

## راهکارهای بهبود واحدهای تصمیم با استفاده از ترکیب روش‌های برنامه‌ریزی آرمانی و تحلیل پوششی داده‌ها

سیدمحمدعلی خاتمی فیروزآبادی<sup>۱</sup>، سعید یوسفی<sup>۲</sup>، محمدعلی فاضلی راد<sup>۲\*</sup>

۱- دانشیار، دانشگاه علامه طباطبائی (ره)، گروه مدیریت صنعتی، تهران، ایران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه علامه طباطبائی (ره)، گروه مدیریت صنعتی، تهران، ایران

رسید مقاله: ۱۲ خرداد ۱۳۹۳

پذیرش مقاله: ۱۶ مهر ۱۳۹۳

### چکیده

بر اساس طیف کلاسیک دانش تحلیل پوششی داده‌ها، رفتار مدل‌های آن با توجه به واحدهای کارا آن‌ها را برای واحدهای ناکارا به عنوان الگو معرفی می‌کند؛ حال آنکه هیچ توجهی به الگو گذاری و ارایه‌ی راهکارهای بهبود برای واحدهای کارا ندارد، به عبارت دیگر، واحدهای کارا در مدل‌های کلاسیک فاقد الگو است. این در شرایطی است که واحدهای کارا نیز نیاز به پیشرفت دارد و این مساله در رویکرد کلاسیک DEA کم‌تر مورد تاکید قرار گرفته است. در این مقاله، ابزاری برای تعیین الگو در چارچوبی که شبیه به تحلیل پوششی داده‌هاست، مورد توجه است، با این تفاوت که آرمان‌های مدیریتی نیز در آن لحاظ می‌شود. این ابزار، آرمان گذاری را برای واحدهای کارا نیز فراهم می‌کند و عملاً واحدهایی را که به ظن تحلیل پوششی داده‌های کلاسیک به نقطه‌ی اوج خویش رسیده‌اند، در مسیر پیشرفت قرار می‌دهد. مدل ارایه شده، توان ارایه راهکار برای همه‌ی واحدهای مورد بررسی را دارد و می‌تواند برای همه‌ی واحدها، آرمان‌ها را در الگوها ادغام کرده و ارایه راهکار دهد. در پایان یک مثال عددی نیز از پیاده‌سازی مدل برای تبیین هرچه بیش‌تر آن فراهم آمده است. در این مثال آرمان‌های خبرگان در الگوها ادغام شده، راهکارهای بهبود با توجه به این الگوها ارایه می‌شود؛ علاوه بر این برای واحدهای کارا نیز الگو تعیین می‌گردد.

**کلمات کلیدی:** تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، برنامه‌ریزی آرمانی (GP)، ارزیابی عملکرد، بهبود کارایی، واحد تصمیم (DMU)

### ۱ مقدمه

یکی از خروجی‌های تحلیل پوششی داده‌ها، تعیین الگو برای واحدهای ناکاراست. این کار از طریق ساخت واحدهای مرجع از مجموعه واحدهای کارا برای ارایه‌ی راهکارهای بهبود برای واحدهای ناکارا استفاده می‌شود

\* عهده‌دار مکاتبات

آدرس الکترونیکی: res@faezirad.ir

[۴-۱]. هدف این مقاله حرکت از رویکرد نظارتی و کنترل به رویکرد برنامه‌ریزی برای آینده است. در واقع اهداف آتی را می‌توان حتی برای واحدهای کارا نیز مطرح کرد؛ زیرا واحدها با توجه به وضعیت فعلی کارا هستند و ممکن است برای بهبود در راستای اهداف مدیران، کارا نباشند. در این مقاله ابزاری برای تعیین الگو در چارچوبی مشابه تحلیل پوششی داده‌ها ارائه می‌شود که در آن آرمان مدیریت نیز لحاظ خواهد شد.

در مدل‌های کلاسیک تحلیل پوششی داده‌ها بدون توجه به واحدهای کارا تنها برای واحدهای ناکارا اقدام به الگو‌گذاری و ارائه‌ی راهکار می‌شود [۵]. به عبارتی واحدهای کارا خود فاقد الگویی برای پیشرفت بودند و عملاً مانند ماشین‌هایی هستند که جاده را برای واحدهای ناکارا صاف و هموار می‌کنند و سایر واحدها در جاده‌ای که هموار شده با استفاده از تجربیات واحدهای کارا، از راهکارهای بهبود استفاده می‌کنند. عدم وجود الگویی مناسب برای واحدهای کارا باعث می‌شود که آن‌ها فاقد روشی مناسب برای پیشرفت باشند. از همین رو نمی‌توان برای آنان راهکارهایی برای پیشرفت ارائه داد و این مطلب، یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های ساختاری در مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های کلاسیک است [۴، ۶، ۷]. از سوی دیگر ممکن است واحدهایی که به عنوان الگو معرفی شده‌اند نتوانسته باشند نظرات و خواسته‌های مدیران و خبرگان را برآورده کنند؛ لذا نمی‌توانند به عنوان یک الگوی مناسب برای واحدهای ناکارتر معرفی شوند. به عبارت دیگر در میان چند واحد ضعیف نمی‌توان واحدی را که ضعف کم‌تری دارد به بهانه‌ی ضعف کم‌تر آن به عنوان الگو معرفی کرد. در بسیاری از صنایع، خبرگان و ذی‌نفعان، الگو بودن واحد ضعیف را قبول نمی‌کنند، به همین دلیل در برخی از رویکردهای نوین تحلیل پوششی داده‌ها با تکنیک‌های مختلف به ایجاد واحد ایده‌آل پرداخته شده است که عملاً واحدی مجازی برای بیان خواسته‌های مدیران و خبرگان محسوب می‌شود [۸-۱۰]. این مورد، نقطه ضعف دیگری در مدل‌های کلاسیک تحلیل پوششی داده‌ها است. از سوی دیگر عدم تأثیر توقعات و خواسته‌های مدیران و خبرگان در الگوها نیز یکی دیگر از این نقاط ضعف است [۱۱]، که در این مقاله سعی در مرتفع کردن آن شده است.

به طور خلاصه، نوآوری‌های این مقاله در عناوین زیر خلاصه می‌شود:

- استفاده از تابع چیشف اسکالرایزینگ در راستای تعدیل آرمان‌های نامتناسب.
- وزن‌دهی به تفاضل ناشی از شکاف بین آرمان و وضعیت فعلی واحدهای تصمیم.
- استفاده از تکنیک آنتروپی شانون تعدیل شده برای استخراج و انتخاب اوزان اعمال شده تفاضل آرمانی
- انتقال صفحه‌ی آرمانی در فضای  $n$  بعدی بر مبنای میزان اهمیت هر یک از موارد آرمانی به وسیله‌ی تکنیک آنتروپی شانون تعدیل شده.

