

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

لایحه

۲۰۱۶۶۷۶

۹۷، ۱۱، ۳

روش‌هایی در مدل‌سازی ریاضی

تألیف:

دکتر سیدعلی میرحسینی

عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی‌تکنیک تهران)

دکتر فرناز هوشمند خلیق

عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی‌تکنیک تهران)

پاییز ۱۳۹۷

سرشناسه	: میرحسنی، سیدعلی، ۱۳۳۸
عنوان و نام پدیدآور	: روش‌هایی در مدل‌سازی ریاضی
مشخصات نشر	: تألیف سیدعلی میرحسنی، فرناز هوشمند خلیق
مشخصات ظاهری	: تهران: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، سال ۱۳۹۷
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۷۳۹-۱
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیپا
یادداشت	: مدل‌های ریاضی
یادداشت	: Mathematical models
شناسه افزوده	: هوشمند خلیق، فرناز، ۱۳۶۵
شناسه ازدود	: دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
رده‌بندی کنگر	: QA ۴۰۱/م۹۴ ر ۱۳۹۷
رده‌بندی دیویی	: ۵۱۱/۰
شماره کتابشناسی ملی	: ۵۳,۷۵

این کتاب در جلسه مورخ ۱۳۹۷/۴/۳ شورای چاپ و نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر به تصویب رسیده است.



انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر
(پلی تکنیک تهران)

عنوان کتاب	: روش‌هایی در مدل‌سازی ریاضی
تألیف	: دکتر سیدعلی میرحسنی - دکتر فرناز هوشمند خلیق
ناشر	: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
چاپ و صحافی	: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)
چاپ اول	: پاییز ۱۳۹۷
قیمت	: ۳۵,۰۰۰ تومان
تیراژ	: ۱۰۰ نسخه
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴-۴۶۳-۷۳۹-۱
ISBN	: 978-964-463-739-1

آدرس مرکز پخش: خیابان ولیعصر، روبروی خیابان بزرگمهر، فروشگاه کتاب مرکز نشر

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) - تلفن: ۶۶۴۹۸۸۶۸

وبسایت: <http://publication.aut.ac.ir>

حق چاپ برای ناشر محفوظ است.

«فهرست مطالب»

عنوان

صفحه

I.....	پیش‌گفتار
۱.....	۱ فصل اول: کلیات
۱.....	۱-۱ مقدمه
۲.....	۲-۱ مدل و انواع آن
۴.....	۳-۱ اهمیت مدل‌های ریاضی
۴.....	۴-۱ گام‌ها مدل‌سازی
۶.....	۵-۱ ساختار کلی یک مدل ریاضی
۱۲.....	۶-۱ تمرینات
۱۵.....	۲ فصل دوم: عوامل اصلی برنامه‌ریزی ریاضی
۱۵.....	۱-۲ مقدمه
۱۵.....	۲-۲ انواع متغیرها در مدل‌های ریاضی
۱۸.....	۳-۲ انواع قیود در مدل‌های ریاضی
۲۷.....	۴-۲ انواع توابع هدف در مدل‌های ریاضی
۲۸.....	۵-۲ انواع مدل‌های ریاضی
۴۵.....	۶-۲ مقدمه‌ای بر روش‌های حل مدل‌های ریاضی
۶۴.....	۷-۲ تمرینات
۷۵.....	۳ فصل سوم: مدل‌ها و منطق ریاضی
۷۵.....	۱-۳ مقدمه
۷۶.....	۲-۳ گزاره‌های ساده
۷۶.....	۳-۳ گزاره‌های مرکب
۷۸.....	۴-۳ گزاره و گزاره‌نما
۷۹.....	۵-۳ گزاره منطقی و متغیر دودویی
۸۳.....	۶-۳ قیود و نشانگرها
۱۰۸.....	۷-۳ مثال‌های گوناگون
۱۱۳.....	۸-۳ تمرینات
۱۲۳.....	۴ فصل چهارم: خطی‌سازی توابع غیرخطی
۱۲۳.....	۱-۴ مقدمه
۱۲۴.....	۲-۴ حاصل ضرب متغیرها
۱۴۵.....	۳-۴ بازنمایش تابع تکه‌ای خطی
۱۶۱.....	۴-۴ برنامه‌ریزی تفکیک‌پذیر

