



# ارزیابی ریسک و قابلیت اطمینان

روایت ۲

دکتر حسن جواسی

دانشگاه آزاد اسلامی - واحد تهران جنوب - دانشکده مهندسی صنایع

دکتر سید محمدعلی خاتمی فیروزآبادی

عضو هیئت علمی دانشگاه علامه طباطبائی



انستاراد لایبریات

بهار ۱۳۹۰

|                     |   |                                                                           |
|---------------------|---|---------------------------------------------------------------------------|
| سرشناسه             | : | جوانشیر، حسن، ۱۳۳۳ -                                                      |
| عنوان و نام پدیدآور | : | ارزیابی ریسک و قابلیت اطمینان / حسن جوانشیر، سیدمحمدعلی خاتمی فیروزآبادی. |
| وضعیت ویراست        | : | ویراست ۲.                                                                 |
| مشخصات نشر          | : | تهران: انتشارات شریانی، ۱۳۹۷.                                             |
| مشخصات ظاهری        | : | ۴۲۴ ص. : مصور، جدول، نمودار.                                              |
| شابک                | : | ۴۰۰۰۰۰ ریال ۹۷۸-۶۰۰-۹۷۸۳۱-۶-۸                                             |
| وضعیت فهرست نویسی   | : | فیا                                                                       |
| موضوع               | : | خطرسنجی -- روشهای آماری                                                   |
| موضوع               | : | Risk assessment -- Statistical methods                                    |
| موضوع               | : | خطرسنجی                                                                   |
| موضوع               | : | Risk assessment                                                           |
| شناسه افزوده        | : | خاتمی فیروزآبادی، سید محمدعلی، ۱۳۴۰ -                                     |
| رده بندی کنگره      | : | ۱۳۹۷۶۱HDD ۴ الف ۸۷ج /                                                     |
| رده بندی دیویی      | : | ۳۶                                                                        |
| شماره کتابشناسی ملی | : | ۵۱ ۳۵۳۹                                                                   |

## ارزیابی ریسک و قابلیت اطمینان (ویراست ۲)



دکتر حسن جوانشیر، دکتر محمدعلی خاتمی فیروزآبادی

ناشر: انتشارات شریانی

طراحی و صفحه‌آرایی: انتشارات شریانی ۶۶۴۷۵۰۵۳

تیراژ: ۱۰۰۰ جلد

نوبت چاپ: اول - بهار ۱۳۹۷

بها: ۴۰۰۰۰ تومان

ISBN: 978-600-97831-6-8

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۷۸۳۱-۶-۸

نشانی انتشارات: تهران، خیابان انقلاب اسلامی، خیابان منیری جاوید (اردیبهشت)،

بن بست مبین شماره ۶، واحد ۵ و ۶۶۴۷۵۰۵۳ و ۶۶۴۷۸۲۳۶

فروشگاه اینترنتی: <http://ketab.ir>

کتابی که هم اکنون در اختیار دارید، کتابی است که نویسندگان امیدوارند با مطالعه آن، دانش خوانندگان در زمینه ریسک و قابلیت اطمینان افزایش یابد. هدف اولیه این کتاب آشنایی با موضوع ریسک و قابلیت اطمینان برای دانشجویان مهندسی صنایع، مدیریت صنعتی و مدیران فنی بوده است. با این که اهداف اولیه نگارش کتاب، رفع نیاز دانشجویان، به خصوص دانشجویان مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری، رشته‌های پیش گفته است، اما دانشجویان مقاطع کارشناسی این رشته‌ها نیز می‌توانند از برخی فصول این کتاب در درس برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات و یا مدیریت تولید و عملیات استفاده کنند. هدف دیگر این کتاب، آشنایی بیشتر دانشجویان با مباحث پیشرفته‌تر در این حوزه است به نحوی که بتوانند مباحث را در عمل به کار برند. دانشجویانی که قبلاً درسی در زمینه نگهداری و تعمیرات و یا مدیریت تولید و عملیات داشته‌اند ممکن است مطالب کتاب را سودمندتر از سایرین تصور کنند و جذابیت بیشتری برای آن‌ها داشته باشد.