## ۲ پیشینه پژوهش

تحلیل پوششی داده‌ها در سال ۱۹۷۸ توسط کوپر و همکاران جهت محاسبه‌ی کارایی نسبی واحدهای تصمیم ابداع گردید [۵]. مدل ارائه شده توسط چارنر و همکاران که با توجه به بازده به مقیاس ثابت طراحی شده است، کارایی واحدها را نسبت به یکدیگر محاسبه می‌کند. در سال ۱۹۸۴ بنکر مدل را برای بازده به مقیاس متغیر گسترش داد [۱۲]؛ اما عدم توانایی مدل‌های یاد شده در رتبه بندی واحدهای تصمیم منجر به آن گردید که در

سال ۱۹۹۳ مدل رتبه‌بندی واحدهای تصمیم توسط اندرسون و پترسون ارائه شود [۱۳]. رویکردهای رتبه‌بندی امروزه بسیار بیش‌تر از پیش گسترش یافته و از جمله‌ی آنها، استفاده از مدل‌های ابرکارایی است که مبنایش همان مدل ارائه داده شده توسط اندرسون و پترسون است. این مدل، گسترش ویژه‌ای یافته است تا جایی که لی و همکاران [۱۴] مدلی از سری مدل‌های ابرکارایی ارائه می‌دهند که با توجه به ورودی صفر در واحدهای تصمیم صورت یافته است. در مدل سنتی، در صورت ورودی صفر برای برخی از واحدهای تصمیم منجر به آن می‌گردید که مدل جواب نشدنی ارائه دهد؛ اما لی و همکارانش این مشکل را با ارائه‌ی مدلی توانا مرتفع کردند. مدل‌های کارایی متقاطع نیز رویکردی نوین در تحلیل پوششی داده‌هاست که در آن به رتبه‌بندی واحدهای تصمیم می‌پردازند. نوری‌زاده و همکاران [۱۵] مدلی را ارائه می‌دهند که توانسته در ارزیابی ارزش نسبی واحدهای تصمیم، مقادیر نسبی را در محاسبه‌ی کارایی نسبی واحدهای تصمیم به کمک مدل تعمیم دهد. وی همچنین در مقاله‌ی خود با توجه به ایرادی که به مدل کلاسیک بازده به مقیاس متغیر وارد می‌داند، اقدام به ارائه‌ی محدودیتی نوین می‌کند. از دیگر رویکردهای نوین در رتبه‌بندی واحدهای تصمیم به کمک مدل‌های واحد ایده آل است. در این رویکرد با روش‌های مختلفی، واحد ایده‌آل ایجاد می‌شود و واحدهای تصمیم بر اساس فواصل‌شان با واحد ایده‌آل رتبه‌بندی شده و بر مبنای این رتبه‌ها برای واحدهای تصمیم راهکار بهبود ارائه می‌گردد [۹]. مدل دو مرزی نیز یکی دیگر از رویکردهایی است که بر مبنای آن به رتبه‌بندی واحدهای تصمیم بر مبنای رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته می‌شود، که در آن با ترسیم مرز کارایی و ناکارایی، واحدهای تصمیم رتبه‌بندی شده و واحدهایی که بیش‌ترین فاصله را با مرز ناکارایی و نزدیک‌ترین موقعیت را نسبت به مرز کارایی دارند، به عنوان واحدهای برتر معرفی می‌شوند [۱۶].

با توجه به گسترش دانش تحلیل پوششی داده‌ها این توانایی ایجاد شده است که بتوان در رویکردهای مختلف از جمله انتخاب بهترین مشتری، ارزیابی زنجیره‌های تأمین، انتخاب بهترین واحدهای تصمیم، کاهش خروجی‌های نامناسب و آلوده‌کننده برای محیط زیست [۱۷] و پیش‌بینی عضویت واحدهای تصمیم در خوشه‌های متناسب در خوشه‌بندی [۱۸] از آن بهره گرفت.

امروزه رویکردها و کاربردهای بسیار متنوعی برای تحلیل پوششی داده‌ها در مقالات متعدد ارائه گردیده است. از جمله‌ی این کاربردها، توسعه‌ی مدل شبکه‌ای در تحلیل پوششی داده‌هاست که در آنها، واحدهای تصمیم به صورت مجموعه‌ای از مراحل مرتبط با یکدیگر در نظر گرفته می‌شوند و کارایی واحدها ترکیبی از کارایی تک تک مراحل مرتبط با یکدیگر در واحد تصمیم است، که با توجه به توپولوژی قرار گرفتن مراحل مدل‌های سری و موازی، این مراحل بر اساس شیوه قرار گرفتن واحدهای تصمیم ارائه می‌گردد [۲۰ و ۱۹].

با توجه به تمامی رویکردهای نوین که برای تحلیل پوششی داده‌ها ذکر شد؛ اما انتقادهای این مقاله همچنان بر این رویکردها استوار است. در کلیه‌ی این رویکردها، برای واحدهای تصمیم رتبه‌ی یک (و یا همان الگوها) هیچ گونه راهکاری ارائه نشده، نظرات مدیران در قالب آرمان‌های متناسب برای هر یک از این واحدهای تصمیم در نظر گرفته نمی‌شود. در این مقاله علاوه بر توجه به رویکردهای نوین، سعی در پوشش این نقاط ضعف به وسیله‌ی ادغام برنامه‌ریزی آرمانی با تحلیل پوششی داده‌ها خواهد بود.

### ۳ مدل سازی ریاضی پژوهش

#### ۳-۱ مدل کلاسیک تحلیل پوششی داده ها

در این بخش از پژوهش، اجزا و ساختار مدل کلاسیک تحلیل پوششی داده ها مرور می شود. در ابتدا متغیرها به تفکیک معرفی می شود.

$n$  تعداد واحدهای تصمیم،  $m$  تعداد ورودی ها و  $s$  تعداد خروجی ها در نظر گرفته می شود. همچنین  $x_{ij}$  میزان ورودی  $i$  ام که توسط  $DMU_j$  مصرف شده است و  $Y_{rj}$  میزان خروجی  $r$  ام که توسط  $DMU_j$  تولید شده است، در نظر گرفته می شود.  $DMU_k$  نیز با  $k \in (1, 2, \dots, n)$  در نظر گرفته می شود که به معنای واحد تصمیم تحت بررسی است. اصولاً الگوی  $DMU_k$  را می توان به صورت ترکیب خطی  $DMU$  ها به شرح زیر نوشت:

$$Y_{rk}^* = \sum_{j=1}^n \lambda_j^* y_{rj} \quad , \quad X_{ik}^* = \sum_{j=1}^n \lambda_j^* x_{ij} \quad (1)$$

در رابطه ی (۱)، عبارت  $\lambda_j \geq 0$  برای ورودی و خروجی های واحد تصمیم تحت بررسی، بیان گر الگو است. فرض می شود که مجموعه ی ورودی ها و خروجی های تعیین شده برای تمام ترکیبات  $\lambda_j$ ، فضای امکان پذیر را تشکیل می دهد.

