

مهندسين نځهدارى و تعميرات

مؤلفان:

عباس شول

استاديار گروه مديريت صنعتي، دانشگاه ولي عصر (عج) رفسنځن

اسماعيل مزروعى نصرآبادى

استاديار گروه مديريت، دانشگاه كاشان

سرشناسه	:	شول، عباس، ۱۳۵۷-
عنوان و نام پدیدآور	:	مهندسی تعمیرات و نگهداری/تالیف عباس شول، اسماعیل مزروعی نصرآبادی.
مشخصات نشر	:	رفسنجان: دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، انتشارات، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	:	۳۳۰ص.
شابک	:	978-600-99722-8-9
وضعیت فهرست نویسی	:	فیا
یادداشت	:	واژنامه.
یادداشت	:	کتابنامه.
موضوع	:	ماشین آلات -- نگهداری و تعمیر
موضوع	:	Machinery -- Maintenance and repair
موضوع	:	کارخانه ها -- نگهداری و تعمیر
موضوع	:	Plant maintenance
موضوع	:	تعمیربری (مهندسی)
موضوع	:	(Maintainability Engineering)
شناسه افزوده	:	مزروعی نصرآبادی اسماعیل، ۱۳۶۴-
شناسه افزوده	:	Mazrouei, Esrabadi, Esmaeil
شناسه افزوده	:	دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان. انتشارات
رده بندی کنگره	:	TJ۱۵۳
رده بندی دیویی	:	۶۲۱/۸۱۶
شماره کتابشناسی ملی	:	



انستیتوت ملی کتاب
ولیعصر رفسنجان

عنوان: مهندسی تعمیرات و نگهداری

تالیف: عباس شول

ناشر: انتشارات دانشگاه ولی عصر (عج)

تیراژ: ۵۰۰

سال نشر: ۱۳۹۸

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۹۷۲۲-۸-۹

قیمت: ۴۵۰۰۰ تومان

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
پیشگفتار.....	۱
فصل اول: کلیات و مفاهیم.....	۳
۱-۱- مقدمه.....	۳
۲-۱- نگهداری و تعمیرات چیست؟.....	۴
۳-۱- رویکردهای سیستمی در نگهداری و تعمیرات.....	۵
۴-۱- چالش‌های نگهداری و تعمیرات.....	۷
۵-۱- اهداف نگهداری و تعمیرات.....	۸
۶-۱- مسئولیت‌های واحد نگهداری و تعمیرات.....	۸
۷-۱- انواع سیستم‌های نگهداری و تعمیرات.....	۱۰
۱-۷-۱- نگهداری و تعمیرات خرابی.....	۱۰
۲-۷-۱- نگهداری و تعمیرات برنامه‌ریزی شده.....	۱۱
۱-۲-۷-۱- نگهداری و تعمیرات زمان‌بندی شده.....	۱۲
۲-۲-۷-۱- نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه.....	۱۳
۳-۲-۷-۱- نگهداری و تعمیرات اصلاحی.....	۱۶
۴-۲-۷-۱- نگهداری و تعمیرات مبتنی بر شرایط.....	۱۷
۵-۲-۷-۱- نگهداری و تعمیرات مبتنی بر قابلیت اطمینان.....	۱۷
۸-۱- مزایای نگهداری و تعمیرات.....	۱۹
۹-۱- اثرات نگهداری و تعمیرات.....	۲۰
۱۰-۱- قابلیت نگهداری.....	۲۰
۱۱-۱- تعارض اهداف واحد نگهداری و تعمیرات و واحد تولید.....	۲۲
۱۲-۱- خدمات پشتیبانی.....	۲۳
۱۳-۱- ارزیابی نگهداری و تعمیرات.....	۲۳
۱-۱۳-۱- انواع ارزیابی.....	۲۵
۱۴-۱- برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات.....	۲۷
۱-۱۴-۱- تکنیک‌های برنامه‌ریزی.....	۲۸
۲-۱۴-۱- روش برنامه‌ریزی.....	۲۹