تمرکز اصلی این کتاب بر روی مدل‌ها و تحلیل‌های آماری قابلیت اطمینان است. در این کتاب هرچند در مواردی به اثبات فرمول‌ها پرداخته شده است اما به نحوی که برای مطالعه تا حدودی در نظر گرفته شده است. فرمول‌های اثبات نشده در منابع معرفی شده اثبات شده‌اند. امیدواریم مباحث مطرح شده در این کتاب بتواند به رفع نیازهای دانشجویان و مدیران فنی در این راستا کمک کند.

شایان ذکر است این کتاب که در ۹ فصل تنظیم شده است برای یک نیم‌سال تحصیلی زیاد باشد. فصل ۱ تعاریف قابلیت اطمینان و ریسک را در بردارد. در فصل ۲ به انواع توزیع‌های خرابی که در عمل بیشترین کاربرد را داشته‌اند اشاره می‌شود. مدل نرخ خرابی ثابت در فصل ۳ مورد

بررسی قرار می‌گیرد و در فصل ۴ به مدل‌های خرابی وابسته به زمان پرداخته می‌شود. فصل ۵ به ارزیابی پایانی سیستم‌های مختلف اختصاص یافته است و در فصل ۶ به سیستم‌های وابسته محور اشاره شده است. در فصل ۷ مدل‌های فیزیکی قابلیت اطمینان مورد بحث قرار گرفته و در فصل ۸ به طراحی به منظور دستیابی به پایانی مورد نظر پرداخته شده است. نهایتاً در فصل ۹ به موضوع قابلیت نگهداری پرداخته شده است.

در این جا نویسندگان برخود لازم می‌دانند تا مراتب قدردانی خود را از تمام افرادی که به نوعی در نگارش این کتاب کمک کرده‌اند، اعلام کنند. لازم است از دانشجویانی که طی سالیان متمادی از سوز دست‌نویس و تایپی کتاب استفاده برده و با راهنمایی‌های خود چه از لحاظ نگارشی و چه از لحاظ مفهوم بودن عبارات و فرمول‌های به کار رفته، نویسندگان را در جهت روانی متن یاری رسانده‌اند، قدردانی گردد. همچنین لازم است از همکاران محترمی که برای بهتر شدن کتاب نظرات اصلاحی خود را به نویسندگان ارائه داده‌اند، تشکر شود. از جناب آقای فرهاد شریانی، مدیر محترم انتشارات شریانی که در چاپ این کتاب تمام تلاش خود را به کار برده‌اند تا در سریع‌ترین زمان ممکن، این کتاب به دست علاقمندان برسد، تشکر می‌شود. نویسندگان بر این باورند که هیچ نوشته‌ای بدون نقیصه و اشکال نیست. از این رو از تمام افرادی که به مطالعه این کتاب می‌پردازند درخواست می‌شود هرگونه نظر اصلاحی خود را به آدرس الکترونیکی نویسندگان گوشزد کرده تا در چاپ‌های آتی مورد بازنگری قرار گیرد.

حسن جوانشیر

h\_javanshir@azad.ac.ir

احمد خاتمی، امروزآبادی

a.khatami@azad.ac.ir

بهار ۱۳۹۷

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| پیشگفتار .....                                            | ۱  |
| فصل ۱ توابع قابلیت اطمینان و ریسک .....                   | ۱  |
| مقدمه .....                                               | ۱  |
| تعریف و برآورد قابلیت اطمینان (پایانی) .....              | ۲  |
| تابع ریسک .....                                           | ۳  |
| رابطه یک به یک بین پایایی و نرخ خرابی .....               | ۵  |
| تابع مخاطره .....                                         | ۱۱ |
| میانگین زمان خرابی (MTTF: Mean Time To Failure) .....     | ۱۲ |
| نرخ خرابی تجمعی و میانگین نرخ خرابی .....                 | ۱۵ |
| تابع پایانی شرطی .....                                    | ۱۷ |
| میانگین طول عمر باقیمانده .....                           | ۱۹ |
| میانگین زمان خرابی مدت زمان باقیمانده .....               | ۲۱ |
| ضمائم فصل اول .....                                       | ۲۲ |
| مسائل حل شده .....                                        | ۲۳ |
| مسائل .....                                               | ۲۹ |
| فصل ۲ توزیع خرابی .....                                   | ۳۳ |
| مقدمه .....                                               | ۳۳ |
| توابع قابلیت اطمینان، چگالی احتمال و تجمعی احتمال .....   | ۳۳ |
| میانگین زمان خرابی، میانه زمان خرابی، مد و واریانس .....  | ۳۴ |
| تابع نرخ خرابی، نرخ خرابی تجمعی و میانگین نرخ خرابی ..... | ۳۶ |
| نرخ خرابی ثابت (توزیع چگالی احتمال نمایی) .....           | ۳۷ |
| نرخ خرابی خطی افزایشی .....                               | ۳۹ |