مدل های سنتی در تحلیل پوششی داده ها دو روش برای انتخاب  $\lambda_j$  دارد که عبارت است از ماهیت ورودی محور و خروجی محور. روش با ماهیت ورودی محور الگو را به گونه ای تعیین می کند که بیشترین بهبود در ورودی ها با حفظ همان خروجی ها برای  $DMU_k$  ممکن گردد [۵].

$$\begin{aligned} & \text{Max} \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} \\ & \sum_{i=1}^m v_i x_{io} = 1 \\ & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \\ & u_r, v_i \geq 0 \end{aligned} \quad (2)$$

در روش خروجی محور، بیشترین بهبود در خروجی ها با مصرف همان ورودی های قبلی جهت تعیین الگو رخ می دهد [۵].

$$\begin{aligned} & \text{Min} \sum_{i=1}^m v_i x_{io} \\ & \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} = 1 \\ & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \\ & u_r, v_i \geq 0 \end{aligned} \quad (3)$$

### ۳-۲ تعیین معیار بر اساس برنامه‌ریزی آرمانی

در این بخش از مقاله، مدل اصلی ارایه می‌شود که در آن برنامه‌ریزی آرمانی در تحلیل پوششی داده‌ها ادغام شده است. در نظر است اهداف بلندمدت مدیران برای تعیین الگو برای هر واحد تصمیم در مدل تلفیق شود. در این بخش خواسته‌ها، نظرات و اهداف مدیران، خبرگان، سهام‌داران و صاحب‌نظران به عنوان آرمان برای واحد مورد نظر تلقی می‌شود. روش ارایه شده در این مقاله به شرح زیر است:

ترجیحات تصمیم‌گیرنده در قالب اهداف بیان می‌شود. اهداف تعیین شده می‌تواند خارج از مجموعه امکان‌پذیر فعلی باشد. همچنین این اهداف را می‌توان در قالب ورودی و خروجی و یا هر دو تعیین کرد [۲۱]. الگوها صرفاً برای واحدهای ناکارا تعریف نمی‌شود؛ بلکه حتی اگر واحدهای کارا نیز توقعات مدیران را برآورده نکرده باشند برای آن‌ها نیز اهداف تعیین می‌شود [۲۲]. البته باید توجه داشت که در انتخاب الگوها باید اعتدال به خرج داد. آن‌ها نباید خیلی دور از دسترس و آرمان‌گرایانه بوده و همچنین نباید بسیار آسان و پیش‌پاافتاده باشند [۱۰].

فرض کنید که تصمیم‌گیرنده در مسیر حرکت از نقش‌نظارتی به نقش برنامه‌ریزی آینده، اهداف مشخصی را برای  $DMU_k$  تعریف کند که این اهداف ممکن است ویژه  $DMU_k$  بوده و یا برای همه‌ی واحدهای تصمیم محسوب شود. همچنین فرض بر این است که مدیر، کنترل کاملی بر روی ورودی و خروجی‌های واحدهای تصمیم دارد؛ لذا آرمان‌ها به شرح زیر تعریف می‌شود:

$g_{ik}$  آرمان یا سطحی از انتظار ورودی  $i$ ام برای  $DMU_k$  است.

$h_{rk}$  آرمان یا سطحی از انتظار خروجی  $r$ ام برای  $DMU_k$  است.

همان‌گونه که در رابطه‌ی (۱) تعریف شد، الگوهای  $x_{ik}^*$  و  $y_{rk}^*$  باید در سه اصل زیر صدق کند:

۱. الگوها حتی الامکان باید به آرمان‌ها برسد.

۲. الگوها باید روی مرز کارایی باشد.

۳. ترکیب ورودی الگو و خروجی الگو حتی الامکان باید نزدیک ورودی‌ها و خروجی‌های  $DMU_k$  بوده

تا در دوره‌ی بعدی قابل تحقق باشد.

به طور ایده‌آل به دنبال  $x_{ik}^* \leq g_{ik}$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) و  $y_{rk}^* \geq h_{rk}$  ( $r = 1, 2, \dots, s$ ) هستیم؛ اما از آنجا که آرمان‌ها

لزوماً قابل تحقق نیست، از رویکردی استفاده می‌شود که در آن متغیرهای انحرافی بتواند میزان تحقق ناپذیری را

نشان دهد. این متغیرها با نمادهای  $\delta_{ik}^I$  و  $\delta_{rk}^O$  به صورت زیر معرفی می‌شود [۱۱]:

$$x_{ik}^* - \delta_{ik}^I \leq g_{ik}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (۴)$$

$$y_{rk}^* - \delta_{rk}^O \geq h_{rk}, \quad r = 1, 2, \dots, s \quad (۵)$$

باید توجه داشت در مدل‌های برنامه‌ریزی آرمانی سنتی متغیرهای انحرافی نامنفی است؛ اما در این مقاله از نقطه‌ی

مرجع ویرزیبکی (Wierzbicki) از برنامه‌ریزی آرمانی تعمیم یافته استفاده می‌شود که در آن تابع اسکالرایزینگ

(Scalarizing Function) متغیرهای انحرافی حداقل می‌شود [۲۴]. رویکرد مزبور این خاصیت را دارد که حتی

هنگام تعریف نقطه‌ی مرجع به صورت زیر در داخل مجموعه‌ی امکان پذیر، یعنی فضای شدنی، واقع شود. جواب برنامه ریزی آرمانی تعمیم یافته‌ی منتج کماکان تصویری را روی مرز کارا نشان خواهد داد. بر این اساس از تابع چیشف اسکالرایزینگ توسعه یافته استفاده می شود که به شرح زیر است [۱۱]:

$$\max \left\{ \max_{i=1} w_{ik}^l \delta_{ik}^l ; \max_{r=1} w_{rk}^o \delta_{rk}^o \right\} + \varepsilon \left[ \sum_{i=1}^m w_{ik}^l \delta_{ik}^l + \sum_{r=1}^s w_{rk}^o \delta_{rk}^o \right] \quad (6)$$

در رابطه‌ی (۶)  $w_{rk}^o$  وزن متغیر انحرافی آرمان خروجی و  $w_{ik}^l$  وزن متغیر انحرافی آرمان ورودی است. همچنین در این رابطه  $\varepsilon > 0$  خواهد بود. در توزیع فوق فرض بر این است که نقطه‌ی مرجع ویرزیکی متناظر با آرمان هاست که این شرط لازم برای استفاده از روش نقطه‌ی مرجع نیست و در ادامه روی حالات بعدی آن بحث خواهد شد [۶].

همان طور که بحث شد، مرز کارایی در فضای امکان پذیر با استفاده از تابع اسکالرایزینگ در نقطه‌ی ویرزیکی تضمین ایجاد می کند که جواب منتج کارا است؛ یعنی جواب شدنی دیگری وجود ندارد که از لحاظ تمام معیارها بهتر باشد. همچنین، الگوی ترکیب خطی واحدهای تصمیم نیز تضمین دیگری برای قرار گیری جواب به دست آمده بر روی مرز کارا در فضای شدنی است.

