

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بهینه‌سازی غیر خطی

تألیف

دکتر محمد ابراهیم محمد پورزند



شماره مسلسل ۷۷۴۷

شماره انتشار ۳۳۷۱

انتشارات دانشگاه تهران

عنوان و نام پدیدآور : سرشناسه
وضعیت ویراست : [ویراست ۲]
مختصات نشر : تهران : دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات، ۱۳۹۲.
مختصات ظاهری : س، ۳۹۸ ص.
فروست : انتشارات دانشگاه تهران؛ ۳۳۷۱.
شابک : 978-964-03-6475-8
یادداشت : چاپ دوم با ویرایش و افزوده‌ها
وضعیت فهرست‌نویسی : فیا.
یادداشت : واژه‌نامه.
یادداشت : کتاب‌نامه.
موضوع : برنامه‌نویسی غیرخطی.
موضوع : برنامه‌نویسی غیرخطی - مسائل، تمرین‌ها و غیره (عالی).
شناسه افزوده : دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات.
رده‌بندی کنگره : T ۵۷ / ۸ / م ۳ ق ۹ ۱۳۹۲
رده‌بندی دیویی : ۵۱۹/۷۶
شماره کتابشناسی ملی : ۳۳۱۳۳۹

این کتاب مشمول قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان است. تکثیر کتاب به هر روش اعم از فتوکپی، ریسوگرافی، تهیه فایل‌های pdf، لوح فشرده، بازتویسی در وبلاگ‌ها، سایت‌ها، مجله‌ها و کتاب، بدون اجازه کتبی ناشر مجاز نیست و موجب پیگرد قانونی می‌باشد.

ISBN: 978-964-03-6475-8



9 789640 364758

عنوان: بهینه‌سازی غیرخطی
تألیف: دکتر محمدابراهیم محمد پورزرنندی
نوبت چاپ: دوم با ویرایش و افزوده‌ها
تاریخ انتشار: ۱۳۹۲
شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه
ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران
چاپ و صحافی: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران

«مسئولیت صحت مطالب کتاب با مؤلف است»

«کلیه حقوق برای ناشر محفوظ است»

بها: ۱۶۰۰۰ ریال

خیابان کارگر شمالی - خیابان شهید فرش مقدم - مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران
پست الکترونیک: press @ ut. ac. ir - سایت: http://press.ut.ac.ir

پخش و فروش: تلفکس ۸۸-۱۲۰۷۸

فهرست مطالب

پیشگفتار.....	ر
مقدمه.....	ز

فصل اول: معرفی بهینه‌سازی غیر خطی.....	۱
اهداف آموزشی.....	۱
۱-۱) مقدمه.....	۱
۱-۲) نگاهی گذرا بر پیشینه بهینه‌سازی غیر خطی.....	۳
۱-۳) چگونگی مدل‌سازی در بهینه‌سازی غیر خطی.....	۴
۱-۴) روش‌های حل مدل‌ها.....	۴
۱-۵) تعریف بهینه‌سازی غیر خطی.....	۵
۱-۶) مراحل به کارگیری بهینه‌سازی غیر خطی در حل مسائل کسب و کار.....	۶
۱-۷) تقسیم‌بندی مسائل بهینه‌سازی غیر خطی.....	۶
۱-۸) طبقه‌بندی الگوریتم‌های بهینه‌سازی مسائل غیر خطی.....	۷
۱-۹) معرفی مدل ریاضی بهینه‌سازی غیر خطی.....	۱۰
۱-۱۰) قلمرو و زمینه‌های کاربردی بهینه‌سازی غیر خطی.....	۱۱
خلاصه فصل اول.....	۱۳
تمرینات فصل اول.....	۱۴