۳۰	۱-۱۴-۳ برآورد فعالیت نگهداری و تعمیرات
۳۱	۱-۱۵-۱ جنبه‌های اقتصادی نگهداری و تعمیرات
۳۵	۱-۱۶-۱ اهداف سازمان نگهداری و تعمیرات
۳۶	۱-۱۷-۱ تصمیم‌گیری در نگهداری و تعمیرات
۳۹	۱-۱۸-۱ حفظ و نگهداری انرژی
۴۱	۱-۱۹-۱ نگهداری سیستم‌های مکانیکی
۴۱	۱-۱۹-۱-۱ یاتاقان‌ها
۴۲	۱-۱۹-۱-۲ تلاچ اصطکاکی
۴۲	۱-۱۹-۱-۳ کوپلینگ
۴۳	۱-۱۹-۱-۴ برار چرخ و بست
۴۳	۱-۱۹-۱-۵ رولر
۴۴	۱-۱۹-۱-۶ چرخ
۴۶	۱-۲۰-۱ سؤال‌های فصل اول
۴۷	منابع:
۴۹	فصل دوم: تحلیل آماری
۴۹	اهداف فصل:
۴۹	۲-۱-۱ مقدمه
۵۰	۲-۲-۱ متغیر تصادفی
۵۱	۲-۳-۱ تابع احتمال (تابع فراوانی)
۵۲	۲-۴-۱ تابع توزیع انباشته
۵۳	۲-۴-۱-۱ خواص تابع توزیع انباشته
۵۴	۲-۵-۱ میانگین و واریانس تابع احتمال
۵۶	۲-۵-۱-۱ توزیع نرمال
۶۰	۲-۵-۲-۱ توزیع دو جمله ای (بینم)
۶۴	۲-۵-۳-۱ توزیع پواسن
۶۸	۲-۵-۴-۱ توزیع نمایی
۷۳	۲-۵-۵-۱ توزیع گاما

۷۵	۲-۵-۶- توزیع ویبل
۷۸	۲-۵-۷- توزیع یکنواخت
۸۱	۲-۵-۸- توزیع مثلثی
۸۳	۲-۶- تعیین توزیع از کار افتادگی دستگاه‌ها و ماشین‌آلات
۸۴	۲-۶-۱- نیکویی برازش با استفاده از آزمون کای-دو
۸۷	۲-۶-۲- نیکویی برازش با استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف (K-S)
۸۹	۲-۷- مسائل فصل دوم
۹۳	منابع:
۹۵	فصل سوم: قابلیت اطمینان
۹۵	اهداف فصل:
۹۵	۳-۱- مقدمه
۹۸	۳-۲- تاریخچه قابلیت اطمینان
۹۹	۳-۳- تعاریف و مفاهیم قابلیت اطمینان
۱۰۰	۳-۴- قابلیت اطمینان
۱۰۱	۳-۴-۱- تابع نرخ مخاطره یا نرخ شکست
۱۰۶	۳-۴-۱-۱- ویژگی‌های تابع نرخ مخاطره یا نرخ شکست
۱۰۶	۳-۴-۱-۲- میانگین زمان منتهی به خرابی
۱۰۷	۳-۴-۱-۳- میانگین فاصله زمانی بین خرابی‌ها
۱۱۰	۳-۵- انواع سیستم‌ها
۱۱۱	۳-۵-۱- سیستم‌های سری
۱۱۵	۳-۵-۲- سیستم‌های موازی
۱۲۲	۳-۵-۳- سیستم‌های توازی- جزئی (k از n)
۱۲۵	۳-۵-۴- سیستم‌های آماده به کار
۱۲۸	۳-۵-۵- سیستم‌های پیچیده
۱۲۹	۳-۵-۱- روش شمارش کامل
۱۳۱	۳-۵-۲- روش مجموعه مسیر
۱۳۵	۳-۵-۳- روش مجموعه برش

۱۳۸	۳-۵-۴- روش احتمال شرطی
۱۴۵	۳-۶- بهینه‌سازی قابلیت اطمینان
۱۵۶	۳-۷- مسائل فصل سوم
۱۶۲	منابع:
۱۶۵	فصل چهارم: تعیین سیاست بهینه نگهداری و تعمیرات
۱۶۵	اهداف فصل:
۱۶۵	۴-۱- مقدمه
۱۶۶	۴-۲- تعیین راهبرد تعویض گروهی (نگهداری) یا راهبرد تعویض انفرادی (تعمیر)
۱۷۱	۴-۳- تعیین تعداد بهینه دستگاه رزرو
۱۷۷	۴-۴- مسائل فصل چهارم
۱۷۸	منابع:
۱۷۹	فصل پنجم: کاربرد تئوری صف در نگهداری و تعمیرات
۱۷۹	اهداف فصل:
۱۷۹	۵-۱- مقدمه
۱۸۲	۵-۱-۱- خصوصیات و ویژگی‌های سیستم
۱۸۲	۵-۱-۱-۱- محدود یا نامحدود بودن جمعیت
۱۸۲	۵-۱-۱-۲- تعداد خدمت‌دهنده و تعداد مسیرهای خدمت‌دهی
۱۸۳	۵-۱-۱-۳- الگوهای ورود مشتریان و خدمت‌دهی
۱۸۴	۵-۱-۱-۴- نظام حاکم در ارائه خدمت
۱۸۴	۵-۱-۲- نحوه ارزیابی عملکرد سیستم
۱۸۵	۵-۱-۳- انواع مدل‌های مورد بررسی در تئوری صف
۱۹۸	۵-۲- مواردی از کاربرد تئوری صف
۲۰۴	۵-۳- صف قطعی
۲۰۷	۵-۴- مواردی از کاربرد شبیه‌سازی در تئوری صف
۲۰۸	۵-۴-۱- تولید متغیر تصادفی بر اساس تابع چگالی احتمال
۲۲۰	۵-۵- مسائل فصل پنجم
۲۲۴	منابع:

فصل ششم: کاربرد زنجیره مارکوف در نگهداری و تعمیرات	۲۲۵
اهداف فصل:	۲۲۵
۱-۶- مقدمه	۲۲۵
۲-۶- زنجیره مارکوف با زمان گسسته	۲۲۶
۱-۲-۶- پیش‌بینی حالات آتی	۲۲۹
۲-۲-۶- شرایط حالت پایدار	۲۳۱
۳-۶- زنجیره مارکوف با زمان پیوسته	۲۳۶
۴-۶- تحلیل سترس‌پذیری و ماندگاری سیستم با استفاده از زنجیره مارکوف	۲۴۴
۵-۶- مسائل فصل ششم	۲۵۱
منابع:	۲۵۳
فصل هفتم: کاربرد اقتصاد مهندسی در نگهداری و تعمیرات	۲۵۵
اهداف فصل:	۲۵۵
۱-۷- مقدمه	۲۵۵
۲-۷- ارزش زمانی پول و معرفی فاکتور	۲۵۶
۱-۲-۷- فرمول‌های مرکب شدن در حالت گسسته	۲۵۷
۲-۲-۷- فرمول‌ها در حالت مرکب شدن پیوسته	۲۶۱
۳-۷- تکنیک‌های اقتصاد مهندسی و کاربرد آن‌ها	۲۶۳
۱-۳-۷- روش ارزش فعلی معادل NPV	۲۶۳
۲-۳-۷- جریان نقدی یکنواخت معادل سالانه (EJAB-EUAC)	۲۶۴
۳-۳-۷- روش نرخ برگشت داخلی IRR	۲۶۶
۴-۳-۷- آنالیز نسبت منافع به مخارج B/C (Benefit per Cost)	۲۶۸
۴-۷- تعیین راهبرد بهینه تعویض با استفاده از روش کوتاه‌ترین مسیر در شبکه	۲۸۴
۵-۷- مسائل فصل هفتم	۲۸۹
منابع:	۲۹۱
پیوست‌ها	۲۹۳
واژه نامه	۳۱۱

فهرست شکل‌ها

صفحه

عنوان

۳۲	شکل ۱-۱ برآورد عمر اقتصادی تجهیزات
۵۷	شکل ۱-۲ توزیع نرمال
۵۸	شکل ۲-۲ سطوح زیر منحنی توزیع نرمال
۶۲	شکل ۳-۲ توزیع بینم
۶۵	شکل ۴-۲ توزیع پواسن
۶۹	شکل ۵-۲ تابع توزیع احتمال نمایی
۷۰	شکل ۶-۲ تبع توزیع تجمعی نمایی
۷۴	شکل ۷-۲ توزیع‌های گاما برای
۷۵	شکل ۸-۲ سیستم آماده به کار
۷۷	شکل ۹-۲ توزیع سب
۷۹	شکل ۱۰-۲ نمودار تابع چگالی احتمال یکنواخت
۸۲	شکل ۱۱-۲ توزیع مثلثی
۱۰۳	شکل ۱-۳ تغییرات آهنگ وقوع خرابی (تابع رخ خرابی) بر حسب سن کارکرد
۱۱۱	شکل ۲-۳ ساختار سیستم سری
۱۱۵	شکل ۳-۳ ساختار سیستم موازی
۱۲۶	شکل ۴-۳ یک سیستم آماده به کار
۱۲۶	شکل ۵-۳ یک سیستم آماده به کار
۱۲۸	شکل ۶-۳ یک سیستم پیچیده
۱۴۵	شکل ۷-۳ یک سیستم موازی - سری
۱۶۷	شکل ۱-۴ هزینه تعویض انفرادی انفرادی
۱۶۸	شکل ۲-۴ هزینه تعویض گروهی
۱۷۱	شکل ۳-۴ هزینه خرید دستگاه رزرو، هزینه توقف و هزینه کل
۱۸۱	شکل ۱-۵ تجزیه و تحلیل هزینه انتظار مشتری و هزینه ظرفیت خدمت‌دهی
۱۸۳	شکل ۲-۵ انواع مسیرهای خدمت‌دهی
۱۹۸	شکل ۳-۵ موازنه هزینه‌های تئوری صف
۲۲۷	شکل ۱-۶ نمودار احتمال گذار مارکوف