### ۳-۳ انحرافات واقعی از وضعیت فعلی واحدهای مورد بررسی

یک خاصیت نقطه‌ی مرجع ویرزیکی آن است که حتی چنانچه نقطه مرجع در داخل مجموعه کارا قرار گرفته باشد، جواب کماکان روی مرز کارایی است. مثلاً نقطه‌ی مرجع می تواند برابر با ورودی‌ها و خروجی‌های واقعی  $DMU_k$  باشد که در آن، جواب ترکیب کارای واحدهای مرجع نمایش دهنده به  $DMU_k$  در مرز کاراست. این نزدیک ترین نقطه‌ی متناظر با  $DMU_k$  اگر کارا باشد، متناظر با تصویری از  $DMU_k$  روی مرز کارایی خواهد بود، در غیر این صورت به عنوان الگو در نظر گرفته نمی شود. از این رو وضعیت فعلی ورودی و خروجی‌های  $DMU_k$  نقطه‌ی شروع مناسبی برای استفاده از روش نقطه‌ی مرجع برای تولید الگویی که در تحلیل پوششی داده‌های استاندارد بحث می شود، خواهد بود؛ اما ممکن است این الگو کاملاً با آرمان‌های تعریف شده‌ی مدیر نامرتب باشد. از طرف دیگر استفاده از آرمان‌های  $g_{ik}$  و  $h_{rk}$  برای تعریف نقطه‌ی مرجع ممکن است باعث ایجاد الگوهایی شود که با وضع موجود واحدهای تصمیم بی ارتباط است. البته این مساله به جز آرمان‌هایی است که بر اساس عملکرد فعلی تعیین می شود که ممکن است غیر واقعی بوده، بدون تغییرات گسترده در ساختارها قابل تحقق نباشد. در واقع اگر آرمان‌های مشابهی برای تمام واحدهای تصمیم تعیین شود، آنگاه فرمول‌های (۴) و (۵) برای تمام واحدهای تصمیم یکسان خواهد بود.  $\lambda_j^*$  بهینه بیانگر نقطه‌ای روی مرز کاراست که نزدیک ترین نقطه به نقطه‌ی آرمان است. به عبارت دیگر الگوهای یکسان برای تمام واحدهای تصمیم تولید می شود. در این طیف وسیع نقطه مرجعی معرفی می گردد که هم به هدف توجه داشته باشد و هم به وضع موجود. چنین نقطه‌ی مرجع واسطه‌ای برای ورودی‌ها ( $x_{ik}^{ref}$ ) در زیر تعریف می گردد.

برای به دست آوردن میزان تفاوت بین وضعیت موجود و آرمان ابتدا تفاضل وضعیت موجود با آرمان محاسبه می‌شود. در حالت ورودی، برای به دست آوردن شکاف میان آرمان و وضعیت کنونی، ورودی را از آرمان می‌کاهیم. شکاف بین وضعیت موجود و آرمان با عبارت  $x_{ik} - g_{ik}$  نمایان شده؛ لذا نقطه‌ی مرجع واسطه‌ای برای ورودی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$x_{ik}^{ref} = x_{ik} - \alpha (x_{ik} - g_{ik}) \quad (7)$$

برای به دست آوردن میزان تفاوت بین وضعیت موجود و آرمان ابتدا تفاضل وضعیت موجود با آرمان محاسبه می‌شود که برای محاسبه‌ی این تفاضل در حالت خروجی، این بار آرمان از وضعیت موجود کم می‌شود.

شکاف بین وضعیت موجود و آرمان با عبارت  $h_{rk} - y_{rk}$  نمایان شده؛ لذا نقطه مرجع واسطه‌ای برای خروجی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$y_{rk}^{ref} = y_{rk} + \alpha (h_{rk} - y_{rk}) \quad (8)$$

متغیر  $\alpha$ ، به مفهوم میزان اهمیت شکاف بین آرمان و وضعیت فعلی است. دامنه‌ی این متغیر بین صفر و یک بوده، مقدار آن می‌تواند با نظر خبرگان و تصمیم‌گیرندگان سازمان با توجه به اهمیتی که برای آرمان‌ها در نظر می‌گیرند انتخاب شود.

در این مقاله پیشنهاد داده شده است که از تکنیک آنتروپی شانون برای محاسبه‌ی مقادیر بهینه‌ی متغیر  $\alpha$  استفاده شود. مقدار  $\alpha$  می‌تواند در بازه‌ای بین صفر و یک قرار گیرد که این عدد بسته به نظر تصمیم‌گیرنده می‌تواند انتخاب شود. بهترین توجیه برای انتخاب آنتروپی شانون کاهش نقش عامل انسانی در نتایج و وزن‌دهی متناسب با اهمیت آرمان‌هاست [۲۵]. در قسمت مثال موردی، روش محاسبه‌ی این تکنیک به صورت گام به گام ارائه می‌شود.

آنتروپی شانون این امکان را ایجاد می‌کند که به طور متناسب با اهمیت آرمان‌ها به آن‌ها اهمیت داده شود. حرکتی که در آن، صفحه‌ی آرمان‌ها بر روی فضای چند بعدی جابه‌جا می‌شود، حرکت متناسب با مقادیر ارزشی است که توسط آنتروپی شانون برای مقادیر  $\alpha$  در نظر گرفته می‌شود. البته می‌توان حرکت این صفحه را با توجه به مقادیری که به  $\alpha$  داده می‌شود به صورت یکنواخت انجام داد، که در مطالعه‌ی موردی از مقادیر حداکثری و حداقلی  $\alpha$  برای این امر استفاده شده است.

حال تمام شرایط فوق را در یک مساله‌ی برنامه‌ریزی خطی برای یافتن بهترین الگوی آرمانی برای  $DMU_k$  ارائه می‌دهیم.

$$\text{Min } \Delta + \varepsilon \left[ \sum_{j=1}^m w_{ik}^I \delta_{ik}^I + \sum_{r=1}^s w_{rk}^O \delta_{rk}^O \right]$$

s.t.

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} - \delta_{ik}^I &\leq x_{ik} - \alpha (x_{ik} - g_{ik}), \quad i = 1, 2, \dots, m, \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rk} + \delta_{rk}^O &\geq y_{rk} - \alpha (h_{rk} - y_{rk}), \quad r = 1, 2, \dots, s, \\ \Delta - w_{ik}^I \delta_{ik}^I &\geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m, \\ \Delta - w_{rk}^O \delta_{rk}^O &\geq 0, \quad r = 1, 2, \dots, s, \\ \lambda_j &\geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n. \end{aligned} \quad (9)$$

اگر تمامی ورودی ها و خروجی ها به طور مناسبی مقیاس بندی شود، آنگاه مسلماً به وزن های تعدیل کننده در متغیرهای انحرافی نیازی نیست؛ زیرا جواب های مدل فوق بیش تر تحت تأثیر نقطه ای مرجع است تا تحت تأثیر وزن ها. همچنین فرمول برنامه ریزی آرمانی را می توان جهت در نظر گرفتن بازده به مقیاس متغیر با اضافه کردن محدودیت جدیدی بسط داد.

