بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه ریاضی

پایان نامه ی کارشناسی ارشد رشته ی ریاضی کاربردی

گرایش تحقیق در عملیات

# ارزیابی کارایی واحد های تصمیم گیرنده در محیط نادقیق به کمک تحلیل پوششی داده ها؛ مطالعه موردی در صنعت بانک

استاد راهنما:

دکتر سعیده کتابی

استاد مشاور:

دکتر علی داوری

پژوهشگر:

سمیه قصابی

آبان ماه ۱۳۸۹

**کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه متعلق به دانشگاه اصفهان است.**

بسمه تعالی

دانشگاه اصفهان
دانشکده علوم
گروه ریاضی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته ریاضی کاربردی گرایش تحقیق در عملیات خانم سمیه قصابی

تحت عنوان:

# ارزیابی کارایی واحد های تصمیم گیرنده در محیط نادقیق به کمک تحلیل پوششی داده ها؛ مطالعه موردی در صنعت بانک

در تاریخ ۸۹/۸/۱۰ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه عالی به تصویب نهایی رسید.

| | | | |
|---|---|---|---|
| ۱- استاد راهنمای پایان نامه | دکتر سعیده کتابی | با مرتبه علمی استادیار | امضاء |
| ۲- استاد مشاور پایان نامه | دکتر علی داوری | با مرتبه علمی استادیار | امضاء |
| ۲- استاد داور داخل گروه | دکتر نوشین موحدیان | با مرتبه علمی استادیار | امضاء |
| ۳- استاد داور خارج گروه | دکتر عبدالله هادی | با مرتبه علمی استادیار | امضاء |

مهر و امضای مدیر گروه

# تقدیر

پس از حمد و سپاس از درگاه کبریایی همتا، از رحمات بی دریغ و بی‌شائبهٔ

سرکار خانم دکتر [illegible]، استاد راهنمای ارجمندم و رحمات آقای دکتر [illegible]

استاد مشاور بزرگوارم همکاری و قدردانی را بجای آورده همچنین لازم می‌دانم

که از زحمات بی‌شائبهٔ مادر صبورم همسر عزیزم و دخترم بزرگوارم سرکار خانم [illegible] فاضلی نیز

در چنین لحظهٔ حساس و مشوق و همراه من نهایت سپاسگزاری را بجای

بجای آورده و در آخر این پژوهش را با روح پاک پدرم تقدیم می‌نمایم

## چکیده

ارزیابی عملکرد سازمان ها و واحدهای درون سازمانی ابزاری ضروری برای ادامه حیات و رشد آنهاست. از میان مدل ها و تکنیک های مختلفی که به منظور ارزیابی عملکرد موجود است، تحلیل پوششی داده ها تکنیکی ریاضی به منظور ارزیابی عملکرد بر اساس کارایی می باشد.

در این پایان نامه به معرفی تحلیل پوششی داده ها در محیط نادقیق پرداخته می شود. ابتدا مدل های مقدماتی برای داده های دقیق و سپس مدل های مربوط به داده های نادقیق (داده های فازی و بازه ای) بیان شده است.

لوزانو و ویلا برای حالتی که تمام واحد های تصمیم گیرنده تحت نظارت یک تصمیم گیرنده ی واحد باشند، برنامه ریزی متمرکز را پیشنهاد کردند. از آنجایی که مطالعه در این پایان نامه روی شعب بانک ملی در شهرستان اصفهان است و همگی تحت نظارت اداره امور شعب بانک ملی می باشند، لذا تخصیص منابع متمرکز در تحلیل پوششی داده ها با داده های بازه ای، مورد استفاده قرار گرفته است و مدل نهایی به کمک نرم افزار LINGO حل شده و نتایج مورد تحلیل قرار گرفته است.



