

قابلیت اطمینان در
پیشرانده های مهمات همگام با
آزمون های شتاب دهنده در Minitab

مؤلفان:

مهدی کرباسیان ، سید عباس حسینی و محمد فروزنده

سرشناسه: کرباسیان، مهدی، ۱۳۵۲-
 عنوان و نام پدیدآور: قابلیت اطمینان در پیشرفتهای مهمات همگام با آزمون‌های شتاب دهنده در minitab / مولفان مهدی کرباسیان، سید
 عباس حسینی، محمد فروزنده.
 مشخصات نشر: تهران: دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ۱۳۹۲.
 مشخصات ظاهری: ۱۹۵ ص.
 یادداشت: کتابخانه: ۱۹۱.
 موضوع: اطمینان‌پذیری (مهندسی)
 موضوع: مهمات و تجهیزات جنگی - نگهداری و تعمیر
 شناسه افزوده: حسینی، خالدی، سید عباس، ۱۳۴۹-
 شناسه افزوده: دانشگاه صنعتی مالک اشتر
 رده بندی کنگره: ۱۳۹۲ ۶۲۰/۰۴۵۲ TA۱۶۹/۴۴۳
 رده بندی دیویی: ۶۲۰/۰۴۵۲
 کتابشناسی ملی: ۳۲۲۱۹۲۹



انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر



دانشگاه صنعتی مالک اشتر
دانشکده مهندسی صنایع

عنوان کتاب: قابلیت اطمینان در پیشرفتهای مهمات همگام
 با آزمون‌های شتاب دهنده در minitab
 مولفان: مهدی کرباسیان، سید عباس حسینی، محمد فروزنده
 ناشر: انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر
 طرح روی جلد: فریاز عسگری
 لیتوگرافی، چاپ و صحافی: انتشارات دانشگاه صنعتی مالک اشتر
 صفحه‌آرایی رایانه‌ای: مهدی ملایی
 ویراستار ادبی: رقیه رضایی
 شمارگان: ۱۰۰۰ جلد
 نوبت چاپ: اول، تابستان ۹۲
 قیمت: ۱۱۲،۰۰۰ ریال

ISBN: 978-600-5665-60-4

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۶۶۵-۶۰۰-۴

کلیه حقوق چاپ برای ناشر محفوظ است.

نقل مطالب فقط با ذکر مشخصات کامل کتاب و با اشاره به نام ناشر مجاز است.
 آدرس: تهران، لویزان، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، مرکز فناوری اطلاعات و مدیریت دانش.

مدیریت انتشارات، تلفن: ۲۲۹۳۲۸۹۱

فهرست مطالب

پیشگفتار.....	أ
مقدمه.....	ت
فصل اول: آشنایی با قابلیت اطمینان.....	۳
۱-۱- تاریخچه.....	۳
۱-۲- تعاریف و مفاهیم قابلیت اطمینان.....	۵
۱-۳- توزیع های احتمالی در ارزیابی قابلیت اطمینان.....	۹
۱-۴- قابلیت اطمینان سیستم ها.....	۱۰
۱-۴-۱- محاسبه قابلیت اطمینان در ترکیب های متوالی.....	۱۰
۱-۴-۲- محاسبه قابلیت اطمینان در ترکیب های موازی.....	۱۰
۱-۴-۳- قابلیت اطمینان برای ترکیب های موازی/متوالی.....	۱۲
۱-۵- مفهوم روند تست های تسریع شده.....	۱۳
۱-۵-۱- شبیه سازی در مقابل انگیزش.....	۱۴
۱-۵-۲- تسریع.....	۱۶
۱-۵-۳- روند تست های تسریع شده.....	۱۷
۱-۵-۴- رابطه بین شرایط طبیعی و شرایط شتاب دهنده.....	۱۹
۱-۴-۵-۱- تابع چگالی احتمال.....	۱۹
۱-۴-۵-۲- تابع توزیع تجمعی.....	۱۹
۱-۴-۵-۳- زمان تا خرابی.....	۱۹
۱-۴-۵-۴- نرخ خطر.....	۲۰
۱-۴-۵-۵- مدل شتاب دهنده.....	۲۰