|    |                                                        |
|----|--------------------------------------------------------|
| ۴۰ | توزیع وایبل                                            |
| ۴۱ | توزیع نرمال                                            |
| ۴۲ | توزیع نرمال لگاریتمی                                   |
| ۴۶ | توزیع رابلی                                            |
| ۴۶ | توزیع بتا                                              |
| ۴۷ | توزیع یکنواخت                                          |
| ۴۷ | توزیع (فرآیند) پواسان                                  |
| ۴۸ | جمع‌بندی توابع قابلیت اطمینان                          |
| ۵۰ | مسائل حل شده                                           |
| ۵۳ | مسائل                                                  |
| ۵۵ | <b>فصل ۳ مدل نرخ خرابی ثابت</b>                        |
| ۵۵ | مقدمه                                                  |
| ۵۶ | تابع پایانی نمائی                                      |
| ۵۹ | قابلیت اطمینان در سیستم‌های سری (سوال)                 |
| ۶۱ | سیستم‌های سری با تابع نرخ خرابی ثابت                   |
| ۶۲ | خرابی در لحظه تقاضا                                    |
| ۶۳ | فرآیند تجدیدپذیر (Renewal Process)                     |
| ۶۴ | حدود قابلیت اطمینان                                    |
| ۶۶ | توزیع نمائی دوبارمتره                                  |
| ۶۷ | فرآیند پواسان                                          |
| ۶۹ | عضو مازاد (وسیله یدکی در حال کار) و مدل نرخ خرابی ثابت |
| ۷۲ | مسائل حل شده                                           |
| ۷۹ | مسائل                                                  |
| ۸۱ | <b>فصل ۴ مدل‌های خرابی مبتنی بر زمان</b>               |
| ۸۱ | مقدمه                                                  |
| ۸۱ | توزیع وایبل                                            |
| ۸۶ | میان و مد طول عمر در تابع توزیع وایبل                  |
| ۸۷ | مدت زمان راه‌اندازی برای توزیع وایبل                   |
| ۸۸ | حالات خرابی                                            |
| ۸۹ | قطعات وایبل یکسان                                      |

|     |       |                                                          |
|-----|-------|----------------------------------------------------------|
| ۸۹  | ..... | وایبل سه پارامتری                                        |
| ۹۰  | ..... | عناصر موازی در توزیع وایبل                               |
| ۹۱  | ..... | توزیع نرمال                                              |
| ۹۴  | ..... | توزیع نرمال لگاریتمی                                     |
| ۹۷  | ..... | ضمائم فصل چهارم                                          |
| ۹۹  | ..... | مسائل حل شده                                             |
| ۱۱۱ | ..... | مسائل                                                    |
| ۱۱۵ | ..... | <b>فصل ۵ ارزیابی پایایی سیستم‌های ساده و پیچیده</b>      |
| ۱۱۵ | ..... | مقدمه                                                    |
| ۱۱۵ | ..... | سیستم‌های با پیکربندی سری                                |
| ۱۱۸ | ..... | سیستم‌های با پیکربندی رازی                               |
| ۱۲۱ | ..... | سیستم‌های ترکیبی سری موازی                               |
| ۱۲۲ | ..... | جزء موازی سطح بالا و سطح پایین                           |
| ۱۲۴ | ..... | پایایی سیستم متشکل از $n$ جزء در صورت $k$ خرابی متوالی   |
| ۱۲۵ | ..... | سیستم‌های دو خرابی متوالی از $n$ جزء                     |
| ۱۲۶ | ..... | سیستم‌های عمومی $k$ خرابی متوالی از $n$ جزء              |
| ۱۲۸ | ..... | سیستم‌های با $k$ عنصر سالم و در حال کار از $n$ جزء       |
| ۱۲۹ | ..... | سیستم‌های با $k$ عنصر در حال کار از $n$ جزء با خرابی‌های |
| ۱۳۰ | ..... | سیستم‌های پیچیده                                         |
| ۱۳۱ | ..... | روش تجزیه                                                |
| ۱۳۲ | ..... | روش شمارش                                                |
| ۱۳۴ | ..... | روش درخت رخ داده‌ها                                      |
| ۱۳۵ | ..... | روش درخت پیراسته رخ داده‌ها                              |
| ۱۴۲ | ..... | تابع ساختار سیستم: مینیمم برش‌ها و مینیمم مسیرها         |
| ۱۴۳ | ..... | مجموعه‌های مینیمم (حداقل) مسیر (اتصال) و مینیمم برش      |
| ۱۴۵ | ..... | حدود قابلیت اطمینان سیستم                                |
| ۱۴۸ | ..... | حالات خرابی‌های مشترک                                    |
| ۱۵۰ | ..... | ابزارهای سه حالته                                        |
| ۱۵۰ | ..... | ساختار سری در ابزارهای سه حالته                          |
| ۱۵۱ | ..... | ساختار موازی در ابزارهای سه حالته                        |

