهنما و مشوق بنده بودند ، سپاسگزارم . و از آقایان دکتر ربانی ، دکتر توکلی مقدم و دکتر هادوی بدلیل ارائه نقطه نظرات ارزشمند در جلسه دفاعیه سپاسگزارم .

در انجام پایان نامه بسیاری از دوستان و همکاران صمیمی در صنایع شهید باقری به اینجانب یاری رساندند ، از مدیریت محترم عامل صنایع شهید باقری و معاونت محترم تکنولوژی و مدیریت بال و بدنه که امکان انجام پایان نامه را فراهم نمودند تشکر نموده و مراتب تشکر و قدردانی خاص خود را از جناب آقای مهندس عزیززاده بدلیل ارائه دیدگاههای فنی راهگشا همراه با اخلاق نیکویشان اعلام میدارم. همچنین از پدر و مادر فداکار و مهربانم که تمام موفقیتهای زندگی ام را مرهون زحمات آنها هستم و صبر و همدلی همسرم در راه پر فراز و نشیب ادامه تحصیل کمال تشکر و قدردانی را داشته و از قصور خود در این مدت پوزش می طلبم .

در نهایت ، خالصانه ترین مراتب سپاسگزاری خود رابه تمامی کسانی که به گونه ای در زندگی شخصی این حقیر از بدو تولد تا کنون نقش مثبتی داشته اند اعم از خانواده ، بستگان ، معلمان و دوستان

تقدیم داشته ، امید آن دارم که خداوند بر توفیقات ایشان بیافزاید . **وا یشاکم لمن یشاء**

محمد افشار ونگینی

فهرست مطالب

فصل اول : شناخت FMEA

۲	..... (۱-۱) مقدمه
۳	..... (۲-۱) تاریخچه FMEA
۴	..... (۳-۱) مفاهیم واصطلاحات
۶	..... (۴-۱) تعریف FMEA
۷	..... (۵-۱) اهداف FMEA
۸	..... (۶-۱) اصول اساسی و رویه FMEA
۸	..... (۷-۱) کاربردها و فواید FMEA
۹	..... (۸-۱) انواع FMEA
۹	..... (۱-۸-۱) تجزیه وتحلیل عوامل خطا و آثار آن در طراحی
۱۱	..... (۲-۸-۱) تجزیه وتحلیل خطا و آثار آن در سیستم
۱۲	..... (۳-۸-۱) تجزیه وتحلیل عوامل خطا و آثار آن در فرایند
۱۲	..... (۴-۸-۱) تجزیه وتحلیل عوامل خطا و آثار آن در ارائه خدمات

فصل دوم : ادبیات FMEA

۱۶	..... (۱-۲) مدیریت FMEA
۱۷	..... (۲-۲) اداره کردن فرآیند FMEA
۱۷	..... (۳-۲) برنامه ریزی FMEA
۲۱	..... (۴-۲) تیم FMEA و آموزش آن
۲۳	..... (۵-۲) بلوک دیاگرام
۲۸	..... (۶-۲) شناخت PFMEA
۳۱	..... (۷-۲) مراحل و گامهای اجرایی PFMEA
۳۱	..... (۱-۷-۲) انتخاب محصول

۳۱	..... ایجا دگروه کاری (۲-۷-۲)
۳۳	..... برنامه ریزی و ایجاد سیستم اطلاعات (۳-۷-۲)
۳۴	..... تعریف وظایف و فرایند (۴-۷-۲)
۳۶	..... شناسایی حالات خرابی (۵-۷-۲)
۳۷	..... شناسایی اثرات خطاها (۶-۷-۲)
۳۸	..... تعیین شدت اثر (۷-۷-۲)
۳۹	..... شناسایی علل وقوع خطا (۸-۷-۲)
۴۰	..... تعیین احتمال وقوع خطا (۹-۷-۲)
۴۱	..... شناسایی کنترل‌های جاری (۱۰-۷-۲)
۴۲	..... تعیین قابلیت تشخیص (کشف) (۱۱-۷-۲)
۴۴	..... محاسبه عدد اولویت ریسک (۱۲-۷-۲)
۴۵	..... اقدامات پیشنهادی (۱۳-۷-۲)
۴۷	..... زمانبندی ، مسئولیتها ووظایف (۱۴-۷-۲)
۴۷	..... ارزیابی نتایج اقدامات (۱۵-۷-۲)
۴۷	..... مستند سازی فرایند انجام شده (۱۶-۷-۲)

فصل سوم : آنالیز حساسیت

۴۹	..... آنالیز حساسیت (۱-۳)
۵۳	..... شدت اثر عامل خطا (۲-۳)
۵۴	..... احتمال رخداد عامل خطا (۳-۳)
۶۰	..... واریانس فرایند (۴-۳)
۶۱	..... ماتریس حساسیت (بحرانی) (۵-۳)
۶۳	..... مقیاس شدت (۱-۵-۳)
۶۳	..... مقیاس احتمال یا تکرار خطا (۲-۵-۳)