- ۵-۵-۱- روند تشكيل محصول ۲۱
- ۵-۶-۱- چرخه ی ارزیابی - بررسی - تصحيح - بازیابی ۲۳
- ۵-۶-۱- روند E-A-C-V ۲۴
- ۵-۷-۱- شكل دهی نقشه ی راه - فاز اول ۲۵
- ۵-۷-۱- تشكيل تیمی منظم و چند منظوره ۲۵
- ۵-۷-۲- تعیین تناسب تست تسريع شده ۲۶
- ۵-۷-۳- تعیین و اولویت بندی ريسک های قابلیت اطمینان ۲۷
- ۵-۷-۴- تعیین سطح مونتاژ مناسب برای ارزیابی قطعات ۲۷
- ۵-۷-۵-۱- تصميم گیری در رابطه با اندازه ی نمونه ۲۹
- ۵-۷-۶- تشكيل پرونده برای انواع تنش و انتخاب آن‌ها ۳۰
- ۵-۷-۷- استفاده از پيشینه ی گسترده ی بزرگی از تنش‌ها ۳۱
- ۵-۷-۸- تعیین روشی برای تشخیص عيوب ۳۴
- ۵-۷-۹- استاباربخشی و قانونمند کردن آزمون‌ها ۳۵
- ۵-۷-۱۰- استفاده از سیستم ردیابی خرابی ۳۶
- ۵-۷-۱۱- مفهوم وضعیت ها ۳۸
- ۵-۸-۱- اجرای ارزیابی (فاز دوم) ۳۹
- ۵-۸-۱- تعیین مشخصات و احت تحت ارزیابی ۴۰
- ۵-۸-۲- اجرای آنالیز خرابی برای دليل اصلی ۴۱
- ۵-۸-۳- اجرای اعمال اصلاحی ۴۱
- ۵-۹-۱- فرموله کردن ارزیابی (فاز سوم) ۴۳
- ۵-۹-۱- استفاده از تنش‌های چند گانه ۴۴
- ۵-۹-۲- تعیین فاکتورهای تسريع ۴۶
- ۵-۹-۳- مدل نرخ واکنشی آرنیوس ۴۸

- ۵۰-۱-۵-۱۰- مثال هایی در رابطه وضعیت تست ها..... ۵۰
- ۵۰-۱-۵-۱۰-۱- مدار کارت های کامپیوتری ۵۰
- ۵۱-۱-۵-۱۰-۲- آزمون دمای بالا (HTOL)..... ۵۱
- ۵۲-۱-۵-۱۰-۳- آزمون سیکل دمایی (TC)..... ۵۲
- ۵۲-۱-۵-۱۰-۴- آزمون تشدید کننده ارتعاش..... ۵۲

فصل دوم: پیشرانه های مهمات ۵۷

- ۵۷-۱-۲- معرفی پیشرانه های نبروسلولزی..... ۵۷
- ۵۸-۱-۱-۲- پیشرانه های یک پایه..... ۵۸
- ۵۸-۲-۱-۲- پیشرانه های دو پایه..... ۵۸
- ۵۹-۳-۱-۲- پیشرانه های کروی..... ۵۹
- ۶۰-۴-۱-۲- پیشرانه های سه پایه..... ۶۰
- ۶۱-۲-۲- پیرشدگی در پیشرانه ها..... ۶۱
- ۷۱-۱-۲-۲- تغییرات خواص مکانیکی..... ۷۱
- ۷۲-۲-۲-۲- تغییرات خواص بالستیکی..... ۷۲
- ۷۴-۳-۲- عمر عملیاتی پیشرانه ها..... ۷۴
- ۷۴-۱-۳-۲- عمر عملیاتی پیشرانه های تک پایه..... ۷۴
- ۷۴-۲-۳-۲- عمر عملیاتی پیشرانهای دو پایه..... ۷۴
- ۷۵-۳-۳-۲- طول عمر عملیاتی پیشرانه های شبه دو پایه..... ۷۵
- ۷۹-۴-۲- تست های پایداری پیشرانه ها..... ۷۹
- ۷۹-۱-۴-۲- تست های دمای بالا (High temperature tests)..... ۷۹
- ۸۰-۲-۴-۲- تست های فوری (Snapshot tests)..... ۸۰
- ۸۱-۳-۴-۲- تست های تک- دما (Single-temperature stability test)..... ۸۱
- ۸۱-۴-۴-۲- تست های پیش بینی طول عمر (Shelf life prediction tests)..... ۸۱