**کلیدواژه ها:** تحلیل پوششی داده ها، واحد تصمیم گیرنده، تخصیص منابع متمرکز، داده های بازه ای، بانک.

# فهرست مندرجات


**۱ آشنایی با تحلیل پوششی داده‌ها... ۱**

۱—۱ تابع تولید . . . . . ۲

۱—۱—۱ روش پارامتری . . . . . ۲

۱—۱—۲ روش غیرپارامتری . . . . . ۶

۱—۲ کارایی . . . . . ۸

۱—۲—۱ انواع کارایی . . . . . ۸

۱—۲—۲ بازده به مقیاس . . . . . ۱۱

۱—۳ مدل‌های مقدماتی در تحلیل پوششی داده‌ها . . . . . ۱۲

۱—۳—۱ مدل $CCR$ . . . . . ۱۲

۱—۳—۲ ساختن مدل $CCR$ با استفاده از تعریف کارایی نسبی ۱۶

۱—۳—۳ مدل $CCR$ دوفازی . . . . . ۱۹
۱—۳—۴ مفهوم کارایی در $CCR$ . . . . . ۲۰
۱—۳—۵ مجموعه مرجع و بهبود در کارایی . . . . . ۲۲
۱—۳—۶ مدل $BCC$ . . . . . ۲۳
۱—۳—۷ مدل $BCC$ دوفازی . . . . . ۲۵
۱—۳—۸ مدل جمعی . . . . . ۲۶
۱—۳—۹ بهره‌ورترین اندازه مقیاس . . . . . ۲۷

۱—۴ مروری بر تحقیقات پیشین . . . . . ۲۹

**۲ ارزیابی عملکرد در محیط‌های نادقیق** ۳۱

۲—۱ تئوری مجموعه‌های فازی . . . . . ۳۲
۲—۱—۱ عملگرهای ریاضی بر بازه‌ها . . . . . ۳۴

۲—۲ تحلیل پوششی داده‌های بازه ای . . . . . ۳۵

۲—۳ تبدیل مدل $DEA$ فازی به بازه ای . . . . . ۴۷

۲—۴ داده‌ها به صورت اولویت‌های ترتیبی . . . . . ۴۸

۲—۴—۱ تبدیل اولویت‌های ترتیبی به داده‌های بازه‌ای . . . . ۴۹

۲—۵ مروری بر تحقیقات پیشین . . . . . ۵۱

**۳ ارائه مدلی برای ارزیابی عملکرد واحدهای متمرکز** ۵۲

۳—۱ تخصیص منابع متمرکز . . . . . ۵۳

۳—۱—۱ تخصیص منابع متمرکز شعاعی . . . . . ۵۵

۳—۱—۲ دوگان مدل متمرکز . . . . . ۵۸

۳—۱—۳ تخصیص منابع متمرکز غیرشعاعی . . . . . ٦۰

۳—۲ مدل متمرکز بازه‌ای . . . . . ٦۸

۳—۳ مروری بر تحقیقات پیشین . . . . . ۷۱

**۴ کاربرد مدل متمرکز بازه‌ای...** ۷۳

۴—۱ سیستم مورد مطالعه . . . . . ۷۴

۴—۲ ورودی‌ها و خروجی‌ها . . . . . ۷۸

۴—۲—۱ ورودی‌ها . . . . . ۸۰
۴—۲—۲ خروجی‌ها . . . . . ۸۰

۴—۳ نتایج محاسباتی . . . . . ۸۲
۴—۳—۱ ارزیابی کارایی شعب در محیط دقیق . . . . . ۸۳
۴—۳—۲ ارزیابی کارایی شعب در محیط نادقیق . . . . . ۸۴
۴—۳—۳ ارزیابی کارایی متمرکز در محیط دقیق . . . . . ۸۸
۴—۳—۴ ارزیابی کارایی و تخصیص منابع متمرکز در محیط نادقیق ۸۹

**۵ نتیجه‌گیری و پیشنهادات** ۹۱

۵—۱ نتیجه‌گیری . . . . . ۹۱

۵—۲ پیشنهادات . . . . . ۹۲

A ۹۴

B ۱۰۶

**واژه نامه** ۱۲۳

## پیشگفتار

مسأله‌ی ارزیابی عملکرد[۱] از دیرباز مورد توجه مدیران بوده است، برخورد علمی با این مسأله از اواخر جنگ جهانی دوم زمانی‌که اولین گروه از دانشمندان برای تصمیم‌گیری در مسائل جنگی دعوت شدند، شروع شد و تا کنون گسترش چشم‌گیری داشته است. درواقع، می‌توان گفت این دانشمندان اولین پایه‌گذاران تحقیق در عملیات بودند.[۱۲]

ارزیابی عملکرد سازمان‌ها و واحدهای درون‌سازمانی[۲] ابزاری ضروری برای ادامه حیات و رشد آن‌هاست. مدل‌ها و تکنیک‌های متعددی به منظور ارزیابی عملکرد بر اساس شاخص‌های مختلف هم‌چون کیفیت، کارایی[۳]، درآمد و... وجود دارد که در این میان تحلیل پوششی داده‌ها[۴] تکنیکی ریاضی به منظور ارزیابی عملکرد بر اساس کارایی است که در آن منظور از کارایی، توانایی تولید خروجی‌ها یا ارائه خدمات با کمترین سطح منابع مورد نیاز می‌باشد.