|     |                                                              |
|-----|--------------------------------------------------------------|
| ۱۵۲ | مسائل حل شده.....                                            |
| ۱۷۴ | مسائل.....                                                   |
| ۱۸۳ | فصل ۶ سیستم‌های وابسته محور (زنجره مارکوف).....              |
| ۱۸۳ | مقدمه.....                                                   |
| ۱۸۳ | تجزیه و تحلیل مارکوف.....                                    |
| ۱۹۲ | واحدهای آماده به کار متناظر (همسان).....                     |
| ۱۹۳ | سیستم آماده به کار با حالت خرابی در هنگام کلید زدن.....      |
| ۱۹۵ | سیستم آماده به کار با سه جزء.....                            |
| ۱۹۷ | سیستم‌های معیف شده و افت عملکرد.....                         |
| ۱۹۹ | ابزارهای سه حالته.....                                       |
| ۲۰۰ | ضمائم فصل ششم.....                                           |
| ۲۰۱ | مسائل حل شده.....                                            |
| ۲۱۹ | مسائل.....                                                   |
| ۲۲۳ | فصل ۷ مدل‌های فیزیکی قابلیت اطمینان.....                     |
| ۲۲۳ | مقدمه.....                                                   |
| ۲۲۴ | مدل‌های تغییر همزمان.....                                    |
| ۲۲۴ | مدل‌های خرابی متناسب.....                                    |
| ۲۲۴ | حالت نمایی.....                                              |
| ۲۲۶ | حالت وایبل.....                                              |
| ۲۲۷ | مدل‌های مکان - مقیاس.....                                    |
| ۲۲۸ | حالت نرمال.....                                              |
| ۲۲۹ | مدل‌های ایستا.....                                           |
| ۲۲۹ | تنش تصادفی و استحکام ثابت.....                               |
| ۲۳۰ | تنش ثابت و استحکام تصادفی.....                               |
| ۲۳۱ | تنش تصادفی و استحکام تصادفی.....                             |
| ۲۳۳ | حالت نمایی.....                                              |
| ۲۳۴ | حالت نرمال.....                                              |
| ۲۳۵ | حالت نرمال لگاریتمی.....                                     |
| ۲۳۶ | فرمول‌های محاسباتی قابلیت اطمینان ایستا (توزیع‌های خاص)..... |
| ۲۳۶ | مدل‌های پویا.....                                            |

