

- شناسه: میرزاد، سیدعلی، ۱۳۵۶ -
- عنوان و نام پدید آور: تحریریزی نگهداری و تعمیرات / سید علی میرزاد، احمد یوسفی هنومرور، مقدماتی
- مشخصات نشر: تهران: دانشگاه علامه طباطبائی، ۱۳۹۶.
- مشخصات ظاهری: ۱۸ س.
- فروست: انتشارات دانشگاه علامه طباطبائی؛ ۴۲۹.
- شابک: ۶-۲۷۲-۲۱۷-۶۴-۷۸-۴۰ تومان
- وضعیت فهرست نویسی: فیفا
- موضوع: نگهداری و تعمیر — مباحث
- موضوع: Maintenance -- Management
- موضوع: نگهداری و تعمیر بهره‌وری فراگیر
- موضوع: Total productive maintenance
- شناسه افزوده: یوسفی هنومرور، احمد، ۱۳۶۱ -
- شناسه افزوده: امیری، مقصود، ۱۳۴۶ -
- شناسه افزوده: دانشگاه علامه طباطبائی.
- رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۶ ط ۹ م / TS
- رده بندی دیویی: ۶۵۸/۲۰۲
- شماره کتابشناسی ملی: ۴۸۶۱۳۸۱

طرح‌ریزی نگهداری و تعمیرات

تألیف:

سید علی میرنژاد

نویسندۀ علمی دانشگاه یزد

مدرسۀ مهندسی صنایع

مدرسۀ مهندسی صنایع

عضو هیأت علمی دانشکده مهندسی صنایع



طرح ریزی نگهداری و تعمیرات

تألیف:

سید علی میرنژاد
احمد یوسفی هنامرور
دکتر مقصود امیری

زیر نظر: معاونت پژوهشی دانشگاه

شایک ۶-۲۷۲-۲۰۷-۹۶۴-۹۷۸

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه علامه طباطبائی
ویراستار: عصمت دری‌کوند

صفحه‌آرا: سید علی میرنژاد، احمد یوسفی هنامرور
ناظر فنی: رضا دنیوی
شمارگان: ۵۰۰

مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه علامه طباطبائی؛ تهران، برادر شهید، سمت،
دهکده المپیک، میدان ورزش

تلفن مرکز انتشارات: ۴۴۷۳۷۵۶۰ صندوق پستی: ۱۵۸۱۵/۳۴۸۷

چاپ اول ۱۳۹۶ قیمت: ۴۰۰۰۰ تومان

هر روز که از زندگی انسان‌ها سپرد می‌شود وابستگی آن‌ها به کسب و کارهای خودکار و مکانیزه نیز افزایش می‌یابد. زندگی ما بیشتر از گذشته به خدماتی مانند تأمین بدون وقفه نیروی الکتریسیته، گازهای بدون تأخیر و ایمن، حرکت به موقع سرویس‌های حمل و نقل و غیره وابسته شده است. برای فراهم‌سازی این شرایط به دارایی‌های فیزیکی قابل اطمینان و یکپارچه نیاز است. حال در نظر بگیرید که این تجهیزات و امکانات فیزیکی دچار مشکل شوند؛ نه تنها ارائه این خدمات ارزشمند و لازم مختل می‌شود؛ بلکه حیات انسان نیز به خطر می‌افتد؛ بنابراین شناسایی عواملی که باعث به وجود آمدن این چالش‌ها می‌شوند و اقداماتی که باید برای مدیریت و کنترل آن‌ها انجام شود اولویت و اهمیت زیادی دارد. بسیاری از کارکنان عملیاتی سازمان‌ها احساس می‌کنند اگر پول کافی برای خرید تجهیزات نو داشته باشند، مشکلات نگهداری تجهیزاتشان حل شده است؛ در حالی که خرید پاسخگوی این مشکل نیست. بدون اتخاذ رویکرد نگهداری مناسب، تجهیزات جدید نیز خراب می‌شود و کارایی خود را از دست می‌دهد؛ به علاوه بدون وجود برنامه‌ریزی و آمادگی، پیشرفته‌ترین سیستم‌ها نیز در برآورده‌سازی نتایج مورد انتظار ناتوان خواهد بود. وجود این چالش‌ها و نیاز به اتخاذ تدابیری مناسب برای مواجهه با آن‌ها منجر به پیدایش زمینه‌ای پرکاربرد از دانش شده که آن را با نام نگهداری و تعمیرات می‌شناسیم.