۱۶۹	۵-۴ مسائل با توابع بیشینه و کمینه
۱۷۱	۶-۴ مسائل کمترین بیشینه و بیشترین کمینه
۱۷۲	۷-۴ مسائل با تابع قدر مطلق
۱۸۳	۸-۴ مسائل با تابع کسری
۱۹۱	۹-۴ مسأله کوله‌پشتی
۱۹۸	۱۰-۴ تمرینات

۵ فصل پنجم: مقایسه کیفی مدل‌ها

۲۱۱	۱-۵ مقدمه
۲۱۱	۲-۵ تأثیر تعداد متغیرها و قیود روی کیفیت مدل
۲۱۴	۳-۵ مقایسه مدل‌ها بر مبنای مسأله LP آزاد
۱۷۴	۵-۵ فرمول بندی ایده‌آل
۲۱۵	۵-۵ روش‌های بهبود فرمول بندی اولیه
۲۵۱	۶-۵ برنامه‌ریزی منطقی
۲۶۷	۷-۵ تمرینات

۶ فصل ششم: خطایابی

۲۷۳	۱-۶ مقدمه
۲۷۳	۲-۶ مراحل خطایابی
۲۷۴	۳-۶ بررسی مدل در وضعیت نشدنی
۲۷۶	۴-۶ بررسی مدل در وضعیت بیکرانی
۲۷۷	۵-۶ بررسی علت تعارض جواب با انتظارات
۲۷۷	۶-۶ زیرماتریس‌های نشدنی تحویل ناپذیر
۲۷۹	۷-۶ تمرینات

۷ فصل هفتم: مقایسه مسائل از نظر پیچیدگی

۲۸۵	۱-۷ مقدمه
۲۸۵	۲-۷ مسائل تصمیم‌پذیر
۲۸۶	۳-۷ دسته‌بندی مسائل تصمیم‌پذیر
۲۸۹	۴-۷ دسته NP-سخت
۲۹۱	۵-۷ تمرینات

۸ فصل هشتم: کاربردهای مدل‌سازی ریاضی

۲۹۵	۱-۸ مقدمه
۲۹۵	۲-۸ مسأله برنامه‌ریزی درسی
۲۹۷	۳-۸ مسأله انتخاب سهام
۳۰۸	۴-۸ مسأله فروشنده دوره‌گرد
۳۱۵	۵-۸ مسأله کنترل بیماری

۳۲۵	.....	۶-۸	مسأله زمان بندی کار
۳۳۱	.....	۷-۸	مسأله مقاوم سازی شبکه
۳۳۵	.....	۸-۸	مسأله مسیریابی وسایل نقلیه
۳۴۲	.....	۹-۸	مسأله انتقال فرآورده های نفتی
۳۵۲	.....	۱۰-۸	مسأله برش
۳۵۹	.....	۱۱-۸	مسأله برنامه ریزی ورزشی
۳۶۸	.....	۱۲-۸	مسأله فروش دارایی ها
۳۷۲	.....	۱۳-۸	مسأله طراحی شبکه
۳۷۹	.....	۱۴-۸	مسأله شناسایی کاربران مهم در شبکه اجتماعی
۳۸۹	.....	۱۵-۸	مسأله مدیریت منابع آب
۳۹۸	.....	۱۶-۸	تمرینات
۴۱۵	.....		مراجع
۴۲۳	.....		نمایه
۴۲۵	.....		واژه نامه فارسی به انگلیسی
۴۳۵	.....		واژه نامه انگلیسی به فارسی

«پیش‌گفتار»

تحقیق در عملیات شاخه‌ای از علم ریاضیات است که به انتخاب بهترین عضو از یک مجموعه از اعضای دست یافتنی اشاره می‌کند و سعی دارد تا با بکارگیری مدل‌سازی ریاضی، تحلیل‌های آماری و بهینه‌سازی ریاضی و با روشی ساده و نظام‌مند بهترین گزینه را از بین گزینه‌های موجود شناسایی و معرفی نماید. منشأ و خواستگاه مسائل بهینه‌سازی، نیاز تصمیم‌گیرندگان صنعتی، اقتصادی، اجتماعی و غیره می‌باشد که در جستجوی بهترین روش ممکن برای حل مسائل حوزه تخصصی خود هستند. در اغلب موارد، تعداد گزینه‌های مورد بحث، فوق‌العاده زیاد است به طوری که بیان صریح همه آنها مقدور نیست. بنابراین، چنین مسائلی ابتدا به عنوان یک مشکل یا پدیده قابل بررسی توسط مدیران مطرح می‌گردند (طرح مسأله). آنگاه در راستای شناسایی رویکردهای قابل قبول، گزینه‌ها به طور ضمنی و در قالب روابط ریاضی معرفی می‌شوند به طوری که هر گزینه‌ای که در این روابط صدق کند، یک انتخاب موجه و پذیرفتنی است. بدین ترتیب، مدل‌های ریاضی به صورت ترکیبی از متغیرها و پارامترها در قالب معادلات و نامعادلات ریاضی شکل داده می‌شوند (ساخت مدل). بر اساس این مدل‌ها و الگوریتم‌های حل مدل‌های ریاضی، گزینه مطلوب را از بین طیف وسیعی از گزینه‌های ممکن شناسایی و معرفی می‌کنند (حل مدل). پیگیری و تکرار این فرآیند در یک محیط تعاملی و پویا می‌تواند به نتیجه مطلوب که همان انتخاب بهترین گزینه است، ختم گردد.

