

# طراحی سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری جهت پیش‌بینی موفقیت مراکز تحقیقاتی با کمک تحلیل ممیز در تحلیل پوششی داده‌ها

توفیق الهویرنلو<sup>۱\*</sup>، محسن واعظ‌قاسمی<sup>۲</sup>، سیدمصطفی طاهری<sup>۳</sup>

(<sup>۱</sup>) استاد، گروه ریاضی، دانشکده علوم پایه، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول).

(<sup>۲</sup>) گروه ریاضی، دانشکده علوم پایه، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، گیلان، ایران.

گروه ریاضی، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۶/۰۷/۳۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۷/۰۴/۲۲

## چکیده:

مراکز تحقیقاتی از جایگاه مهمی در ارتقاء علم و فناوری در سطح کشور برخوردار می‌باشند. از سویی با توجه به محدودیت‌های موجود در تخصیص اعتبارات و امکانات مورد نیاز جهت تاسیس این مراکز، تصمیم‌گیری در خصوص انتخاب مراکز بهینه و اولویت‌دار حائز اهمیت ویژه‌ای است. در این فرآیند تصمیم‌گیری فاکتورهای متعددی از قبیل نیازمندی‌ها، اولویت‌ها و راهبردهای کلان، توانمندی‌ها، توسعه متوازن و پایدار و ... می‌بایست مورد توجه قرار گیرد. مجموع موارد مذکور موجب می‌شود تا تصمیم‌گیری در خصوص رتبه‌بندی و انتخاب طرح‌های پیشنهادی مسأله‌ای پیچیده، زمان‌بر و مستلزم صرف منابع کارشناسی فراوان باشد. بدین منظور طراحی و توسعه یک ابزار پشتیبانی تصمیم‌گیری مدنظر قرار می‌گیرد. در این تحقیق برای ارزیابی و انتخاب طرح‌های ایجاد مراکز تحقیقاتی واحدهای دانشگاه آزاد اسلامی یک DSS طراحی و ارائه می‌شود. این سیستم تصمیم‌گیری براساس اطلاعات مراکز تحقیقاتی و شاخص‌هایی که با نظر خبرگان جمع‌آوری می‌گردد و همچنین سابقه مراکز تحقیقاتی موفق و شکست خورده، با ابزار تحلیل ممیز و تحلیل پوششی داده‌ها بهتر مورد بررسی قرار می‌گیرد، و در نهایت پیش‌بینی می‌گردد که مرکز تحقیقاتی متقاضی امکان موفقیت دارد یا خیر.

**واژه‌های کلیدی:** تحلیل ممیز، تحلیل پوششی داده‌ها، مراکز پژوهشی، سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری.

## ۱- مقدمه

در یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری از یک طرف مدل‌های مرتبط با تصمیم‌گیری و از طرف دیگر اطلاعات مورد نیاز در فرآیند تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرند. تصمیم‌گیرنده به کمک رابط کاربر، پرسش خود را مطرح و در راستای پاسخ‌گویی به اطلاعات مورد نیاز در داخل مدل‌های مرتبط قرار گرفته و به دنبال آن تجزیه و تحلیل‌های لازم صورت می‌پذیرد و سرانجام نتیجه نهایی به کاربر منتقل می‌شود. سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری با توجه به ساختار خاص خود که آنها را در ردیف فناوری‌های مدرن تصمیم‌گیری قرار داده است در جهت حمایت از تصمیم‌گیران و ارائه راه‌حل‌های مناسب به آنها قابلیت بکارگیری در حوزه‌های مختلف را دارا می‌باشند.