دانش نگهداری و تعمیرات (نت) در طول دوران شکل‌گیری خود دستخوش تحولات گوناگونی بوده است. گام‌های اولیه در پیاده‌سازی نت در سال‌های قبل از جنگ جهانی دوم برداشته شد. در آن زمان به دلیل ساده بودن تجهیزات و اتوماسیون صنعتی تنها زمانی که دستگاه یا تجهیزات از کار می‌افتاد، بازبینی یا تعمیر آن‌ها آغاز می‌شد. در واقع سیستم نگهداری و تعمیرات به هنگام از کار افتادگی رواج داشت. در خلال جنگ جهانی دوم با رونق گرفتن طراحی و ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات مکانیزه و وابستگی صنایع به آن‌ها مسأله شکست و از کار افتادگی ماشین‌آلات نیز از اهمیت بیشتری برخوردار شد، به گونه‌ای که پس از مدتی برای کاهش نارضایتی‌های حاصل از روند افزایش خرابی‌ها، سیستم نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه (PM) به‌عنوان رویکردی جایگزین مطرح شد. نیاز صنایع به تولید محصولات با کیفیت بالا و قیمت مناسب جهت افزایش توانایی رقابت در بازار موجب شد که استفاده از سیستم PM رونق یابد و بدین منظور اجرای تعویضات و تعویض‌های پیش‌گیرانه دوره‌ای، مؤثرترین راه‌حل جهت کاهش خرابی‌ها شناخته شد.

سیستم نگهداری و تعمیرات بهره‌ور که در سال ۱۹۵۴ در صنایع آمریکا معرفی شد در واقع تکامل یافته نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه است. در این سیستم ضمن تأکید بر اصلاح خرابی‌های اتفاقی و از کار افتادن غیرمنتظره تجهیزات با بهره‌گیری مناسب از علم آمار، پژوهش عملیاتی، شبیه‌سازی، اقتصاد مهندسی، تئوری صف و نگرش‌های تحلیلی، تکنیک‌ها و مدل‌هایی برای حالات مختلف اتلاف دستگاه‌ها و تجهیزات ابداع شد که متخصصان این رشته می‌توانستند تمام فعالیت‌ها و عملیات نگهداری و تعمیرات را به نظم درآورده و خرابی‌ها را پیش‌بینی کنند تا جهت نگهداری و تعمیر آن‌ها برنامه‌ریزی شود. با پیشرفت صنایع و انجام تحقیقات بیشتر تا به امروز ما به مهندسی قابلیت اطمینان و مهندسی قابلیت تعمیر و نیز سیستم نگهداری و تعمیرات بهره‌ور فراگیر (TPM) در دهه ۱۹۷۰ نیز مطرح شد که به پیشرفت این حوزه کمک شایانی کرده است.

کتاب پیش رو که در نه فصل تنظیم شده بر مباحث و روش‌های کمی مورد استفاده در علم نگهداری و تعمیرات متمرکز است و قابل استفاده برای دانشجویان کارشناسی و کارشناسی ارشد رشته‌های مختلف و مخصوصاً رشته‌های مدیریت صنعتی و مهندسی

صنایع می‌باشد. در فصل اول کلیات و مبانی برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات در سازمان‌های تولیدی مطرح می‌شود و در فصل دوم انواع سیستم‌ها و روش‌های نگهداری و تعمیرات مورد بحث قرار می‌گیرد. فصل سوم که به نوعی پیش‌نیاز فصل‌های بعدی به حساب می‌آید مبانی و اصول آماری پرکاربرد در سیستم‌های نگهداری و تعمیرات را توضیح می‌دهد. می‌توان گفت مفهوم نبت بر پایه قابلیت اطمینان در طول بیش از سی سال توسعه و تکامل پیدا کرده است و لذا با توجه به اهمیت آن، در فصل چهارم کتاب به مفاهیم مرتبط با تئوری قابلیت اطمینان در نگهداری و تعمیرات پرداخته می‌شود و در فصل پنجم شاخص‌های ارزیابی در قابلیت اطمینان و شاخص‌های اثربخشی و ارزیابی اجرای سیستم‌ها تشریح می‌شود. چهار فصل پایانی نیز به کاربردهای برخی روش‌ها و تکنیک‌های کمی و احتمالی؛ مانند شبیه‌سازی، اقتصاد مهندسی، زنجیره‌های مارکوف و تئوری صف در نگهداری و تعمیرات اختصاص یافته است. در این فصل‌ها سعی شده با آوردن مثال‌های متنوع و کاربردی، مسائل مختلف در حوزه نگهداری و تعمیرات، مدل‌سازی شود و برای آن‌ها راه‌حل‌های مناسب عرضه شود.

