

بسم الله الرحمن الرحيم

مهندسی سیستم

تألیف :

دکتر محمد کارآموز

استاد دانشکده فنی دانشگاه تهران

دکتر آزاده احمدی

عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی اصفهان

مهندس مهدیس فلاحتی

کارشناسی ارشد مهندسی عمران

بهار ۱۳۹۱

سرشناسه	: کارآموز ، محمد ، ۱۳۳۰ -
عنوان و نام پدیدآور	: مهندسی سیستم / تألیف محمد کارآموز ، آزاده احمدی ، مهدیس فلاحی .
وضعیت ویراست	: [ویراست ۴۲]
مشخصات نشر	: تهران دانشگاه صنعتی امیرکبیر ، ۱۳۹۰ .
مشخصات ظاهری	: ۵۶۴ ص .
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۴۵۲-۹
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: چاپ قبلی : دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) ، ۱۳۸۵ ، [چهارده] ، ۵۴۸ ص)
موضوع	: مهندسی سیستم‌ها
موضوع	: تحقیق عملیاتی
موضوع	: برنامه نویسی خطی
شناسه افزوده	: احمدی ، آزاده ، ۱۳۵۸ -
شناسه افزوده	: فلاحی ، مهدیس ، ۱۳۵۶ -
شناسه افزوده	: دانشگاه صنعتی امیرکبیر
رده بندی کنگره	: ۱۳۹۰م ۴۱۵/ک۱۶۸/TA
رده بندی دیویی	: ۶۲۰/۰۰۱۷۱
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۶۹۱۵۲۴



انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

این کتاب در جلسه مورخ ۱۳۸۵/۴/۲۳ شورای چاپ و
نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر به تصویب رسید.

عنوان کتاب	: مهندسی سیستم
تألیف	: دکتر محمد کارآموز - دکتر آزاده احمدی - مهندس مهدیس فلاحی
ناشر	: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
لیتوگرافی چاپ و صحافی	: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
چاپ دوم	: بهار ۱۳۹۱
تیراژ	: ۵۰۰ نسخه
قیمت	: ۱۵۵۰۰ تومان
شابک دوره	: ۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۴۵۲-۹
	تلفن مرکز پخش : ۶۶۴۹۸۸۶۸
	ISBN : 978-964-463-452-9

آدرس: خیابان ولیعصر ، روبه روی خیابان بزرگمهر ، فروشگاه کتاب مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

حق چاپ برای ناشر محفوظ است

این کتاب برای جلوگیری از چاپ و انتشار غیر مجاز رمز گذاری شده است

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

فصل اول: نگرش سیستمی و کاربردهای آن در مهندسی عمران

۱	۱-۱- مقدمه
۴	۲-۱- تئوری عمومی سیستمها
۴	۱-۲-۱- تعریف سیستم و مشخصات آن
۷	۲-۲-۱- عملکرد نگرش سیستمی
۷	۳-۲-۱- محیط و محدوده سیستم
۸	۴-۲-۱- سطوح سیستمها
۹	۳-۱- ارتباط بین مهندسی عمران و مهندسی سیستم
۱۰	۴-۱- گامهای برنامه ریزی سیستمهای عمرانی
۱۳	۵-۱- سیستمهای عمرانی و مدل سازی آنها
۱۳	۱-۵-۱- سیستمهای طبیعی
۱۵	۲-۵-۱- سیستمهای غیر طبیعی
۱۶	۶-۱- تمایل به بی نظمی
۲۱	۱-۶-۱- تصمیم گیری تحت ریسک
۲۱	۱-۶-۱-۱- قابلیت اطمینان

۲۲	۱-۶-۲- برگشت پذیری
۲۲	۱-۶-۳- آسیب پذیری
۲۲	۱-۷- سیستم های پشتیبانی در تصمیم گیری
۲۵	۱-۸- مراجع