مسائل تصمیم‌گیری در دنیای واقع دارای طیف گسترده‌ای از کاملاً ساخت یافته تا کاملاً ساخت نیافته هستند. به گونه‌ای که با حرکت هر چه بیشتر به سمت ساخت نیافتگی ناگزیر از میزان اتکالی صرف بر مدل‌های موجود کاسته می‌شود. در حقیقت در شرایط تصمیم‌گیری ساخت نیافته تجربیات موجود بر جواب بدست آمده از مدل‌های ریاضی و محاسباتی تأثیری انکارناپذیر دارد. در این شرایط با افزوده شدن بخش مدیریت پایگاه دانش یا سیستم خبره به یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری این سیستم عملاً به یک سیستم دانشی تبدیل می‌شود. به این ترتیب می‌توان با پیاده‌سازی این دانش‌ها در قالب یک یا چند سیستم خبره‌ی مرتبط از یک سو بر قابلیت اعتماد پاسخ ارائه شده از سیستم افزود و از سوی دیگر بر میزان هوشمندی و قابلیت استنتاج آن اضافه کرد. این واحد می‌تواند بصورت قسمتی کاملاً مستقل و یا به صورت مکمل در کنار سایر اجزای یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری قرار گیرد. در واقع این بخش خاصیت هوشمندی به سیستم بخشیده و در شرایط غیرساخت یافته پشتیبانی بهتری از فرآیند تصمیم‌گیری به عمل می‌آورد. تکنیک‌ها و امکانات موجود در هوش مصنوعی از جمله سیستم‌های خبره و روش‌های مختلف جستجو در این بخش می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند و به این

ترتیب قابلیت هوشمندی و در نهایت استنتاج سیستم را به میزان قابل توجهی ارتقا بخشند. تحلیل ممیزی (تشخیصی) روشی است برای رده‌بندی مجموعه‌ای از مشاهدات و همچنین اختصاص مشاهدات جدید به رده‌های از پیش تعیین شده با استفاده از تابعی تحت عنوان تابع ممیزی. از این روش برای تعیین متغیرهایی که بین دو یا چند گروه تمایز ایجاد می‌کنند استفاده می‌شود (۱). به عبارت دیگر تحلیل ممیزی درصد است تا ترکیب‌های خطی بین متغیرهای مستقل را که قادرند به بهترین نحو گروه‌های مشاهدات را از هم جدا کنند، شناسایی کند. نظریه آغازین مربوط به تحلیل ممیزی به سال ۱۹۳۰ و آثار آماردان انگلیسی کارل پیرسون در زمینه فواصل گروه‌ها و یا ضرایب تشابه نژادی برمی‌گردد. اما به طور خاص، این روش اولین با توسط فیشر در سال ۱۹۳۶ ابداع شد و بر پایه روش‌شناسی مورد استفاده در رگرسیون خطی چند متغیره جهت حل معادلات خطی توسعه یافت. از این رو می‌توان گفت که تحلیل ممیزی شبیه رگرسیون خطی چندمتغیره است، با این تفاوت که در رگرسیون خطی، متغیر وابسته در سطح فاصله‌ای یا نسبی است، اما در تحلیل ممیزی مقیاس متغیر وابسته اسمی دو یا چند وجهی است. از لحاظ محاسباتی نیز تحلیل ممیزی بسیار شبیه آنالیز واریانس یک‌طرفه می‌باشد. به عنوان مثال فرض کنید بخواهیم اندازه قد یک نمونه ۵۰ تایی از مردان و یک نمونه ۵۰ تایی از زنان که بصورت تصادفی انتخاب شده‌اند را اندازه‌گیری کنیم. مردها بطور متوسط بلندتر از زن‌ها هستند و این تفاوت می‌تواند بصورت اختلاف در میانگین قد آنها و از طریق جداول آنالیز واریانس منعکس شود. بنابراین متغیر قد امکان تمایز بین زنان و مردان را میسر می‌کند. پس اگر شخصی بلند قد است، احتمالاً باید مرد و اگر شخصی کوتاه قد است احتمالاً باید زن باشد. این نحوه دسته‌بندی بوسیله تابع ممیزی که براساس یکسری ضوابط طرح‌ریزی می‌گردد، انجام می‌پذیرد. این تابع از طریق یک نمونه اولیه که به آن نمونه آموزشی می‌گویند، ساخته می‌شود. پس از آن تابع قادر است براساس آنچه آموزش دیده مشاهدات جدید را به بهینه‌ترین شکل ممکن به طبقه حقیقی خود اختصاص دهد. تحلیل ممیزی، مربوط