اکنون که در پرتو لطف الهی، این کتاب را به انجام رسانده‌ایم، بر خود لازم می‌دانیم از تمام عزیزانی که در راستای انجام این کار ما را یاری کرده‌اند، سپاسگزاری نماییم؛ که اگر یاری و مدد ایشان نبود، به ثمر رساندن آن به تنهایی میسر نمی‌گشت.

شایسته است از سرکار خانم دکتر طاهره دائمی، سبب تلاش‌های بی‌شائبه در بازخوانی پاره‌ای از فصول و بیان نظر و راهکار برای بهبود مطالب این کتاب، از سرکار خانم محدثه مسافری دانش‌آموخته کارشناسی ارشد رشته مدیریت محاسبی؛ به‌خاطر بازخوانی، ویراستاری علمی، رهنمودها و مساعدت‌های لازم، از جناب آقای دکتر کیومرث کریمی به واسطه ویراستاری ادبی، از جناب آقای مجتبی میرجلایی به‌خاطر تلاش مضاعف در تایپ مطالب و طراحی شکل‌ها و در انتها جناب آقای مرتضی آخوندپور به واسطه طراحی و گرافیک کتاب صمیمانه سپاسگزارم.

لازم به ذکر است در جهت به حداقل رساندن اشتباه‌های ممکن در محاسبات ریاضی و روایی متون، کتاب پیش روی شما توسط سرکار خانم آسیه طاهری‌زاده، جناب آقایان پوریا مالکی‌نژاد و مجتبی خوانین‌زاده از دانش‌آموختگان کارشناسی ارشد مدیریت

صنعتی و همچنین جناب آقای سید محمد طباطبایی دانشجوی دکتری رشته مدیریت صنعتی بازخوانی گردیده است که از تمامی این عزیزان کمال تشکر و قدردانی را داریم.

همچنین؛ از آنجا که هیچ اثر علمی نمی‌تواند خالی از کاستی باشد و نظرات شما خوانندگان محترم معیاری ارزشمند برای ارزیابی این کتاب محسوب می‌شود، از شما خواننده گرامی تقاضا می‌شود نظرات سازنده خود از قبیل مثال، نکات کلیدی و کاربردی در صنعت را جهت غنی‌تر شدن هر چه بیشتر این کتاب از طریق پست الکترونیکی به اینجانبان انتقال دهید تا بتوانیم در ویرایش‌های آینده در خصوص رفع و بهبود کاستی‌های احتمالی اقدام نماییم.