۸۲..... ۵-۲- تعیین طول عمر پیشرا نه ها

۸۳..... ۵-۱- پیرشدگی مصنوعی

۸۷..... فصل سوم: پایدار کننده‌های پیشرا نه‌های مهمات

۸۷..... ۳-۱- پایدار کننده ها

۹۸..... ۳-۲- عوامل موثر بر پایداری پیشرا نه ها

۹۹..... ۳-۲-۱- دما

۹۹..... ۳-۲-۲- رطوبت

۱۰۰..... ۳-۳- بررسی واکنش‌های بین‌ایتروسلولوز و دی‌فنیل آمین

۱۰۵..... ۳-۴- روش‌های ارزیابی پیرشدگی در پیشرا نه ها

۱۰۷..... ۳-۵- تعیین پایدارکننده و مشتقات آن در ارزیابی پیرشدگی در پیشرا نه‌ها

۱۰۸..... ۳-۵-۱- کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا (HPLC)

۱۱۸..... ۳-۶- مقایسه HPLC و HFC

۱۲۳..... ۳-۶-۱- مزایای HFC

۱۲۳..... ۳-۶-۲- مزایای HPLC

۱۲۷..... فصل چهارم: تخمین طول عمر پیشرا نه‌ها

۱۲۷..... ۴-۱- پیش‌بینی طول عمر پیشرا نه‌ها بر طبق استانداردهای NATO

۱۲۸..... ۴-۱-۱- آزمایشات

۱۲۹..... ۴-۱-۲- اندازه‌گیری میزان پایدار کننده

۱۲۹..... ۴-۲- مطالعات سنتیکی

۱۳۰..... ۴-۲-۱- روش دیفرانسیلی Friedman

۱۳۱..... ۴-۲-۲- روش انتگرالی

۱۳۱..... ۴-۲-۳- روش انتگرال‌گیری پیشرفته

- ۴-۲-۴- مقایسه روشهای تبدیل هم دما (IC) ۱۳۲
- ۴-۲-۵- پیش بینی شدت جریان گرما و آزاد شدن گرما تحت شرایط ایزوترم ... ۱۳۴
- ۴-۲-۶- مدل‌های سینتیکی با استفاده از ضریب شدت واکنش ۱۳۵
- ۴-۳- تعیین طول عمر و تخمین قابلیت اطمینان باروت کروی در دوره نگهداری ... ۱۴۶

فصل پنجم: استانداردها و مراقبت دوره‌های مهمات ۱۵۱

- ۵-۱- استاندارد آزمونهای شرایط محیطی (MIL-STD810F,810G) ۱۵۱
- ۵-۲- استاندارد دفاعی انتشار مهمات و مواد منفجره (IDS530) ۱۵۳
- ۵-۳- روشهای مراقبت دوره‌های مهمات (Ammunitionsurveillance procedures) ۱۵۴

فصل ششم: اجرای تست‌های تسریع شونده با استفاده از ... ۱۵۹

- ۶-۱- رگرسیون با استفاده از داده‌های طول عمر در مینی تب ۱۵۹
- ۶-۱-۱- تست‌های تسریع شونده ۱۵۹
- ۶-۱-۱-۱- ساختار کاربرگ برای رگرسیون با استفاده از داده‌های طول عمر ۱۶۰
- ۶-۱-۱-۲- زمان خرابی ۱۶۲
- ۶-۱-۱-۳- داده‌های سانسور نشده یا سانسور شده از راست ۱۶۲
- ۶-۱-۱-۴- داده‌های سانسور نشده یا سانسور شده بصورت دلخواه ۱۶۳
- ۶-۲- آزمون عمر تسریع شده ۱۶۴
- ۶-۲-۱- داده‌ها ۱۶۵
- ۶-۲-۲- گزینه‌ها ۱۶۸
- ۶-۲-۳- خروجی ۱۷۱
- ۶-۲-۴- تبدیل‌های متغیرهای شتاب دهنده ۱۷۴
- ۶-۲-۵- نمودار احتمالات ۱۷۶
- ۶-۳- مثالی برای آزمون‌های تسریع شده با استفاده از نرم افزار Minitab ۱۸۰