در سال ۱۹۵۷ فارل[۵] کارایی واحدی که شامل یک ورودی[۶] و یک خروجی[۷] بود را

---

[۱] Performance Evaluation

[۲] Intraorganizational

[۳] Efficiency

[۴] Data Envelopment Analysis=DEA

[۵] Farrell

[۶] Input

[۷] Output

بررسی کرد[۳]. پس از آن چارنز[۸]، کوپر[۹] و رودز[۱۰] دیدگاه فارل را توسعه دادند و مدلی ارائه کردند که توانایی اندازه‌گیری کارایی با چندین ورودی و چندین خروجی را داشت. این مدل تحت عنوان تحلیل پوششی داده‌ها نام گرفت و در سال ۱۹۷۸ در مقاله‌ای با عنوان، اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده[۱۱]، ارائه گردید.[۱]

مدل‌های اولیه تحلیل پوششی داده‌ها به بررسی داده‌های دقیق و حقیقی می‌پرداخت اما در اغلب محیط‌های سازمانی (صنعتی، خدماتی، تجاری، اجتماعی، حکومتی و...) شرایط تصمیم‌گیری نادقیق[۱۲] و مبهم است و عمدتاً داده‌های مورد استفاده ناقص، مبهم، سربسته و نادقیق می‌باشند. تحلیل چنین داده‌هایی نیازمند منطق و دستگاه تحلیلی ویژه‌ای است که امروزه تحت عنوان تئوری مجموعه‌های فازی یا منطق فازی[۱۳] به دنیا معرفی می‌شود[۹]، که برای اولین بار توسط ماکس بلک (فیلسوف کوانتوم) در مقاله‌ای به نام ابهام منتشر شد و سپس در سال ۱۹۶۵، لطفعلی عسکرزاده مقاله‌ای تحت عنوان مجموعه‌های فازی منتشر ساخت.[۸]

امروزه سازمان‌های زیادی از جمله بانک‌ها کارایی واحدهای خود را به وسیله تحلیل پوششی داده‌ها در محیط نادقیق بررسی می‌کنند. بانک‌ها و مؤسسات مالی و اعتباری یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی به شمار می‌آیند که با هدایت و سازمان‌دهی دریافت‌ها و پرداخت‌ها، مبادلات تجاری و بازرگانی را تسهیل کرده و موجب گسترش

[۸] A.Charnes
[۹] W.W.Cooper
[۱۰] E.Rhodes
[۱۱] Decision Making Unit=DMU
[۱۲] Imprecise
[۱۳] Fuzzy Logic

بازارها و رشد و شکوفایی اقتصادی می‌گردند، لذا با توجه به جایگاه ویژه‌ای که بانک‌ها در رشد اقتصادی دارند بررسی کارایی آن‌ها بسیار حائز اهمیت است.

در فصل اول این پایان‌نامه مدل‌های مقدماتی تحلیل پوششی داده‌ها برای داده‌های دقیق بیان می‌شود. در فصل دوم ابتدا به معرفی داده‌های فازی پرداخته و سپس داده‌های فازی به کمک $\alpha$—برش[۱۴] و داده‌های ترتیبی به کمک روش یانگ وهمکاران [۷]، به داده‌های بازه‌ای تبدیل شده و به کمک مسائل برنامه‌ریزی بازه‌ای حل می‌شوند.

در تحلیل پوششی داده‌ها زمانی‌که تعداد واحدهای تحت ارزیابی زیاد باشد محاسبه کارایی تک تک واحدها و به دست آوردن الگوی بهینه برای آن‌ها بسیار وقت‌گیر و طاقت‌فرسا است لذا لوزانو[۱۵]و ویلا[۱۶] در سال ۲۰۰۴ مدل تخصیص منابع متمرکز[۱۷] را برای ارزیابی کارایی و تهیه الگوی بهینه واحدهایی که تحت نظارت ارگان واحدی باشند، پیشنهاد کردند که در فصل سوم به شرح این مدل و ترکیبی از آن با مدل تحلیل پوششی داده های بازه‌ای، پرداخته شده است.

