مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال هفدهم، شماره دوم (پیاپی ۶۵)، تابستان ۹۹، ص ص ۸-۱
شاپا ۷۲۸۶-۲۲۵۱

# تحلیل کارایی و رتبه‌بندی شرکت‌های گاز استانی با حضور شاخص‌های نامطلوب

**حمزه امیرتیموری[۱]، علیرضا امیرتیموری[۲*]، مهدی کرباسیان[۳]**

۱- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی صنایع، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

۲- استاد، گروه ریاضی کاربردی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

۳-دانشیار، گروه مهندسی صنایع، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

رسید مقاله: ۱۲ دی ۱۳۹۷

پذیرش مقاله: ۲۲ تیر ۱۳۹۸

## چکیده

تحلیل پوششی داده‌ها یک تکنیک الگویابی پرکاربرد در حیطه‌ی تحقیق در عملیات است که در سه دهه‌ی اخیرکاربردهای متنوعی از آن در بخش‌های مختلف صنعت گزارش شده است. در این مقاله یک روش کارایی‌سنجی برای ارزیابی عملکرد شرکت‌های گاز استانی با حضور شاخص‌های نامطلوب ارایه شده است. اصل دسترسی‌پذیری مدیریتی برای مدل‌سازی خروجی‌های نامطلوب به کار گرفته شده است. در ادامه، یک روش رتبه‌بندی با استفاده از وزن‌های مشترک ارایه خواهد شد. در انتها، بیست و نه شرکت گاز استانی مورد ارزیابی و تحلیل قرار خواهند گرفت.

**کلمات کلیدی:** تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی، وزن‌های مشترک، ورودی و خروجی.

## ۱ مقدمه

در عصر رقابتی حاضر، شرکت‌ها همواره به دنبال افزایش درآمدها، کاهش هزینه‌ها و بهینه‌سازی تولید هستند. آن‌ها برای تحقق اهداف مهم مذکور همواره تلاش می‌کنند با اتخاذ رویکرد آینده‌نگر و بهره‌گیری از اصول و معیارهای نوین تصمیم‌گیری کارایی خود را افزایش و رشد و توسعه پایدار را تجربه نمایند. تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) تکنیکی است که قادر است با برآورد مرز تولید کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری با نهاده‌ها و ستاده‌های متفاوت و نامتجانس را اندازه‌گیری نماید. چارنز، کوپر و رودز [۱] با توسعه کار فارل [۲] مدل را برای حالت بازده به مقیاس ثابت ارایه کردند. بنکر، چارنز و کوپر [۳] نیز مدل را برای حالت بازده به مقیاس متغیر پیشنهاد نمودند. در ادبیات ارزیابی کارایی به کمک روش، مطلوبیت ستاده‌ها در افزایشی بودن آن‌ها و مطلوبیت نهاده‌ها در کاهشی بودن آن‌ها است. لذا مدیران همواره تلاش می‌کنند با کاهش نهاده‌ها و افزایش ستاده‌ها،

* عهده‌دار مکاتبات

آدرس الکترونیکی: ateimoori@iaurasht.ac.ir



[ Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.6.4 ]