۶۴	..... ( ۶-۳) محدوده بحرانی بودن
۶۵	..... ( ۷-۳) اولویت بندی
فصل چهارم : آشنایی با موشک و سازه های موشکی	
۶۹	..... ( ۱-۴) تاریخچه ابداع موشک
۷۱	..... ( ۲-۴) تعریف موشک
۷۲	..... ( ۳-۴) مکانیزم هدایت
۷۲	..... ( ۴-۴) برد
۷۳	..... ( ۵-۴) سرعت
۷۳	..... ( ۶-۴) سوخت
۷۳	..... ( ۷-۴) سرچنگی (کلاهک)
۷۳	..... ( ۸-۴) تعدادپیشران (موتور)
۷۳	..... ( ۹-۴) محل روانه سازی وهدف گیری
۷۴	..... ( ۱-۹-۴) سیستم قدیم
۷۴	..... ( ۲-۹-۴) سیستم جدید
۷۶	..... ( ۱۰-۴) پیکربندی
۷۶	..... ( ۱۱-۴) ماموریت
۷۶	..... ( ۱-۱۱-۴) موشکهای تاکتیکی
۷۷	..... ( ۲-۱۱-۴) موشکهای استراتژیک
۷۷	..... ( ۳-۱۱-۴) موشکهای ضد موشک وماهواره
۷۷	..... ( ۱۲-۴) شکل مسیر حرکت
۷۸	..... ( ۱۳-۴) معرفی سازه های(بال وبدنه) موشکی
۷۸	..... ( ۱-۱۳-۴) بدنه
۷۹	..... ( ۲-۱۳-۴) بالها

۸۰	..... ۳-۱۳-۴) بالکها
۸۲	..... ۱۴-۴) انواع مختلف بدنه موشکهای معمولی
۸۲	..... ۱-۱۴-۴) موشک تالوس
۸۲	..... ۲-۱۴-۴) موشک هاگ
۸۳	..... ۳-۱۴-۴) موشک چاپارل
۸۴	..... ۴-۱۴-۴) بدنه موشک زمین به زمین ژوپیتر
۸۴	..... ۱۵-۴) ویژگیهای ساختمان موشک
۸۵	..... ۱۶-۴) مشترکات موشک و هواپیما
۸۶	..... ۱۷-۴) ترکیب بال و بدنه
۸۸	..... ۱۸-۴) عقبه یا بخش بالکها

فصل پنجم : اجرای PFMEA در فرایندهای ساخت سازه های موشکی

۹۰	..... ۱-۵) محرمانه بودن بخشهایی از اطلاعات
۹۰	..... ۲-۵) تدوین روش اجرایی
۹۰	..... ۳-۵) کیفیت در موشک
۹۶	..... ۴-۵) گامهای استقرار PFMEA در سازه موشک
۹۶	..... ۱-۴-۵) تعریف محصول و برخی مفاهیم دیگر
۹۷	..... ۲-۴-۵) تشکیل تیم PFMEA
۹۸	..... ۳-۴-۵) اهمیت شناسایی عوامل ایجاد خطا
۹۹	..... ۱-۳-۴-۵) هزینه های کیفیت
۱۰۱	..... ۴-۴-۵) تهیه جداول شدت، وقوع و کشف مختص موشک
۱۰۴	..... ۵-۴-۵) تعیین حداقل RPN مختص موشک
۱۰۴	..... ۱-۵-۴-۵) قابلیت اطمینان
۱۰۵	..... ۲-۵-۴-۵) سنجش کمی قابلیت اطمینان

۱۰۶	..... بررسی قابلیت اطمینان قطعات تا محصول (۳-۵-۴-۵)
۱۰۷	..... ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم رادیوفیوز (۴-۵-۴-۵)
۱۱۳	..... سیستم جمع آوری اطلاعات و تکمیل فرایند PFMEA (۵-۵)
۱۱۳	..... چک لیست خطا (۱-۵-۵)
۱۱۴	..... فرم اطلاعات ورودی PFMEA (۲-۵-۵)
۱۱۵	..... فرم پیگیری تصمیمات کمیته PFMEA (۳-۵-۵)
۱۱۵	..... فرم نهایی PFMEA (۴-۵-۵)
۱۱۸	..... آنالیز اطلاعات حاصله (۶-۵)
۱۲۳	..... ثبات و دقت راکت و موشکها (۷-۵)
۱۲۳	..... عوامل موثر در خطا و ثبات موشکها (۸-۵)
۱۲۳	..... عوامل سبختاری (۱-۸-۵)
۱۲۴	..... تاثیر جو (۲-۸-۵)
۱۲۴	..... چرخش زمین (۳-۸-۵)
۱۲۵	..... اثرات سکوی پرتاب (۴-۸-۵)

بخش ۶: نتیجه گیری و پیشنهادات

۱۲۷	..... نتیجه گیری (۱-۶)
۱۲۸	..... مشکلات پیاده سازی FMEA (۲-۶)
۱۲۹	..... پیشنهادات (۳-۶)
۱۳۱	..... منابع و مآخذ