سیستم تحت ارزیابی دراین پایان‌نامه شعب مختلف بانک ملی ایران در سال ۱۳۸۳ است که ابتدا با شاخص‌های ورودی، تجهیزات و امتیاز پرسنل و شاخص های خروجی، قرض‌الحسنه پس‌انداز، قرض‌الحسنه جاری، سرمایه‌گذاری کوتاه مدت و بلند مدت، سایر سپرده‌ها و تسهیلات غیردولتی، ارزیابی شده‌اند و سپس به کمک

[۱۴] $\alpha - Cut$

[۱۵] Lozano

[۱۶] Villa

[۱۷] Centralized Resource Allocation

موقعیت مکانی این شعب که داده‌های آن به صورت اولویت‌های ترتیبی است، کارایی آن‌هارتبه‌بندی می‌شود. با توجه به این که برای انتخاب متغیرهای ورودی و خروجی نیاز به ارتباط و همکاری شعب می‌باشد و همچنین برای مرتب کردن موقعیت شعب مختلف نیاز به آگاهی از محل قرار گرفتن آن‌ها در سطح استان‌های مختلف بود لذا از بین ۳۱۷۷ شعبه بانک ملی در سال۱۳۸۳ تنها ۹۲ شعبه مربوط به شهرستان اصفهان مورد ارزیابی قرار گرفته است.

در فصل چهارم ابتدا به تحلیل سیستم تحت ارزیابی و علت انتخاب ورودی‌ها و خروجی‌ها پرداخته شده است و سپس به کمک مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها در محیط دقیق و نادقیق و مدل تحلیل پوششی متمرکز بازه‌ای،به ترتیب کارایی تک تک شعب بانک ملی شهرستان اصفهان و بازه کارایی آن‌ها و همچنین بازه کارایی متمرکز آن‌ها به دست آمده و سپس نتیجه این پژوهش در فصل پنجم شرح داده شده است.

# فصل ۱

# آشنایی با تحلیل پوششی داده‌ها و مدل‌های مقدماتی

در این فصل ابتدا تعاریف و مفاهیم مقدماتی مانند تابع تولید[۱]، مجموعه‌ی امکان تولید[۲]، کارایی و انواع آن و... بیان می‌شود و سپس مدل‌های مقدماتی نظیر $CCR$، $BCC$ و... معرفی خواهد شد.

---

[۱] Production Function

[۲] Production Possibility Set (pps)

## ۱ — ۱ تابع تولید

رابطه‌ی عملکرد با عوامل تأثیرگذار تابعی به صورت $Y = f(X)$ است، که در آن بردار ورودی $X$، بردار خروجی $Y$ را تولید می‌کند.

**تعریف ۱.۱** تابعی که برای هر ترکیب از ورودی‌ها، ماکزیمم خروجی را تولید می‌کند، تابع تولید نامیده می‌شود.

با در دست داشتن تابع تولید به راحتی می‌توان از چگونگی عملکرد، اطلاع حاصل نمود، اما به دلیل پیچیدگی فرآیند تولید، تغییر در تکنولوژی تولید، چند مقداره بودن تابع تولید و این که در اکثر موارد، یک ترکیب از ورودی‌ها، بردار خروجی را تولید می‌نماید، ناچاراً باید تقریبی از تابع تولید در نظر گرفته شود، که با دو روش زیربه دست می آید:

۱. روش پارامتری

۲. روش غیرپارامتری

### ۱ — ۱ — ۱ روش پارامتری

در این روش شکلی از یک تابع خاص برای تخمین تابع تولید در نظر گرفته می‌شود که اصطلاحاً به آن برازش منحنی [۳] می‌گویند.

**تعریف ۲.۱** فرض کنید $(x_1, x_2, \cdots, x_n) = X \in R^n$، آنگاه نرم‌های $L_1$، $L_2$ و $L_\infty$ را به صورت زیر خواهیم داشت:

[۳] Curve Fitting

$$L_۱(X) =\| X \|_۱= \sum_{j=۱}^{n} \mid x_j \mid$$

$$L_۲(X) =\| X \|_۲= (\sum_{j=۱}^{n} \mid x_j \mid^۲)^{\frac{۱}{۲}}$$

$$L_\infty(X) =\| X \|_\infty= \max_{۱<j<n} \mid x_j \mid .$$

حال اگر مجموعه مشاهدات به صورت $A = \{(x_۱, y_۱), (x_۲, y_۲), \cdots, (x_n, y_n)\}$ باشد، تابع تولید را به صورت $y = \alpha x + \beta$ درنظر می‌گیریم سپس به کمک نرم‌های تعریف شده، پارامترهای $\alpha$ و $\beta$ به دست می آیند.