دارد که در اینجا به مدل CCR ماهیت ورودی اشاره می‌شود.

$$\min Z = \theta - \varepsilon \left( \sum_{r=1}^s s_r^+ + \sum_{i=1}^m s_i^- \right)$$

s.t

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta x_{ip}, i=1, \dots, m \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{rp}, r=1, \dots, s$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad j=1, \dots, n$$

$$s_i^- \geq 0, \quad i=1, \dots, m$$

$$s_r^+ \geq 0, \quad r=1, \dots, s$$

که در آن  $\varepsilon$  یک عدد بسیار کوچک مثبت غیر از ازشمیدسی است.

**مدل (۱)** همواره شدنی است و مقدار بهینه تابع هدف آن متناهی است.

در مساله (۱) اگر  $\theta^* = 1$  و  $s^{-*} = 0$  و  $S^{+*} = 0$  در این صورت DMUP (واحد تحت ارزیابی) کارا است و در غیر این صورت ناکارا خواهد بود [2].

مقدار  $\theta^*$  کارایی DMUP خواهد بود. اگر واحدی ناکارا باشد مختصات نقطه الگو و میزان بهبود در هر یک از ورودی‌ها و خروجی‌ها از رابطه ذیل به دست می‌آید.

$$\text{نقطه الگو} = \begin{pmatrix} \sum_{j=1}^n \lambda_j^* x_j \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j^* y_j \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \theta^* x_p - s^{-*} \\ y_p + s^{+*} \end{pmatrix} \quad (2)$$

$$\text{میزان} = x_p - (\theta^* x_p - s^{-*}) = (1 - \theta^*) x_p + s^{-*} \quad (3)$$

بهبود ورودی‌ها

$$\text{میزان} = (y_p + s^{+*}) - y_p = s^{+*} \quad (4)$$

خروجی‌ها

تحلیل پوشش داده‌ها به دنبال تفکیک واحدهای تصمیم‌گیرنده به دو دسته کارا و ناکارا است. این عمل با ساختن ابرصفحه‌هایی به نام ابرصفحه‌های کارا انجام

به یافتن قاعده‌ای برای تمیز دادن دو یا چند جامعه چند متغیره از یکدیگر می‌باشد. مهم‌ترین کاربرد تحلیل ممیزی رده‌بندی است. تصمیم‌گیری راجع به این که یک مشاهده P متغیره متعلق به کدام یک از دو جامعه یا چند جامعه رقیب است.

## ۲- مقدمه‌ای بر تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل

### ممیز

فرض کنید n واحد تقسیم‌گیرنده به صورت

$$\left\{ \begin{pmatrix} x_i \\ x_j \end{pmatrix} \mid j=1, \dots, n \right\}$$

$$X_j = (x_{ij}, \dots, x_{mj})$$

بردار ورودی و بردار خروجی DMU<sub>j</sub> می‌باشد و

$$0, y_j \geq 0, \quad x_j \geq 0, \quad y_j \neq x_j, \quad \text{برای}$$

ساختن مجموعه امکان تولید اصول ذیل را می‌پذیریم.

الف) شمول مشاهدات

ب) تحدب

ج) بازده به مقیاس ثابت

د) امکان‌پذیری

ه) کمینه درونیابی

به کمک اصول فوق مجموعه منحصر به فردی به صورت ذیل بوجود می‌آید.

$$T_c = \left\{ \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \mid x \geq \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j \ \& \ y \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j \ \& \ \lambda \geq 0 \right\}$$

براساس این مجموعه تعاریف ذیل را خواهیم داشت:

**تعریف ۱:** DMUP بهتر از DMU<sub>k</sub> است اگر و فقط

$$\text{اگر} \begin{pmatrix} -x_p \\ y_p \end{pmatrix} \geq \begin{pmatrix} -y_k \\ y_k \end{pmatrix}$$

**تعریف ۲:** DMUP کارا است اگر و فقط اگر در

مجموعه امکان تولید نقطه‌ای بهتر از آن یافت نشود.