سید علی میرنژاد - احمد یوسفی هنومرور - مقصود امیری

خرداد ۱۳۹۶

- ۱-۱- مقدمه ۳
- ۲-۱- مفاهیم اولیه نگهداری و تعمیرات ۵
- ۳-۱- تعریف سیستم نگهداری و تعمیرات ۷
- ۴-۱- تاریخچه نگهداری و تعمیرات ۱۲
- ۱-۴-۱- سیر تحولات در دوره اول: نت به هنگام از کارافتادگی ۱۳
- ۲-۴-۱- سیر تحولات در دوره دوم: نت بهره‌ور فراگیر ۱۳
- ۳-۴-۱- سیر تحولات در دوره سوم: سیستم‌های نت در قالب پشتیبانی و کارخانه‌ای (از سن ۱۹۸۵ میلادی تا زمان حاضر) ۱۵
- ۵-۱- ضرورت ایجاد سیستم برنامه‌ریزی نگهداری و تعمیرات در تولید ۱۷
- ۶-۱- نتایج حاصل از استقرار سیستم نت در کارخانه ۱۹
- ۷-۱- معایب ناشی از نداشتن سیستم نگهداری و تعمیرات ۲۰
- ۸-۱- علائم فقدان سیستم نگهداری و تعمیرات ۲۰
- ۹-۱- اهداف اصلی ایجاد یک سیستم صحیح نگهداری و تعمیرات ۲۱
- ۱۰-۱- انواع سیستم‌های تولیدی و ارتباط آن با سیستم نت ۲۲
- ۱-۱۰-۱- سیستم تولید پروژه‌ای ۲۲
- ۲-۱۰-۱- سیستم تولید سفارشی ۲۳
- ۳-۱۰-۱- سیستم تولید دسته‌ای ۲۳
- ۴-۱۰-۱- سیستم تولید انبوه ۲۴
- ۵-۱۰-۱- سیستم تولید پیوسته ۲۴
- ۶-۱۰-۱- علل اهمیت زیاد سیستم نت در سیستم‌های تولیدی پیوسته و انبوه ۲۵
- ۱۱-۱- فعالیت‌های کلی در نگهداری و تعمیرات ۲۶
- ۱۲-۱- بخش‌های تشکیل‌دهنده سیستم نت ۲۸
- ۱-۱۲-۱- امور اجرایی نت ۲۸
- ۲-۱۲-۱- دفتر برنامه‌ریزی نت ۲۸
- ۳-۱۲-۱- انبار مواد و قطعات یدکی نت ۳۲
- ۱۳-۱- تعمیرات اساسی و کلی ۳۶

۳۶	۱۴-۱- سازمان‌دهی تیم پشتیبانی نت
۳۷	۱۵-۱- گام‌های پیاده‌سازی سیستم نت در یک واحد تولیدی
۴۷	
۴۹	۱-۲- مقدمه
۵۰	۲-۲- نگهداری و تعمیرات مبتنی بر شکست
۵۲	۳-۲- نگهداری و تعمیرات اصلاحی
۵۳	۱-۳-۲- نکات مهم در نگهداری و تعمیرات اصلاحی
۵۳	۴-۲- نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه
۵۵	۱-۴- روش‌های نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه
۵۶	۲-۴- مزایای نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه
۵۷	۳-۴-۲- مزایای نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه
۵۷	۵-۲- نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه (مراقبت وضعیت)
۵۹	۱-۵-۲- مزیت‌های بازگشت به کار پس از نگهداری و تعمیرات پیش‌گیرانه
۶۰	۲-۵-۲- رمز موفقیت در برنامه‌ریزی نت پیش‌گیرانه
۶۱	۳-۵-۲- ویژگی‌های نت پیش‌گیرانه
۶۱	۶-۲- نگهداری و تعمیرات پیش‌اقدامانه
۶۲	۱-۶-۲- کنترل آلودگی
۶۳	۲-۶-۲- آنالیز علل ریشه‌ای
۶۳	۱-۲-۶-۲- پیاده‌سازی آنالیز علل ریشه‌ای
۶۶	۳-۶-۲- تجزیه و تحلیل عوامل خرابی و آثار آن‌ها
۶۷	۱-۳-۶-۲- مراحل تهیه FMEA
۷۰	۲-۳-۶-۲- فواید اجرای FMEA و آثار آن در یک سیستم نت
۷۱	۷-۲- نگهداری و تعمیرات بهره‌ور جامع
۷۴	۱-۷-۲- مزایای نت بهره‌ور جامع
۷۵	۸-۲- نگهداری و تعمیرات ناب
۷۵	۱-۸-۲- هفت فرم اتلاف در سیستم نت ناب
۷۸	۲-۸-۲- منافع حاصل از پیاده‌سازی نت ناب