شکل ۶-۲ نمودار آهنگ انتقال	۲۳۷
شکل ۷-۱ فرایند مالی	۲۵۷
شکل ۷-۲ مفهوم ارزش فعلی و آتی	۲۵۸
شکل ۷-۳ فرایند مالی در حالت پرداخت‌های مساوی	۲۵۹
شکل ۷-۴ فرایند مالی در حالت سری هندسی	۲۶۰
شکل ۷-۵ جزئیات فاکتورها	۲۶۱

پیشگفتار

با دقت در جهان پیرامون خود متوجه خواهید شد که همه چیز در حال خراب شدن است؛ مثلاً خرابی کنترل تلویزیون، خرابی کولر، خرابی درایو کامپیوتر، سوختن موتور ماشین لباسشویی. این اتفاقات در فضای صنعتی هم رخ می‌دهند، به عنوان مثال ممکن است در اثر شکستن یک پیچ، دستگاه دچار از کارافتادگی شود یا در اثر عدم روغن‌کاری صحیح و به موقع، استهلاک و لغزش دستگاه بیشتر شود و منجر به فرسودگی زودرس دستگاه و تولید محصولات بی‌کیفیت شود. این حوادث علاوه بر ایجاد اختلال در تولید و ضربه به بهره‌وری شرکت‌ها، گاهی ابعاد کلان و مهم‌تری را در بر می‌گیرد. به عنوان مثال، سقوط یک هواپیما که در اثر عدم نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه رخ می‌دهد؛ علاوه بر خسارت مالی فراوان، باعث جان باختن ده‌ها انسان می‌شود که علاوه بر آسیب‌های روانی و اجتماعی این حادثه، جایگزینی آن افراد برای یک کشور بسیار زمان‌بر و هزینه‌بر است.

با توجه به تحریم‌های حاکم بر کشور، اهمیت این بحث دو چندان می‌شود؛ زیرا تأمین قطعات مورد نیاز دستگاه‌های تولیدی از خارج از کشور بسیار سخت و هزینه‌بر شده است؛ در نتیجه می‌توان با انجام نگهداری و تعمیرات مناسب در مسیر تعالی اقتصاد و دستیابی به اقتصاد مقاومتی حرکت کرد.

این کتاب به عنوان منبع درسی برای دانشجویان دیرینه صنعتی و مهندسی صنایع و یک منبع ضروری برای شاغلین حرفه‌ای (تجربی) طراحی شده است. در سال‌های اخیر کتاب‌های مختلفی در این زمینه به تحریر درآمده است. لزوم تدوین کتابی که علاوه بر جامعیت مباحث، روند آموزش ساده را در پیش گرفته باشد همچنان ضروری به نظر می‌آید؛ در نتیجه مؤلفان این کتاب تصمیم گرفتند کتابی را با رویکرد جامعیت و سادگی در مطالعه، تهیه نمایند. برای رعایت جامعیت کتاب تلاش بر این بوده است که همه مباحث نگهداری و تعمیرات مطرح شود. در زمینه رعایت سادگی، سعی شده است علاوه بر توضیحات کامل، نکات کلیدی هر قسمت بطور خاص اشاره شود و مثال‌های متنوعی در هر قسمت ارائه شود. در بخش‌های مختلف این کتاب سعی شده است با بیان نکات مهم و کاربردی، مثال‌های مناسب با توضیحات کامل و تمرین‌های هدفمند، مخاطب را در یادگیری مناسب مباحث کمک نماید. در تألیف این کتاب تلاش شده است از بهترین منابع در دسترس استفاده شود تا نیاز خوانندگان بطور کامل مرتفع شود.

توصیه مؤلفان به خوانندگان گرامی این است که این کتاب را در سه مرحله مطالعه نمایند: در مرحله اول با نگاه به فهرست مطالب و نگاه کلی به هر فصل از کتاب، ساختار کتاب را درک نمایند و بتوانند روی کاغذ این ساختار را ترسیم کنند. در فاز دوم، هر فصل از کتاب را با نگاهی جامع (نه