فصل دوم: مدل‌هایی کاربردی از بهینه‌سازی غیر خطی.....	۱۵
اهداف آموزشی.....	۱۵
۲-۱) مقدمه.....	۱۵
۲-۲) مدل شماره ۱: بهینه‌سازی یک تابع غیر خطی یک متغیره.....	۱۵
۲-۳) مدل شماره ۲- بهینه‌سازی یک تابع غیر خطی یک متغیره، محدود به یک تابع خطی.....	۱۸
۲-۴) مدل شماره ۳- بهینه‌سازی یک تابع غیر خطی، محدود به یک تابع غیر خطی.....	۱۹
۲-۵) مدل شماره ۴- بهینه‌سازی یک تابع غیر خطی دو متغیره.....	۲۱
۲-۶) مدل شماره ۵- بهینه‌سازی یک تابع غیر خطی دو متغیره محدود به یک تابع خطی.....	۲۲
۲-۷) مدل شماره ۶- بهینه‌سازی یک تابع غیر خطی دو متغیره محدود به یک تابع غیر خطی.....	۲۳
۲-۸) مدل شماره ۷- بهینه‌سازی یک تابع سه متغیره بدون محدودیت.....	۲۳
۲-۹) مدل شماره ۸- بهینه‌سازی یک تابع سه متغیره محدود به تابع غیر خطی.....	۲۴

۲۵	۲-۱۰ مدل شماره ۹: بهینه‌سازی تولید و فروش
۲۶	۲-۱۱ مدل شماره ۱۰: مدل حداقل کردن خطای برآورد آماری
۲۶	۲-۱۲ مدل شماره ۱۱: ساختار واقعی شاخص‌ها در برنامه‌ریزی خطی
۲۷	۲-۱۳ مدل شماره ۱۲: تعیین مناسب‌ترین جایگاه برای احداث پالایشگاه
۲۸	۲-۱۴ مدل شماره ۱۳: جابجایی و انتخاب مناسب‌ترین محل برای تجهیزات و ماشین آلات تولید
۲۹	۲-۱۵ مدل شماره ۱۴: تعیین اندازه بهینه سفارش در یک مدل بهینه‌سازی غیرخطی چند هدفه
۳۵	خلاصه فصل دوم
۳۶	تمرینات فصل دوم
۳۹	فصل سوم: انواع مدل‌های بهینه‌سازی غیرخطی
۳۹	اهداف آموزشی
۳۹	۳-۱ مقدمه
۴۰	۳-۲ برنامه‌ریزی خطی
۴۲	۳-۳ برنامه‌ریزی درجه دوم
۴۲	۳-۴ برنامه‌ریزی جدایی‌پذیر
۴۴	۳-۵ برنامه‌ریزی کسری
۴۴	۳-۵-۱ برنامه‌ریزی کسری خطی
۴۵	۳-۵-۲ برنامه‌ریزی کسری غیرخطی
۴۶	۳-۵-۳ برنامه‌ریزی کسری احتمالی (تصادفی)
۴۶	۳-۶ برنامه‌ریزی هندسی
۴۸	۳-۷ برنامه‌ریزی احتمالی (تصادفی)
۴۹	۳-۸ برنامه‌ریزی فازی
۵۱	خلاصه فصل سوم
۵۳	تمرینات فصل سوم
۵۵	فصل چهارم: دشواری‌ها و پیچیدگی‌های بهینه‌سازی غیرخطی
۵۵	اهداف آموزشی
۵۵	۴-۱ مقدمه
۵۵	۴-۲ برخی از مشکلات برنامه‌ریزی غیرخطی
۵۹	۴-۲-۱ قرارگیری جواب بهینه روی منحنی منطقه موجه
۶۰	۴-۲-۲ قرارگیری جواب بهینه بر روی خطی در منطقه موجه
۶۱	۴-۲-۳ قرارگیری جواب بهینه درون منطقه موجه

۶۲	۴-۲-۴) تعیین اکستریم‌های (غایی‌های) مطلق و نسبی
۶۴	۴-۲) شرایط لازم و کافی نقاط غایی (اکستریم)
۷۳	خلاصه فصل چهارم
۷۴	تمرینات فصل چهارم

۷۷	فصل پنجم: مجموعه‌ها و توابع محدب و مقعر
۷۷	اهداف آموزشی
۷۷	۵-۱) مقدمه
۷۸	۵-۲) مجموعه محدب
۷۸	۵-۳) مجموعه محدب و نقاط راسی
۷۹	۵-۴) توابع محدب و مقعر
۸۱	۵-۵) خواص توابع محدب و مقعر
۸۱	۵-۶) نمونه‌هایی از اشکال توابع محدب و مقعر
۸۳	۵-۷) شرط تحدب و مقعر برای یک تابع درجه دوم
۸۴	۵-۸) شرط وجود مجموعه محدب در ناحیه عملی برنامه‌ریزی غیرخطی
۸۴	۵-۹) بردار گرادیان و ماتریس هشین
۸۵	۵-۱۰) رابطه بین مجموعه محدب و تابع محدب
۸۷	خلاصه فصل پنجم
۸۸	تمرینات فصل پنجم