واحدها را به مرز کارایی برسانند و از این رو غالباً در کاربردهای گزارش‌شده مدل‌های کلاسیک، فقط حضور ستاده‌های مطلوب در نظر گرفته می‌شود اما این قاعده همیشه قابل اجرا نیست زیرا در برخی فعالیت‌ها به همراه شاخص‌های مطلوب، شاخص‌های نامطلوب هم ناخواسته وارد فرآیند تولید می‌شوند که با توجه به ماهیت آن‌ها، به هیچ وجه امکان حذف کامل یا جلوگیری از تولید آن‌ها وجود ندارد و موجب اتلاف منابع، افزایش هزینه، ایجاد مخاطره برای محیط زیست، نارضایتی جامعه و کاهش کارایی سازمان می‌شوند. به عنوان مثال می‌توان به آلودگی محیطی ناشی از مصرف گاز طبیعی اشاره کرد. با توجه به این که اساس مدل‌های مقدماتی بر مبنای کاهش نهاده و افزایش ستاده استوار است لذا وجود ستاده‌های نامطلوب سبب می‌شود تا سازمان‌ها نتوانند با بیشینه کردن ستاده‌ها به افزایش کارایی دست پیدا کنند. بهره‌گیری از مدل‌های کلاسیک پیش گفته‌شده سبب پیدایش خطا و محاسبه نادرست کارایی می‌گردد. بنابراین باید از مدل دیگری برای این حالت خاص بهره جست. نخستین بار فار و همکاران [۴] حضور عوامل نامطلوب را در یک مدل تحلیل پوششی داده‌ها مورد بررسی قرار داده‌اند. هایلو و ویمن [۵] درمقاله تحلیل بهره‌وری صنعت کاغذ و خمیر کاغذ کانادا، با این استدلال که ستاده‌های نامطلوب همانند نهاده برای یک واحد تولیدی هزینه در بر دارند آن‌ها را به عنوان نهاده در نظر گرفته و فرض دسترسی‌پذیری آزاد را بر آن‌ها اعمال کردند. فار و گراسکوف [۶] در مقاله‌ای شرط اصلاح شده هایلو و ویمن را متناقض قوانین فیزیکی و اصول استاندارد تئوری تولید دانسته و رویکرد ارایه شده توسط آنان را مردود دانستند و با استفاده از فرض دسترسی‌پذیری ضعیف شفرد [۷] مدل‌بندی دیگری ارایه نمودند. جهانشاهلو و همکاران [۸] با توجه به این که معکوس با ساختار مخروطی تکنیک موثرتری برای ارزیابی سطح خروجی‌ها می‌باشد از آن برای ستاده‌های نامطلوب استفاده کردند. کاسمانن [۹] استفاده فار و گراسکوف [۶] از فاکتور کاهش یکنواخت برای تمام واحدهای تصمیم‌گیری را نادرست دانسته و به جای استفاده از فاکتور انقباضی یکسان، فاکتور کاهشی غیریکسان را به کار برده‌اند. یانگ و پولیت [۱۰] برای ارزیابی عملکرد نیروگاه‌های سوخت فسیلی چین مدلی از تحلیل پوششی داده‌ها را ارایه کردند که قادر است با حضور ستاده‌های نامطلوب و غیرقابل کنترل عملکرد واحدها را اندازه‌گیری نماید. فوکویاما و وبر [۱۱] با استفاده از مدل شبکه‌ای جمعی برای ساختار دو مرحله‌ای، عملکرد بانک‌های ژاپنی با ستاده‌های نامطلوب را ارزیابی کردند. پودینوسکی و کاسمانن [۱۲] فرض دسترسی‌پذیری ضعیف را در قالب اصول موضوعه متفاوتی مورد بحث قرار داده و منطقی بودن ادعای خود را به اثبات رساندند. سویشی و گوتو [۱۳] برای ارزیابی زیست محیطی نیروگاه‌های ژاپن و صنایع تولیدی و مقایسه آن‌ها، اصل دسترسی‌پذیری مدیریتی برای ستاده‌های نامطلوب را پیشنهاد دادند. چن و همکاران [۱۴] اصل دسترسی‌پذیری ضعیف شفرد [۷] را برای مدل‌سازی ستاده‌های نامطلوب در تحلیل پوششی داده‌ها به کار گرفته و مدل حاصله را برای ارزیابی محیطی واحدهای صنعتی منطقه‌ای چین با وجود آلاینده‌ها به عنوان یکی ازستاده‌های نامطلوب مورد استفاده قرار دادند. امیرتیموری و همکاران [۱۵] برای مقابله با ستاده‌های نامطلوب در مدل‌های تجزیه و تحلیل عملکرد، فرض دسترسی‌پذیری آزاد را جایگزین فرض دسترسی‌پذیری ضعیف کرده و یک تعریف دیگراز فرض دسترسی‌پذیری ضعیف ارایه کرده و یک پایه اساسی برای ساخت یک فضای تکنولوژی



[ Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.6.4 ]

جدید تولید در حضور ستاده های نامطلوب معرفی نمودند و کارایی این مدل را با استفاده از داده‌های واقعی ۹۲ نیروگاه زغال سنگی نشان دادند.

