

کتاب جامع
تحلیل پوششی داده‌ها
(جلد اول)

قابل استفاده برای دانشجویان تحصیلات تکمیلی رشته‌های
ریاضی کاربردی (تحقیق در عملیات)، مدیریت، مهندسی صنایع

مؤلف:

دکتر محمد ایزدی‌خواه

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک



پائیز ۱۳۹۳

سرشناسه	ایزدی خواه، محمد، ۱۳۵۷ -
عنوان و نام پدیدآور	کتاب جامع تحلیل پوششی داده‌ها: قابل استفاده برای دانشجویان تحصیلات تکمیلی رشته های ریاضی... / مولف محمد ایزدی خواه.
مشخصات نشر	اراک: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، انتشارات علمی، ۱۳۹۳-
مشخصات ظاهری	ج: مصور، جدول، نمودار.
فروست	انتشارات علمی دانشگاه آزاد اراک؛ ۲۶۰.
شابک	دوره: 5-3093-978-964-10-3093-5؛ ج: ۱-3091-978-964-10-3091-1؛ ج: ۲-3092-978-964-10-3092-8
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	واژه نامه.
یادداشت	کتابنامه.
موضوع	تحلیل پوششی داده‌ها -- راهنمای آموزشی (عالی)
موضوع	تحلیل پوششی داده‌ها -- مسائل، تمرین ها و غیره (عالی)
شناسه افزوده	دانشگاه آزاد اسلامی. واحد اراک. مرکز انتشارات علمی
رده بندی کنگره	۱۳۹۳: ۹۰۲۱۳۹۳۱۰۸۳۱
رده بندی دیویی	۵۱۹/۷۲۰۷
شماره کتابشناسی ملی	۳۶۳۰۸۹۱

کتاب جامع تحلیل پوششی داده‌ها

تألیف: دکتر محمد ایزدی خواه

ناشر: انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک

نوبت و سال چاپ: اول / پائیز ۱۳۹۳

حروفچینی و صفحه آرایی: دفتر فنی ولیعصر (سرای) ۰۹۱۸۳۴۹۵۶۴۷

طرح جلد: فاطمه سرایی

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۱۰-۳۰۹۱-۱

قیمت: ۱۸۵۰۰۰ ریال

نشانی: اراک - میدان امام خمینی (ره) - شهرک دانشگاه آزاد اسلامی اراک

دفتر انتشارات علمی - تلفن: ۳۴۱۳۰۷۶۳ / نامبر: ۳۴۱۳۰۵۷۸

حق چاپ محفوظ است

الهی خوشا آنانکه در جوانی شکسته شدند که پیری خود شکستگی است...



تحلیل پوششی داده‌ها، در حال حاضر در
مقاطع تحصیلات تکمیلی اکثر دانشگاه‌ها در
رشته‌های ریاضی کاربردی (تحقیق در
عملیات)، مدیریت و مهندسی صنایع تدریس
شده و در بسیاری از رساله‌های تحصیلات
تکمیلی مورد استفاده واقع شده است.



پیشگفتار

ستایش می‌کنم آن سرچشمه علم و فضیلت را که قدرت آموختن، آموزش و پژوهش را به
من عطا فرمود تا پس از ماهها تلاش و ممارست، تدوین کتاب جامع تحلیل پوششی داده‌ها
به پایان رسد و در اختیار دانشجویان، دانش پژوهان و محققان قرار گیرد.