۱۸۰ ۱-۳-۶ تست الکترو موتور

۱۸۴ ۲-۳-۶ تست لامپ جابی

۱۸۷ واژگان کلیدی

۱۹۱ منابع و مآخذ

پیشگفتار مولفان

قابلیت اطمینان محصولات یکی از دغدغه های مهم صنایع حساس و پیچیده مانند صنایع نظامی، هسته ای و هوافضا می باشد. زیرا عدم قابلیت اطمینان آنها می تواند آسیب های جبران ناپذیری وارد نماید.

انفجارهای متعدد اتفاق افتاده در انبارهای ذخیره پشرانه ها در کشورهای مختلف جهان نشان از وجود پتانسیل خطر در نگهداری و جابجایی این مواد دارد. پشرانه ها در طول مدت انبارداری دستخوش تغییراتی شده و به تدریج تجزیه و تخریب می شوند. لذا هر پشرانه ای دارای طول عمر مفیدی است که پس از سپری شدن آن، دیگر قابل استفاده نمی باشد. هر چند تجزیه پشرانه های نیتروسلولزی عموماً بسیار کند و تدریجی روی می دهد اما تعیین مدت زمانی که یک پشرانه می تواند به صورت ایمن و بدون نگرانی از اشتعال خود بخودی نگهداری شود یکی از مسایل مهم انبارداری این مواد محسوب می شود.

به همین منظور در این کتاب ابتدا مفاهیم و شاخصهای قابلیت اطمینان معرفی می گردند سپس خواننده با آزمونهای تشدید شونده وره نگاشت مربوط به آن آشنا می گردد. سپس در بخش اصلی این کتاب فرایند علمی پیرشدگی در پشرانه های دوپایه کروی تعیین و قابلیت اطمینان این نوع محصول در شرایط نگهداری استاندارد و همچنین نحوه تخمین قابلیت اطمینان آن در دوره نگهداری بررسی می گردد. در این راستا نمونه های یاد شده تحت پیرشدگی مصنوعی قرار گرفته و تغییرات میزان پایدارکننده در آنها با استفاده از تکنیک کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا (HPLC) ردیابی شد. سپس

نحوه تعیین پارامترهای مربوطه توضیح داده می شود در پایان چگونگی انجام کلی این نوع تستها در نرم افزار Minitab16 تشریح می شود.

در پایان باید از مسولین محترم پژوهشکده مههم که ما را در تهیه بخشهای علمی این کتاب یاری دادند تشکر کنیم. همچنین از سرکار خانم رقیه رضانی که ویراستاری فنی کتاب را عهده دار بودند به این وسیله قدر دانی می گردد.