فصل دوم: اقتصاد مهندسی

۲۷	۲-۱- مقدمه
۲۸	۲-۲- هزینه و ارزش
۲۸	۲-۳- رابطه زمان- پول
۲۹	۲-۳-۱- بهره
۳۱	۲-۳-۲- تعادل
۳۲	۲-۳-۳- نرخ بازگشت سرمایه و حداقل نرخ جاذب
۳۲	۲-۳-۴- معرفی نمادها
۳۳	۲-۳-۵- ارزش آینده و فعلی پول
۳۴	۲-۳-۶- ارزش آینده جریان پولی در انتهای یک دوره زمانی
۳۵	۲-۳-۷- ارزش کنونی پول و جریان پولی در انتهای دوره زمانی
۳۶	۲-۳-۸- ارزش آینده و جریان پولی با گزاردیان یکواخت
۳۷	۲-۳-۹- ارزش کنونی پول و جریان پولی با گزاردیان یکواخت
۴۱	۲-۴- تکنیک های اقتصاد مهندسی
۴۱	۲-۴-۱- روش ارزش سرمایه فعلی
۴۶	۲-۴-۲- روش ارزش سرمایه آینده
۴۷	۲-۴-۳- روش ارزش سالیانه
۴۷	۲-۴-۴- روش نرخ بازده داخلی (IRR)
۴۸	۲-۴-۵- روش نرخ بازده خارجی (ERR)
۴۹	۲-۴-۶- روش نسبت سود به هزینه در پروژه های ارزش گذاری اقتصادی
۵۲	۲-۵- پروژه های عمومی و خصوصی و منافع آنها
۵۳	۲-۶- راندمان و تساوی در آنالیز اقتصادی

۵۵	۷-۲- استهلاک
۵۵	۷-۲-۱- تعریف استهلاک
۵۶	۷-۲-۲- دلایل وجود استهلاک
۵۶	۷-۲-۳- ارزش دفتری
۵۶	۷-۲-۴- روش‌های محاسبه استهلاک
۶۲	۸-۲- آنالیز حساسیت
۶۳	۸-۲-۱- نواحی پذیرش و رد پروژه
۶۴	۹-۲- تورم
۶۴	۹-۲-۱- شاخص قیمت مصرف‌کننده (CPI)
۶۴	۹-۲-۲- شاخص قیمت عمده فروشی (WPI)
۶۴	۹-۲-۳- شاخص قیمت مطلق (IPI)
۶۶	۱۰-۲- مسائل
۶۸	۱۱-۲- مراجع

فصل سوم: برنامه‌ریزی خطی

۶۹	۳-۱- مقدمه
۷۰	۳-۲- ساختار مدل‌های ریاضی
۷۱	۳-۳- مدل‌های بهینه‌سازی تک‌هدفه
۷۲	۳-۴- تعریف برنامه‌ریزی خطی
۷۹	۳-۵- روش سیمپلکس
۸۰	۳-۵-۱- روش سیمپلکس جبری
۸۵	۳-۵-۲- روش سیمپلکس جدولی
۹۲	۳-۶- تکنیک‌های متغیرهای مصنوعی
۹۳	۳-۶-۱- تکنیک M بزرگ یا روش جریمه
۹۸	۳-۶-۲- روش دو مرحله‌ای
۱۰۱	۳-۷- حالات خاص در روش سیمپلکس
۱۰۱	۳-۷-۱- جواب‌های بیکران

۱۰۵	۲-۷-۳- تبهگنی
۱۰۷	۳-۷-۳- حل بهینه رقیب
۱۰۹	۴-۷-۳- روش سیمپلکس ثانویه
۱۱۱	۸-۳- تعبیر اقتصادی جداول سیمپلکس و مسئله ثانویه
۱۱۳	۱-۸-۳- قیمت سایه‌ای
۱۱۴	۲-۸-۳- مسئله ثانویه
۱۱۷	۳-۸-۳- مسئله ثانویه در مسئله اولیه به شکل استاندارد
۱۲۰	۹-۳- تحلیل حساسیت
۱۲۱	۱-۹-۳- روابط ماتریسی سیمپلکس
۱۲۲	۲-۹-۳- تغییرات در اعداد سمت راست قیود
۱۲۳	۳-۹-۳- تعیین دامنه تغییرات در اعداد سمت راست قیود
۱۲۴	۴-۹-۳- تغییر در ضرایب تابع هدف
۱۲۷	۵-۹-۳- تعیین دامنه تغییرات ضرایب تابع هدف
۱۲۸	۶-۹-۳- بررسی اثر تغییرات در ضرایب فنی (a_{ij})
۱۳۱	۷-۹-۳- بررسی اثر اضافه شدن محدودیت جدید
۱۳۳	۸-۹-۳- اضافه شدن متغیر تصمیم جدید
۱۳۳	۱۰-۳- برنامه‌ریزی متغیرهای صحیح
۱۳۷	۱-۱۰-۳- روش شاخه و کران
۱۴۲	۲-۱۰-۳- برنامه‌ریزی خطی با متغیرهای صحیح گسسته
۱۴۷	۱۱-۳- برنامه‌ریزی احتمالی
۱۵۱	۱-۱۱-۳- برنامه‌ریزی شانس
۱۵۷	۱۲-۳- مسائل
۱۶۰	۱۳-۳- مراجع