با توجه به این که در فرآیند تولید ستاده‌های شرکت‌های گاز استانی تعدادی ستاده نامطلوب وجود دارد در این تحقیق یک روش جدید مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی شرکت‌های گاز استانی با حضور ستاده‌های مطلوب و نامطلوب ارایه شده است و برای مدل‌بندی ستاده‌های نامطلوب از دسترسی‌پذیری مدیریتی بهره گرفته شده که حاصل آن یک مدل برنامه‌ریزی خطی است. این اصل نخستین بار توسط سویوشی و گوتو [۱۳] معرفی شده است. دراصل دسترسی‌پذیری مدیریتی، یک واحد تصمیم‌گیری با افزایش نهاده‌ها میزان ستاده‌های نامطلوب را کاهش می‌دهد و برخلاف تحلیل پوششی داده‌های کلاسیک، ورودی‌های وزن‌دار در صورت کسر قرار داده می‌شود. در ادامه، برای ایجاد تمایز بیشتر بین واحدهای تصمیم‌گیری، یک مساله برنامه‌ریزی خطی صحیح آمیخته معرفی شده که اساس آن استفاده از وزن‌های مشترک است. به کمک مدل رتبه‌بندی ارایه شده، تعداد واحدهای کارا به شدت کاهش می‌یابد.

ادامه این مقاله به صورت زیر سازماندهی می‌شود: در بخش بعدی، یک مدل کارایی‌سنجی با حضور شاخص‌های نامطلوب ارایه خواهد شد. یک روش رتبه‌بندی با استفاده از وزن‌های مشترک در بخش سوم ارایه می‌شود. در بخش چهارم، تئوری‌های ارایه شده روی بیست و نه شرکت گاز استانی پیاده‌سازی خواهند شد. نتایج در بخش آخر ارایه می‌شود.

## ۲ یک مدل کارایی‌سنجی با حضور شاخص‌های نامطلوب

فرض کنید $n$ واحد تصمیم‌گیری $\left(DMU_j : j = ۱,\cdots,n\right)$ برای ارزیابی وجود دارند که هرکدام نهاده‌های $x_{ij} : i = ۱,\cdots,m$ را برای تولید دو دسته ستاده‌های مطلوب و نامطلوب مصرف می‌کنند. ستاده‌های مطلوب با $y_{rj} : r = ۱,\cdots,s$ و ستاده‌های نامطلوب با $w_{kj} : k = ۱,\cdots,K$ نشان داده می‌شوند. شاخص کارایی واحد تحت ارزیابی $p$ ام را به صورت زیر تعریف می‌کنیم:

$$e_p = \frac{\sum_{r=۱}^{s} u_r y_{rp} + \sum_{i=۱}^{m} v_i x_{ip}}{\sum_{k=۱}^{K} \gamma_k w_{kp}} \geq ۰, \qquad (۱)$$

که در آن $u_r$ , $v_i$ و $\gamma_k$ به ترتیب وزن‌های متناظر ستاده‌های مطلوب، نهاده‌ها و ستاده‌های نامطلوب می‌باشند.

نکته‌ایی که باید به آن توجه شود این است که بر خلاف تعریف کلاسیک تحلیل پوششی داده‌ها، در این تعریف از کارایی، مجموع توزین‌شده نهاده‌ها در صورت کسر کارایی ظاهر شده است و این نشان می‌دهد که برای بیشینه‌کردن کارایی، نهاده‌ها باید افزایش یابند. دلیل این موضوع در ادامه تشریح خواهد شد. اکنون برای ارزیابی عملکرد $DMU_p$، مدل برنامه‌ریزی کسری زیر حل خواهد شد:



[ Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.6.4 ]

$$e_p^* = Max\ e_p$$
$$s.t. \quad \left\{ \begin{array}{ll} e_j \le ۱ & j = ۱,\cdots,n \\ u_r, v_i, \gamma_k \ge ۰ & for\ all\ \ r,i\ \ and\ k \end{array} \right\} \qquad (۲)$$

با استفاده از تبدیل چارنز و کوپر [۱۶] مدل (۲) به شکل خطی زیر تبدیل می‌شود:

$$e_p^* = Max \quad \sum_{r=۱}^{s} u_r y_{rp} + \sum_{i=۱}^{m} v_i x_{ip}$$
$$s.t. \quad \left\{ \begin{array}{l} \sum_{k=۱}^{K} \gamma_u w_{kp} = ۱, \\ \left( \sum_{r=۱}^{s} u_r y_{rj} + \sum_{i=۱}^{m} v_i x_{ij} \right) - \left( \sum_{k=۱}^{K} r_k w_{kj} \right) \le ۰, \quad j = ۱,\cdots,n, \\ u_r, v_i, \gamma_u \ge ۰ \quad for\ all\ r,i\ and\ k. \end{array} \right. \qquad (۳)$$

**تعریف ۱:** به $DMU_P$ کارای نسبی گفته می‌شود اگر و تنها اگر وزن‌های مثبتی برای مدل (۳) وجود داشته باشد به طوری که $e_p^* = ۱$ .