۷۸	۲-۸-۳- ساختار سازمانی نت ناب
۷۹	۲-۸-۴- معیارهای اندازه‌گیری اثربخشی نت ناب
۸۰	۲-۹- نگهداری و تعمیرات دوره‌ای
۸۱	۲-۱۰- نگهداری و تعمیرات بر پایه قابلیت اطمینان
۸۳	۲-۱۰-۱- مراحل اجرای RCM
۸۶	۲-۱۰-۲- مزایای سیستم نت مبتنی بر قابلیت اطمینان
۸۷	۲-۱۰-۳- معایب سیستم نت مبتنی بر قابلیت اطمینان
۸۹	۲-۱۱- سیستم‌های نت واکنش سریع
۸۹	۲-۱۲- نت متقل خودکار یا نت خودکنترلی
۹۳	
۹۵	۳-۱- مقدمه
۹۶	۳-۲- هیستوگرام فراوانی نسبی
۹۹	۳-۳- تابع چگالی احتمال
۱۰۱	۳-۳-۱- خواص تابع چگالی احتمال
۱۰۳	۳-۳-۲- امید ریاضی و واریانس
۱۰۹	۳-۴- توزیع‌های آماری
۱۱۰	۳-۴-۱- توزیع‌های آماری گسسته
۱۱۱	۳-۴-۱-۱- توزیع یکنواخت گسسته
۱۱۲	۳-۴-۱-۲- توزیع برنولی
۱۱۴	۳-۴-۱-۳- توزیع دوجمله‌ای یا توزیع بینم
۱۱۷	۳-۴-۱-۴- توزیع هندسی
۱۲۰	۳-۴-۱-۵- توزیع چندجمله‌ای
۱۲۲	۳-۴-۱-۶- توزیع فوق هندسی
۱۲۴	۳-۴-۱-۷- توزیع پاسکال یا دوجمله‌ای منفی
۱۲۵	۳-۴-۱-۸- توزیع پواسون
۱۳۱	۳-۴-۲- توزیع‌های آماری پیوسته
۱۳۳	۳-۴-۲-۱- توزیع یکنواخت پیوسته

۱۴۰	۳-۴-۲-۲- توزیع نرمال
۱۴۵	۳-۴-۲-۲-۱- تقریب توزیع دوجمله‌ای به وسیله توزیع نرمال
۱۴۸	۳-۴-۲-۲-۲- تقریب توزیع پواسون به وسیله توزیع نرمال
۱۴۸	۳-۴-۲-۳- توزیع نمایی منفی
۱۶۲	۳-۴-۲-۴- توزیع گاما
۱۶۶	۳-۴-۲-۵- توزیع فوق نمایی
۱۶۸	۳-۴-۲-۶- توزیع کوشی
۱۷۰	۳-۴-۲-۷- توزیع وایبل
۱۷۲	۲-۴-۲-۸- توزیع نرمال لگاریتمی
۱۷۳	۲-۴-۲-۹- توزیع بتا
۱۷۶	۱-۴-۲-۱۰- توزیع مثلثی
۱۷۹	۳-۴-۲-۱۱- توزیع رابلی
۱۸۱	۳-۴-۲-۱۲- توزیع مطلق
۱۸۲	۳-۴-۲-۱۳- توزیع کان مربع یا خی دو
۱۸۴	۳-۴-۲-۱۳-۱- آزمون نیکرنی برازش
۱۹۳	۳-۴-۲-۱۴- توزیع فیشر
۱۹۵	۳-۴-۲-۱۵- توزیع تی استیودنت
۱۹۸	۳-۴-۲-۱۶- توزیع نمایی دو پارامتری

۲۰۱

۲۰۳	۴-۱- مقدمه
۲۰۴	۴-۲- قابلیت اطمینان
۲۰۶	۴-۳- خرابی یا شکست
۲۰۶	۴-۴- تابع نرخ مخاطره (نرخ شکست یا سرعت خرابی لحظه‌ای)
۲۱۱	۴-۵- انواع سیستم‌های مورد بررسی در نظریه قابلیت اطمینان
۲۱۲	۴-۵-۱- تقسیم‌بندی سیستم‌ها بر اساس پیکربندی
۲۱۵	۴-۵-۲- تقسیم‌بندی بر اساس زمان
۲۱۵	۴-۵-۳- تقسیم‌بندی بر اساس تعمیرپذیری اجزاء

- ۴-۶- ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌ها ۲۹۶
- ۴-۶-۱- ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم با اجزاء سری ۲۱۶
- ۴-۶-۲- ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم با اجزاء موازی ۲۱۹
- ۴-۶-۳- ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم با اجزاء k از n (با عضوهای مازاد) ۲۲۲
- ۴-۶-۴- ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم با عضوهای آماده به کار ۲۲۷
- ۴-۶-۱- سیستم با یک عضو آماده به کار ۲۲۸
- ۴-۶-۲- سیستم با دو عضو آماده به کار ۲۳۰
- ۴-۶-۳- سیستم با $n - 1$ عضو آماده به کار ۲۳۲
- ۴-۶-۵- ارزیابی قابلیت اطمینان سیستم‌های پیچیده یا ترکیبی ۲۳۴
- ۴-۷- مدل ارزیابی هزینه سیستم ترکیبی ۲۴۱