**محاسبه تابع تولید به کمک نرم $L_۱$**

در این روش پارامترهای $\alpha$ و $\beta$ با مینیمم کردن مجموع قدرمطلق انحرافات به کمک نرم $L_۱$ به صورت زیر به دست می آیند:

$$\begin{aligned} \min \quad & \sum_{i=۱}^{n} \mid y_i - \alpha x_i - \beta \mid \\ s.t. \quad & \alpha x_i + \beta \geq y_i, \quad i = ۱, \cdots, n \end{aligned} \tag{۱}$$

که قید مسأله بیانگر این است که با هر ترکیب ورودی‌ها، ماکزیمم خروجی عاید می‌گردد. حال اگر برای هر $i = ۱, \cdots, n$ قرار دهیم:

$$y_i - \alpha x_i - \beta = u_i - v_i$$
$$u_i, v_i \geq ۰$$
$$u_i v_i = ۰$$

آنگاه مسأله (۱) به صورت زیر در می آید:

$$\begin{aligned} \min \quad & \sum_{i=۱}^{n}(u_i + v_i) \\ s.t. \quad & \alpha x_i + \beta \geq y_i,\ i = ۱, \cdots, n \\ & y_i - \alpha x_i - \beta = u_i + v_i,\ i = ۱, \cdots, n \\ & u_i, v_i \geq ۰,\ i = ۱, \cdots, n \\ & u_i v_i = ۰,\ i = ۱, \cdots, n \end{aligned}$$

اگر قید چهارم از مسأله فوق حذف شود، در جواب نهایی فقط یکی از $v_i$ یا $u_i$ ظاهر می‌شود لذا بدون کاسته شدن از کلیت مسأله می توان از قید چهارم صرفنظر کرد بنابراین یک مسأله برنامه‌ریزی خطی به دست خواهد آمد که به کمک روش‌های سیمپلکس[۴] به راحتی قابل حل است.

**محاسبه تابع تولید به کمک نرم $L_۲$**

دراین روش پارامترهای $\alpha$ و $\beta$ با مینیمم کردن مجموع مربعات انحرافات به کمک نرم $L_۲$ به صورت زیر به دست می آیند:

$$\begin{aligned} \min \quad & \sum_{i=۱}^{n}(y_i - \alpha x_i - \beta)^۲ \\ s.t. \quad & \alpha x_i + \beta \geq y_i,\ i = ۱, \cdots, n \end{aligned}$$

که یک مسأله برنامه‌ریزی درجه دوم است که با حل آن پارامترهای $\alpha$ و $\beta$ به دست می آیند.

[۴] Simplex

**محاسبه تابع تولید به کمک نرم $L_\infty$**

دراین روش پارامترهای $\alpha$ و $\beta$ با مینیمم کردن ماکزیمم انحرافات به کمک نرم $L_\infty$ به‌صورت زیر به دست می آیند

$$\begin{aligned} \min \quad & \max_{۱\le i\le n} \ | y_i - \alpha x_i - \beta | \\ s.t. \quad & \alpha x_i + \beta \ge y_i,\ i = ۱, \cdots, n \end{aligned}$$

با قراردادن $z = \max_{۱\le i\le n} | y_i - \alpha x_i - \beta |$ خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} \min \quad & z \\ s.t. \quad & z \ge | y_i - \alpha x_i - \beta |,\ i = ۱, \cdots, n \\ & \alpha x_i + \beta \ge y_i,\ i = ۱, \cdots, n \end{aligned}$$

یا به عبارت دیگر:

$$\begin{aligned} \min \quad & z \\ s.t. \quad & y_i - \alpha x_i - \beta \le z,\ i = ۱, \cdots, n \\ & y_i - \alpha x_i - \beta \ge -z,\ i = ۱, \cdots, n \\ & \alpha x_i + \beta \ge y_i,\ i = ۱, \cdots, n \end{aligned}$$

که این نیز یک مسأله برنامه‌ریزی خطی است.

در هر سه روش فوق می‌توان به جای خط $y = \alpha x + \beta$، منحنی $y = \alpha x^۲ + \beta x + \gamma$ را جایگزین کرد البته خارج شدن منحنی از صورت ساده به دست آوردن پارامترها را مشکل و در بعضی موارد غیرممکن می‌سازد.

از آنجایی که در روش‌های پارامتری برازش تابع تولید محدود به شکل خاصی می‌شود، لذا در سال ۱۹۵۷ روش‌های غیرپارامتری توسط فارل ارائه گردید.