فصل چهارم: مسائل کاربردی برنامه‌ریزی خطی در مهندسی عمران

۱۶۱	۱-۴- مقدمه
۱۶۲	۲-۴- مدل ظرفیت‌سازی

۱۶۶	۳-۴- مدل حوزه‌بندی
۱۷۶	۴-۴- برنامه‌ریزی نیروی انسانی
۱۸۰	۵-۴- انتخاب پیمانکار
۱۸۲	۶-۴- مسیریابی
۱۸۵	۱-۶-۴- برنامه‌ریزی خطی مسیریابی
۱۸۹	۷-۴- برنامه‌ریزی کیفی رودخانه
۱۹۳	۱-۷-۴- مدل‌سازی غلظت اکسیژن محلول در رودخانه‌ها
۲۰۷	۸-۴- مدل‌های بهره‌برداری بهینه از مخازن سدها
۲۱۱	۹-۴- خدمات شهری و منطقه‌ای
۲۱۳	۱۰-۴- مسائل
۲۱۸	۱۱-۴- مراجع

فصل پنجم: برنامه‌ریزی غیرخطی

۲۱۹	۱-۵- مقدمه
۲۲۰	۲-۵- تابع مقعر و تابع محدب
۲۲۱	۱-۲-۵- معین یا نامعینی ماتریس
۲۲۳	۲-۲-۵- ماتریس هشین
۲۲۴	۳-۵- حل مسائل به روش ترسیمی
۲۲۴	۱-۳-۵- ترسیم فضای تصمیم و تعیین بهترین نقطه
۲۲۸	۲-۳-۵- حل مدل غیر خطی با تقریب مدل خطی
۲۳۳	۴-۵- انواع مسائل برنامه‌ریزی غیرخطی
۲۳۳	۱-۴-۵- بهینه‌سازی بدون محدودیت
۲۳۳	۱-۱-۴-۵- بهینه‌سازی مسائل تک متغیره بدون محدودیت
۲۳۷	۲-۱-۴-۵- بهینه‌سازی مسائل چند متغیره بدون محدودیت
۲۴۱	۲-۴-۵- بهینه‌سازی با محدودیت‌های خطی
۲۴۲	۱-۲-۴-۵- روش لاگرانژ
۲۴۴	۲-۲-۴-۵- شرایط کان- تاکر برای بهینه‌سازی با محدودیت

۲۴۶	۵-۴-۲-۳- برنامه‌ریزی درجه دوم
۲۵۱	۵-۴-۲-۴- الگوریتم تقریب خطی مرحله‌ای (فرانک- ولف)
۲۵۵	۵-۵- مسائل
۲۵۶	۵-۶- مراجع

فصل ششم: روش‌های برنامه‌ریزی مرحله‌ای و سلسله مراتبی

۲۵۷	۶-۱- مقدمه
۲۵۸	۶-۲- برنامه‌ریزی پویا
۲۵۸	۶-۲-۱- مؤلفه‌های اساسی
۲۶۰	۶-۲-۲- معادله برگشتی
۲۶۲	۶-۲-۳- اصل بهینگی بلمی
۲۷۱	۶-۳- برنامه‌ریزی پویای احتمالی
۲۸۰	۶-۴- مدل‌های بهینه‌سازی چندهدفه
۲۸۰	۶-۴-۱- روش وزن‌دهی ساده
۲۸۱	۶-۴-۲- روش حدی
۲۸۶	۶-۵- روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM)
۲۸۷	۶-۵-۱- روش شباهت به گزینه ایده‌آل (TOPSIS)
۲۹۲	۶-۵-۲- روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP)
۳۰۰	۶-۶- مدل‌های رفع اختلاف
۳۰۱	۶-۶-۱- تئوری Nash
۳۰۶	۶-۶-۲- حل اختلاف با در نظر گرفتن پویایی‌های فرآیند چانه‌زنی
۳۰۸	۶-۷- مسائل
۳۱۱	۶-۸- مراجع