۲۷۱

- ۵-۱- مقدمه ۲۷۳
- ۵-۲- منحنی چرخه عمر یک شش یا دستگاه ۲۷۴
- ۵-۳- شاخص‌های ارزیابی در قابلیت اطمینان ۲۷۷
- ۵-۳-۱- فرکانس یا سرعت خرابی ۲۷۷
- ۵-۳-۲- بیشترین خرابی در یک دوره زمانی یا سه سیستم با بیشترین خرابی ۲۷۸
- ۵-۳-۳- میانگین مدت زمان تعمیر ۲۷۸
- ۵-۳-۴- میانگین زمان تا خرابی ۲۸۱
- ۵-۳-۵- متوسط زمان بین دو خرابی ۲۸۲
- ۵-۳-۶- دسترس‌پذیری ۲۸۳
- ۵-۳-۷- شاخص متوسط زمان انتظار جهت تعمیر ۲۸۵
- ۵-۴- ضریب اثربخشی کلی تجهیزات ۲۸۷
- ۵-۴-۱- ضایعات یا اتلاف عمده در صنعت ۲۸۷
- ۵-۴-۲- قابلیت یا نرخ دسترسی ۲۹۴
- ۵-۴-۳- نسبت یا نرخ عملکرد ۲۹۵
- ۵-۴-۴- نسبت تولید سالم یا نرخ کیفیت ۲۹۶
- ۵-۵- اثربخشی کلی نیروی کار نت ۲۹۸

- ۲۹۹..... ۱-۵-۵- مقایسه اثربخشی کلی تجهیزات و اثربخشی کلی نیروی کار نت
- ۲۹۹..... ۲-۵-۵- نرخ بهره‌برداری نیروی کار نت
- ۳۰۶..... ۳-۵-۵- نرخ عملکرد نیروی کار نت
- ۳۰۷..... ۱-۳-۵-۵- تخمین زمان فعالیت‌های نت
- ۳۰۸..... ۴-۵-۵- نرخ کیفیت خدمات نیروی کار نت
- ۳۱۲..... ۵-۵-۵- ترازبایی اثربخشی کلی نیروی کار نت

۳۱۵

- ۳۱۷..... ۱-۶- مقدمه
- ۳۱۸..... ۲-۶- تعریف شبیه‌سازی
- ۳۲۰..... ۳-۶- اهمیت شبیه‌سازی
- ۳۲۰..... ۴-۶- انواع شبیه‌سازی
- ۳۲۲..... ۵-۶- انواع مدل‌های شبیه‌سازی
- ۳۲۳..... ۶-۶- مراحل شبیه‌سازی
- ۳۲۵..... ۷-۶- موارد استفاده از شبیه‌سازی
- ۳۲۶..... ۸-۶- تولید اعداد تصادفی
- ۳۲۷..... ۹-۶- انواع روش‌های تولید اعداد تصادفی
- ۳۲۷..... ۱-۹-۶- روش میان‌مربعی
- ۳۲۹..... ۲-۹-۶- روش میان‌ضربی
- ۳۲۹..... ۳-۹-۶- روش مضرب ثابت
- ۳۳۰..... ۴-۹-۶- روش هم‌نهشتی جمعی
- ۳۳۰..... ۵-۹-۶- روش مولد هم‌نهشتی خطی
- ۳۳۱..... ۶-۹-۶- روش استفاده از ماشین حساب
- ۳۳۴..... ۷-۹-۶- روش استفاده از جدول اعداد تصادفی
- ۳۳۸..... ۸-۹-۶- روش تبدیل معکوس
- ۳۴۸..... ۱۰-۶- شبیه‌سازی مونت کارلو
- ۳۴۹..... ۱-۱۰-۶- شرایط کاربرد روش مونت کارلو
- ۳۴۹..... ۲-۱۰-۶- مراحل روش مونت کارلو