بهره‌وری یکی از مفاهیم مهم در اقتصاد به شمار می‌آید که رابطه بین استفاده از عوامل
تولید و محصول تولید شده را نشان می‌دهد. ارتقای بهره‌وری سبب پیشرفت و توسعه
یافتگی می‌شود و اکثر کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه به منظور اشاعه نگرش به
مقوله بهره‌وری و تعمیم بکارگیری فنون و روش‌های ارتقای آن، سرمایه‌گذاری‌های
زیادی انجام داده‌اند. بررسی عملکرد کشورهایی که طی چند دهه اخیر رشد اقتصادی قابل

توجهی داشته‌اند حاکی از آن است که اکثر این کشورها رشد را از طریق ارتقای بهره‌وری بدست آورده‌اند. یکی از ابزارهای مناسب و کارآمد در زمینه محاسبه بهره‌وری و کارایی، تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد که به عنوان یک روش غیرپارامتری به منظور محاسبه کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده استفاده می‌شود. امروزه استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها با سرعت زیادی در حال گسترش بوده و در ارزیابی سازمان‌ها و صنایع مختلف مانند صنعت بانکداری، پست، بیمارستانها، مراکز آموزشی، نیروگاهها، پالایشگاه‌ها و... استفاده می‌شود. توسعه‌های زیادی از جنبه تنوری و کاربردی در مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها اتفاق افتاده که شناخت جوانب مختلف آن را برای بکارگیری دقیقتر اجتناب‌ناپذیر می‌کند. استفاده از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها علاوه بر تعیین میزان کارایی نسبی، نقاط ضعف سازمان را در شاخص‌های مختلف تعیین کرده و با ارائه میزان مطلوب آنها، خط مشی سازمان را به سوی ارتقای کارایی و بهره‌وری مشخص می‌کند.

در حال حاضر تحلیل پوششی داده‌ها در مقاطع تحصیلات تکمیلی اکثر دانشگاه‌ها در رشته‌های ریاضی کاربردی (تحقیق در عملیات)، مدیریت و مهندسی صنایع تدریس شده و در بسیاری از رساله‌های تحصیلات تکمیلی مورد استفاده واقع شده است. لذا اهمیت موضوع چه در زمینه کاربردی و چه در زمینه نظری از یک سو و کمبود یک منبع بروز و جامع از سوی دیگر نگارنده را بر این داشت که با استفاده از تجربیات چند ساله خویش در زمینه تحقیق و تدریس تحلیل پوششی داده‌ها و نیز بهره‌گیری از کتب و مقالات منتشر شده تا سال ۲۰۱۴ یک کتاب جامع در زمینه تحلیل پوششی داده‌ها تهیه نماید تا نیاز دانشجویان تحصیلات تکمیلی و نیز محققین را در این زمینه برآورده سازد. در این کتاب سعی شده است که با بیان قضایا و نکات فراوان و اثبات بسیاری از آنها گامی مهم در بهبود دیدگاه تنوری محققین برداشته شود. همچنین با بیان مثالهای فراوان و نیز ترسیم نمودارها و اشکال مناسب و فراوان سعی شده است که به درک و فهم بیشتر مدل‌ها و مطالب پرداخته شود. کتاب جامع تحلیل پوششی داده‌ها در دو جلد و شانزده فصل تدوین شده است. جلد اول شامل شش فصل و جلد دوم شامل ده فصل می‌باشند. سازماندهی کتاب به شرح زیر است:

فصل اول، به معرفی مفاهیم و کلیات مورد نیاز و مورد استفاده در بکارگیری، تعریف و تحلیل مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها می‌پردازد.

در فصل دوم خواننده با مدل‌های شعاعی با بازده به مقیاس ثابت و متغیر مانند مدل‌های CCR ، BCC و FDH و غیره و نکات و خواص مربوط به آنها آشنا می‌شود.

فصل سوم به معرفی مدل‌های غیر شعاعی مانند جمعی، SBM ، راسل و غیره و خواص و تبدیلات آنها اختصاص دارد.

فصل چهارم این کتاب نگاهی جامع به ویژگیهای اساسی و کاربردی مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها مانند نقش ابرصفحه‌ها، مجموعه‌های مرجع و غیره دارد.

فصل پنجم مروری کامل بر روش‌ها و مدل‌های رتبه‌بندی را ارائه می‌دهد. همچنین بعضی از روش‌ها نیز توسعه داده شده‌اند.