با در نظر گرفتن هزینه های تعدیل در ورودی ها، بسیاری از مدل های DEA به صورت ضمنی فرض می کنند که تمام ورودی و خروجی ها تحت کنترل DMU است؛ اما در بسیاری از مواقع برخی از ورودی ها توسط مدیریت رده بالاتر یا عوامل خارجی به DMU تحمیل می شود (به طور مثال تعداد تخت های یک بیمارستان یا رده های جذب پرسنلی یک سازمان را در نظر بگیرید). چنین ورودی هایی را می توان با سرمایه گذاری در DMU تغییر داد که این هزینه های سرمایه گذاری باید در ساختار الگو برای DMU در نظر گرفته شود. بر این اساس فرض می شود که ورودی ها را بتوان به دو بخش زیر تقسیم کرد:

الف) اولین گروه از ورودی ها ( $i = 1, \dots, \mu$ ) آن هایی است که پیش از این نیز به واحد تحمیل می شد یا به تازگی توسط مدیریت ارشد به DMU تحمیل می شود و صرفاً با سرمایه گذاری قابل تغییر می باشد. متغیرهای تصمیم  $\xi_{ik} (i = 1, \dots, \mu)$  به عنوان مقادیر ورودی های اضافی در نظر گرفته می شود که برای دوره ی زمانی بعدی به  $DMU_k$  ارایه گردیده است و فرض می گردد که هزینه ی سرمایه گذاری متغیر آن  $C_i \xi_{ik}$  است.

ب) سایر ورودی ها ( $i = \mu + 1, \dots, n$ ) هزینه هایی است که به خاطر تولید خروجی ها تحمیل شده است و نیاز است که در سطوح عملکرد الگو تعیین شود. در این مدل بسط یافته دو نکته نهفته است. اولاً نخستین مجموعه از محدودیت های مدل (محدودیت های ورودی) در این حالت صرفاً برای  $i = \mu + 1, \dots, n$  کاربرد دارد. ثانیاً محدودیت های اضافی برای اطمینان از اینکه ترکیبات الگوی DMU ها خروجی های متناسب با ورودی های تحمیل شده را تولید می کند، باید معرفی شود. به عبارت دیگر:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} \leq X_{ik} + \xi_{ik} \quad (10)$$



همان گونه که در بالا ورودی‌های نوع الف معرفی شده است، این ورودی‌ها جزء ورودی‌هایی هستند که برای مدیران قابل کنترل نیستند. در این محدودیت با معرفی متغیر  $\xi_{ik}$ ، سعی شده است که برای آن‌ها با افزایش سرمایه‌گذاری بتوان زمینه را برای استفاده از این متغیرها فراهم کرد. به عبارتی ایجاد ظرفیت را برای استفاده‌ی بهینه از این ورودی‌ها اجباری کرد.

باید توجه کرد که اگر برای سرمایه‌گذاری جدید، سرمایه‌ای موجود نباشد یا تخصیص داده نشود، آنگاه به ازای تمامی مقادیر،  $\xi_{ik} = 0$  بوده، مدل به حالت قبل برمی‌گردد. اصولاً اهداف قبلی (تحقق حداقلامکان آرمان‌های مدیریت) برای در نظر گرفتن حداقل سازی هزینه‌ی سرمایه‌گذاری بسط می‌یابد. بسط طبیعی مدل این است که آرمان مربوط به هزینه‌ی کل در نظر گرفته شده و انحرافات از این آرمان مشابه سایر آرمان‌ها محسوب شود. مشکل عملی این است که آرمان‌های هزینه و آرمان‌های ورودی و خروجی احتمالاً بسیار ناهمگون خواهد بود که تعیین عوامل مقیاس‌بندی و اوزان را پیچیده می‌نماید؛ لذا پیشنهاد می‌شود که یک کران بالا برای هزینه‌ی کل در نظر گرفته شود؛ یعنی:

$$\sum_{i=1}^{\mu} c_i \xi_{ik} \leq \beta \quad (11)$$

مقدار  $\beta$  را می‌توان به صورت تعاملی برای تولید جواب‌های مختلف تغییر داد. با توجه به این مباحث مسأله‌ی برنامه‌ریزی خطی برای  $DMU_k$  را می‌توان به صورت زیر ارایه کرد.

$$\begin{aligned} \text{Min} \quad & \Delta + \varepsilon \left[ \sum_{j=1}^m w_{ik}^I \delta_{ik}^I + \sum_{r=1}^s w_{rk}^O \delta_{rk}^O \right] \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_{ik} + \xi_{ik}, \quad i = 1, 2, \dots, \mu, \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} - \delta_{ik}^I \leq x_{ik} - \alpha (x_{ik} - g_{ik}), \quad i = \mu + 1, \mu + 2, \dots, m, \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rk} + \delta_{rk}^O \geq y_{rk} - \alpha (h_{rk} - y_{rk}), \quad r = 1, 2, \dots, s, \\ & \sum_{i=1}^{\mu} c_i \xi_{ik} \leq \beta, \\ & \Delta - w_{ik}^I \delta_{ik}^I \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m, \\ & \Delta - w_{rk}^O \delta_{rk}^O \geq 0, \quad r = 1, 2, \dots, s, \\ & \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n, \\ & \xi_{ik} \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, \mu. \end{aligned} \quad (12)$$

### ۳-۴ مزایای مدل ارایه شده

مدل ارایه شده در این پژوهش، از جهات بسیاری نسبت به مدل های پیشین به ویژه نسبت به مدل های مرسوم و کلاسیک GP-DEA تمایز دارد. این مدل با تعدیل نظرات خبرگان به ارایه ی راهکارهای بهبود می پردازد و این راهکارهای بهبود برای کلیه ی واحدهای تصمیم شامل واحدهای کارا و ناکارا ارایه می شود. همچنین سازوکار محدودیت ها به نوعی ایجاد شده است که آرمان ها قابلیت تعدیل در مقایسات زوجی را داشته باشد. به این ترتیب که تفاضل آرمان از واقعیت در تقابل وزنی که برای آن تفاضل ارایه شده است، به تعدیل آرمان مربوط می پردازد.

استفاده از تابع چپشیف اسکالرایزینگ منجر به آن شده است که اگر آرمان هایی که برای واحدهای تصمیم ارایه شود، داخل فضای شدنی باشد این آرمان ها در تقابل با الگوهایی که تحلیل پوششی داده ها ارایه می کند، تعدیل شود. به عنوان مثال اگر مقدار خروجی واحد تصمیمی عدد ۱۰ باشد و خبرگان برای این واحد تصمیم آرمان ۶ را ارایه دهند، از آنجا که این آرمان نقش الگو را نمی تواند اجرا کند و پایین تر از سطح فعلی خود واحد تصمیم است، این آرمان در تابع هدف برای ارایه ی راهکارهای بهبود تعدیل می گردد؛ زیرا مرز فضای شدنی در این عامل ۱۰ است، حال آنکه با توجه به خروجی بودن این عامل هدف پیشینه سازی تحلیل پوششی داده ها، مقدار ۶ در داخل فضای شدنی وجود دارد.

در این پژوهش همچنین بر مبنای رویکرد آنتروپی شانون تعدیل صورت گرفته و به ارایه ی وزن های مناسب برای تفاضل آرمان از وضعیت فعلی پرداخته شده است. این روش منجر به آن می شود که دخالت عامل انسانی در ارایه ی راهکارهای بهبود به حداقل خود برسد. البته در صورتی که تصمیم گیرنده بخواهد اوزان خود را ارایه دهد در این خصوص می توان اوزان مربوط را در مدل دخالت داد.