میزان بهبود در ورودی‌ها و خروجی‌ها به عبارت دیگر میزان کاهش ورودی‌ها و افزایش در خروجی‌ها از روابط ذیل به دست می‌آید.

برای تشخیص کارا بودن یا نبودن یک واحد تصمیم‌گیرنده مانند DMUP مدل‌های مختلفی وجود

فرض کنید ابرصفحه  $H = \{z \mid \alpha z = d\}$  ابرصفحه‌ای باشد که دو مجموعه  $G_1$  و  $G_2$  را جدا خواهد کرد و پس از هدف یافتن بردار نرمال  $a$  و اسکالر  $d$  است به طوری که

$$\forall z_j \in G_1, \alpha z_j < d$$

$$\forall z_j \in G_2, \alpha z_j < d$$

از آنجایی که ممکن است چنین ابرصفحه‌ای یافت نشود، لذا سعی می‌شود ابرصفحه طوری پیدا شود که خطا مینیمم شود. لذا مساله برنامه‌ریزی خطی ذیل برای یافتن ابرصفحه طراحی می‌شود (۷).

$$\text{Min} \sum_{j \in G_1} p_j + \sum_{j \in G_2} n_j$$

S.t

$$\alpha z_j + n_j - p_j = d - \varepsilon, \quad j \in G_1$$

$$\alpha z_j + n_j - p_j = d, \quad j \in G_2 \quad (8)$$

$$1\alpha = 1$$

$$n_j, p_j = 0, \quad j \in G_1 \cup G_2$$

$$N \geq 0, \quad P \geq 0$$

فرض کنید  $(\alpha^*, d^*)$  جواب بهینه مدل (۸) باشد، در این صورت برای تشخیص این که مشاهده جدید  $\bar{z}$  به کدام مجموعه تعلق دارد از الگوریتم ذیل استفاده می‌شود.

**گام ۱:**  $(\alpha^*, d^*)$  را از مدل (۸) محاسبه نمائید.

**گام ۲:** مقدار  $\alpha^* \bar{z}$  را محاسبه نمائید.

**گام ۳:** اگر  $d^* < \alpha^* \bar{z} < d^*$  آنگاه  $\bar{z} \in G_1$  در غیر این صورت یعنی اگر  $d^* < \alpha^* \bar{z} < d^*$  آنگاه  $\bar{z} \in G_2$

### ۳- مدل‌سازی برای پیش‌بینی موفقیت یا

#### عدم موفقیت مرکز پژوهشی

فرض کنید  $n$  مرکز پژوهشی در حال حاضر در یک سازمان وجود دارد. شاخص‌های موثر بر عملکرد یک مرکز پژوهشی را به صورت ذیل در نظر بگیرید.

می‌پذیرد و با حل مدل مضربی که دو آل مدل (۱) می‌باشد به صورت ذیل صورت می‌پذیرد. (۳)

$$\text{Max} \sum_{r=1}^s u_r y_{rp}$$

s.t

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0, \quad j=1, \dots, n \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ip} = 1$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon, \quad r=1, \dots, s, \quad i=1, \dots, m$$

از حل مدل (۵) و بردار بهینه  $U^*$  و  $V^*$  ابر صفحه تکیه کننده بر نقطه تصویر (۲) به صورت ذیل به دست می‌آید.

$$h = \left\{ \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \mid u^* y - v^* x = 0 \right\} \quad (6)$$