۹۱	فصل ششم: روش‌های مستقیم در حل مسائل بهینه‌سازی غیرخطی بدون محدودیت
۹۱	اهداف آموزشی
۹۱	۶-۱) مقدمه
۹۲	۶-۲) روش‌های جست‌وجوی بهینه‌سازی توابع تک متغیره بدون استفاده از مشتق
۹۳	۶-۲-۱) جست‌وجوی یکنواخت
۹۴	۶-۲-۲) جست‌وجوی متوالی
۱۰۶	۶-۳) روش‌های جست‌وجوی مستقیم برای توابع تک متغیره با استفاده از مشتق
۱۰۶	۶-۳-۱) روش نیمه بخشی
۱۰۸	۶-۳-۲) استفاده از مشتقات متوالی
۱۰۹	۶-۳-۳) روش نیوتن
۱۱۲	۶-۴) روش‌های جست‌وجوی مستقیم برای توابع چند متغیره بدون استفاده از مشتق
۱۱۲	۶-۴-۱) حرکت سیکلی در طول مؤلفه‌ها

۱۱۵	۲-۴-۶) روش هوک و جیوز
۱۱۹	۳-۴-۶) روش رزنبراک
۱۲۳	۵-۶) روش‌های جست‌وجوی مستقیم برای توابع چند متغیره و با استفاده از مشتق
۱۲۳	۱-۵-۶) استفاده از مشتقات متوالی
۱۲۵	۲-۵-۶) روش کوشی
۱۲۸	۳-۵-۶) روش نیوتن-رافسون
۱۳۱	۴-۵-۶) روش گرادیان
۱۳۷	۵-۵-۶) روش‌های شبه-نیوتونی
۱۴۲	خلاصه فصل ششم
۱۴۸	تمرینات فصل ششم
۱۵۱	فصل هفتم: روش‌های مستقیم در حل مسائل بهینه‌سازی غیر خطی با محدودیت
۱۵۱	اهداف آموزشی
۱۵۱	۱-۷) مقدمه
۱۵۱	۲-۷) روش‌های بهینه‌سازی مسائل برنامه‌ریزی مقید به محدودیت‌های خطی
۱۵۱	۱-۲-۷) روش لاگرانژ
۱۶۰	۲-۲-۷) شرایط بهینگی فریتزجان
۱۶۳	۳-۲-۷) شرایط کان-تاکر
۱۷۴	۴-۲-۷) روش نیوتن-رافسون
۱۸۰	۳-۷) روش‌های بهینه‌سازی مسائل برنامه‌ریزی مقید به محدودیت‌های غیرخطی
۱۸۱	۱-۳-۷) تابع جریمه
۱۹۵	خلاصه فصل هفتم
۱۹۹	تمرینات فصل هفتم
۲۰۳	فصل هشتم: روش‌های غیرمستقیم در بهینه‌سازی غیر خطی
۲۰۳	اهداف آموزشی
۲۰۳	۱-۸) مقدمه
۲۰۳	۲-۸) برنامه‌ریزی درجه دوم
۲۱۰	۳-۸) مساله متمم خطی (L.C.P)
۲۱۴	۴-۸) الگوریتم مکمل محوری
۲۲۰	۵-۸) برنامه‌ریزی کسری
۲۲۰	۱-۵-۸) برنامه‌ریزی کسری خطی