به آسانی می‌توان اثبات کرد که در بهینگی مدل (۳) حداقل یکی از محدودیت‌های $j = ۱,\cdots,n$ به صورت تساوی برقرار می‌باشد و این موضوع تضمین می‌کند حداقل یک $DMU$ کارای نسبی است.

فرمول‌بندی دوگان مدل (۳) به صورت زیر می‌باشد:

$$Min \quad \theta$$
$$\begin{array}{ll} s.t. & \sum_{j=۱}^{n} \lambda_j y_{rj} \ge y_{ro}, \qquad r = ۱.\cdots,s, \\ & \sum_{j=۱}^{n} \lambda_j x_{ij} \ge x_{io}, \qquad i = ۱,\cdots,m, \\ & \sum_{j=۱}^{n} \lambda_j w_{kj} \le \theta w_{ko}, \quad k = ۱,\cdots,K, \\ & \lambda_j \ge ۰, \quad j = ۱,\cdots,n. \end{array} \qquad (۴)$$

مدل فوق یک مساله برنامه‌ریزی خطی است هدف آن کاهش خروجی‌های نامطلوب است. البته لازم به ذکر است چنانچه اهداف دیگری از جمله کاهش ورودی‌ها و یا افزایش خروجی‌های مطلوب مورد نظر باشد، به آسانی می‌توان مدل را بازنگری نمود. در این تحقیق چون اولویت روی کاهش خروجی‌های نامطلوب می‌باشد، ضریب انقباض یا کاهش خروجی‌های نامطلوب به کار گرفته شده است. در فرمول‌بندی دوگان (۴) قید دوم مربوط به نهاده‌ها را در نظر بگیرید. ماهیت این قید نشان می‌دهد که شیوه مدل‌سازی ستاده‌های نامطلوب، استفاده از اصل دسترسی‌پذیری مدیریتی می‌باشد که نخستین بار توسط سویوشی و گوتو [۱۳] معرفی شده است. در دسترسی‌پذیری مدیریتی، یک واحد تصمیم‌گیری با افزایش نهاده‌ها میزان ستاده‌های نامطلوب را کاهش می‌دهد.



[ Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.6.4 ]

## ۳ رتبه‌بندی با استفاده از وزن‌های مشترک

پس از حل مدل (۴) همانند مدل‌های کلاسیک $DEA$، بیش از یک واحد تصمیم‌گیری کارا خواهد بود که این امر ضرورت ارایه یک روش رتبه‌بندی را نشان می‌دهد. در ادامه به معرفی یک روش رتبه‌بندی برای واحدهای کارا خواهیم پرداخت. در روش ارایه شده، یک مجموعه مشترک وزن‌ها به گونه‌ایی پیدا خواهد شد که تنها یک واحد تصمیم‌گیری را به عنوان کاراترین واحد معرفی می‌نماید. برای این منظور $n$ محدودیت زیر در نظر گرفته می‌شوند:

$$\left(\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} + \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}\right) - \left(\sum_{k=1}^{K} \gamma_k w_{kj}\right) \le 0, \qquad j = 1,\cdots,n, \tag{۵}$$

با افزودن متغیر دودویی $d_j$ به این محدودیت‌ها آن‌ها را به صورت زیر بازنویسی می‌کنیم:

$$\begin{aligned} &\left(\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} + \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}\right) - \left(\sum_{k=1}^{K} \gamma_k w_{kj}\right) + T_j + \varepsilon d_j = 0, \qquad j = 1,\cdots,n, \\ &\sum_{j=1}^{n} d_j = n-1, \quad d_j \in \{0,1\}, \quad j = 1,\cdots,n, \end{aligned} \tag{۶}$$