### ۴ مطالعه موردی

شرکت پیمان ماکارون - یکی از شرکت های مربوط به حوزه ی صنایع غذایی کشور - قصد دارد برای ۱۲ مرکز پخش خود در سراسر ایران اقدام به آرمان گذاری و ارزیابی واحدهای تصمیم کند. در این راستا ۲ ورودی موثر - که بیشترین سهم را از تولید دارند - و ۳ خروجی تبیین شده است. ورودی اول شامل هزینه های پرسنلی است که کلیه ی هزینه های پرسنل واحدها اعم از صف و ستاد را شامل می شود و گروه دوم نیز شامل میانگین مسافت دایره ی پخش با مراکز توزیع مهم است. این مجموعه شرکت ها ۳ خروجی دارد که می تواند ظرفیت پخش محصولات، میزان رضایت مندی مشتریان و تعداد مراکز مهم توزیع در حوزه ی مسئولیت باشد. در جدول (۱) وضعیت فعلی مراکز پخش در ورودی ها و خروجی ها نمایش داده می شود.

جدول ۱. نمایش وضعیت فعلی مراکز پخش

ورودی ۱	ورودی ۲	خروجی ۱	خروجی ۲	خروجی ۳
۱۵	۳۱	۲۵	۱۷	۴۵
۱۸	۴۳	۲۱	۱۸	۳۱
۸	۵۱	۲۲	۳۷	۵۰
۱۳	۳۷	۳۰	۳۶	۵۰
۱۰	۲۹	۲۳	۴۱	۶۹
۲۱	۳۷	۱۸	۲۱	۵۶
۱۸	۲۹	۱۹	۳۱	۶۰
۱۳	۳۹	۲۳	۱۴	۴۰
۲۰	۴۸	۲۱	۱۹	۵۰
۱۴	۵۰	۱۴	۲۰	۴۵
۱۸	۶۱	۱۱	۲۷	۳۵
۱۲	۴۴	۲۰	۳۱	۴۰

با توجه به تهدیدها و فرصت‌های بیرونی و درونی سازمان و همچنین بر اساس نقاط قوت و ضعف‌های مراکز پخش، خبرگان برای کلیه واحدها به تفکیک و با توجه به شرایط آن‌ها اقدام به آرمان‌گذاری می‌کنند. این آرمان‌گذاری بر مبنای توقعات خبرگان، مدیران و ذی‌نفعان سازمانی از تک تک مراکز پخش است. در جدول (۲) نشان داده می‌شود که برای هر یک از واحدها چه مقدار ورودی برای تولید چه مقدار خروجی مد نظر است.

جدول ۲. آرمان‌های مد نظر برای هریک از واحدها

آرمان ورودی ۱	آرمان ورودی ۲	آرمان خروجی ۱	آرمان خروجی ۲	آرمان خروجی ۳
۸	۲۹	۲۹	۳۶	۵۹
۱۵	۳۷	۲۲	۳۰	۴۵
۸	۴۵	۲۵	۴۲	۷۵
۱۲	۲۹	۳۲	۴۹	۵۵
۸	۲۷	۲۸	۵۹	۹۰
۱۸	۳۳	۳۱	۲۲	۶۷
۱۲	۲۷	۳۴	۴۰	۷۵
۱۰	۲۰	۳۰	۲۴	۴۳
۱۲	۴۱	۲۹	۲۷	۵۵
۱۴	۸۳	۲۳	۲۴	۵۵
۱۵	۴۸	۲۴	۳۹	۴۰
۷	۳۵	۳۰	۴۵	۴۳

ضریب  $\alpha$  برای مقادیر تفاضل وضعیت فعلی از آرمان تعیین گردیده است و جدول (۳) این مقادیر را نشان داده است. در این جدول، برای عواملی که به صورت ورودی در نظر گرفته می‌شود، وضعیت فعلی از آرمان کم می‌شود و در عواملی که به صورت خروجی در نظر گرفته می‌شود، آرمان از وضعیت فعلی کم می‌شود. همچنین با توجه به اینکه می‌توان برای مقادیر  $\alpha$  در مدل مقدارهای متفاوتی بین ۰ تا ۱ در نظر گرفت؛ لذا می‌توان بی‌نهایت مقدار برای  $\alpha$  ثبت نمود. در این مقاله به کمک آنالیز شانون اقدام به محاسبه‌ی اوزان مناسب برای مقدار استاندارد  $\alpha$  صورت می‌پذیرد. باید خاطر نشان نمود که همچنان می‌توانیم مقادیر مختلفی بین اعداد ۰ تا ۱ برای  $\alpha$  در نظر گرفت؛ ولی در این مقاله به کمک تکنیک آنالیز شانون اقدام به محاسبه‌ی ارزش تفاضل هر یک از ورودی و خروجی‌های مراحل از آرمان می‌کنیم.

جدول ۳. تفاضل وضعیت فعلی از آرمان

$x_{1k} - g_{1k}$	$x_{2k} - g_{2k}$	$h_{1k} - y_{1k}$	$h_{2k} - y_{2k}$	$h_{3k} - y_{3k}$
۷	۲	۴	۱۹	۱۴
۳	۶	۱	۱۲	۱۴
۰	۶	۳	۵	۲۵
۱	۸	۲	۱۳	۵
۲	۲	۵	۱۸	۲۱
۳	۴	۱۳	۱	۱۱
۶	۲	۱۱	۹	۱۵
۳	۱۹	۱۶	۱۰	۳
۸	۲۰	۲	۸	۵
۰	۲۰	۱۰	۴	۱۰
۳	۱۳	۱۳	۱۲	۵
۵	۹	۱۰	۱۴	۳

به کمک فرمول  $p_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^m r_{ij}}$  اقدام به نرمال‌سازی مقادیر جدول (۳) می‌کنیم که این مقادیر در جدول (۴) نشان داده شده است.

جدول ۴. مقادیر نرمال‌ایز شده از جدول (۳)

ورودی ۱	ورودی ۲	خروجی ۱	خروجی ۲	خروجی ۳
۰/۱۷	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۱۲۵	۰/۱۱
۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۱۲۵	۰/۰۹۶	۰/۱۱
۰	۰/۰۵	۰/۰۳۷۵	۰/۰۴	۰/۱۹

خروجی ۳	خروجی ۲	خروجی ۱	ورودی ۲	ورودی ۱
۰/۰۴	۰/۱۰۴	۰/۰۲۵	۰/۰۷	۰/۰۲
۰/۱۶	۰/۱۴۴	۰/۰۶۲۵	۰/۰۲	۰/۰۵
۰/۰۸	۰/۰۰۸	۰/۱۶۲۵	۰/۰۴	۰/۰۷
۰/۱۱	۰/۰۷۲	۰/۱۳۷۵	۰/۰۲	۰/۱۵
۰/۰۲	۰/۰۸	۰/۰۷۵	۰/۱۷	۰/۰۷
۰/۰۴	۰/۰۶۴	۰/۰۲۵	۰/۱۸	۰/۲
۰/۰۸	۰/۰۳۲	۰/۱۲۵	۰/۱۸	۰
۰/۰۴	۰/۰۹۶	۰/۱۶۲۵	۰/۱۲	۰/۰۷
۰/۰۲	۰/۱۱۲	۰/۱۲۵	۰/۰۸	۰/۱۳