مولفان

مهدی کرباسیان ، سید عباس حسینی و محمد فروزنده

مقدمه

یکی از مفاهیمی که امروزه به سبب نیاز صنایع به محصولات کارا تر و ایمن تر بسیار مورد توجه قرار گرفته است، مهندسی قابلیت اطمینان می باشد. این مبحث با توجه به روند توسعه و گسترش صنایع پیشرفته با ابوهی از حجم تولیدات صنعتی در عصر حاضر، نیاز هرچه بیشتر به اجرای روش های پیشگویانه در مقابله با وقوع خرابی های احتمالی را آشکار می سازد. این ضرورت به خصوص در صنایع تولید کننده ای که ارزش حقیقی محصول تولید شده شان حجم عظیمی از دارایی های بالقوه آنها را تشکیل می دهد نظیر شرکت های هواپیما سازی، بیشتر مشهود می باشد. محصولات مهندسی مدرن از تک تک قطعات تا سامانه های بزرگ، باید بگونه ای طراحی و تولید شوند که در طول مدت زمان ماموریت خود از قابلیت اطمینان لازم برخوردار باشند. در هر صنعت هنگامی که سیستمی از کار می افتد یا دچار اختلال می شود، از جنبه های مختلفی نظیر جنبه های اقتصادی، انسانی، سیاسی و ... مخاطره آمیز و زیان بار می باشد. قابلیت اطمینان، یکی از مهم ترین مشخصه های کیفی قطعات، محصولات و سیستم های پیچیده و بزرگ می باشد که نقش حیاتی در عملکرد اینگونه تجهیزات ایفا می کند. همچنین قابلیت اطمینان از جمله موارد مورد توجه مشتریان در هنگام خرید یک کالا یا محصول از فروشنده می باشد. از کار افتادن سیستم ها و یا عدم کارکرد صحیح و به موقع آنها، بعضاً تأثیرات جبران ناپذیری بر روی اکوسیستم ها یا مواردی از این قبیل گذاشته و از این رو به عنوان تهدیدی جدی برای جامعه و محیط زیست تلقی می شوند. برای جلوگیری از وقوع چنین

مواردی در عرصه مصرف، دو مقوله مهم کنترل کیفیت و قابلیت اطمینان توسط خبرگان و مهندسان کیفیت مورد بحث قرار می‌گیرد. کنترل کیفیت اساساً با بازرسی محصولاتی که تازه تولید شده و یا در دست تولید هستند، از طریق بازرسی کیفی در حین فرآیند تولید سر و کار دارد. اما قابلیت اطمینان به محصولاتی که در عرصه مصرف هستند مربوط می‌شود.

یکی از ابزارهای قابلیت اطمینان که می‌تواند در تعیین برتری یک محصول نسبت به سایر رقبای زیادی بر عهده داشته باشد، آزمون عمر شتاب دهنده^۱ است. امروزه آزمون عمر شتاب دهنده به صورت چشم‌گیری در صناعی که نیاز به اطلاعاتی سریع در مورد زندگی محصول دارند به کار گرفته می‌شود. تست محصول در تنش‌هایی بالاتر علاوه بر معرفی حالت‌های دیگر خرابی در زمان و پول صرفه جویی می‌کند. می‌توان با در نظر گرفتن پارامترهایی خاص، زمانی که در تنش بالاتر به دست می‌آید را در حالت طبیعی به دست آورد. از دلایلی که بایستی امروزه از این گونه آزمون‌ها بهره برد می‌توان به زمان زیاد زندگی برخی محصولات، زمان کوتاه بین طراحی و ارائه و همین‌طور چالش به دست آوردن طول عمر محصولاتی که به صورت پیوسته در شرایط طبیعی استفاده می‌شوند، اشاره کرد. بسته به نوع محصول و ویژگی مخصوص آن که بایستی مورد آزمون قرار گیرد از انواع تست‌های مختلفی بهره می‌گیریم، مثل تست‌های کیفی (استفاده از نرخ تسریع^۲ و تسریع به وسیله تنش بیش از حد زمان)، نمایش تنش‌های محیطی و فرایند آزمایش مدارها و مؤلفه‌های الکتریکی از طریق قرار دادن آن‌ها در دمای زیاد یک کوره و راه سوم، تست‌های بررسی طول عمر مقداری، که یکی دیگر از ابزارهای کاربردی در این زمینه می‌باشد.

از طرف دیگر موضوع انفجارهای متعدد اتفاق افتاده در انبارهای ذخیره پیش‌رانه‌ها در کشورهای مختلف جهان نشان از وجود پتانسیل خطر در نگهداری و جابجایی این مواد