فصل ششم به بحث و بررسی مدل‌ها و روش‌های محاسبه بازده به مقیاس می‌پردازد. در فصل هفتم انواع محدودیتهای وزنی و تاثیر آنها بر مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها بررسی شده‌اند.

فصل هشتم به روش‌های محاسبه ابرصفحه‌های سازنده مجموعه امکان تولید می‌پردازد. فصل نهم به معرفی وزنهای مشترک در تحلیل پوششی داده‌ها و روش‌های محاسبه و بکارگیری آنها اختصاص می‌یابد.

فصل دهم اختصاص به تحلیل پوششی داده‌ها با داده‌های منفی دارد. فصل یازدهم نگاهی به مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها در حضور داده‌های صحیح دارد. فصل دوازدهم به معرفی تراکم و کاربرد و بکارگیری آن در تحلیل پوششی داده‌ها می‌پردازد.

در فصل سیزدهم خوانندگان گرامی با شاخص‌های بهره‌وری، بخصوص شاخص بهره‌وری مالم کوئیست آشنا خواهند شد.

در فصل چهاردهم روش‌های دسته‌بندی و خوشه‌بندی بر اساس تحلیل پوششی داده‌ها معرفی می‌شوند.

فصل پانزدهم به طور گذرا مدل‌ها و روش‌های تخصیص هزینه ثابت را بر اساس مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها معرفی می‌کند.

در فصل شانزدهم مروری جامع و کامل بر روش‌های تحلیل حساسیت در مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها خواهد شد.

همچنین تعدادی از برنامه‌های GAMS مربوط به مثالها در انتهای فصلهای چهارم و پنجم آورده شده است. علاوه بر این نقطه مثبت دیگر کتاب، ارائه یک فهرست واژگان تقریباً کامل در حیطه تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد.

گرچه سعی شده است که این مجموعه بدون نقص باشد ولی خالی از اشکال نیست و نویسنده منتظر دریافت نظرات و پیشنهادات ارزشمند صاحب نظران و خوانندگان گرامی خواهد بود.

همچنین بر خود لازم میدانم که ادای دین نموده و از اساتید ارجمند و فرهیخته جناب آقای پروفیسور غلامرضا جهانشاهلو و جناب آقای پروفیسور فرهاد حسین زاده لطفی که سالها افتخار شاگردی آنها را داشته و از محضر آنها کمال استفاده را برده ام تشکر نموده و این کتاب را به آنها تقدیم کنم.

در انتها از انتشارات محترم دانشگاه آزاد اسلامی به مدیریت جناب آقای مهندس منصور زارعی که این کتاب را به زیور چاپ آراستند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

محمد ایزدی خواه

پاییز ۱۳۹۳

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات و مفاهیم اولیه	۱
۱-۱ مقدمه	۳
۲-۱ اندازه گیری عملکرد	۴
۳-۱ تاریخچه محاسبه کارایی	۷
۴-۱ تابع تولید	۷
۵-۱ روش های پارامتری برای محاسبه تابع تولید	۹
۱-۵-۱ روش برازش منحنی	۹
۱-۵-۲ استفاده از تابع تولید کاب-داگلاس	۱۱
۶-۱ روش های غیرپارامتری و تحلیل پوششی داده ها	۱۲
۱-۶-۱ مرز فارل	۱۲
۲-۶-۱ تولید کارا	۱۴
۳-۶-۱ کارایی فارل	۱۷
۴-۶-۱ توابع فاصله ای فارل و شفارد	۱۹
۵-۶-۱ اندازه های کارایی جهت دار	۱۹
۶-۶-۱ تحلیل پوششی داده ها	۲۳