۲۳۶	برنامه‌ریزی کسری غیرخطی (NLFP).....
۲۳۹	برنامه‌ریزی کسری تصادفی.....
۲۴۱	برنامه‌ریزی جداپذیر (تفکیک‌پذیر).....
۲۴۲	تابع هدف غیر خطی با قطعات خطی.....
۲۴۵	تابع هدف با مقیاس غیر اقتصادی.....
۲۴۷	تقریب خطی توابع غیر خطی.....
۲۵۶	خلاصه فصل هشتم.....
۲۵۹	تمرینات فصل هشتم.....
۲۶۱	فصل نهم: سایر روش‌های بهینه‌سازی غیر خطی.....
۲۶۱	اهداف آموزشی.....
۲۶۱	مقدمه (۹-۱).....
۲۶۱	برنامه‌ریزی هندسی.....
۲۷۴	برنامه‌ریزی احتمالی (تصادفی).....
۲۷۴	حالت‌های مختلف برنامه‌ریزی تصادفی (۹-۳-۱).....
۲۸۲	برنامه‌ریزی خطی فازی.....
۲۸۴	برنامه‌ریزی خطی با منابع فازی (۹-۴-۱).....
۲۸۶	برنامه‌ریزی خطی با ضرایب هدف فازی (۹-۴-۲).....
۲۸۹	برنامه‌ریزی خطی با ضرایب محدودیت‌های فازی (۹-۴-۳).....
۲۹۰	مقایسه برنامه‌ریزی خطی فازی و برنامه‌ریزی غیرقطعی (احتمالی).....
۲۹۲	خلاصه فصل نهم.....
۲۹۳	تمرینات فصل نهم.....
۲۹۵	فصل دهم: روش‌های فراابتکاری در حل مسائل برنامه‌ریزی غیر خطی.....
۲۹۵	اهداف آموزشی.....
۲۹۶	مقدمه (۱۰-۱).....
۲۹۷	هوش مصنوعی (۱۰-۲).....
۲۹۷	محاسبات طبیعی (۱۰-۳).....
۲۹۸	هوش محاسباتی (۱۰-۴).....
۲۹۹	تاریخچه الگوریتم‌های فراابتکاری (۱۰-۵).....
۳۰۰	طبقه‌بندی عمومی الگوریتم‌های فراابتکاری (۱۰-۶).....
۳۰۱	طبقه‌بندی الگوریتم‌های فراابتکاری بر مبنای خواص ذاتی و ویژگی‌های مشترک (۱۰-۷).....

۳۰۱	۱۰-۷-۱) الگوریتم‌های تصادفی
۳۰۲	۱۰-۷-۲) الگوریتم‌های تکاملی
۳۰۳	۱۰-۷-۳) الگوریتم‌های فیزیکی
۳۰۳	۱۰-۷-۴) الگوریتم‌های احتمالی
۳۰۴	۱۰-۷-۵) الگوریتم‌های ازدحام
۳۰۴	۱۰-۷-۶) الگوریتم‌های ایمن
۳۰۶	۱۰-۷-۷) الگوریتم‌های عصبی
۳۰۷	۱۰-۸) جستجوی پراکنده
۳۱۳	۱۰-۹) جست‌وجوی ممنوع (TS)
۳۱۳	۱۰-۹-۱) مفاهیم پایه
۳۱۴	۱۰-۹-۲) فهرست‌های ممنوع (تابوها)
۳۱۵	۱۰-۹-۳) الگوریتم جست‌وجوی ممنوع
۳۱۵	۱۰-۹-۴) شرط توقف
۳۱۸	۱۰-۱۰) الگوریتم ژنتیک
۳۱۹	۱۰-۱۰-۱) عملگرهای الگوریتم ژنتیک
۳۲۱	۱۰-۱۰-۲) استفاده از الگوریتم ژنتیک در حل مسائل برنامه‌ریزی کسری خطی
۳۲۲	۱۰-۱۰-۳) اصول و روش‌ها
۳۲۲	۱۰-۱۰-۴) روش پیدا کردن حدود بالا و پایین برای متغیرها
۳۲۳	۱۰-۱۰-۵) مراحل بهینه‌سازی مسئله برنامه‌ریزی کسری خطی با استفاده از الگوریتم ژنتیک
۳۲۴	۱۰-۱۰-۶) نتایج
۳۲۶	۱۰-۱۱) بهینه‌سازی ازدحام ذرات (PSO)
۳۲۷	۱۰-۱۱-۱) الگوریتم PSO
۳۲۹	۱۰-۱۱-۲) انواع الگوریتم‌های PSO
۳۳۱	۱۰-۱۲) بهینه‌سازی کلنی مورچگان (ACO)
۳۳۱	۱۰-۱۲-۱) مفاهیم پایه
۳۳۲	۱۰-۱۲-۲) استفاده از الگوریتم کلنی مورچگان برای حل مسئله فروشنده دوره گرد
۳۳۳	۱۰-۱۲-۳) الگوریتم کلنی مورچگان
۳۳۶	۱۰-۱۳) الگوریتم تبرید تدریجی شبیه‌سازی شده (SA)
۳۳۶	۱۰-۱۳-۱) فرایند آنیل کردن فلزات
۳۳۷	۱۰-۱۳-۲) پارامترهای SA
۳۳۸	۱۰-۱۳-۳) الگوریتم تبرید تدریجی شبیه‌سازی شده
۳۴۱	۱۰-۱۴) الگوریتم بهینه‌سازی بیزین