پیوست

۱۳۳ پیوست ۱) فرمهای PFMEA
-----	-----------------------------

فهرست جداول

۵۳	جدول ۱-۳) طبقه بندی شدت اثر در آنالیز حساسیت
۵۵	جدول ۲-۳) طبقه بندی احتمال رخداد
۶۲	جدول ۳-۳) ماتریس ارزیابی شدت و احتمال وقوع
۶۲	جدول ۴-۳) ماتریس ارزیابی عددی شدت و احتمال وقوع
۶۵	جدول ۵-۳) عوامل خطای نمونه ای
۷۴	جدول ۱-۴) تجهیزات روانه سازی
۷۵	جدول ۲-۴) مأموریت و اهداف
۹۰	جدول ۱-۵) مشخصات سیستم موشک
۹۲	جدول ۲-۵) فعالیتهای مهندسی کیفیت جهت اجرای PFMEA
۱۰۰	جدول ۳-۵) هزینه های کیفیت
۱۰۱	جدول ۴-۵) معیار ارزیابی شدت اثر خطا
۱۰۳	جدول ۵-۵) ارزیابی احتمال وقوع خطا
۱۰۳	جدول ۶-۵) معیار ارزیابی قابلیت کشف خطا
۱۰۹	جدول ۷-۵) تبیین وظیفه عملکردی رادیوفیوز
۱۱۸	جدول ۸-۵) خطاهای فرایند
۱۱۹	جدول ۹-۵) آثار خرابی
۱۲۰	جدول ۱۰-۵) علل خرابی
۱۲۲	جدول ۱۱-۵) روشهای کنترل و تشخیص عیوب

فهرست شکلها

شکل ۱-۱) ارتباط تجزیه و تحلیل عوامل شکست در سیستم ، طرح و فرایند های تولید بایکدیگر	۱۴
شکل ۱-۲) مراحل استفاده کردن از تجزیه و تحلیل در بهبود مستمر	۱۸
شکل ۲-۲) رابطه بین عیب و اثرات عیب در سلسله مراتب یک سیستم	۲۱
شکل ۳-۲) بلوک دیاگرام کارکردی	۲۴
شکل ۴-۲) اصول و سمبلهای بلوک دیاگرام ماتریسی	۲۵
شکل ۵-۲) مثالی از بلوک دیاگرام کارکردی	۲۶
شکل ۶-۲) ساختمان اثرات خطا	۲۷
شکل ۷-۲) زیر سیستمهای مرتبط به هم اثرات خطا	۲۷
شکل ۸-۲) فلوجارت اجرایی PFMEA	۳۲
شکل ۱-۳) فلوجارت اجرایی FMECA	۴۹
شکل ۲-۳) روابط بین پارامتر های مرتبط فرایند FMECA	۵۰
شکل ۳-۳) طبقه بندی FMECA	۵۲
شکل ۴-۳) ماتریس حساسیت	۶۳
شکل ۵-۳) تعیین محدوده بحرانی	۶۴
شکل ۶-۳) نمودار حساسیت	۶۷
شکل ۱-۴) سلاح چوبی یا پیکانهای آتش چینی	۷۰
شکل ۲-۴) موشک V2	۷۱
شکل ۳-۴) بخشهای مختلف موشک	۷۸
شکل ۴-۴) بدنه اصلی وقسمتهای فرعی	۷۹
شکل ۵-۴) بخشهای سطوح کنترلی موشک	۸۰
شکل ۶-۴) سکانهای موشک	۸۱

۸۱	..... شکل ۷-۴) قسمتهای کنترلی سازه
۸۲	..... شکل ۸-۴) موشک تالوس
۸۳	..... شکل ۹-۴) موشک هاگ
۸۳	..... شکل ۱۰-۴) موشک چاپارل
۸۴	..... شکل ۱۱-۴) بدنه موشک زمین به زمین ژوپیتر
۸۶	..... شکل ۱۲-۴) مشترکات بدنه موشک و هواپیما
۸۷	..... شکل ۱۳-۴) ترکیب بال و بدنه
۸۷	..... شکل ۱۴-۴) صور مختلف بالها
۸۸	..... شکل ۱۵-۴) صور مختلف بالکها
۱۰۸	..... شکل ۱-۵) فلوجارت ارزیابی قابلیت اطمینان
۱۱۰	..... شکل ۲-۵) بلوک دیاگرام رادیو فیوز
۱۱۱	..... شکل ۳-۵) ارزیابی احتمالات قابلیت اطمینان
۱۱۲	..... شکل ۴-۵) بلوک دیاگرام قابلیت اطمینان
۱۱۳	..... شکل ۵-۵) فرم چک لیست خطاها
۱۱۴	..... شکل ۶-۵) فرم اطلاعات ورودی PFMEA
۱۱۶	..... شکل ۷-۵) فرم پیگیری تصمیمات کمیته PFMEA
۱۱۷	..... شکل ۸-۵) فرم اطلاعات نهایی PFMEA

فصل اول

شناخت FMEA