|     |                                                              |
|-----|--------------------------------------------------------------|
| ۲۳۷ | بارهای دوره‌ای (متناوب).....                                 |
| ۲۳۸ | بارها با نیروهای تصادفی.....                                 |
| ۲۳۹ | تنش واستحکام ثابت تصادفی.....                                |
| ۲۴۰ | مدل‌های خرابی فیزیکی.....                                    |
| ۲۴۵ | مقایسه مدل‌های تغییر همزمان و خرابی فیزیکی.....              |
| ۲۴۵ | مسائل حل شده.....                                            |
| ۲۴۹ | مسائل.....                                                   |
| ۲۵۳ | <b>فصل ۸ طراحی به منظور دستیابی به پایداری موردنظر</b> ..... |
| ۲۵۳ | مقدمه.....                                                   |
| ۲۵۶ | مشخصه‌های پایداری - سنجش سیستم.....                          |
| ۲۵۷ | اثربخشی سیستم.....                                           |
| ۲۵۸ | تحلیل‌های اقتصادی و هزینه‌های چرخه عمر.....                  |
| ۲۶۲ | تخصیص قابلیت اطمینان.....                                    |
| ۲۶۲ | حالت نمایی در تخصیص قابلیت اطمینان.....                      |
| ۲۶۲ | تخصیص بهینه قابلیت اطمینان.....                              |
| ۲۶۶ | روش ارینک (ARINC).....                                       |
| ۲۶۶ | روش اگری (AGREE).....                                        |
| ۲۶۸ | به‌کارگیری اجزای موازی در تخصیص قابلیت اطمینان.....          |
| ۲۶۹ | روش‌های طراحی.....                                           |
| ۲۷۰ | انتخاب قطعات و مواد اولیه.....                               |
| ۲۷۰ | توان کشش.....                                                |
| ۲۷۱ | سختی.....                                                    |
| ۲۷۱ | ضریب نفوذ.....                                               |
| ۲۷۱ | عمر فرسودگی.....                                             |
| ۲۷۲ | خزندگی.....                                                  |
| ۲۷۳ | درجه‌بندی.....                                               |
| ۲۷۴ | تحلیل کشش - استحکام.....                                     |
| ۲۷۶ | تکنولوژی و پیچیدگی.....                                      |
| ۲۷۷ | عناصر موازی (مازاد) در فرآیند طراحی.....                     |
| ۲۷۸ | بهینه‌سازی عناصر در سیستم‌ها.....                            |

|     |                                |
|-----|--------------------------------|
| ۲۸۱ | تحلیل خرابی                    |
| ۲۸۲ | اجزای سیستم                    |
| ۲۸۲ | شناسایی انواع خرابی            |
| ۲۸۳ | تعیین علل                      |
| ۲۸۴ | ارزیابی اثر                    |
| ۲۸۴ | گروه‌بندی شدت اثر              |
| ۲۸۴ | تخمین احتمال پیشامد            |
| ۲۸۵ | محاسبه شاخص بحران              |
| ۲۸۷ | تعیین اقدامات اصلاحی           |
| ۲۸۷ | ایمنی سیستم و تحلیل درخت خرابی |
| ۲۸۸ | تحلیل درخت خطا                 |
| ۲۹۵ | مجموعه برش‌های مذاقا           |
| ۲۹۷ | تحلیل‌های کمی                  |
| ۲۹۹ | مسائل حل شده                   |
| ۳۰۸ | مسائل                          |
| ۳۱۳ | <b>فصل ۹ قابلیت نگهداری</b>    |
| ۳۱۳ | مقدمه                          |
| ۳۱۴ | تحلیل زمان خرابی               |
| ۳۱۶ | توزیع زمان تعمیر               |
| ۳۱۷ | زمان تعمیر نمایی               |
| ۳۱۸ | زمان تعمیر نرمال لگاریتمی      |
| ۳۱۹ | فرایندهای نقطه تصادفی          |
| ۳۱۹ | فرآیند تکرار (تجدیدپذیر)       |
| ۳۲۱ | فرآیند پواسون همگن             |
| ۳۲۲ | تابع تجدید پذیر                |
| ۳۲۳ | فرآیند تجدیدپذیر اضافی         |
| ۳۲۴ | فرآیند تعمیر حداقل             |
| ۳۲۵ | فرآیند پواسون ناهمگن           |
| ۳۲۷ | بازبینی و زمان سیکل            |
| ۳۲۸ | زمان سیکل                      |