فصل هفتم: کنترل پروژه

۳۱۳	۷-۱- مقدمه
۳۱۴	۷-۲- نمودار گانت

۳۱۸	۳-۷- تعاریف و انواع شبکه‌ها
۳۱۹	۳-۷-۱- شبکه‌های برداری
۳۲۱	۳-۷-۱-۱- محاسبات حرکت پیشرو و پسرو در شبکه‌های برداری
۳۲۴	۳-۷-۱-۲- شناوری در تاریخ‌های وقوع رویدادها و مسیرهای شبکه
۳۲۵	۳-۷-۱-۳- مسیر بحرانی
۳۲۵	۳-۷-۱-۴- فعالیت‌های بحرانی
۳۲۵	۳-۷-۱-۵- تعیین تاریخ فعالیت‌های یک پروژه
۳۲۶	۳-۷-۱-۶- شناوری فعالیت‌ها
۳۲۹	۳-۷-۱-۷- روش مسیر بحرانی
۳۲۹	۳-۷-۱-۸- تعیین فعالیت‌های بحرانی و مسیرهای بحرانی شبکه
۳۳۰	۳-۷-۱-۹- محاسبات زمان در شبکه، با تاریخ‌های تعیین‌شده
۳۳۳	۳-۷-۲- شبکه‌های گرمای
۳۳۷	۳-۷-۳- شبکه‌های پیش‌نیازی
۳۳۸	۳-۷-۳-۱- محاسبات زمانی شبکه‌های پیش‌نیازی
۳۳۹	۳-۷-۳-۲- محاسبات حرکت پیشرو و پسروی در شبکه پیش‌نیازی
۳۴۵	۳-۷-۳-۳- شناوری در شبکه‌های پیش‌نیازی
۳۴۵	۳-۷-۴- شبکه پرت
۳۴۹	۳-۷-۵- روش گرافیکی ارزیابی و بازنگری پروژه‌ها
۳۵۰	۳-۷-۵-۱- علائم و اختصارات در شبکه‌های گرت
۳۵۲	۳-۷-۵-۲- اطلاعات قابل ارائه روی شبکه‌های گرت
۳۵۴	۳-۷-۵-۳- آنالیز شبکه‌های گرت
۳۵۷	۳-۷-۶- مسائل
۳۶۰	۳-۷-۷- مراجع

فصل هشتم: روش‌های تکاملی و نوین شبیه‌سازی و بهینه‌سازی سیستم‌ها

۳۶۱	۸-۱- مقدمه
۳۶۲	۸-۲- شبکه‌های عصبی مصنوعی

۳۶۳	۸-۲-۱- شبکه‌های عصبی استاتیکی
۳۶۵	۸-۲-۱-۱- توابع محرک
۳۶۷	۸-۲-۱-۲- آموزش شبکه‌های عصبی مصنوعی
۳۶۷	۸-۲-۱-۳- الگوریتم مدل‌سازی با استفاده از شبکه‌های عصبی
۳۶۸	۸-۲-۱-۴- پارامترهای مؤثر در مدل‌سازی شبکه‌های عصبی
۳۷۷	۸-۲-۲- شبکه‌های عصبی دینامیکی
۳۸۰	۸-۲-۲-۱- شبکه عصبی بازگشتی تأخیر زمانی
۳۸۱	۸-۳-۲- مدل‌های نوین بهینه‌سازی
۳۸۲	۸-۳-۱- مدل‌های الگوریتم ژنتیک
۳۸۳	۸-۳-۱-۱- عملگر ترویج
۳۸۵	۸-۳-۱-۲- عملگر انتخاب
۳۸۸	۸-۳-۱-۳- عملگر جهش
۳۹۴	۸-۳-۱-۴- مدل الگوریتم ژنتیک مرحله‌ای
۳۹۶	۸-۳-۲- روش شبیه‌سازی بازپخت (SA)
۴۰۱	۸-۳-۳- روش جستجوی تابو
۴۰۶	۸-۳-۴- الگوریتم بهینه‌سازی جامعه مورچه‌ها
۴۰۸	۸-۳-۴-۱- روش تصمیم‌گیری مورچه‌ها
۴۱۵	۸-۴-۱- مدل‌سازی با ابزار شی‌گرا
۴۱۸	۸-۵- مسائل
۴۱۹	۸-۶- مراجع