حال به کمک فرمول زیر اقدام به محاسبه‌ی مقادیر ارزش این تفاضل‌ها می‌شود. اوزان به دست آمده به کمک این تکنیک در جدول (۵) ارائه داده شده است:

$$\alpha = -K \sum_{i=1}^m (p_{ij} \cdot \ln p_{ij}), K = \frac{1}{\ln_m} \quad (13)$$

جدول ۵. مقادیر اوزان به دست آمده از فرمول (۱۳)

	خروجی ۳	خروجی ۲	خروجی ۱	ورودی ۲	ورودی ۱
$\alpha$	۰/۹۱۸	۰/۹۳	۰/۹۱	۰/۷۷	۰/۶۵۸

از این اوزان برای  $\alpha$  بهینه در مدل استفاده می‌شود. باید به این نکته اشاره کرد که اگر خروجی تکنیک آنتروپی شانون به عنوان اوزان آرمان مورد تایید مدیران نباشد، می‌توان اوزان مورد تایید آن‌ها را در این مقادیر به دست آمده تأثیر داد و این مقادیر را تعدیل کرد؛ که البته مقادیر به دست آمده مورد تایید خبرگان آرمان‌گذار قرار گرفت. به عبارت دیگر می‌توان از روش آنتروپی شانون تعدیل شده استفاده کرد. به کمک  $\alpha$  محاسبه شده مقادیر آرمان‌ها در واحدهای تصمیم به دست می‌آید. با توجه به نظر خبرگان می‌توان برای  $\alpha$  مقادیر متنوعی را در بازه‌ی  $0 \leq \alpha \leq 1$  اعمال کرد؛ ولی با کمک این تکنیک می‌توان اوزان مناسبی را - که اولاً به تفاضل آرمان‌ها توجه دارد و ثانیاً بدون دخالت عامل انسانی است - به دست آورد. از دیگر مزایای استفاده از تکنیک آنتروپی شانون تعدیل شده این است که صفحه‌ی آرمانی در فضای  $n$  بعدی به صورت کاملاً متناسب جابجا می‌شود.

مقایسه‌ی نسبی کارایی این ۱۲ واحد با یکدیگر به وسیله‌ی نرم‌افزار لینگو حل گردید. کلیه‌ی واحدها به وسیله مدل‌های ورودی محور و خروجی محور و مدل آرمانی تحلیل پوششی داده‌ها حل گردیده است. در نتیجه واحد ۵ به عنوان واحد برتر یا الگوی دارای کارایی نسبی ۱ بوده، واحد ۳ ضعیف‌ترین واحد به لحاظ کارایی نسبی است.

جدول ۶. مقادیر مربوط به واحد شماره ۳

	ورودی ۱	ورودی ۲	خروجی ۱	خروجی ۲	خروجی ۳
وضعیت فعلی	۸	۵۱	۲۲	۳۷	۵۰
مدل ورودی محور	۴/۵	۱۲/۶۵	۲۲	۳۸	۵۰/۳
مدل خروجی محور	۸/۵	۵۰/۶۵	۳۹	۵۹	۹۴
آرمانها	۸	۴۵	۲۵	۴۲	۷۵
پاسخ مدل با توجه به مقادیر مختلف $\alpha$					
۱	۸/۲	۵۰/۶	۲۹/۶	۶۴	۹۷/۲
آنتروپی شانون	۸	۴۶/۳۸	۲۴/۷۳	۴۱/۶۵	۷۲/۹۵
۰	۵/۵	۱۹/۵۳	۱۸/۳	۴۰/۲۳	۶۷/۵

همان گونه که در مقادیر جدول (۶) مشخص است با استفاده از مدل ورودی محور راهکار سخت گیرانه ای برای ورودی ها در نظر گرفته می شود. همان طور که مشخص است تدابیر اندیشیده شده برای این واحد ناکارا برای رسیدن به مرز کارایی، کاهش در میزان ورودی ها و تقریباً ثابت نگه داشتن خروجی ها است. در راهکاری که در مدل خروجی محور ارائه داده می شود وضعیت بر عکس است؛ یعنی با ثابت نگه داشتن تقریبی ورودی ها و سعی در افزایش خروجی ها کوشش در جهت حرکت به سمت مرز کارایی شده امکان پذیر است.

حال با استفاده از مدل پیشنهادی در این مقاله و با استفاده از مقادیر متنوعی از  $\alpha$  سعی شده است تا راهکاری برای بهبودی مبتنی بر خواسته ها و توقعات مدیران و خبرگان ارائه شود. همان گونه که اشاره شد با وجود آنکه این واحد ناکارایی نسبی دارد؛ اما می توان برای آن آرمان گذاری کرد و مبتنی بر این آرمانها به آرایه های راهکارهای بهبوددهنده پرداخت. راهکارهای ارائه شده، بر مبنای مقادیر مختلف  $\alpha$  در نظر گرفته می شود، که این راهکارها نسبت به راهکارهای بهبود در مدل های ورودی محور و خروجی محور، میانه روتر است. به عبارت دیگر، در راهکارهای ورودی محور با سخت گیری در ورودی ها به دنبال کارا کردن واحد ناکارا هستند؛ یعنی با کاهش ورودی ها قصد دارند واحد را به سمت مرز کارایی سوق دهند. مدل نخست (رابطه (۲)) در این مقاله مدلی ورودی محور است. در مدل خروجی محور با سخت گیری در مقدار خروجی ها به دنبال کارا کردن واحدها هستند؛ یعنی با افزایش در خروجی ها قصد دارند تا واحد ناکارا را به سمت مرز کارایی سوق دهند که در مدل دیگر (رابطه (۳)) این مقاله مشهود است؛ اما در مدل ارائه شده در این مقاله، با افزایش متناسب خروجی ها و کاهش متناسب ورودی ها واحد را به سمت مرز کارایی سوق می دهد. حال در این قسمت برای واحدی که در مدل های کلاسیک الگو در نظر گرفته می شود، به آرایه ای جدولی مشابه پاسخ مدل بر مبنای آرمانها پرداخته می شود.

جدول ۷. مقادیر مربوط به واحد شماره ۵

	ورودی ۱	ورودی ۲	خروجی ۱	خروجی ۲	خروجی ۳
وضعیت فعلی	۱۰	۲۹	۲۳	۴۱	۶۹
آرمان	۸	۲۷	۲۸	۵۹	۹۰
پاسخ مدل با توجه به مقادیر مختلف $\alpha$					
۱	۸/۳	۲۴/۵	۳۲	۶۳/۷۵	۹۵/۵
آنتروپی شانون	۷/۴۷	۲۳/۷۴	۲۸/۳۷۵	۶۱/۵۰۶	۹۳/۳۸۷
۰	۶/۳۵	۲۰/۱۹	۲۴/۵	۵۹/۳	۶۹

همان گونه که مشخص است از آنجا که واحد شماره ۵ کارایی نسبی برابر با ۱ دارد، در مدل‌های ورودی محور و خروجی محور به عنوان الگو معرفی می‌شود و نمی‌توان برای آن الگویی جهت بهبود ارایه کرد، چرا که خود برای سایر واحدها به عنوان الگو شناخته می‌شود؛ لذا تنها راهکارهای بهبود راهکارهایی است که توسط آرمان‌گذاری برای واحدها در نظر گرفته می‌شود.