با یافتن تمام ابرصفحه‌های سازای  $T_c$  مرز کارایی به صورت قطعه‌ای خطی که از تمام  $H$  یافته شده از حل مدل (۵) ساخته می‌شود. هر واحدی که روی این رویه‌های کارا قرار داشته باشد کارا، در غیر این صورت ناکارا خواهد بود. (۵)

حال فرض کنید  $n$  مشاهده به صورت

$$\{z_j \mid z_j = (j_{1j}, \dots, j_{kj}), j=1, \dots, n\}$$

موجود است که  $Z_{ij}$  نشان دهنده معیار  $i$ ام برای مشاهده یا انتخاب  $j$ ام است. همچنین فرض کنید تمام مشاهدات به دو دسته  $G_1$  و  $G_2$  تقسیم شده‌اند. با توجه به فعالیت انجام شده در گذشته برای این مشاهدات تقسیم‌بندی انجام می‌شود. به عنوان مثال  $G_1$  مشاهداتی هستند که عملکرد خوب داشته‌اند و  $G_2$  مشاهداتی را شامل می‌شود که عملکرد آنها خوب نبوده است. هدف یافتنی معیاری است که بتوان از این مشاهدات استفاده نمود برای پیش‌بینی یک مشاهده جدید به نام  $\bar{z}$ ، که تعیین شود به کدام یک از دو گروه تعلق دارد. برای این منظور از تکنیک تحلیل ممیز برای یافتن تابع اجرا کننده این دو مجموعه استفاده می‌شود. (۴)

ردیف	شاخص‌های ارزیابی
۱	تعداد کل اعضای هیئت علمی
۲	تعداد کل دانشجویان
۳	نسبت هیات علمی/استادیار به بالا به کل هیات علمی
۴	سابقه مرکز تحقیقاتی دیگر (دارد/ندارد)
۵	نزدیک‌ترین مرکز تحقیقاتی مشابه (مسافت)
۶	پتانسیل منطقه برای ایجاد مرکز
۷	درجه علمی اعضای هیئت علمی مرکز
۸	رشته تخصصی اعضای هیئت علمی مرکز
۹	تعداد مقالات معتبر اعضای هیئت علمی مرکز
۱۰	توانایی گروه فرعی
۱۱	اهداف
۱۲	برنامه‌های کلان
۱۳	برنامه‌های کوتاه مدت
۱۴	نحوه تامین بودجه
۱۵	نیازهای مرکز
۱۶	فضای مورد نیاز مرکز
۱۷	تعداد دانشکده واحد
۱۸	تعداد رشته واحد
۱۹	طرح توجیهی مرکز
۲۰	دوره زمانی مورد نظر جهت خوداتکایی

آنها و روش محاسبه و همچنین اطلاعات لازم برای مقایسه با استاندارد آن شاخص مشخص شده است.

هر یک از شاخص‌های ارزیابی و انتخاب دارای یک شرح اطلاعات از قبیل شاخص محاسباتی، شاخص امتیازی، شاخص نمایشی که برای هر کدام از آنها شرح اطلاعات

نام شاخص	شرح اطلاعات	روش محاسبه	استاندارد
۱	a1 دکتری	a1+0.6a2	A1/8+A2/15+(A3+A4)/27
	a2 مربی		
۲	-	-	0.8
۳	a4 کاردانی	1/2a4+a3+2a2+4a1	60,000
	a3 کارشناسی		
	a2 کارشناسی ارشد		
	a1 دکتری		
۴	a1 دارد (فعال)	a1-1/2a2+0a3	10
	a2 دارد (غیرفعال)		
	a3 ندارد		
۵	فاصله	۲۰۰ کیلومتر به بالا ۱۰ و زیر ۲۰۰ برابر $a*10/200$	10
۶	توسط کاربر	[1,10]	10
۷	a1 استاد	10a1+8a2+5a3+2a4	100
	a2 دانشیار		
	a3 استادیار		
	a4 مربی		
۸	a1 مرتبط	10a1+6a2+a3	100
	a2 نیمه مرتبط		
	a3 غیر مرتبط		
۹	a1 ISI	10a1+6a2+2a3	3600
	a2 علمی پژوهشی		
	a3 علمی ترویجی		
۱۰	متن	[1,10]	10