۳۴۱	 شبکه بیزین (۱۰-۱۴-۱)
۳۴۲	 الگوریتم (۱۰-۱۴-۲)
۳۴۷	 الگوریتم انتخاب منفی (۱۰-۱۵)
۳۴۸	 سیستم ایمنی انسان (۱۰-۱۵-۱)
۳۴۸	 الگوریتم (۱۰-۱۵-۲)
۳۵۳	 شبکه های عصبی پرسپترون (۱۰-۱۶)
۳۵۴	 مسائل مناسب برای یادگیری شبکه های عصبی (۱۰-۱۶-۱)
۳۵۵	 ساختار و فرایند یادگیری شبکه عصبی پرسپترون (۱۰-۱۶-۲)
۳۵۷	 الگوریتم شبکه های عصبی پرسپترون (۱۰-۱۶-۳)
۳۶۰	 خلاصه فصل دهم
۳۶۱	 تمرینات فصل دهم
۳۶۳	 پیوست (۱) مروری بر بردارها و ماتریس ها
۳۷۱	 پیوست (۲) نظریه فازی
۳۷۵	 پیوست (۳) استفاده از نرم افزار مطلب
۳۸۷	 واژه نامه
۳۹۷	 منابع و مآخذ

پیش گفتار

شاید این بخش که ابتدایی‌ترین بخش کتاب است، کمتر از سایر فصل‌ها با توجه خوانندگان روبه‌رو شود و اصولاً با نیم‌نگاهی سطحی و مختصر به سراغ بقیه کتاب برویم، کاری که خود من هم تا همین سال‌های اخیر، انجام می‌دادم! اما گاهی پیش گفتار یا همان کلام مؤلف آنچنان تأثیر شگرفی در ذهن و قلب خواننده به‌جا خواهد گذاشت که نه تنها در مطالعه آن کتاب و بحث حاضر، بلکه در تحصیل دانش بی‌پایان ازلی از کتاب بیکران هستی نیز یاریگر و مشوق وی خواهد شد.

خوشحالم که با داشتن استادان بزرگ و خیره در ریاضیات و به‌ویژه در شاخه "تحقیق در عملیات" مانند دکتر جهانشاهلو، و استاد فقید دکتر محمد جواد اصغر پور، اینجانب نیز به‌عنوان یکی از شاگردان ایشان، اولین کتاب خود را در زمینه بهینه‌سازی غیرخطی تألیف کردم، با این امید که با بیان ساده‌تر و مفصل‌تر (همراه با جزئیات) به درک بهتر دانشجویان در این زمینه کمک کنم. چراکه گاهی پیچیدگی زیاد و یا اختصار بیش از حد در بیان مسائل و مطالب، موجب سردرگمی و عدم تفهیم مطلب خواهد شد.

استادان بسیاری در این زمینه مشغول به تدریس و تحقیق بوده و هستند و کتاب‌های فراوانی به زبان‌های مختلف در این زمینه نوشته شده است، اما با توجه به اهمیت بهینه‌سازی و به‌ویژه بهینه‌سازی غیر خطی و نقش آن در ارتقای سطح مدیریت در سازمان‌ها و برنامه‌های اقتصادی، خلأ کتاب‌های فارسی در این زمینه بسیار محسوس است، گرچه بعضی منابع به زبان فارسی در این زمینه وجود دارد، اما هنوز نیاز دانشجویان در رشته‌های مختلف دانشگاهی در مقاطع کارشناسی ارشد و دوره دکتری از قبیل: تحقیق در عملیات، مدیریت صنعتی، علوم اقتصادی و مهندسی صنایع و غیره مرتفع نشده است، پس لازم است اینگونه مطالب با رویکردهای مختلف در این زمینه تألیف شوند. در این کتاب سعی دارم گوشه‌ای از نیاز دانشجویان و تصمیم‌سازان این عرصه را پاسخگو باشم.