با استفاده از پاسخی که برای این آرمان‌گذاری ارایه شده است و با توجه به مقادیر متفاوت  $\alpha$ ، می‌توان راهکارهای مطلوبی برای واحدهای کارا با توجه به نظرات خبرگان و خواسته‌های ذی‌نفعان و تدابیر مدیران ارایه کرد. این واحد اکنون دارای نقشه راهی مشخص شده و با راهکارهای ملموس در میزان ورودی و خروجی‌ها همراه است.

## ۵ نتیجه و جمع‌بندی

مدل ارایه شده در این مقاله برای تصمیم‌گیرنده این توانایی را ایجاد می‌کند تا علاوه بر ارایه‌ی راهکارهای بهبود، توانایی ادغام آرمان‌های مدیران را در این راهکارها لحاظ کند. ادغام برنامه‌ریزی آرمانی در تحلیل پوششی داده‌ها، این ویژگی را برای تصمیم‌گیرنده ایجاد می‌کند که نقاط ضعف تحلیل پوششی داده‌ها را در حوزه‌ی مورد بررسی برطرف سازد. رویکرد نوینی که این پژوهش در قیاس با سایر مدل‌های کلاسیک GP-DEA به کار گرفته است، موجب شده است که تعدیل آرمان‌های مدل در مقایسات زوجی بر مبنای تابع چابک‌سازی اسکالرایزینگ صورت پذیرد.

برنامه‌ریزی آرمانی این توانایی را برای واحدهای کارا ایجاد می‌کند که بتوان برای آن‌ها بر مبنای نظرات و خواسته‌های مدیران و خبرگان راهکارهایی جهت بهبود ارایه داد. برای توسعه‌ی این پژوهش، می‌توان این مدل را با توجه به بازده به مقیاس متغیر و بر پایه‌ی مدل BCC گسترش داد. همچنین می‌توان با توجه به رویکردهای نوین تحلیل پوششی داده‌ها که واحد را به عنوان شبکه در نظر می‌گیرند این مدل را گسترش داد. از سوی دیگر می‌توان آرمان‌ها را به کمک تکنیک‌هایی دیگر برای واحدهای مورد بررسی استخراج کرد.

## منابع

- [۱۶] عزیزی، ح.، بهاری، ع. ر.، جاهد، ر.، (۱۳۹۲). یک رویکرد جدید برای انتخاب فناوری های پیشرفته ی تولید: تحلیل پوششی داده ها با مرز دو گانه. مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، ۱۰(۱)، ۹۹ - ۱۱۷.
- [1] Bounol, M., Dula, J. H., Estellita Lins, M. P., Moreira da Silva, A. C., (2010). Enhancing standard performance e practices with DEA .Omega, 38, 33-45.
- [2] Charnes, A., Cooper, W.W., Lewin, A. Y., Seiford, L. M., Editors (1994). Data envelopment analysis: theory, methodology and application. Boston, Dordrecht, London: Kluwer Academic Publishers.
- [3] Du, J., Liang, L., Chen, Y., Bi, G., (2010). DEA-based production planning .Omega-The International Journal of Management Science, 38, 105-112.
- [4] Shimshak, D. G., Lenard, M. L., Klimberg, R. K., (2009). Incorporating quality into data envelopment analysis of nursing home performance: a case study. Omega-The International Journal of Management Science, 37, 672-685.
- [5] Charnes, A., Cooper, W. W., Rhodes, E., (1978). Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operational research, 2, 429-444.
- [6] Cook, W. D., Bala, K., (2007). Performance measurement and classification data in DEA: input-oriented model .Omega-The International Journal of Management Science, 35, 39-52.
- [7] Cooper W. W., (2005) Origins, uses of, and relations between goal programming and data envelopment analysis. Journal of Multi-Criteria Decision Analysis, 13, 3-11.
- [8] Hatami-Marbini, A., Saati, S., Tavana, M., (2010). An ideal-seeking fuzzy data envelopment analysis framework, Applied Soft Computing, 10(4), 1062-1070.
- [9] Jahanshahloo, G. R., Hosseinzadeh Lotfi, F., Khanmohammadi, M., Kazemimanesh, M., Rezaie, V., (2010). Ranking of units by positive ideal DMU with common weights. Expert Systems with Applications, 37(2), 7483-7488.
- [10] Jahanshahloo, G. R., Hosseinzadeh Lotfi, F., Rezaie, V., Khanmohammadi, M., (2011). Ranking DMUs by ideal points with interval data in DEA. Applied Mathematical Modelling, 35(1), 218-229.
- [11] Banker, R., Charnes, A., Cooper, W. W., (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. Management Science, 30(9), 1078-1092.
- [12] Stewart, T. J., (2010). Goal directed benchmarking for organizational efficiency. Omega, 38, 534-539.
- [13] Andersen, P., Petersen, N. C., (1993). A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. Management Science, 39(10), 1261-1264.
- [14] Lee, H. S., Zhu, J., (2012). Super efficiency infeasibility and zero data in DEA. European Journal of Operational Research, 216(3), 429-433.
- [15] Noorizadeh, A., Mahdiloo, M., Farzipoor Saen, R., (2013). Evaluating Relative Value of Customers via Data Envelopment Analysis. Journal of Business & Industrial Marketing, 27(7), 577-588.
- [17] Sueyoshi, T., Goto, M., (2013). A use of DEA-DA to measure importance of R&D expenditure in Japanese information technology industry. Decision Support Systems 54(2), 941-952.
- [18] Farzipoor Saen, R., (2013). Using cluster analysis and DEA-discriminant analysis to predict group membership of new customers. International Journal of Business Excellence, 6(3), 348-360.
- [19] Cook, W. D., Zhu, J., Yang, F., (2010). Network DEA: Additive efficiency decomposition. European Journal of Operational Research, 207(2), 1122-1129.
- [20] Fukuyama, H., Mirdehghan, S. M., (2012). Identifying the efficiency status in network DEA. European Journal of Operational Research, 220, 85-92.
- [21] Halme, M., Joro, T., Korhonen, P., Salo, S., Wallenius, J., (1999). A value efficiency approach to incorporating preference information in data envelopment analysis. Management Science, 45, 103-115.
- [22] Gouveia, M. C., Dias, L. C., Antunes, C. H., (2008). Additive DEA based on MCDA with imprecise information. Journal of the Operational Research Society, 59, 54-63.
- [23] Wierzbicki A.P. Reference point approaches. In: Gal, T., Stewart, T.J., Hanne, T., editors. (1999). Multicriteria decision making: advances in mcdm models, algo-rithms, theory ,and applications. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- [24] Soleimani-damaneh, M., Zarepisheh, M., (2009). Shannon's entropy for combining the efficiency results of different DEA models: Method and application. Expert Systems with Applications, 36, 5146-5150.