امروزه با تلاش جامعه ریاضی، الگوریتم‌های مناسب و کارآمدی توسعه یافته‌اند که در قالب نرم‌افزارهای ریاضی، نیاز کاربران برای حل مدل‌های بهینه‌سازی را پاسخ می‌دهند. این نرم‌افزارها قادرند مدل‌های ریاضی را به ساده‌ترین روش از کاربران دریافت و پس از جمع‌آوری شده را به شکل مناسب آماده و در اختیار بهینه‌یاب قرار دهند. نرم‌افزار بهینه‌یاب با بکارگیری الگوریتم لازم نسبت به حل مدل اقدام و نتیجه را در اختیار کاربر قرار می‌دهد. به این ترتیب، تلاش شده است تا کاربران بدون درگیری در پیچیدگی‌های ریاضی الگوریتم‌ها، مسأله خود را طرح، مدل و سپس حل کنند. موفقیت در این مسیر، در گرو ساخت مدلی دقیق و مناسب است به طوری که ضمن رعایت شرایط مسأله، محدودیت‌های الگوریتم‌ها را نیز به عنوان یک عامل مهم در نظر بگیرد.

توصیف اولیه مسائل عملی، اغلب مبتنی بر بیان مجموعه‌ای از گزاره‌های منطقی است که باید در قالب یک مدل ریاضی به کار گرفته شوند. از این رو، بیان مسأله در قالب یک مدل ریاضی گامی مهم در بکارگیری عملی دانش بهینه‌سازی است که تاکنون کمتر به آن پرداخته شده است. این کتاب با محوریت مدل‌سازی ریاضی به معرفی اصول و ظرافت‌های آن می‌پردازد و سعی

می‌کند تا فرآیند ساخت و ارزیابی مدل‌ها را معرفی و به طور هدفمند، قواعد و ضوابط مورد نیاز را توضیح و تشریح نماید به طوری که خواننده بتواند با تکیه بر منطق ریاضی نسبت به تعمیم و بکارگیری مجدد مفاهیم در دیگر مسائل اقدام نماید.

در پنج فصل اول کتاب سعی بر آن است که مفاهیم مورد نیاز مدل‌سازی با توجه به زمینه کاربردی آن شناسایی و به طور مناسب، متغیرها و قیود مرتبط معرفی گردند. در مواردی که بیش از یک راهکار موجود باشد، راهکارهای متفاوت معرفی و مقایسه شده‌اند و مثال‌های متعدد، وظیفه تسهیل درک موضوع را به عهده دارند. فصول ششم و هفتم، خواننده را با چگونگی مواجهه با مشکلات هنر مدل‌سازی و ضعف الگوریتم‌ها در حل مدل‌های پیچیده آشنا می‌کنند. فصل هشتم به تبادل، از مسائل کاربردی اختصاص داده شده است تا خواننده با زمینه‌های متنوع بکارگیری علمی موضوعات و چگونگی استفاده از روش‌های مطروحه تا حد امکان آشنا گردد. کتاب مذکور، حاصل سال‌ها تجربه و تدریس در این رشته می‌باشد، امید است که مقبول نظر علاقمندان واقع گردد. پیشنهادهای سازنده خوانندگان گرامی در رفع نواقص احتمالی، موجب امتنان خواهد بود.

دکتر فرناز هوشمند خلیق

عضو هیات علمی دانشکده ریاضی و علوم کامپیوتر
دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)

دکتر سیدعلی میرحسینی

عضو هیات علمی دانشکده ریاضی و علوم کامپیوتر
دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)