همچنین ضمن تأکید بر طرح مباحث نظری در کتاب حاضر کوشش شده که حالت کاربردی آن هم حفظ شود. سعی من در تألیف کتاب حاضر با وجود آثار جامع و فراوان از استادان برجسته این علم، دسته‌بندی ملموس‌تر و قابل فهم‌تر مبانی این شاخه در ۱۰ فصل، به‌همراه مثال‌های مرتبط و مبانی ریاضی مربوط بوده است، امید دارم که همچون قطره‌ای در دریای بیکران دانش ریاضیات، تلاشی هر چند ناچیز کرده باشم. برخورد لازم می‌دانم که از همراهی و حمایت خانواده‌ام به‌ویژه پدر بزرگوارم، مادر مهربانم، همسر فداکار و دلسوزم و فرزندانم، خالصانه و بی‌ریا قدردانی کنم.

در پایان از همکاری صمیمانه دکتر غلامرضا جهانشاهلو که در ویراستاری علمی کتاب یاریگر من بودند و همچنین از سرکار خانم‌ها کوکب شریفی و معصومه نوروزی و در نهایت از مساعدت انصارات دانشگاه تهران که زحمت چاپ کتاب را برعهده گرفتند، سپاسگزارم.

در خاتمه از تمامی استادان، دانشجویان و پژوهشگران تقاضا دارم که تذکرات و نظرات ارزشمند و سازنده خود را برای اصلاح در چاپ‌های بعدی مطرح کنند.

و من الله التوفیق

محمد ابراهیم محمد پورزند

مقدمه

بهینه‌سازی فرآیندی است که با آن می‌توان پاسخ بهینه مسائل گوناگون را تعیین کرد. این انگاره، بنا به ماهیت خویش یک زمینه علمی و ریاضی بوده و مبین عملکرد یک سیستم است. چرا که اغلب از این انگاره برای بهینه‌سازی یا کمینه‌سازی توابع، استفاده می‌شود.

آنگاه در این فرآیند، منطقی به نظر می‌رسد، این است که مسئله در ساختار واقعی خود به صورت ریاضی فرموله و با روش مناسب نیز حل شود به عبارت دقیق‌تر این کار از طریق بهینه‌سازی ریاضی انجام می‌پذیرد اما از آنجایی که پدیده‌های جهان واقعی رفتارهای غیر خطی دارند، پس بهینه‌سازی در این شرایط نیز غیرخطی است. بهینه‌سازی غیرخطی، زیرشاخه‌ای از بهینه‌سازی ریاضی^۱ است که با مسائل و مدل‌های غیرخطی سروکار دارد. این وضعیت زمانی رخ می‌دهد که مفروضات اساسی^۲ بهینه‌سازی خطی نقض شده است، چرا که استفاده از مفروضات، چارچوب مدل را محدود کرده و در عمل ما را از وضعیت جهان واقعی دور و ساختار مسئله را ساده می‌کند. بر این اساس در مسائل سازمانی امروز به دلیل بزرگی و پیچیدگی سازمان‌ها ملاحظه می‌کنیم که روابط حاکم بر متغیرها، غیر خطی است و در نتیجه بهینه‌سازی آنها به صورت خطی جواب منطقی به مدیران و تصمیم‌گیرندگان نخواهد داد و در نتیجه سازمان‌ها، نیز پاسخ بهینه‌ای را برای مسائل خود نخواهند یافت.

از آنجایی که تمامی مطالب این کتاب به شرح و بسط بهینه‌سازی غیر خطی اختصاص دارد، شایسته است که در ابتدای کار اشاره‌گذاری به تاریخچه و معرفی این نظریه و مباحث واقعی آن در فصل آغازین داشته باشیم. پس از آن برای آشنایی با ساختار مسائل بهینه‌سازی غیر خطی در فصل دوم چگونگی مدل‌سازی آنها با ارائه مثال‌های کاربردی در قالب ۱۴ الگو تشریح شده است.

در فصل سوم با دسته‌بندی روش‌های مختلف بهینه‌سازی غیر خطی، انواع روش‌های بهینه‌سازی معرفی و با مثال‌های مربوط به هر روش تعیین شده است که این دسته‌بندی کمک قابل توجهی به شناخت مدل و همچنین انتخاب روش حل مناسب آن هم خواهد کرد.