۱۱	اهداف	متن	[1,10]	10
۱۲	برنامه های کلان	متن	[1,10]	10
۱۳	برنامه‌های کوتاه‌مدت	متن	[1,10]	10
۱۴	نحوه تامین بودجه	a1% عقد قرارداد a2% صندوق رفاه a3% شهریه دانشگاه	$200+2a1-2a2-2a3$	400
۱۵	نیازهای مرکز (هزینه‌ای)	متن	[1,10]	10
۱۶	فضا	مساحت	مترمربع	50
۱۷	تعداد دانشکده های مصوب واحد	-	اگر بزرگتر از ۱۰ باشد ۱۰ امتیاز وگرنه تعداد دانشکده	10
۱۸	تعداد رشته‌های مصوب واحد	a1	اگر بزرگتر از ۱۰۰۰ باشد ۱۰ امتیاز وگرنه $(1/2a4+a3+2a2+4a1)*10/1000$	10
		a2		
		a3		
		a4		
۱۹	طرح توجیهی مرکز	آموزشی	$a1+2a2+2a3$	300
		علمی و تحقیقاتی		
		تجاری‌سازی		
۲۰	دوره زمانی مورد نظر جهت خوداتکایی	کوچک	تعداد سال	۵ سال
		متوسط		۴ سال
		بزرگ		۴ سال
		بسیار بزرگ		۳ سال
		جامع		۲ سال

کسب کنند، یعنی در شاخص و تو کننده رد شود، دیگر در ارزیابی شرکت داده نمی‌شوند. در ذیل شاخص‌های و تو کننده و اندازه آنها آورده شده است:

برای ارزیابی نهادهای پژوهشی یکسری محدودیت‌های و تویی (ردکننده) در نظر گرفته شده است که در صورتی که واحدها نتوانند حداقل امتیازات لازم برای شرکت در ارزیابی

نوع اعلام	شاخص ردکننده
رد	در صورت داشتن مرکز تحقیقاتی مشابه در واحد
اخطار	در صورت داشتن مرکز تحقیقاتی مشابه در استان
اخطار	در صورت داشتن مرکز تحقیقاتی مشابه در منطقه
اخطار	در صورت داشتن مرکز تحقیقاتی مشابه در کشور

نام شاخص				درجه واحد
درجه علمی هیات علمی م رکز	پتانسیل واحد	امتیاز تعداد کل دانشجو واحد	امتیاز تعداد اعضای هیات علمی واحد	
کمتر از ۵۰	۲	کمتر از ۱۰۰۰	کمتر از ۳۰	کوچک
کمتر از ۵۵	۳	کمتر از ۳۰۰۰	کمتر از ۹۰	متوسط
کمتر از ۵۵	۳	کمتر از ۶۰۰۰	کمتر از ۱۸۰	بزرگ
کمتر از ۶۰	۴	کمتر از ۸۰۰۰	کمتر از ۲۴۰	بسیار بزرگ
کمتر از ۶۵	۵	کمتر از ۱۰۰۰۰	کمتر از ۳۰۰	جامع

نام شاخص				درجه
تامین بودجه	شاخص ۱۵ تا ۲۰	تعداد مقالات هیات علمی مرکز	رشته تخصصی هیات علمی مرکز	
کمتر از ۲۵۰	کمتر از ۲	کمتر از ۳۰۰	کمتر از ۵۰	کوچک
کمتر از ۲۶۰	کمتر از ۳	کمتر از ۴۰۰	کمتر از ۵۵	متوسط
کمتر از ۲۶۰	کمتر از ۳	کمتر از ۵۰۰	کمتر از ۵۵	بزرگ
کمتر از ۲۷۰	کمتر از ۴	کمتر از ۷۰۰	کمتر از ۶۰	بسیار بزرگ
کمتر از ۲۸۰	کمتر از ۵	کمتر از ۱۰۰۰	کمتر از ۶۵	جامع



