

ارایه مدل جدید هدف گذاری در محیط تصمیم گیری متمرکز با ساختار شبکه ای چند مولفه ای

علیرضا امیر تیموری^۱، منصور صوفی^{۲*}

۱- استاد، گروه ریاضی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

۲- استادیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

رسید مقاله: ۲۷ دی ۱۳۹۵

پذیرش مقاله: ۱ شهریور ۱۳۹۶

چکیده

این تحقیق به دنبال توسعه ای مدل های برنامه ریزی تخصیص منابع و اهداف در محیط تصمیم گیری متمرکز با ساختار شبکه ای چند مولفه ای موازی در یک مطالعه ی موردی است. در چنین محیطی مساله ی برنامه ریزی تخصیص منابع و اهداف، تعیین میزان ورودی و خروجی هر یک از واحدهای تصمیم گیری در دستیابی به اهداف کلان سیستم است به گونه ای که اندازه ی بزرگی واحدها در نظر گرفته شود و کارایی مولفه ها و کل سیستم رو به بهبود باشد. برای طراحی چنین مدلی واحدهای استانی دانشگاه آزاد اسلامی مورد مطالعه قرار گرفتند و در نهایت با استفاده از برنامه ریزی خطی چند هدفه مبتنی بر تحلیل پوششی داده ها، مدلی طراحی گردید که ضمن افزایش کارایی واحدهای استانی و دانشگاه آزاد اسلامی با شش ورودی و هشت خروجی، دو ورودی غیر قابل کنترل و خروجی نامطلوب، منجر به تخصیص منابع و تعیین اهداف کمی متناسب با اندازه بزرگی واحدها شود.

واژه های کلیدی: برنامه ریزی تخصیص منابع و اهداف، تحلیل پوششی داده ها، برنامه ریزی خطی چند هدفه، سیستم های تولیدی / خدماتی چند مولفه ای موازی.

۱ مقدمه

برنامه ریزی تولید را می توان به عنوان یک فرآیند سلسله مراتبی در نظر گرفت. سلسله مراتب عملیات برنامه ریزی و کنترل در تولید که از منشور شرکت آغاز شده و به سمت جنبه های زمان حقیقی و بلادرنگ گسترش می یابد [۱]. از طرفی عملکرد یک سیستم تحت تأثیر عوامل گوناگونی قرار دارد و مؤسسات تولیدی با استفاده از ابزارهای مختلف به دنبال بهبود بخشیدن به آن می باشند. بسیاری از سازمان ها برای تحقق این امر راه های اشتباه را