که در آن $\varepsilon$ به قدر دلخواه کوچک در نظر گرفته می‌شود. قید $\sum_{j=1}^{n} d_j = n-1$ و دودویی بودن $d_j$ها تضمین می‌کند که $n-1$ تا از $d_j$ها برابر یک و دقیقاً یک $d_j$ برابر صفر باشد. اگر $T_j$ متناظر $d_j = 0$ باشد در آن صورت $DMU_j$ روی ابرصفحه به‌دست آمده قرار خواهد گرفت و از این رو کارا خواهد بود. اگر تابع هدف $Min \sum_{j=1}^{n} T_j$ را با محدودیت‌های (۶) در نظر بگیریم، ثابت خواهد شد که حداقل یک $T_j$ برابر صفر خواهد بود. لذا مساله برنامه‌ریزی صحیح مختلط زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$\begin{aligned} Min \quad & \sum_{j=1}^{n} T_j \\ s.t. \quad & \left(\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} + \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}\right) - \left(\sum_{k=1}^{K} \gamma_k w_{kj}\right) + T_j + \varepsilon d_j = 0,\ j = 1,\cdots,n, \\ & \sum_{j=1}^{n} d_j = n-1, \\ & d_j = \{0,1\}, \qquad j = 1,\cdots,n, \\ & T_J \ge 0, \qquad j = 1,\cdots,n, \\ & u_r, v_i \text{ and } \gamma_k \ge 0 \quad \text{for all } r, i \text{ and } k. \end{aligned} \tag{۷}$$

به آسانی می‌توان ثابت کرد که مدل (۷) که مدل وزن مشترک نامیده می‌شود شدنی و کران‌دار است. به علاوه در بهینگی دقیقاً یک $d_j$ و $T_j$متناظر آن، برابر صفر است. $\overline{T}_j = T_j + \varepsilon d_j$ درواقع نقش میزان ناکارایی $DMU_j$را ایفا می‌کند. در بهینگی مدل (۷) دقیقا یکی از $\overline{T}_j$ها برابر صفر است و از این رو $DMU_j$ بهترین



[ Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.6.4 ]

رتبه را دارا می‌باشد و بسته به مقدار بقیه $T_j$ها، $DMU$های دیگر رتبه‌بندی خواهند شد. توجه داشته باشید که $\overline{T}_j$ برابر صفر به گونه‌ایی تعیین می‌شود که $\sum_{j=1}^{n} T_j$ کمینه شوند.

## ٤ مطالعه کاربردی در شرکت‌های گاز استانی

در این بخش مدل پیشنهادی روی داده‌های مربوط به ۲۹ شرکت گاز استانی پیاده‌سازی خواهد شد. شرکت‌های گاز استانی در ۳۱ استان کشور مستقر هستند و هر شرکت به عنوان یک واحد تصمیم‌گیری مستقل زیر نظر شرکت ملی گاز ایران فعالیت می‌کند. به دلیل تازه تاسیس بودن دو شرکت و فقدان اطلاعات لازم، تمرکز تحقیق روی ۲۹ شرکت صورت گرفته است. اگرچه شاخص‌های متعددی در این بخش قابل تعریف می‌باشد، لیکن به دلیل تمرکز تحقیق روی شاخص‌های معین، تنها هشت شاخص به عنوان ورودی و خروجی در نظر گرفته شده است.

در این ارزیابی سه نهاده، چهار ستاده مطلوب و یک ستاده نامطلوب در نظر گرفته شده است. نهاده‌ها شامل هزینه‌های عملیاتی (غیرپرسنلی) (ده میلیون ریال)، حجم گاز تحویلی (مترمکعب) و هزینه حقوق و دستمزد کارکنان (ده میلیون ریال) می‌باشد. ستاده‌های مطلوب نیز شامل درآمدکل (ده میلیون ریال)، تعداد مشترکین، حجم شبکه (کیلومتر) و ضریب نفوذ گازرسانی شهری و روستایی هستند. تنها ستاده نامطلوب این تحقیق آلودگی محیطی (مترمکعب) در نظر گرفته شده است. توصیف آماری شاخص‌های نهاده و ستاده در جدول ۱ ارایه شده است. دوره ارزیابی یک دوره یک ساله در سال ۹۴ می‌باشد.

