

دسترسی در سایت <http://jnrm.srbiau.ac.ir>

سال چهارم، شماره چهاردهم، تابستان ۱۳۹۷

شماره شاپا: X -



پژوهش‌های نوین در ریاضی



دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات

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

توفیق الهویرنلو^{۱*}، محسن واعظ‌قاسمی^۲، سیدمصطفی طاهری^۳

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

^(۲) گروه ریاضی، دانشکده علوم پایه، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، گیلان، ایران.

^(۳) گروه ریاضی، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۶/۰۳/۰۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۶/۱۰/۱۶

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 مساله‌ای 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

ترتیب قابلیت هوشمندی و در نهایت استنتاج سیستم را به میزان قابل توجهی ارتقا بخشد.

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 [1]. به عبارت دیگر تحلیل ممیزی درصدد 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 بار 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 به یافتن قاعده‌ای برای تمیز دادن دو یا

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 اتکای صرف بر مدل‌های موجود کاسته می‌شود. در حقیقت در شرایط تصمیم‌گیری ساخت نیافته تجربیات موجود بر جواب بدست آمده از مدل‌های ریاضی و محاسباتی تاثیری 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 به صورت 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

برای تشخیص کارا بودن یا نبودن یک واحد تصمیم‌گیرنده مانند DMUP مدل‌های مختلفی وجود دارد که در این جا 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 ε یک عدد بسیار کوچک مثبت غیر از ارشمیدسی 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 θ^* 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

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

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

موجود است که در آن $X_j = (x_{1j}, \dots, x_{mj})$ بردار ورودی و بردار خروجی

DMU_j می‌باشد و

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

ساختن مجموعه امکان تولید اصول ذیل را می‌پذیریم.

(الف) شمول مشاهدات

(ب) تحذب

(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_k است اگر و فقط 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.

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 [7].

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

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 (α^*, 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:** (α^*, d^*) را از مدل (۸) محاسبه نمایید.

گام ۲: مقدار $\alpha^* \bar{Z}$ را محاسبه نمایید.

گام ۳: اگر $d^* \bar{Z} < d^*$ آنگاه $\bar{Z} \in G_1$ در غیر این صورت یعنی اگر $d^* \bar{Z} < d^*$ 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 [3].

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

s.t

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

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

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

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. [5]

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 [4].

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

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 آنها

استاندارد	روش محاسبه	شرح اطلاعات	نام شاخص	
A1/8+A2/15+(A3+A4)/27	a1+0.6a2	a1 دکتری	تعداد کل اعضای هیات علمی (تمام وقت و نیمه وقت)	۱
		a2 مربی		
0.8	-	-	نسبت هیات علمی استادیار به بالا به کل هیات علمی	۲
60,000	1/2a4+a3+2a2+4a1	a4 کاردانی	تعداد کل دانشجو	۳
		a3 کارشناسی		
		a2 کارشناسی ارشد		
		a1 دکتری		
10	a1-1/2a2+0a3	a1 دارد (فعال)	سابقه مرکز تحقیقاتی دیگر	۴
		a2 دارد (غیرفعال)		
		a3 ندارد		
10	۲۰۰ کیلومتر به بالا ۱۰ و زیر ۲۰۰ برابر $a*10/200$	فاصله	نزدیک‌ترین مرکز مشابه (مسافت)	۵
10	[1,10]	توسط کاربر	پتانسیل منطقه	۶
100	10a1+8a2+5a3+2a4	a1 استاد	درجه علمی هیات علمی مرکز	۷
		a2 دانشیار		
		a3 استادیار		
		a4 مربی		
100	10a1+6a2+a3	a1 مرتبط	رشته تخصصی هیات علمی مرکز	۸
		a2 نیمه‌مرتبط		
		a3 غیرمرتبط		
3600	10a1+6a2+2a3	a1 ISI	تعداد مقالات هیات علمی مرکز	۹
		a2 علمی پژوهشی		
		a3 علمی ترویجی		
10	[1,10]	متن	توانایی گروه فرعی	۱۰

۱۱	اهداف	متن	[1,10]	10
۱۲	برنامه‌های 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 دانشکده‌های مصوب واحد	-	اگر بزرگتر از ۱۰ باشد ۱۰ امتیاز وگرنه تعداد دانشکده	10
۱۸	تعداد رشته‌های مصوب واحد	a1 کاردانی	اگر بزرگتر از ۱۰۰۰ باشد ۱۰ امتیاز وگرنه $(1/2a4+a3+2a2+4a1)*10/1000$	10
		a2 کارشناسی		
		a3 کارشناسی ارشد		
		a4 دکتری		
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 توکننده رد شود، دیگر در ارزیابی شرکت داده نمی‌شوند. در ذیل شاخص‌های و توکننده 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 ۳۴۰	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 ε 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 توانسته‌اند 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.

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

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

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.

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

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 تأثیرگذار احتمال موفقیت خود را بالا برده و یا از تاسیس مرکز منصرف شوند.

فهرست منابع

- [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.
- [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.