* - عهده دار مکاتبات

آدرس الکترونیکی: msoufi45@gmail.com

پیموده و برای افزایش عملکرد خود به جای پرداختن به بهره‌وری، به کارایی تولید آن هم به صورت بهینه‌سازی محلی توجه می‌نمایند و اثربخشی سیستم را فدای کارایی می‌نمایند [۲]. اتخاذ چنین تصمیماتی عملکرد سیستم را ارتقا نمی‌بخشد و با ایجاد رشد ناموزون احتمال عدم انطباق سازمان را با تغییرات محیط کلان و متعاقب آن محیط برنامه‌ریزی تولید افزایش داده و دسترسی به اهداف اصلی سازمانی (بقا، توسعه، رقابت) را دستخوش خطر می‌نماید [۳]. با توجه به اینکه امروزه توجه به تولید، فرآیندهای آن و کارایی سیستم‌های گوناگون تولیدی به صورت چشم‌گیری افزایش یافته است، مقالات و نوشته‌های زیادی به این مباحث اختصاص یافته که میزان تقاضای فعالیت علمی را برای بررسی محیط تولیدی مناسب بر اجرای سیستم‌های مدیریت تولید طلب می‌نماید. در این تحقیق به صورت تخصصی برای ارایه یک مدل برنامه‌ریزی، تأثیر انطباق محیط برنامه‌ریزی تولید با روش برنامه‌ریزی تخصیص منابع و اهداف که یکی از مهم‌ترین اجزای سیستم تولیدی می‌باشد مورد توجه قرار می‌گیرد [۴]. تحلیل پوششی داده‌ها، رویکردی برای سنجش کارایی نسبی مجموعه‌ای از واحدهای مشابه است که معمولاً با عنوان واحد تصمیم‌گیرنده شناخته می‌شود و چندین ورودی و چندین خروجی دارد. در حالی که تحلیل پوششی داده‌های استاندارد، یک فرایند ساده را مورد توجه قرار می‌دهد که در آن مصرف ورودی‌ها باعث تولید خروجی‌ها می‌شود، تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای یک توالی از فرایندها را مورد توجه قرار می‌دهد که هر کدام از آنها مجموعه ورودی‌های خود را مصرف می‌نمایند تا مجموعه خروجی‌های خود را تولید کند. خروجی‌های یک مرحله از فرایند که به عنوان ورودی‌های مرحله بعد مورد استفاده قرار می‌گیرد، واسطه نامیده می‌شود [۵]. کورهنون و سیرجانن [۶] رویکردی برای حل مسایل تخصیص منابع در محیط‌های تصمیم‌گیری متمرکز ارایه نمودند. جهانشاهلو و همکاران [۷] از یک مثال عددی برای نشان دادن اینکه اصل حداقلی پارتو در رویکرد کوک و کریس [۸] نقض شدنی است، استفاده کردند و تنها از یک فرمول ساده برای تخصیص هزینه، بدون حل مسایل برنامه‌ریزی خطی بهره بردند. لوزانو و ویلا [۹] بیان داشتند که در سناریوهای سازمانی که یک تصمیم‌گیرنده متمرکز، "مالک" یا ناظر بر همه واحدهای عملیاتی است، حداکثرسازی کارایی واحدها همزمان با حداقل‌سازی مصرف ورودی‌ها و حداکثرسازی تولید خروجی‌ها مورد توجه است. در مقاله آن‌ها دو مدل جدید تحلیل پوششی داده‌ها برای هر تخصیص منبع ارایه شده است. گومز و ویلا [۱۰] یک مدل هیبریدی مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها را برای تخصیص منابع مورد استفاده قرار دادند. آن‌ها از مدل ZSG-DEA^۱ ارایه شده در مقاله [۱۱] لینز و همکاران و الگوریتم متوالی تخصیص منابع سوارس و همکاران [۱۲] استفاده کردند. لی و همکاران [۱۳] رابطه میان هزینه‌های تخصیص داده شده و امتیاز کارایی را بررسی نمودند و یک رویکرد مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها برای تخصیص هزینه ثابت میان واحدهای تصمیم‌گیرنده مختلف ارایه کردند. امیر تیموری و تبار [۱۴] یک رویکرد عملی برای تخصیص هزینه‌های ثابت یا منابع، بین مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیرنده ارایه کردند. ملونی و همکاران [۱۵] یک مدل پارامتریک تحلیل پوششی داده‌ها با نام مدل مرزی بیضوی^۲ برای تخصیص ورودی‌ها ارایه دادند. آن‌ها با فرض وجود یک هذلولی از پیش تعریف شده از نقاطی که مرز تحلیل