**جدول ۱.** توصیف آماری نهاده‌ها و ستاده‌ها

| | $x_1$ | $x_2$ | $x_3$ | $y_1$ | $y_2$ | $y_3$ | $y_4$ | $w_1$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مینیمم | ۹۶ | ۲۹۴۵۹۷ | ۳۲۴۷/۷۰ | ۱۱۲۵ | ۶۰۰۴۷۹ | ۱۵۵۲ | ۰.۱۳۷ | ۰/۰۰۱۶ |
| ماکسیمم | ۲۶۲۰ | ۲۴۴۱۵۶۷۰ | ۶۳۴۲۷۵۰ | ۲۰۸۹۸۷ | ۲۰۲۰۸۹۰۶ | ۴۶۷۲۱ | ۱/۹۷۶ | ۰/۵۲۴ |
| میانگین | ۸۸۷/۳۸ | ۶۹۲۳۸۱۶/۳۵ | ۱۵۷۵۴۵۳/۹۶ | ۳۹۹۶۷۱/۱۴ | ۴۹۱۷۱۵۱/۳۱ | ۱۱۶۶۴/۵۹ | ۱/۰۶ | ۰/۰۵۸۷ |
| انحراف‌معیار | ۷۲۶/۹۶ | ۵۸۵۹۱۷۰/۸۸ | ۱۵۳۵۹۹۵۱ | ۴۰۸۱۸/۷۸ | ۵۴۸۲۶۹۷/۹۰ | ۶۳۲۱/۱۱ | ۰/۸۲۱۱ | ۰/۱۰۱۷ |

برای ارزیابی عملکرد این بیست و نه شرکت، مدل (۴) روی این داده‌ها اجرا شد. توصیف آماری اندازه کارایی و نقاط تصویر واحدها در جدول ۲ ارایه گردید. نتایج بیان‌گر آن است که از ۲۹ شرکت استانی تنها دو شرکت شماره ۶ و ۷ کارا ظاهر شده‌اند همچنین شرکت شماره ۴ ناکاراترین شرکت شده است.

**جدول ۲.** توصیف آماری نهاده‌ها و ستاده‌های واحدهای تصویر

| | $x_1$ | $x_2$ | $x_3$ | $y_1$ | $y_2$ | $y_3$ | $y_4$ | $w_1$ | کارایی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| مینیمم | ۳۰۲/۱۹ | ۳۶۴۰۵۴۲/۱۹ | ۹۲۴۸/۴۳ | ۱۵۲۵۴/۵۹ | ۱۴۳۶۲۱۴ | ۲۶۹۶/۹۰ | ۰/۲۹۴۳ | ۰/۰۰۰۴ | ۰/۰۰۶۳ |
| ماکسیمم | ۲۶۲۰ | ۲۹۰۶۶۹۴۸/۸۱ | ۶۸۳۰۲۰۲/۰۶ | ۲۰۳۹۳۷ | ۴۳۳۰۷۱۸۵/۵۲ | ۴۶۷۲۱ | ۳/۵۳۰۲ | ۰/۰۰۳۷ | ۱ |
| میانگین | ۹۵۸/۲۴ | ۱۶۰۶۹۶۸۳/۴۶ | ۳۲۵۲۳۳۲/۸۵ | ۶۵۳۰۱/۸۵ | ۲۰۰۳۷۳۳۸/۲۷ | ۲۳۰۵۲/۷۳ | ۱/۸۵۵۲ | ۰/۰۰۲۰ | ۰/۱۵۵۷ |
| انحراف‌معیار | ۶۹۷/۲۲ | ۶۴۴۲۲۵۴/۰۸ | ۱۶۲۸۵۱۲/۳۳ | ۵۷۱۳۱/۶۲ | ۷۵۰۶۴۱۵/۱۶ | ۷۷۵۰/۵۷ | ۰/۶۲۱۴ | ۰/۰۰۰۷ | ۰/۲۵۳۵ |



[ Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.6.4 ]

با مقایسه‌ی جداول ۱ و ۲ به آسانی می‌توان دید که برای کاستن خروجی‌های نامطلوب باید تمام ورودی‌ها افزایش یابند. این انتظار منطقی است چرا که به نظر می‌رسد باید برای به‌روزرسانی تجهیزات هزینه کرد. در مقابل این افزایش هزینه، خروجی‌های نامطلوب به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است. به علاوه، خروجی‌های مطلوب نیز افزایش قابل ملاحظه‌ای دارند.

با به کارگیری مدل جدید وزن‌های مشترک (۷)، رتبه‌بندی واحدها تعیین گردید و بر این اساس شرکت شماره ۶ رتبه اول و شرکت شماره ۷ رتبه دوم را کسب نمودند.