- ۱-۶-۷ تعاریف مقدماتی تحلیل پوششی داده‌ها ۲۵
- ۱-۷ تشخیص ورودی‌ها و خروجی‌ها ۲۶
- ۱-۸ تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها ۲۷
- ۱-۹ انواع کارایی ۲۸
- ۱-۹-۱ کارایی مطلق ۲۸
- ۱-۹-۲ کارایی نسبی (در حالت یک ورودی و یک خروجی) ۲۸
- ۱-۱۰ کارایی در حالت چند ورودی و چند خروجی ۲۹
- ۱-۱۰-۱ کارایی اقتصادی ۳۰
- ۱-۱۰-۲ تعریف ریاضی کارایی نسبی در حالت چند ورودی و چند خروجی ۳۱
- ۱-۱۱ چند تعریف برای مقایسه واحدهای تصمیم گیرنده ۳۲
- ۱-۱۲ مجموعه امکان تولید در حالت بازده به مقیاس ثابت (CRS) ۳۵
- ۱-۱۲-۱ مفهوم اصول موضوعه ۳۵
- ۱-۱۲-۲ ساختن مجموعه امکان تولید را به کمک اصول موضوعه ۳۶
- ۱-۱۳ مفاهیم شعاعی و غیر شعاعی ۴۱
- ۱-۱۳-۱ ماهیت غیر شعاعی ۴۲
- ۱-۱۳-۲ ماهیت شعاعی ۴۲
- ۱-۱۴ بعضی از ملاحظات در استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها ۴۳
- ۱-۱۴-۱ انتخاب واحدهای تصمیم گیرنده ۴۴
- ۱-۱۴-۲ انتخاب ورودی‌ها و خروجی‌ها ۴۵
- ۱-۱۴-۳ انتخاب مدل DEA مناسب ۴۶
- ۱-۱۴-۱-۳ مدل با ماهیت ورودی یا خروجی ۴۷
- ۱-۱۴-۲-۳ کاهش ورودی‌ها ۴۷
- ۱-۱۴-۳-۳ افزایش خروجی‌ها ۴۸
- ۱-۱۴-۴ فرآیندهای پس از حل DEA ۴۹

۴۹	۵-۱۴-۱ تحلیل حساسیت نتایج DEA
۵۰	۶-۱۴-۱ مزایا و معایب تحلیل پوششی داده‌ها
۵۰	۱-۶-۱۴-۱ مزایای تحلیل پوششی داده‌ها
۵۱	۲-۶-۱۴-۱ معایب تحلیل پوششی داده‌ها
۵۳	فصل دوم: ارزیابی کارایی با مدل‌های شعاعی
۵۵	۱-۲ مقدمه
۵۷	۲-۲ مدل‌های شعاعی در تحلیل پوششی داده‌ها
۵۸	۳-۲ مدل‌های اساسی DEA
۵۸	۱-۳-۲ محاسبه مدل CCR بر اساس مجموعه امکان تولید
۶۱	۲-۳-۲ محاسبه مدل‌های اساسی بر اساس کارایی نسبی
۶۵	۳-۳-۲ محاسبه مدل‌های اساسی بر اساس بر دارهای غالب
۶۸	۴-۲ خواص مدل CCR
۸۳	۵-۲ تعاریف کارایی قوی
۸۹	۶-۲ مدل CCR E-دار و روش دوفازی
۹۵	۷-۲ مدل‌های اساسی با بازده به مقیاس متغیر
۹۵	۱-۷-۲ محاسبه مدل BCC بر اساس مجموعه امکان تولید
۹۸	۲-۷-۲ خواص مدل BCC
۹۸	۳-۷-۲ مقایسه مدل CCR و BCC
۹۹	۴-۷-۲ دوگان مدل BCC
۱۰۰	۸-۲ انواع دیگری از مدل‌های شعاعی در تحلیل پوششی داده‌ها
۱۰۰	۱-۸-۲ مدل $BCC - CCR$
۱۰۱	۲-۸-۲ مدل $CCR - BCC$
۱۰۲	۹-۲ دسترسی آزاد (آزادانه کنار گذاشتن) ورودی و خروجی
۱۰۵	۱۰-۲ مدل‌های DEA با دسترسی آزاد