فصل نهم: پویایی سیستم و تمایل به بی‌نظمی آن

۴۲۳	۹-۱- مقدمه
۴۲۵	۹-۲- مدل‌سازی پویایی‌های سیستم
۴۲۵	۹-۲-۱- نمودارهای حلقوی علی و معلولی
۴۳۶	۹-۳- ابزار شی‌گرا برای مدل‌سازی پویایی‌های سیستم
۴۳۸	۹-۴- ارزیابی رفتار سیستم‌ها با نگرش پویایی‌های سیستم

۴۳۹	۵-۹- انواع رفتار در روند پویایی‌های سیستم
۴۳۹	۵-۹-۱- رفتار تعادلی
۴۴۰	۵-۹-۲- رفتار رشد نمایی
۴۴۰	۵-۹-۳- رفتار اضمحلال نمایی
۴۴۱	۵-۹-۴- رشد مجانبی
۴۴۵	۵-۹-۵- رفتار نزولی مجانبی
۴۴۶	۵-۹-۶- رفتار S - شکل
۴۵۰	۹-۶- آنتروپی
۴۵۰	۹-۷- آنتروپی و تئوری اطلاعات
۴۵۴	۹-۸- عدم قطعیت قابل اندازه‌گیری با روش آنتروپی
۴۵۹	۹-۸-۱- انواع آنتروپی
۴۶۲	۹-۹- آنتروپی در تصمیم‌گیری چند معیار
۴۶۶	۹-۱۰- مسائل
۴۶۷	۹-۱۱- مراجع

فصل دهم: مهندسی ارزش

۴۶۹	۱۰-۱- مقدمه
۴۷۰	۱۰-۲- سیر تحولات در مهندسی ارزش
۴۷۱	۱۰-۳- مراحل اجرایی مهندسی ارزش
۴۷۲	۱۰-۳-۱- فاز انتخاب
۴۷۲	۱۰-۳-۲- فاز بررسی (اطلاعات)
۴۷۳	۱۰-۳-۳- فاز هم‌اندیشی (خلاقیت)
۴۷۳	۱۰-۳-۴- فاز ارزیابی
۴۷۴	۱۰-۳-۵- فاز بسط و توسعه
۴۷۴	۱۰-۳-۶- فاز ارائه
۴۷۴	۱۰-۳-۷- فاز تصمیم‌گیری
۴۷۵	۱۰-۳-۸- فاز اجرا

۴۷۵	۱۰-۳-۹- فاز ممیزی
۴۷۵	۱۰-۴- زمان اجرای مهندسی ارزش
۴۷۶	۱۰-۵- اندازه‌گیری ارزش
۴۷۷	۱۰-۶- مهندسی ارزش در پروژه‌های عمرانی
۴۷۹	۱۰-۶-۱- کاربرد مهندسی ارزش در پروژه‌های ساختمانی
۴۷۹	۱۰-۶-۱-۱- تقسیم‌بندی فعالیت‌ها در پروژه‌های ساختمانی
۴۸۰	۱۰-۶-۱-۲- الزامات در ساختار پیشنهادی
۴۸۰	۱۰-۶-۱-۳- ساختار پیشنهادی
۴۸۳	۱۰-۶-۲- کاربرد مهندسی ارزش در مهندسی حمل و نقل و ترابری
۴۸۳	۱۰-۶-۲-۱- برنامه‌ریزی
۴۸۴	۱۰-۶-۲-۲- طراحی
۴۸۴	۱۰-۶-۲-۳- اجرایی
۴۸۵	۱۰-۶-۳- مهندسی ارزش در حمل مصالح پروژه‌های عمرانی
۴۸۵	۱۰-۶-۳-۱- مشخصات پروژه
۴۸۶	۱۰-۶-۳-۲- تجزیه و تحلیل
۴۹۳	۱۰-۷- نتایج و فواید مهندسی ارزش
۴۹۴	۱۰-۸- مسائل
۴۹۵	۱۰-۹- مراجع

پیوست‌ها

۴۹۷	پیوست ۱: راهنمای نرم‌افزار LINGO
۵۰۵	پیوست ۲: جدول توزیع نرمال استاندارد
۵۰۷	پیوست ۳: معرفی و قابلیت‌های نرم‌افزار MSPROJECT
۵۱۵	پیوست ۴: معرفی نرم‌افزار Stella
۵۳۱	پیوست ۵: راهنمای نرم‌افزار Matlab