## ۵ نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در این تحقیق یک روش جدید مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی شرکت‌های گاز استانی ارایه شده است. در مدل ارایه‌شده هم ستاده‌های مطلوب و هم ستاده‌های نامطلوب در نظر گرفته شده‌اند و برای مدل‌بندی ستاده‌های نامطلوب، از دسترسی‌پذیری مدیریتی بهره گرفته شده که حاصل آن یک مدل برنامه‌ریزی خطی است. در ادامه برای ایجاد تمایز بیشتر بین واحدهای تصمیم‌گیری، یک مساله برنامه‌ریزی خطی صحیح آمیخته معرفی شد که اساس آن استفاده از وزن‌های مشترک است. به کمک مدل رتبه‌بندی ارایه شده، تعداد واحدهای کارا به شدت کاهش می‌یابد. مدل‌های ارایه شده مشکل نشدنی بودن و بی‌کرانی را ندارند. در پایان، نتایج تئوری این تحقیق روی داده‌های مربوط به شرکت‌های گاز استانی پیاده‌سازی شدند. ارتباط موضوع این تحقیق با بحث تعیین بهترین واحد کارا موضوع جدیدی است که می‌تواند زمینه مطالعات آتی باشد که پژوهشگران در صدد انجام آن خواهند بود.

## منابع


[1] Charnes, A., Cooper, W. W., Rhodes, E., (1978). Measuring the efficiency of decision- making units, European Journal of Operational Research, 2, 429–444.

[2] Farrell, M. J., (1957). The measurement of productive efficiency, Journal of The Royal Statistical Society, 120, 253-290.

[3] Banker, R. D., Charnes, A., Cooper, W. W., (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis, Management Science, 30, 1078-1092.

[4] Färe, R., Grosskopf, S., Lovell, C. A. K., Pasurka, C., (1989). Multilateral productivity comparisons when some outputs are undesirable: A non-parametric approach, Review of Economics and Statistic, 71(1), 95-98.

[5] Hailu A., Veeman, T. S., (2001). Non-parametric Productivity Analysis with undesirable outputs: An allpication to the Canadian Pulp and Paper Industry, American Journal of Agricultural Economics, 83(3), 605-616.

[6] Färe, R., Grosskopf, S., (2003). Non-parametric Productivity Analysis with undesirable Outputs: Comment, American Journal of Agricultural Economics. 85(4), 1070-1074.

[7] Shephard, R. W., Indirect Production Functions, Mathematical Systems in Economics, 10, Meisenheim am Glan: Anton Hain, 1974.

[8] Jahanshahloo, G. R., Vencheh, A. H., Foroughi, A. A., Matin, R. K., (2004). Inputs/output estimation in DEA when some factors are undesirable, Applied Mathematics and Computations, 156, 19-32.

[9] Kuosmanen, T., (2005). Weak disposability in nonparametric production analysis with undesirable outputs, American Journal of Agricultural Economics, 87(4), 1077-1082.




[ Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.6.4 ]

[10] Yang, H., Pollitt, M., (2019). Incorporating both undesirable outputs and uncontrollable variables into DEA: The performance of Chinese coal-fired power plants, European Journal of Operational Research, 197(3), 1095-1105.
[11] Fukuyama, H. Weber, W. L., (2010). A slacks-based inefficiency measure for a two-stage system with bad outputs, Omega, 38(5), 398-409.
[12] Podinovski, V. V., Kuosmanen, T., (2011). Modelling weak disposability in data envelopment analysis under relaxed convexity assumption, European Journal of Operational Research, 211(3), 577-585.
[13] Sueyoshi, T., Goto, M., (2012). Weak and strong disposability vs. Natural and managerial disposability in DEA environmental assessment: Comparison between Japanese electric Power industry and manufacturing industries, Energy Economic, 34(3), 686–699.
[14] Chen, L., Jia, G., (2016). Environmental efficiency analysis of China's regional industry: A data envelopment analysis based approach, Journal of Cleaner Production, 142, 856-853.
[15] Amirteimoori, A., Kordrostami, S., Fooladvand, M., (2017). Efficiency measurement using nonparametric production analysis in the presence of undesirable outputs: An application to power plants, Operations Research and Decisions, 3, 5-20.
[16] Charnes, A., Cooper, W. W., (1962). Programming with Linear Fractional Functional. Naval Research Logistics Quarterly, 9, 181-186.

[ Downloaded from mail.jorlu.ir on 2026-11-29 ]

[ DOR: 20.1001.1.22517286.2020.17.2.6.4 ]