1- Accelerated life time testing
2- Acceleration rate

دارد. پیشرانه‌ها در طول مدت انبارداری دستخوش تغییراتی شده و به تدریج تجزیه و تخریب می‌شوند. لذا هر پیشرانه‌ای دارای طول عمر مفیدی است که پس از سپری شدن آن، دیگر قابل استفاده نمی‌باشد. هر چند تجزیه پیشرانه‌های نیتروسولوزی عموماً بسیار کند و تدریجی روی می‌دهد اما تعیین مدت زمانی که یک پیشرانه می‌تواند به صورت ایمن و بدون نگرانی از اشتعال خودبخودی نگهداری شود، یکی از مسایل مهم انبارداری این مواد محسوب می‌شود. در واقع اصلی‌ترین عامل پیرشدگی در پیشرانه‌های بر پایه نیتروسلولز تجزیه استرینترات است. تخریب گرمایی استرهای نترات شامل شکستن پیوند $O-NO_2$ و تولید گاز NO_2 می‌باشد. اگر این اکسیدهای نیتروژن خارج نشوند به صورت اتوکاتالستی سبب تسریع تخریب استرینترات می‌شوند. در نتیجه ممکن است اشتعال خود به خودی و در نهایت انفجار رخ دهد.

به عنوان مثال، پس از تولید گان کتان^۱ یا همان نیتروسولوز توسط شونبین^۲ در سال ۱۸۴۵، مشخص شد که به دلیل ناپایداری شیمیایی محصول، مشکلات جدی در تولید وجود دارد. در سال ۱۸۴۷ در طی اولین سال فعالیت، کارخانه تولید پیشرانه در فاورشام^۳ انگلیس منهدم و به کلی ویران شد. در آن سال‌ها حوادث انفجاری متعددی در کارخانجات تولید نیتروسولوز در انگلستان، فرانسه و اتریش رخ داد و استفاده از گان کتان به عنوان ماده انفجاری تا سال‌ها محدود باقی مانده و توسعه نیافت. در سال ۱۸۶۸، آبل^۴ که سعی می‌کرد نشان دهد حوادثی که رخ داده بود ناشی از عدم خلوص کافی گان کتان بوده است، پیشرفت قابل توجهی در این زمینه نمود. اما موفقیت عمده صیب آلفرد نوبل شد که در سال ۱۸۸۹ دی‌فنیل آمین^۵ (DPA) را به عنوان پایدارکننده برای افزودن به نیتروسولوز معرفی نمود. فرمولاسیون معرفی شده توسط نوبل به علت پایداری خوب، کاربردهای زیادی در مواد انفجاری نظامی و غیرنظامی یافت.

1- Guncotton

2- Schönbein

3- Faversham

4- Abel

5 -Diphenylamine

همچنین در سال ۱۹۰۵ انفجار کشتی جنگی میکاسا ژاپن که حاوی پیشرا نه نیترو گلیسرینی بود منجر به کشته شدن ۶۰۰ نفر شد. انفجار یک کشتی جنگی در سال ۱۹۰۷. ۱۱۰ کشته بر جای گذاشت. بعد از جنگ جهانی اول ذخیره سازی پیشرا نه های غیر ایمن سبب چندین فاجعه شد. به عنوان مثال انفجارات انبارها در قلعه نظامی ورشو در سال ۱۹۲۴، ریتک وایز در سال ۱۹۲۷ و فرانسه در سال ۱۹۲۸، چندین آتش سوزی اخیر در فنلاند، استرالیا و سوئد به وسیله اشتعال خود بخودی پیشرا نه های تفنگی به وجود آمد...

حوادث متعدد رخ داده در جهان باعث شد تا محققین نظامی، تحقیقات گسترده ای را در جهت شناسایی فرایندهای روی داده در مواد انفجاری و روش های تعیین طول عمر آنها انجام دهند. پیشرفت های به وجود آمده در این زمینه سبب توسعه روش های مدرن برای مطالعه و ردیابی تغییرات روی داده در دوره نگهداری یک ماده انفجاری شده است، به طوری که با استفاده از روش های یاد شده امکان ردیابی پیرشدگی و تخمین طول عمر بسیاری از ترکیبات انفجاری حاصل شده است. به طور کلی تغییراتی که در ضمن تولید و انبارداری پیشرا نه ها و یا هر ماده دیگر روی می دهد و منجر به زوال خواص مورد انتظار می شود ر پیرشدگی^۱ می نامند. پیرشدگی یا کهولت، فرایند پیچیده ای است و در طی آن فرایندهای شیمیایی و فیزیکی مختلفی اتفاق می افتند. این فرایندها باعث بروز تغییرات در خواص مکانیکی و بالستیک پیشرا نه می شوند. نتیجه ی فرایندهای شیمیایی، آزاد شدن گرما و محصولات گازی است که می توانند موجب تسریع فرایند پیرشدگی شوند. در نهایت این فرایندهای پیرشدگی به تنها موجب افت خواص تا حد کمتر از میزان قابل قبول شده، بلکه می توانند موجب بروز انفجار خود به خودی شوند. لذا داشتن اطلاعات دقیق درباره خصوصیت و ماهیت فرایندهای شیمیایی و فیزیکی که در ضمن پیرشدگی رخ می دهند، حائز اهمیت است. به منظور تعیین میزان تخریب پیشرا نه ها و برآورد طول عمر آنها، برخی تغییرات خواص فیزیکی یا شیمیایی