۴۰۵

۱-۷- مقدمه ۴۰۷

۲-۷- ارزش زمانی پول ۴۰۸

۱-۲-۷- ارزش آتی پول ۴۰۸

۲-۲-۷- ارزش فعلی (حال) پول ۴۰۹

۳-۲-۷- ارزش فعلی اقساط مساوی ۴۱۳

۴-۲-۷- ارزش آتی اقساط مساوی ۴۱۴

۵-۲-۷- ارزش فعلی و ارزش آتی چند قسط نامساوی (جریان نقدی متغیر) ۴۱۵

۶-۲-۷- ارزش فعلی جریان های نقدینه دارای نرخ رشد ۴۱۷

۳-۷- جداول محاسبه تغییرات ارزش نقدینگی ۴۱۸

۴-۷- روش های ارزشیابی سرمایه گذاری پروژه ها ۴۱۹

۱-۴-۷- فوریت یا اضطراری ۴۲۰

۲-۴-۷- دوره بازگشت سرمایه ۴۲۰

۳-۴-۷- نرخ بازده حسابداری ۴۲۲

۴-۴-۷- ارزش فعلی خالص ۴۲۳

۵-۴-۷- نرخ بازده داخلی ۴۲۷

۶-۴-۷- نسبت سود به هزینه ۴۳۰

۵-۷- تحلیل جایگزینی و الگوهای تعویض ۴۳۲

۱-۵-۷- انواع سیستم های تعمیراتی ۴۳۳

۲-۵-۷- فرایندهای تعویض ۴۳۶

۳-۵-۷- تعویض قطعاتی که بازدهی آن ها با گذشت زمان کاهش می یابد ۴۳۷

۴-۵-۷- سیاست تعویض برای ماشین آلات و دستگاه هایی که از کار می افتند ... ۴۳۹

۵-۵-۷- انتخاب سیاست تعمیر در مقابل سیاست نگهداری پیش گیرانه ۴۴۰

۱-۵-۵-۷- هزینه مورد انتظار سیاست تعمیر ۴۴۳

۲-۵-۵-۷- هزینه مورد انتظار سیاست نگهداری پیش گیرانه ۴۴۳

- ۴۵۱ ۱-۸ مقدمه
- ۴۵۲ ۲-۸ فرایندهای مارکوف
- ۴۵۳ ۳-۸ زنجیره‌های مارکوف گسسته
- ۴۵۴ ۱-۳-۸ زنجیره‌های مارکوف همگن
- ۴۵۴ ۲-۳-۸ ماتریس گذار یا ماتریس انتقال وضعیت
- ۴۵۵ ۳-۳-۸ دیاگرام انتقال وضعیت
- ۴۵۷ ۴-۳-۸ ماتریس انتقال n گامی
- ۴۵۸ ۵-۱-۸ معادلات چاپمن - کولموگروف
- ۴۶۰ ۶-۱-۸ تابع توزیع حالت سیستم در هر مرحله
- ۴۶۲ ۷-۳-۸ طبقه‌بندی وضعیت‌ها در زنجیره مارکوف
- ۴۶۲ ۱-۷-۳-۸ وضعیت قابل دسترسی (دسترسی پذیر)
- ۴۶۲ ۲-۷-۳-۸ وضعیت قابل دسترسی
- ۴۶۶ ۳-۷-۳-۸ وضعیت جاذب
- ۴۶۶ ۴-۷-۳-۸ وضعیت‌های باز و وضعیت‌های برگشت پذیر
- ۴۷۱ ۵-۷-۳-۸ وضعیت‌ها با دوره a
- ۴۷۴ ۸-۳-۸ احتمالات حدی در زنجیره‌های مارکوف
- ۴۸۰ ۹-۳-۸ احتمالات حدی در زنجیره‌های مارکوف غیر یکپارچه
- ۴۸۱ ۴-۸ زنجیره‌های مارکوف پیوسته
- ۴۸۱ ۱-۴-۸ ماتریس احتمال انتقال و ماتریس آهنگ انتقال
- ۴۸۵ ۲-۴-۸ نمودار آهنگ انتقال وضعیت
- ۴۸۶ ۳-۴-۸ روابط حدی در زنجیره‌های مارکوف با زمان پیوسته