^۱Zero Sum Gains DEA model

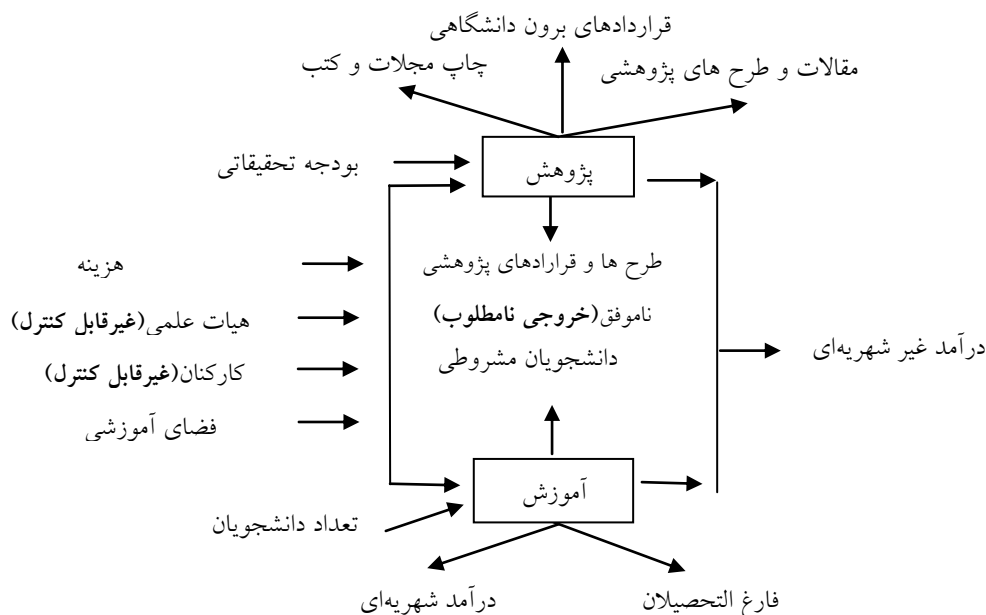
^۲Ellipsoidal Frontier Model

پوششی داده‌ها را مشخص می‌کنند، مساله تخصیص بخش‌های یک خروجی ثابت جدید به گروهی از واحدهای تصمیم‌گیری‌ها را مورد بررسی قرار دادند. لین [۱۶] روش‌های جدید مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها را برای تخصیص هزینه‌های ثابت و توزیع درآمد مشترک میان واحدهای تصمیم‌گیری ارایه نمود، به طوری که کارایی نسبی همه آن‌ها بدون تغییر باقی بماند. حسین زاده لطفی و همکاران [۱۷] تخصیص منابع متمرکز تصادفی را برای تخصیص منابع متمرکز که در آن ورودی‌ها و خروجی‌ها مقادیر تصادفی دارند، ارایه نمودند. سیلوا و ملونی [۱۸] مدل ASF-M-LP را بر اساس فرض "شکل کروی از پیش تعریف شده از مرز کارایی" برای تخصیص منابع معرفی کردند. مدل آن‌ها به این مساله توجه دارد که تخصیص عادلانه ورودی‌ها، تخصیصی است که کارایی-های CCR را حداکثر سازد. مارمولینرو و همکاران [۱۹] نسخه ساده شده‌ای از مدل لوزانو و ویلا [۹] را برای تخصیص منابع در سازمان‌های دارای محیط تصمیم‌گیری متمرکز ارایه دادند. حسین زاده لطفی و همکاران [۲۰] یک مکانیزم تخصیص مبتنی بر رویکرد وزن‌های ثانویه مشترک ارایه نمودند. وو و همکاران [۲۱] چند مدل جدید تحلیل پوششی داده‌ها ارایه کردند که عوامل اقتصادی و محیطی را در تخصیص منابع معین در نظر می‌گیرد. در رویکرد آن‌ها، سه سناریو از منابع معین و دو سناریو از تابع هدف در نظر گرفته شده است. لی و همکاران [۲۲] از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها برای حل مساله تخصیص یک هزینه ثابت بین مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری متجانس، به شیوه‌ای عادلانه، استفاده کردند. سی و همکاران [۲۳] رابطه بین روش اشتراک‌گذاری متناسب و تحلیل پوششی داده‌ها را در حل مساله تخصیص هزینه‌های ثابت مورد بررسی قرار دادند. ورمز و همکاران [۲۴] بر اساس کار بوگیتوفت [۲۵]، رویکرد جدیدی برای اندازه‌گیری عملکرد هر یک از واحدهای تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی متمرکز منابع ارایه نمودند. فنگک [۲۶] یک مدل عمومی تخصیص منبع متمرکز ارایه داد که مدل‌های لوزانو و ویلا [۹] و اسمیلد و همکاران [۲۷] را در قالب مدلی عمومی‌تر بسط می‌دهد. مدل آن‌ها متغیرهای ورودی غیرقابل تعدیل و متغیرهای خروجی غیر قابل تبدیل را در مدل‌سازی دخالت می‌دهد.