پیشرانه ردیابی می شوند. پیرشدگی پیشرانه با تعدادی از پدیده‌ها همچون آزاد شدن گاز، کاهش وزن مولکولی نیتروسلولز، کاهش غلظت اولیه پایدارکننده و یا ایجاد گرما همراه است. از این پدیده‌ها می توان جهت بررسی پایداری پیشرانه، مطالعه سینتیک تجزیه پیشرانه و در نهایت تخمین طول عمر انبارداری^۱ آن استفاده نمود.

از طرف دیگر با وجود سابقه طولانی صنایع دفاعی کشورمان ایران در تولید انواع پیشرانه های یک، پایه، دوپایه و اخیراً سه پایه، تا چند سال اخیر هیچ گونه پژوهش و تحقیق علمی در این زمینه صورت نگرفته بود. با توجه به وجود چنین خلثی و در پی رویدادهای ناگوار رخ داده در مجموعه انبارهای ذخیره سازی پیشرانه هادر مجموعه وزارت دفاع و نیروهای مسلح، بایدهای حل معضلات مبتلا به صنایع دفاعی و نیروهای مسلح کشور در حوزه نگهداری و استفاده ایمن از مواد ناریه و مهمات اقدامات لازم انجام شود. همچنین با توجه به اینکه یکی از اجزای مهم و تاثیر گذار در پایداری و طول عمر مهمات، پیشرانه های آن می باشد لذا نیروهای مسلح نیاز به مشخص نمودن طول عمر مهمات تحویل گیری شده و تخمین قابلیت اطمینان پیشرانه های مهمات دارد.

یکی از روش های مورد استفاده برای تعیین طول عمر پیشرانه ها، پایش میزان پایدار کننده و مشتقات آن می باشد. بنابراین در این کتاب می خواهیم ضمن بررسی علمی فرایند پیرشدگی در پیشرانه های دوپایه کروی با استفاده از روش های پیرشدگی تسریع شده^۲ و پایش میزان پایدار کننده، طول عمر نمونه های پیشرانه دوپایه کروی ۷/۶۲ کلاشینکف تولیدی گروه، تعیین شده و با ارائه مدل مناسب نسبت به تخمین قابلیت اطمینان این نوع محصول در شرایط نگهداری استاندارد (۲۵ درجه سانتیگراد) و همچنین تخمین قابلیت اطمینان این محصول در دوره نگهداری با توجه به شرایط اقلیمی کشورمان ایران اقدام گردد. همچنین پس از شناخت و چگونگی تولید باروت و همچنین نحوه عملکرد و نگهداری آن، عوامل موثر بر پیرشدگی و طول عمر پیشرانه ها بررسی شده و

1 - Storage life or Chemical shelf life or Self shelf life

2 - Accelerated Ageing

آنگاه در این راستا با استفاده از تکنیک مدل سازی آزمایشگاهی، از روش های آزمایشگاهی تشدید شونده¹ نمونه های یاد شده تحت پیرشدگی مصنوعی قرار گرفتند، سپس تغییرات میزان پایدارکننده در آنها با استفاده از تکنیک کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا (HPLC) ردیابی و سپس سنتیک پیرشدگی رخ داده در پیشرا نه بررسی و پارامترهای مربوطه محاسبه گردید..