- ۵۰۷ ۱-۹ مقدمه
- ۵۰۹ ۲-۹ کاربرد سیستم صف در نگهداری و تعمیرات
- ۵۱۰ ۳-۹ اجزای اساسی یک سیستم صف

- ۵۱۰ ۱-۳-۹ ورودی
- ۵۱۰ ۲-۳-۹ صف یا خط انتظار
- ۵۱۱ ۳-۳-۹ خدمت‌دهنده یا خدمت‌دهندگان
- ۵۱۱ ۴-۳-۹ معیارهای ارزیابی یک سیستم صف
- ۵۱۲ ۵-۳-۹ مشخصات فرایندهای صف
- ۵۱۳ ۱-۵-۹ الگوی ورود مشتریان
- ۵۱۵ ۲-۵-۹ الگوی خدمت‌دهی
- ۵۱۷ ۳-۵-۹ تعداد خدمت‌دهندگان یا تعداد کانال‌های سرور
- ۵۱۸ ۴-۵-۹ ظرفیت سیستم
- ۵۱۸ ۵-۵-۹ جمعیت مشتری
- ۵۱۸ ۶-۵-۹ نظم یا نظام سیستم
- ۵۲۰ ۷-۵-۹ مراحل خدمت‌دهی
- ۵۲۱ ۶-۵-۹ ساختارهای اساسی یک سیستم صف
- ۵۲۲ ۷-۵-۹ مشخصه‌ها و نمادگذاری سیستم‌ها - صف
- ۵۲۵ ۸-۵-۹ تحلیل مدل‌های صف
- ۵۲۵ ۱-۸-۹ مدل‌های صف با جمعیت متناهی
- ۵۲۵ ۲-۸-۹ مدل‌های صف با جمعیت نامتناهی
- ۵۲۶ ۳-۸-۹ علائم مورد استفاده در مدل‌های صف
- ۵۲۷ ۴-۸-۹ روابط بین معیارهای ارزیابی یک سیستم صف
- ۵۲۸ ۹-۸-۹ فرایند تولد - مرگ
- ۵۳۲ ۱۰-۸-۹ سیستم صف تک کاناله $M/M/1$
- ۵۴۲ ۱-۱۰-۹ توزیع زمان انتظار یک مشتری در سیستم $M/M/1$
- ۵۴۳ ۱۱-۸-۹ سیستم صف تک کاناله با زمان سرویس‌دهی ثابت $M/D/1$
- ۵۴۵ ۱۲-۸-۹ سیستم صف چندکاناله $M/M/m$
- ۵۵۲ ۱۳-۸-۹ سیستم صف چندکاناله با ظرفیت محدود $M/M/m/k$
- ۵۵۶ ۱۴-۸-۹ سیستم صف با سرویس نامحدود $M/M/\infty$
- ۵۵۹ ۱۵-۸-۹ سیستم صف چندکاناله با جمعیت مشتری محدود $M/M/m/M$

- ۵۶۵..... ۱۶-۹- بهینه‌سازی در سیستم‌های صف
- ۵۶۵..... ۱-۱۶-۹- تابع هزینه خطی
- ۵۶۷..... ۲-۱۶-۹- متغیرهای تصمیم در سیستم‌های صف

۵۷۵

- ۵۷۷..... جدول ۱: توزیع دوجمله‌ای
- ۵۸۶..... جدول ۲: توزیع پواسون
- ۵۹۶..... جدول ۳: توزیع تجمعی نرمال استاندارد
- ۵۹۸..... جدول ۴: توزیع تجمعی تی استیودنت
- ۶۰۰..... جدول ۵: توزیع کای دو
- ۶۰۱..... نمودار توزیع تجمعی پواسون
- ۶۰۲..... جدول ۶: توزیع فشر
- ۶۱۲..... جدول ۷: جدول تصادفی

۶۱۴

- ۶۱۴..... جدول ۱: ارزش مرکب یک ریال
- ۶۲۰..... جدول ۲: ارزش فعلی یک ریال
- ۶۲۶..... جدول ۳: ارزش فعلی اقساط مساوی یک ریالی
- ۶۳۲..... جدول ۴: ارزش مرکب اقساط یک ریالی

۶۳۸

- ۶۳۸..... واژه‌نامه فارسی به انگلیسی
- ۶۵۲..... واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

۶۶۵

۶۷۳