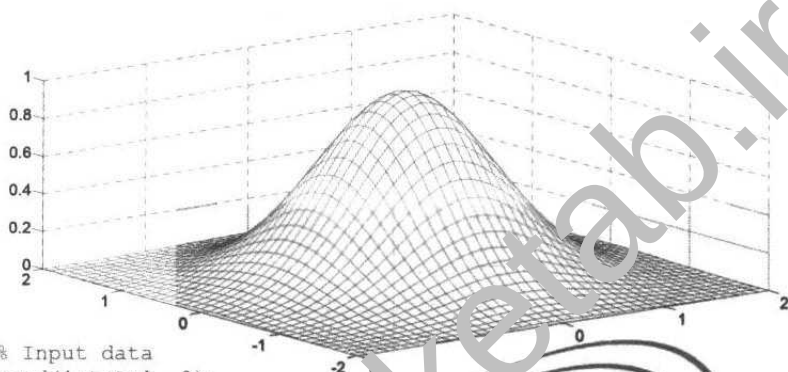


بهینه‌سازی مهندسی

MATLAB

با استفاده از

(تئوری و کاربرد بهینه‌سازی)



```
% Input data
rand('state', 0);
n = 15;
m = 10;
P = rand(m,n);
P = P./repmat(sum(P),m,1);
c = sum(P.*log2(P));

% Channel capacity
cvx_begin
    variable x(n,1);
    y = P*x;
    maximize (c*x + sum(entr(y))/log(2))
    x >= 0;
    sum(x) == 1;
cvx_end
C = cvx_optval;

% Results
display(['The channel capacity is: ' num2str(C) ' bits.'])
```

تدوین و گردآوری:

جواد زراعتکارمقدم (استادیار، عضو هیأت علمی دانشگاه بیرجند)

حمید فرخی (دانشیار، عضو هیأت علمی دانشگاه بیرجند)

TA	زراعتکار مقدم، جواد
۳۴۵	بهبهینه سازی مهندسی با استفاده از MATLAB تئوری و کاربرد بهبهینه سازی /
۴/	تدوین و گردآوری جواد زراعتکار مقدم، حمید فرخی. -
ب۹	بیرجند: دانشگاه بیرجند، ۱۳۹۶.
	۱۲۸ص: جدول، نمودار.
	شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۹۶۳۴۶-۴-۴
	عنوان به انگلیسی:
	۱. ریاضیات مهندسی - داده پردازی ۲. بهبهینه سازی ریاضی - برنامه های کامپیوتری. ۳. مهندس - الگوریتم ریاضی الف. فرخی، حمید، گردآورنده ب. عنوان.
	کتابخانه مرکزی و مرکز اطلاع رسانی دانشگاه بیرجند ۹۶-۲۴۵



خدمات نشر: انتشارات فکرپیکر

بیرجند، خیابان آیت الله غفاری، حدفاصل غفاری ۱۰ و

تلفن: ۰۵۶۳۲۴۲۵۰۳۴ - کدپستی: ۷۱۷۹۷۶۴۶۵

بهبهینه سازی مهندسی با استفاده از MATLAB تئوری و کاربرد بهبهینه سازی

تدوین و گردآوری: جواد زراعتکار مقدم، حمید فرخی

صفحه آرای و واژه پرداز: فائزه دستگردی / لیتوگرافی و چاپ: واصف

چاپ اول: زمستان ۱۳۹۶ / ۵۰۰ نسخه / شماره ی نشر ۲۳

کلیه حقوق نشر برای ناشر محفوظ است

قیمت: ۱۵۰۰۰۰ ریال

پیشگفتار

در چند سال اخیر مسائل بهینه سازی مهندسی در سطوح تحصیلات تکمیلی و حتی پایین تر با رشد چشمگیری همراه بوده است؛ به طوری که کمتر می توان تحقیقی را یافت که در آن سخنی از بهترین نتیجه در شرایط خاص و با محدودیت های مشخصی نباشد. بنابراین، در صورت عدم شنایی این گونه مسائل شاید از دانش کافی جهت انجام تحقیقات مهندسی برخوردار نباشیم. از این رو، گسترده و پیچیدگی مباحث بهینه سازی مهندسی ممکن است باعث سردرگمی محققین شود.

استفاده از جعبه ابزارهای نرم افزار MATLAB تحولات وسیعی را در زمینه پژوهش های علمی ایجاد نموده است؛ به طوری که استفاده از این جعبه ابزارها باعث کوتاه تر شدن زمان انجام پژوهش ها، بالا بردن کیفیت، کاهش هزینه ها و اشتباهات شده است. قدرت MATLAB از انعطاف پذیری آن و راحت بودن کار با آن ناشی می شود. همچنین شرکت سازنده و گروه های مختلف، از جمله دانشگاه های سراسر جهان و برخی شرکت های مهندسی هر ساله جعبه ابزارهای خاص و کاربردی به آن می افزایند که باعث افزایش کارایی و محبوبیت آن شده است. از جمله جدیدترین و کارآمدترین جعبه ابزارهایی که اخیراً معرفی شده و کاربرد گسترده ای یافته است، جعبه ابزار بهینه سازی محدب است که با نام CVX شهرت یافته است. از این جعبه ابزار برای حل انواع مسائل بهینه سازی استفاده می شود؛ که با توجه به ویژگی های منحصر به فردی که دارد کاربرد گسترده ای یافته است. از جهتی عدم آشنایی با روش های مختلف بهینه سازی و برنامه ریزی ریاضی و دانش ناکافی در مورد آن، استفاده از این بخش از نرم افزار متلب را غیرممکن می سازد. بنابراین نیاز به کتابی احساس می شد که تمام آنچه که در استفاده از این بخش از نرم افزار مورد نیاز است را ابتدا به صورت تئوری و ریاضی بیان نموده و سپس نحوه ی استفاده از جعبه ابزار مربوطه را شرح دهد.