|     |                                           |
|-----|-------------------------------------------|
| ۳۲۹ | زمان تعمیر سیستم                          |
| ۳۳۱ | سیستم‌های موازی                           |
| ۳۳۲ | قابلیت اطمینان بر مبنای نگهداری پیشگیرانه |
| ۳۳۵ | تعمیر سیستم‌های مبتنی بر وضعیت            |
| ۳۳۷ | سیستم‌های یدکی با وجود تعمیر              |
| ۳۳۹ | ضمانت فصل نهم                             |
| ۳۴۲ | مسائل                                     |
| ۳۴۹ | فصل ۱۰ طراحی به منظور قابلیت نگهداری      |
| ۳۴۹ | مقدمه                                     |
| ۳۵۰ | نیازهای نگهداری                           |
| ۳۵۱ | شاخص‌ها و مقادیر                          |
| ۳۵۴ | مفاهیم و رویه‌های نگهداری                 |
| ۳۵۶ | مدل هزینه                                 |
| ۳۵۷ | قابلیت اطمینان و قابلیت نگهداری           |
| ۳۵۹ | روش‌های طراحی                             |
| ۳۵۹ | انزوای خرابی و خود تشخیصی                 |
| ۳۶۱ | استاندارد سازی و تعویض قطعات              |
| ۳۶۱ | ماژول‌سازی و در دسترس پذیری               |
| ۳۶۲ | تعمیر در برابر تعویض                      |
| ۳۶۵ | مدل تعویض                                 |
| ۳۶۶ | نگهداری کنش‌گرانه                         |
| ۳۶۷ | نگهداری پیشگیرانه                         |
| ۳۶۹ | نگهداری پیش‌بینانه                        |
| ۳۷۲ | عوامل انسانی و ارگونومی                   |
| ۳۷۴ | نگهداری و تامین قطعات اضافی               |
| ۳۷۵ | مدل صف با جمعیت متناهی با وجود اجزای یدکی |
| ۳۷۹ | اجزای یدکی                                |
| ۳۸۱ | نظریه پالم                                |
| ۳۸۲ | پیش‌بینی و تشریح قابلیت نگهداری           |
| ۳۸۳ | پیش‌بینی قابلیت نگهداری                   |

|     |                                    |
|-----|------------------------------------|
| ۳۸۴ | اجرای قابلیت نگهداری               |
| ۳۸۷ | پیوست 10A                          |
| ۳۸۹ | مسائل                              |
| ۳۹۵ | فصل ۱۱ دسترس پذیری                 |
| ۳۹۵ | مقدمه                              |
| ۳۹۵ | مفاهیم و تعاریف                    |
| ۳۹۶ | دسترس پذیری ذاتی                   |
| ۳۹۷ | دسترس پذیری حاصل شده               |
| ۳۹۸ | دسترس پذیری عملیاتی                |
| ۳۹۹ | دسترس پذیری عملیات تعمیر یافته     |
| ۳۹۹ | مدل دسترس پذیری نما                |
| ۴۰۱ | دسترس پذیری سیستم                  |
| ۴۰۲ | دسترس پذیری در سیستم های آماده کار |
| ۴۰۳ | دسترس پذیری پایدار                 |
| ۴۰۵ | رویکرد ماتریسی                     |
| ۴۰۸ | مدل دسترس پذیری بازرسی و تعمیر     |
| ۴۱۰ | تحلیل توازن در طراحی               |
| ۴۱۱ | تخصیص دسترس پذیری                  |
| ۴۱۲ | تحلیل اقتصادی                      |
| ۴۱۳ | هزینه های مقعر                     |
| ۴۱۵ | توابع هزینه محدب                   |
| ۴۱۸ | توازن بین منافع و هزینه چرخه عمر   |
| ۴۲۰ | ضمیمه ۱۱ الف                       |
| ۴۲۱ | تمرینات                            |
| ۴۲۷ | جدول نرمال                         |

همه چیز در حال خراب شدن است. شاید در طی سال‌های گذشته یکی از موارد زیر را تجربه کرده باشید: ترک برداشتن دست دستگاه چمن‌زنی، ایراد پیدا کردن ماشین لباس‌شویی، خالی شدن باتری ماشین، سوختن سوییچ فرمان گرم‌کن، نشتی آب گرم‌کن، خراب شدن دیسک در درایو رایانه، کار نکردن کنترل تلویزیون، ایراد آمپلی‌فایر ضبط صوت، کار نکردن استارت موتور اتومبیل و نشستی در سقف خانه.

ترک برداشتن دسته در آشپزخانه به علت به کار رفتن آلومینیوم در ساختن آن بوده که تحمل (کشش) آن همه فشار را نداشته است. باتری و استارت موتور ماشین و موتور ماشین لباس‌شویی بیش از طول عمرشان کار کرده و مستعمل شده بودند. سوییچ فرمان گرم‌کن به خاطر طراحی ضعیف و عبور جریان برق بسیار زیاد از آن سوخته است. علت نشتی آب گرم‌کن، طراحی معیوب آن بوده است. خوردگی بخشی از این محفظه به علت عدم انجام تعمیرات و نگهداری پیشگیرانه بوده است. باید به‌طور مرتب آب ته تانک خالی می‌شد. ایراد درایو در رایانه از یک خرابی مکانیکی ناشناخته زودرس به وجود آمده و ایراد کنترل تلویزیون به خاطر یکی از اجزای الکتریکی آن بوده است. ازسوی دیگر، ایراد آمپلی‌فایر استریو را نتیجه بازشدن لحیمش اتفاق افتاده است. ساختار ضعیف عایق‌کاری نیز موجب نشستی سقف شده بود.