۱۰۵.....	FDH مدل ۱-۱۰-۲
۱۰۸.....	استفاده از الگوریتم شمارشی ۱-۱۰-۲
۱۱۱.....	استفاده از فرم خطی ۲-۱۰-۲
۱۱۳.....	تعمیم مدل FDH: FRH مدل ۲-۱۰-۲
۱۱۶.....	CCR مدل با ماهیت ترکیبی -----
۱۱۸.....	تحلیل پوششی داده‌ها در ماهیت خروجی -----
۱۱۸.....	CCR مدل در ماهیت خروجی
۱۳۲.....	فرم پوششی مدل حاصلضربی ۲-۱۴-۲
۱۳۳.....	مجموعه امکان تولید مدل حاصلضربی ۳-۱۴-۲
۱۳۵.....	فصل سوم: مدل‌های غیر شعاعی
۱۳۷.....	۱-۳ مقدمه -----
۱۳۷.....	۲-۳ مدل‌های غیر شعاعی -----
۱۳۸.....	۱-۲-۳ اندازه کارایی فار-لاول -----
۱۳۸.....	۲-۲-۳ مدل راسل -----
۱۳۹.....	۳-۲-۳ مدل جمعی -----
۱۴۷.....	۴-۲-۳ اندازه با محدوده تعدیل شده (RAM) -----
۱۴۹.....	۵-۲-۳ مدل RAM/BCC -----
۱۵۲.....	۶-۲-۳ اندازه وابسته به متغیرهای کمکی (SBM) -----
۱۵۵.....	۱-۶-۲-۳ رابطه مدل SBM با مدل CCR -----
۱۵۸.....	۲-۶-۲-۳ دوگان مساله SBM -----
۱۵۹.....	۷-۲-۳ مدل راسل اصلاح شده -----
۱۶۹.....	۱-۷-۲-۳ فرم خطی شده مدل راسل اصلاح شده -----
۱۷۱.....	۲-۷-۲-۳ ارتباط مدل راسل اصلاح شده و مدل SBM -----
۱۷۳.....	فصل چهارم: ویژگی‌های کاربردی -----

۱۷۵	۱-۴ مقدمه
۱۷۵	۲-۴ مجموعه‌های مرجع در DEA
۱۸۳	۳-۴ مفهوم پایداری
۱۸۴	۱-۳-۴ پایداری در انتقال
۱۸۸	۲-۳-۴ پایداری در واحد
۱۹۱	۴-۴ نقش ابرصفحه‌ها در تحلیل پوششی داده‌ها
۱۹۴	۱-۴-۴ یافتن معادلات ابرصفحه‌ها
۱۹۴	۱-۱-۴-۴ محاسبه معادلات ابرصفحه‌ها در مدل BCC
۱۹۶	۲-۱-۴-۴ محاسبه معادلات ابرصفحه‌ها در مدل CCR
۲۰۰	۵-۴ ویژگیهای مطلوب برای مدل‌های DEA
۲۰۱	۱-۵-۴ فرمول‌بندی استاندارد مدل‌های DEA
۲۰۲	۲-۵-۴ بررسی ویژگی‌ها
۲۰۳	۱-۲-۵-۴ تجميع
۲۰۵	۲-۲-۵-۴ اندازه‌پذیری جابجایی مرز
۲۰۸	۳-۲-۵-۴ پایداری در جوابهای دگرین
۲۱۰	۴-۲-۵-۴ شرط کارایی
۲۱۳	۵-۲-۵-۴ همگنی
۲۱۶	۶-۲-۵-۴ یکنوایی اکید
۲۱۹	۷-۲-۵-۴ تصویر منحصر به فرد برای مقایسه کارایی
۲۲۲	۸-۲-۵-۴ پایداری نسبت به تغییر واحد
۲۲۴	۹-۲-۵-۴ پایداری نسبت به انتقال
۲۲۷	۶-۴ برنامه‌های GAMS
۲۲۷	۱-۶-۴ مدل مضربی ورودی محور CCR
۲۲۹	۲-۶-۴ مدل مضربی ورودی محور BCC