پس از شناخت انواع روش‌های بهینه‌سازی غیر خطی در می‌یابیم که پیچیدگی‌ها و محدودیت‌هایی در یافتن پاسخ بهینه اینگونه مسائل وجود دارد که این وضعیت در مقایسه با بهینه‌سازی خطی بازمند درک مناسب و کامل‌تر آنهاست. پس در فصل چهارم به تجزیه و تحلیل این دسته از مشکلات و پیچیدگی‌ها پرداخته شده است. در مدل‌های غیر خطی که به صورت برنامه‌ریزی محدب باشند، امکان پیدا کردن جواب بهینه مطلق وجود دارد، اما در برنامه‌ریزی‌های غیرمحدب امکان شناسایی نقاط بهینه مطلق به آسانی فراهم نیست. به همین دلیل فصل پنجم را به معرفی مجموعه‌ها و توابع محدب و غیر محدب اختصاص داده‌ایم، که این فصل زمینه‌ساز دستیابی به روش‌های حل مسائل غیر خطی در این شرایط خواهد شد.

۱. Mathematical optimization

۲. مفروضات اساسی بهینه‌سازی خطی شامل: ۱. شرایط به طور کامل معلوم؛ ۲. خطی بودن؛ ۳. ثابت بودن ضرایب فنی در طول مدت برنامه‌ریزی؛ ۴. تقسیم‌پذیری و پیوستگی متغیرهای تصمیم؛ ۵. ایستایی و ۶. غیر منفی بودن متغیرها است.

بعضی از مسائل بهینه‌سازی را می‌توان از راه بهینه‌سازی کلاسیک مانند روش‌های ژاکوبی یا لاگرانژ حل کرد. اما چنین روش‌هایی برای حجم وسیعی از مسائل بهینه‌سازی غیر خطی مناسب نیستند، پس اینگونه مسائل را باید با روش‌های بسیار کاراتری که برای این منظور خاص طراحی و حتی نرم‌افزارهای آنها هم تولید شده است، حل کرد.

در طول تاریخ بهینه‌سازی ریاضی، مجموعه‌ای از این روش‌ها برای حل این مسائل ابداع و ارائه شده‌اند که شاید بعضی از آنها به فراموشی سپرده شده‌اند یا بعضی از آنها به دلیل پیچیدگی‌های بسیار استفاده نشده‌اند. بر این اساس در فصل‌های بعدی، سعی شده است، که روش‌های ویژه‌ای که مشهور هستند ارائه شوند و به همین دلیل در فصل ششم روش‌های مستقیم حل مسائل بهینه‌سازی غیرخطی بدون محدودیت و در فصل هفتم؛ با همین رویکرد مسائل غیر خطی دارای محدودیت ارائه شده است.

در فصل هشتم نیز روش‌های غیر مستقیم بهینه‌سازی غیرخطی که امکان تبدیل یک مسئله غیر خطی را به یک مسئله دیگر فراهم می‌کند، تشریح شده و در نهایت در فصل نهم سایر روش‌های بهینه‌سازی غیر خطی که اغلب به صورت غیرمحدب هستند تجزیه و تحلیل شده‌اند. از آنجایی که استفاده از الگوریتم‌ها و روش‌های بهینه‌سازی یاد شده در فصول قبلی، هنگامی که برای مسائل بزرگ و پیچیده به کار گرفته می‌شوند، نیازمند صرف زمان و انرژی زیادی خواهد بود، در فصل دهم به دسته‌ای دیگر از روش‌های بهینه‌سازی تحت عنوان، الگوریتم‌های فراابتکاری در حل مسائل غیرخطی و برخی از کاربردهای آنها پرداخته شده است.

البته باید یادآوری کرد که برای تکمیل یادگیری مطالب کتاب، پیوسته‌هایی نیز در انتهای آن به اختصار آورده شده است که کمک قابل توجهی به حل مسائل خواهد کرد علاوه بر این موضوع، اهداف آموزشی هر فصل در ابتدای همان فصل برای رسیدن به شناخت اولیه و عمومی از مطالب آن فصل ذکر شده و در انتهای هر فصل هم خلاصه مطالب فصل که به درک بهتر مطالب آن فصل منجر می‌شود ارائه شده است و تعدادی تمرین و مسئله نیز برای تمرین بیشتر آورده است و در نهایت واژه نامه فارسی به انگلیسی نیز برای همگن شدن معادل‌های لاتین مطالب ارائه شده است.