درجه	حداقل امتیاز مجاز
	رشته تخصصی هیات علمی مرکز
کوچک	کمتر از ۵۰٪
متوسط	کمتر از ۵۵٪
بزرگ	کمتر از ۶۰٪
بسیار بزرگ	کمتر از ۷۰٪
جامع	کمتر از ۷۵٪

$$\text{Min} \sum_{j \in G_1} P_j + \sum_{j \in G_2} n_j + \sum_{j \in G_1} n'_j + \sum_{j \in G_2} p'_j$$

St

$$\alpha_1 Z_j + n_j - p_j = d_1 - \varepsilon, \quad j \in G_1$$

$$\alpha_1 Z_j + n_j - p_j = d_1, \quad j \in G_2$$

$$\alpha_2 Z_j + n'_j - p'_j = d_2, \quad j \in G_1$$

$$\alpha_2 Z_j + n'_j - p'_j = d_2 - \varepsilon, \quad j \in G_2$$

$$\sum_{i=1}^k \alpha_{1i} = 1 - 2u$$

$$\sum_{i=1}^k \alpha_{2i} = 1 - 2v$$

$$n_j \cdot p_j = 0, \quad j \in G_1 \cup G_2$$

$$n'_j \cdot p'_j = 0, \quad j \in G_1 \cup G_2$$

$$n \geq 0, p \geq 0, n' \geq 0, p' \geq 0$$

که در آن  $\varepsilon$  یک عدد مثبت بسیار کوچک است.

فرض کنید  $(\alpha_1^*, d_1^*, \alpha_2^*, d_2^*)$  جواب بهینه‌ی مساله (۱۲) باشد، در این صورت دو ابرصفحه با مشخصات ذیل به دست می‌آیند.

$$H_1 = \{Z \mid \alpha_1^* Z = d_1^*\}$$

$$H_2 = \{Z \mid \alpha_2^* Z = d_2^*\}$$

در این صورت الگوریتم برای تعیین پیش‌بینی عضویت جدید  $\bar{Z}$  (مرکز تحقیقاتی جدید) در یکی از دو گروه موفق ( $G_1$ ) یا ناموفق ( $G_2$ ) به صورت ذیل خواهد بود.

**گام ۱:** بردار  $\bar{Z}$  را بگیر

فرض کنید از مجموعه مراکز تحقیقاتی موجود در سازمان  $G_1$  مجموعه مراکز تحقیقاتی باشند که موفق بوده‌اند و  $G_2$  مجموعه مراکز تحقیقاتی باشند که پس از طی سال‌هایی به طور خودکفایی برسند و سوددهی داشته باشند و  $G_2$  مجموعه مراکز تحقیقاتی هستند که پس از شروع به کار نتوانسته‌اند ادامه دهند و شکست خورده‌اند. بنابراین تقسیم‌بندی به صورت ذیل در نظر گرفته شد.

$$G_1 = \{Z_j \mid Z_j \text{ موفق بوده‌اند}\}$$

$$G_2 = \{Z_j \mid Z_j \text{ شکست خورده‌اند}\}$$

در این صورت برای افزایش دقت پیش‌بینی در این پژوهش دو ابرصفحه برای جداسازی دو مجموعه  $G_1$  و  $G_2$  در نظر خواهیم گرفت. دو ابرصفحه  $H_1$  و  $H_2$  با شرایط ذیل مدنظر خواهد بود.

$$H_1 = \{Z \mid \alpha_1 Z = d_1\}$$

$$H_2 = \{Z \mid \alpha_2 Z = d_2\}$$

به طوری که

$$\forall Z_j \in Z_1, \quad \alpha_1 Z < d_1$$

$$\forall Z_j \in Z_2, \quad \alpha_1 Z < d_1$$

$$\forall Z_j \in Z_1, \quad \alpha_2 Z < d_2$$

$$\forall Z_j \in Z_2, \quad \alpha_2 Z < d_2$$

با توجه به نوع قرار گرفتن دو مجموعه  $G_1$  و  $G_2$  در فضای  $R^*$  ممکن است دو ابرصفحه  $H_1$  و  $H_2$  با شرایط (۱۱) یافت نشود، در این صورت به دنبال ابرصفحه‌هایی هستیم که خطاهای موجود مینیمم گردد. لذا مدل بهینه‌سازی ذیل را خواهیم داشت.