۲۳۱	فصل پنجم: مدل‌های رتبه بندی
۲۳۳	۱-۵ مقدمه
۲۳۳	۲-۵ معرفی نرم‌ها
۲۳۴	۱-۲-۵ انواع نرم‌ها
۲۳۶	۳-۵ روش‌های رتبه بندی
۲۳۶	۱-۳-۵ روش چارنر- کوپر
۲۳۷	۲-۳-۵ روش اندرسن و پترسن (AP)
۲۳۹	۱-۲-۳-۵ نرم مضربی AP
۲۳۹	۲-۲-۳-۵ مدل ۴-۴-۴ AP
۲۴۱	۳-۲-۳-۵ معایب روش AP
۲۴۶	۳-۳-۵ مدل رتبه‌بندی الگویابی
۲۴۷	۴-۳-۵ روش رتبه‌بندی MAJ
۲۵۲	۱-۴-۳-۵ اصلاح روش MAJ با تغییر همزمان در ورودی و خروجی
۲۵۴	۲-۴-۳-۵ اصلاح روش MAJ برای رفع ناپایداری
۲۵۷	۵-۳-۵ رتبه‌بندی به کمک مدل SBM
۲۶۰	۶-۳-۵ رتبه‌بندی به کمک مدل جمعی
۲۶۳	۷-۳-۵ رتبه‌بندی به کمک نرم L_1
۲۶۸	۱-۷-۳-۵ اصلاح روش نرم L_1
۲۶۹	۸-۳-۵ رتبه‌بندی بر اساس مدل ابر کارایی LJK-CCR
۲۷۳	۹-۳-۵ رتبه‌بندی بر اساس تغییر مجموعه مرجع
۲۷۸	۱-۹-۳-۵ اصلاح روش رتبه‌بندی بر اساس تغییر مجموعه مرجع
۲۸۱	۱۰-۳-۵ رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیری بر اساس تفاوت‌های اساسی
۲۸۲	۱-۱۰-۳-۵ تفاوت‌های اساسی
۲۸۲	۱-۱-۱۰-۳-۵ تفاوت موجود در کارایی تکنیکی

۲۸۲.....	۵-۳-۱۰-۱-۲ تفاوت موجود در ساختار اولویتی
۲۸۴.....	۵-۳-۱۰-۱-۳ تفاوت در موقعیت درون گروهی
۲۸۵.....	۵-۳-۱۰-۲ تفاوت یکپارچه و ادغام شده
۲۸۶.....	۵-۳-۱۰-۳ رتبه‌بندی کامل برای واحدهای تصمیم‌گیری
۲۸۶.....	۵-۳-۱۰-۳-۱ کارایی فنی و تکنیکی
۲۸۷.....	۵-۳-۱۰-۲ علامت و نشانه مربوط به اولویت
۲۹۰.....	۵-۳-۱۰-۳ موقعیت درون گروهی
۲۹۳.....	۵-۳-۱۰-۴ اندازه‌گیری رتبه‌بندی یکپارچه
۲۹۳.....	۵-۳-۱۱ رتبه‌بندی واحدهای کارا بر اساس یک واحد ناکارای مجازی
۲۹۶.....	۵-۳-۱۱-۱ فرآیند رتبه‌بندی
۲۹۹.....	۵-۳-۱۲ رتبه‌بندی بر اساس مرزهای کارا و ضد کارا
۳۰۱.....	۵-۳-۱۳ رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیرنده به کمک نرم‌چیشف
۳۰۴.....	۵-۳-۱۴ رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیرنده ناکارا
۳۰۵.....	۵-۳-۱۵ رتبه‌بندی با روش کارایی متقاطع
۳۱۰.....	۵-۳-۱۵-۱ اصلاح روش کارایی متقاطع
۳۱۰.....	۵-۳-۱۵-۱ مدل کارایی بدینانه
۳۱۱.....	۵-۳-۱۵-۲ مدل کارایی خوش‌بینانه
۳۱۲.....	۵-۲-۱۵-۳ مدل بیطرف
۳۱۲.....	۵-۴ برنامه‌های GAMS
۳۱۲.....	۵-۴-۱ مدل پوششی ورودی محور CCR
۳۱۴.....	۵-۴-۲ مدل ابر کارایی ورودی محور AP
۳۱۶.....	۵-۴-۳ مدل کارایی متقاطع
۳۱۹.....	فصل ششم: بازده به مقیاس
۳۲۱.....	۶-۱ مقدمه