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود بعضی از این خرابی‌ها (عیوب) موجب آسیب زیاد به محصول و برخی دیگر از ایرادها منجر به نگرانی در مورد امنیت اشخاص (مصرف‌کننده) می‌گردد. طرح‌هایی که به آن‌ها نخواهد رسید و جراحاتی در بر نخواهد داشت. این ایرادها ممکن است حتی به اقتصاد کشور (مانند از کارافتادگی نیروگاه‌های برق که منجر به عدم تولید در کارخانه‌ها یا متوقف شدن استخراج نفت و گاز می‌شود) و هم به امنیت شهروندان.

به‌طور مثال در سال ۱۹۴۶ یک ایراد در هواپیمای ناوگان هوایی Lockheed موجب کشته شدن ۴ نفر از ۵ نفر خدمه آن شد. اشتباه در طراحی مسیر سیم‌پیچ‌های الکتریکی موجب اتصال برق به بدنه هواپیما شد که نتیجه‌اش آتش گرفتن بدنه هواپیما بود. در سال ۱۹۷۹، در هواپیمای دیگری به نام DC-10 موتور سمت چپ آتش گرفت و موجب کشته شدن ۲۷۱ نفر حین بلند شدن هواپیما شد. انجام تعمیر و نگهداری ضعیف و طراحی بد بال‌ها، موجب این فاجعه شد. بعداً مشخص گردید که فشارهای غیرقابل قبولی روی بال‌های هواپیما ایجاد شده بود.

اتومبیل Ford Pinto در سال ۱۹۷۱ وارد بازار شد و در سال ۱۹۷۸ جمع‌آوری گردید. علت جمع‌آوری این نوع خودرو، نشت سوخت از مخزن سوخت آن‌ها در هنگام تصادف بود. مرگ و میر ناشی از تصادفات، دعاوی دادگامی و تبلیغات منفی ناشی از تصادفات، شرکت Ford را مجبور به قطع تولیدات خودروی Pinto کرد. همچنین می‌توان به لاستیک اتومبیل رادیال فایر ستون اشاره کرد که در سال ۱۹۷۲ وارد بازار شد اما به‌خاطر ظاهر شدن بیش از اندازه سیم‌ها از رویه اصلی لاستیک، شکست خورد و بنابراین شرکت مجبور به بازپس‌گیری بیش از ۷/۵ میلیون لاستیک اتومبیل گردید.

در هشتم نوامبر سال ۱۹۴۰، پل باریک و بلند تاکوما که حدود ۵ ماه از عمر آن می‌گذشت، برابر گزارشات اعلامی در اثر بادهای شدید متلاشی گردید. علت فرو ریختن پل، خستگی فلز به‌کار رفته در آن در اثر نوسانات ناشی از باد و نوفان بود. پل رودخانه مانوس (در ابتدای گریونیچ) نیز در سال ۱۹۸۳ متلاشی شد، سه نفر کشته و سه نفر زخمی شدند.

در شهر هارنور، در سال ۱۹۴۰، سقف استادیوم ورزشی واقع در مرکز شهر ویران شد و از پایه فرو ریخت. بعداً معلوم شد علت، بیش از حد سقف استادیوم، وزن برف و یخ انباشته شده بر روی سقف آن بوده است. مشخص گردید که چارچوب‌های نگه‌دارنده سقف ضعیف بوده و توانایی تحمل بیش از اندازه مشخصی از وزن را نداشتند. به این ترتیب مشخص شد که مسئولین استادیوم در برف‌روبی روی سقف‌ها کوتاهی کرده‌اند. به‌طور کلی، بی‌کفایتی در نداشتن همکاری و عدم توجه به استانداردهای ایمنی، موجب بروز چنین حادثه‌ای گردید.