اهمیت بیش از حد این گونه از مسائل و همچنین عدم وجود کتابی در این زمینه، باعث شد که به تدوین این کتاب مبادرت ورزیم. ویژگی منحصر به فرد این کتاب این است که در آن انواع مسائل بهینه سازی ابتدا به صورت تئوری و بیان ریاضی و سپس به صورت نرم افزاری و کاربردی بیان شده است. هم چنین جهت فهم عمیق و یادگیری بهتر، نحوه ی استفاده از CVX به صورت گام به گام معرفی گردیده است. ویژگی دیگر آن این است که در تدوین این کتاب از ساعت ها سابقه ی پژوهش و هم چنین همکاری اساتید دانشکده ی مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه بیرجند به خصوص اساتید گروه مهندسی مخابرات کمک گرفته شده است.

خوانندگان گرامی جهت کمک در بهبود و رفع نقص های احتمالی این اثر می توانند از طریق پست الکترونیک Javad.zeraatkar.m@gmail.com با ما در ارتباط باشند. لازم به ذکر است که جعبه ابزار CVX نرم افزار MATLAB و نحوه ی نصب آن در CD پیوست کتاب موجود است.

حمید فرخی

جواد زراعتکارمقدم

عضو هیأت علمی دانشگاه بیرجند

عضو هیأت علمی دانشگاه بیرجند

فهرست مطالب

فصل ۱- مقدمه	۹
۱-۱- مقدمه ای بر بهینه سازی	۹
۱-۲- تاریخچه	۱۰
۱-۳- معرفی ساختار کتاب	۱۲
فصل ۲- تئوری بهینه سازی	۱۴
۲-۱- بیان یک مسئله ی بهینه سازی اولیه	۱۴
۲-۲- دسته بندی مسائل بهینه سازی	۱۸
۲-۲-۱- مسئله ی برنامه ریزی غیر خطی	۱۹
۲-۲-۲- مسئله ی برنامه ریزی هندسی	۱۹
۲-۲-۳- مسئله ی برنامه ریزی مرتبه دوم	۲۰
۲-۲-۴- مسئله ی برنامه ریزی خطی	۲۰
۲-۲-۴-۱- شکل استاندارد مسئله ی برنامه ریزی خطی	۲۱
۲-۲-۴-۲- روش ترسیمی حل مسائل برنامه ریزی خطی	۲۲
۲-۲-۴-۳- دوگانگی در برنامه ریزی خطی	۲۷
۲-۳- مقادیر ویژه و بردارهای ویژه	۲۹
۲-۴- توابع محدب و مقعر	۳۲
فصل ۳- بهینه سازی با استفاده از جعبه ابزار CVX	۳۸
۳-۱- معرفی دستورات، توابع و متغیرهای لازم در بهینه سازی	۳۸
۳-۱-۱- دستورات شروع و پایان	۳۸
۳-۱-۲- متغیرها	۳۹
۳-۱-۳- توابع هدف	۴۲
۳-۱-۴- قیود	۴۲
۳-۱-۵- توابع ریاضی	۴۳

۴۵	۳-۱-۵-۱-..... CVX توابع موجود در
۴۹	۳-۱-۵-۲-..... یکنواختی در ترکیبات غیرخطی
۵۰	۳-۱-۶-..... معرفی چند مسئله ی بهینه سازی مقدماتی
۶۰	۳-۱-۷-..... عضویت در مجموعه
۶۲	۳-۱-۸-..... متغیرهای دو گان
۶۴	۳-۱-۹-..... تخصیص و نگه دارنده ی عبارت
۶۷	۳-۱-۱۰-..... کنترل دقت
۶۹	۳-۱-۱۱-..... تفسیر نتایج خروجی برنامه
۷۱	۳-۲-۱-..... مسئله بندی مسائل بهینه سازی در CVX
۷۱	۳-۲-۱-..... سبک برنامه ریزی محدب منظم
۷۷	۳-۲-۲-..... سبک برنامه ریزی نیمه معین
۸۰	۳-۲-۳-..... سبک برنامه ریزی نامنظم
۸۳	۳-۳-..... انواع حلگر و تنظیمات آن
۸۷	۳-۴-..... مباحث تکمیلی
۸۷	۳-۴-۱-..... عملگرهای حسابی
۸۸	۳-۴-۲-..... توابع ریاضی موجود در CVX
۸۸	۳-۴-۲-۱-..... توابع خطی
۸۹	۳-۴-۲-۲-..... توابع غیر خطی
۹۱	۳-۴-۲-۳-..... سایر توابع
۹۷	۳-۴-۳-..... مجموعه های عضویت
۹۹	۳-۴-۴-..... خلاصه ای از دستورات رایج در CVX
۱۰۱	۳-۵-..... مثال های کاربردی