۳۲۱	۲-۶ انواع بازده به مقیاس
۳۲۴	۳-۶ مفهوم ریاضی بازده به مقیاس
۳۲۴	۱-۳-۶ بازده به مقیاس در حالت یک ورودی-یک خروجی
۳۲۶	۲-۳-۶ بازده به مقیاس در حالت چند ورودی-یک خروجی
۳۲۷	۳-۳-۶ بازده به مقیاس در حالت چند ورودی-چند خروجی
۳۲۸	۴-۳-۶ روش های محاسبه بازده به مقیاس
۳۲۸	۱-۴-۳-۶ روش بنکر و همکاران (۱۹۹۲)
۳۳۲	۲-۴-۳-۶ محاسبه بازده به مقیاس بر اساس علامت U_0
۳۳۳	۱-۲-۴-۳-۶ تعبیر هندسی
۳۳۴	۲-۲-۴-۳-۶ اصلاح بازده به مقیاس بر اساس علامت U_0
۳۳۸	۳-۴-۳-۶ بازده به مقیاس واحدهای ناکارا
۳۳۹	۴-۴-۳-۶ بازده به مقیاس بر اساس مدل جمعی
۳۴۰	۵-۴-۳-۶ روش خدابخشی و همکاران بر اساس مدل جمعی
۳۴۵	۶-۴-۳-۶ روش بنکر برای محاسبه بازده به مقیاس
۳۴۶	۱-۶-۴-۳-۶ تعبیر هندسی روش بنکر
۳۴۷	۷-۴-۳-۶ روش بنکر و تون برای محاسبه بازده به مقیاس
۳۴۹	۱-۷-۴-۳-۶ تعبیر هندسی روش بنکر و تون
۳۵۰	۲-۷-۴-۳-۶ معادل بودن روش U_0 بنکر و همکاران با روش بنکر و تون
۳۵۱	۸-۴-۳-۶ روش فار، گروسکوف و لاول
۳۵۲	۱-۸-۴-۳-۶ تعبیر هندسی (روش فار-گروسکوف)
۳۵۳	۹-۴-۳-۶ محاسبه بازده به مقیاس بر اساس مدل CCR
	۱-۹-۴-۳-۶ معادل بودن روش U_0 (بر اساس مدل BCC) با روش U_0 (بر اساس مدل CCR)
۳۵۷	
۳۵۹	۱۰-۴-۳-۶ محاسبه بازده به مقیاس بر اساس مدل CCR خروجی محور

- ۳۶۰... ۱۱-۴-۳-۶ محاسبه بازده به مقیاس بدون نیاز به محاسبه همه جواب‌های بهینه
- ۳۶۲... ۱۲-۴-۳-۶ محاسبه بازده به مقیاس بر اساس مدل RAM
- ۳۶۴.. ۱۳-۴-۳-۶ محاسبه بازده به مقیاس بر اساس مدل‌های BCC-CCR و CCR-BCC
- ۱-۱۳-۴-۳-۶ تعبیر هندسی محاسبه بازده به مقیاس بر اساس مدل‌های BCC-CCR و CCR-BCC
- ۳۶۵... CCR-BCC
- ۳۶۸... ۵-۳-۶ محاسبه MPSS
- ۳۶۹... ۶-۳-۶ بازده به مقیاس چپ و راست
- ۳۷۱... ۱-۶-۳-۶ بهبود روش گولانی و یو
- ۳۷۵... ۲-۶-۳-۶ الگوریتم اصلاح شده
- ۳۷۸... ۳-۶-۳-۶ محاسبه بازده به مقیاس راست و چپ به کمک مدل مضربی