در سال ۱۹۷۹، سه مایل آن طرف از بزرگراه ایستادن، خطای نیروی انسانی و همچنین اشتباه ماشین، موجب متوقف شدن کاهش دمای راکتور هسته سردید و فاجعه‌ای دیگر به بار آمد. هنگامی که سیستم سرمایش به‌منظور انجام امور روزمره نگهداری و تعمیرات به بخش مربوطه از سال گردید در هنگام بازگشت از بخش مزبور، برچسب تعمیر و نگهداری بر روی نشانگر دمای راکتور خنک کننده آب و چراغ‌های نشان دهنده خطر پوشانده شده بود. در جابه‌جایی از یک بخش به بخش دیگر در راپار پیمانه بسته شد و این موضوع باعث کاهش آب در سیستم خنک کننده گردید.

انفجار ۱۹۸۶ فضایی شاتل نتیجه یک اشتباه در لاستیک دایره‌ای شکلی بود که در چهار طرف بالابرنده راکت‌ها استفاده می‌شد. دمای بسیار پائین قبل از پرتاب، توسط لاستیک‌های بالابرنده ایجاد شده بود.

هر کدام از مثال‌های بالا می‌تواند منجر به توقف سیستم‌ها، توقف تولید، اختلال در نواحی‌های کوچک و بزرگ، صدمه به پرسنل، ناتوانی در پرداخت حقوق و مرگ را به بار آورند. باعث تمام این اشتباهات طراحی مهندسی بد، اشتباه در اسکلت‌بندی ساختمان و یا فرآیند ساخت ناقص، اشتباه انسانی، تعمیر و نگهداری ضعیف، تست و بازرسی نادرست و غیره است. تمام این مشکلات به‌وجود آورنده ایمنی ناکافی در محیط زندگی انسان‌هاست.

در زیر سایه قوانین و در موقعیت‌های تصمیم‌گیری، شرکت‌ها باید مسئول اشتباهات خود باشند و در تولیدات خود ایمنی را مورد توجه قرار داده و در مقابل فقدان قابلیت اطمینان، پاسخگو باشند. یکی از

مسئولیت‌های مهندسان در طراحی محصول، توجه به قابلیت اطمینان و توانایی حفظ شاخص‌های ایمنی در طراحی است.

هدف این کتاب افزایش توان مدیران و مهندسان به منظور درک مفاهیم، مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل تکنیک‌های قابلیت اطمینان است. در این کتاب سعی شده است تا گزینه‌های جبران فقدان قابلیت اطمینان در سیستم‌ها مورد بررسی قرار گیرد. مطالعه برای دستیابی به قابلیت اطمینان و نگهداری و تعمیر محصول و اجزای آن، چگونگی اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل اشتباه و همچنین بهبود و تعمیر سیستم‌ها از اهداف دیگر این کتاب به شمار می‌رود.

از جمله مباحثی که لازم است به آن‌ها پرداخته شود حذف یا کاهش احتمال خطا و بالابردن ایمنی است. افزایش زمان : بارگیری ماشین آلات که به توسط افزایش قابلیت اطمینان آن‌ها و کاهش خرابی آن‌ها صورت می‌گیرد موجب کاهش زمان تولید و افزایش تعداد تولید خواهد شد که خود منجر به رفاه جامعه خواهد گردید. قابلیت اطمینان و تئوری حفظ شاخص آن در علوم مهندسی، دو مبحث وابسته به هم است که دو عامل افزایش پیچیدگی و سردرگمی سیستم‌ها بر روی آن اثر دارد. آگاهی عمومی و تاکید و پافشاری روی کیفیت محصول، قوانین و آئین‌نامه در جابدها مربوط به ایمنی محصول، آئین‌نامه‌های دولت و قوانین مجلس برای افزایش قابلیت اطمینان، ویژگی‌های عملکردی و توانایی حفظ شاخص‌های ایمنی و ملاحظات هزینه‌ای ناشی از عدم رعایت استانداردهای مورد نیاز تغییرات آن‌ها و برنامه‌های گارانتی از جمله عواملی هستند که باید در نظر گرفته شوند.

قابلیت اطمینان و توانایی حفظ آن، نه فقط بخشی از مهندسی طراحی فرآیند را تشکیل می‌دهند بلکه از وظایف ضروری هزینه‌یابی چرخه عمر به شمار می‌روند. تجزیه و تحلیل هزینه - سود، مطالعات امکان‌سنجی، سهولت استفاده از منابع، موجودی و تخمین قطعات یدکی مورد نیاز، تصمیم‌گیری در خصوص جابه‌جایی و استقرار برنامه‌های نگهداری پیشگیرانه نیز از جمله مواردی است که نیاز به بررسی جامع‌تری خواهند داشت.