مراکز تحقیقاتی نقش مهمی در اجرایی کردن علوم در جامعه و صنعت دارند به همین دلیل ایجاد مراکز تحقیقاتی هدف‌دار و قوی از ضرورت‌های جامعه دانشگاهی می‌باشد از طرفی تعدد زیاد آنها نیز منجر به عدم کارایی آنها خواهد گردید. در این پژوهش از تکنیک تحلیل ممیز و تحلیل پوششی داده‌ها برای پیش‌بینی موفقیت یا عدم موفقیت آنها استفاده گردیده است تا بتوان به مراکز پژوهشی متقاضی تاسیس برای تصمیم‌گیری اطلاعات کامل و جامعی ارائه گردد تا با توجه شرایط آنها امکان موفقیت آنها چقدر می‌باشد. در این تحقیق به واحدهایی که احتمال عدم موفقیت آنها وجود دارد کمک می‌گردد تا با افزایش یا کاهش میزان شاخص‌های تاثیرگذار احتمال موفقیت خود را بالا برده و یا از تاسیس مرکز منصرف شوند.

**گام ۲:** جواب بهینه‌ی مدل (۱۲) به صورت  $(\alpha_1^*, d_1^*, \alpha_2^*, d_2^*)$  را محاسبه کنید.

**گام ۳:** ابرصفحه‌های  $H_1$  و  $H_2$  را به کمک روابط (۱۳) بنویسید.

**گام ۴:** شرایط و تویی شاخص‌های  $Z_{ij}$  را چک کنید.

**گام ۵:** اگر  $\alpha_1^* \bar{Z} < d_1^*$ ,  $\alpha_2^* \bar{Z} \geq d_2^*$  آنگاه  $\bar{Z} \in G_1$  و تمام.

**گام ۶:** اگر  $\alpha_1^* \bar{Z} < d_1^+$ ,  $\alpha_2^* \bar{Z} \geq d_2^+$  آنگاه  $\bar{Z} \in G_2$  و تمام.

**۴- نتیجه‌گیری**

## فهرست منابع

[5] F.H Lotfi, G Jahanshahloo, M Vaez-Ghasemi and Z Moghaddas (2013). Periodic efficiency measurement for achieving correct efficiency among several terms of evaluation, International Journal of Operational Research.

[6] Guiwu Wei, Jiamin Wang (2017). A comparative study of robust efficiency analysis and Data Envelopment Analysis with imprecise data, Expert Systems with Applications.

[7] Elahe Boudaghi, Reza Farzipoor Saen (2018). Developing a novel model of data envelopment analysis–discriminant analysis for predicting group membership of suppliers in sustainable supply chain, Computers & Operations Research.

[1] Donna L. Retzlaff-Roberts, (1996). Relating discriminant analysis and data envelopment analysis to one another, Computers & Operations Research.

[2] Banker R.D, Chang H (2006). The super - efficiency procedure for outlier identification, not for ranking efficient units, European Journal of Operation Research.

[3] Charnes A, Cooper W.W, Rhodes E (1987). Measuring the efficiency of decisions making units, European Journal of Operational Research.

[4] F Hosseinzadeh Lotfi, G.R Jahanshahloo, M Khodabakhshi, M Rostamy-Malkhlifeh, Z Moghaddas and M Vaez-Ghasemi (2013). A Review of Ranking Models in Data Envelopment Analysis, Journal of Applied Mathematics.