کیوون و لی [۲۸] از مدل دو مرحله‌ای برای ارزیابی بانک‌های ایالات متحده استفاده نمودند. شفیع و همکاران [۲۹] از تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای برای ارزیابی عملکرد زنجیره‌ی تامین استفاده کردند. آزادی و همکاران [۳۰] با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای دو مرحله‌ای به برنامه‌ریزی نواحی امکان‌پذیر برای تهیه‌کنندگان حمل و نقل عمومی در زنجیره‌ی تامین سبز پرداختند. لپیت و نزونگن [۳۱] از تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای چندمرحله‌ای برای ارزیابی ثبات مالی یا توسعه‌ی فقر در بانک‌های روستایی کامرون استفاده کردند. ویگمنز و دکر [۳۲] مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای دو مرحله‌ای را برای ایجاد یک شرکت الگوی تولیدکننده‌ی دستگاه‌های عمق‌سنج در بنادر هامبورگ توسعه دادند. دبستانی و همکاران [۳۳] برای خوشه‌بندی ابعاد کیفیت خدمات، مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای سری را طراحی نمودند.

مقالات بسیاری در زمینه تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای منتشر شده است؛ ولی اغلب آن‌ها ساختارهای داخلی با فرآیندهای سری دو مرحله‌ای را بررسی کرده‌اند. در حالی که در سازمان‌هایی مانند دانشگاه‌ها، فرآیندها به صورت موازی است و ورودی‌هایی هم هستند که غیرقابل کنترل می‌باشند. دانشگاه آزاد اسلامی که از ساختار

مدیریتی متمرکز برخوردار است، هر ساله اهدافی کمی برای واحدهای (شعبات) تحت پوشش خود تعیین و ابلاغ می‌نماید. این دانشگاه برای کسب مدارج بالاتر در مجامع بین المللی و ایران، چشم‌اندازی در افق ۱۴۰۴ در دو برنامه‌ی ۱۰ ساله تدوین نموده است، آنچه که مدیریت دانشگاه بیش از پیش بر آن صحه گذارده است جهانی شدن و کسب رتبه بر اساس استانداردهای جهانی است. بر اساس این دیدگاه، باید اهداف کمی شده‌ای برای واحدهای دانشگاهی در نظر گرفت تا متناسب با آن، منابع تخصیص یابند. ساختار دانشگاه همانند سیستم‌های تولیدی چند مولفه‌ای است که در شکل ۱ مشاهده می‌شود. با توجه به اینکه برنامه‌ریزی تخصیص منابع و هدف-گذاری و به ویژه محیط برنامه‌ریزی، از جمله ارکان اساسی مدیریت تولید و عملیات است و تمامی واحدهای تولیدی/خدماتی برای نیل به اهداف خود می‌باید در افق زمانی کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت دارای استراتژی و برنامه‌های مشخصی باشند، این پژوهش درصدد است تا بر اساس مدل‌های برنامه‌ریزی آرمانی برای کلیه‌ی واحدهای تولیدی مشابه، ضرایب تخصیصی مبتنی بر اندازه‌ی واحدها تعیین و انحراف از آرمان آن‌ها را به حداقل برساند، با این محدودیت که کارایی واحدها افزایش یابد. پیش از این مدل سنجش کارایی واحدهای دانشگاهی و در نتیجه کل دانشگاه به عنوان گام نخست، طراحی و اجرا گردیده بود (محقر و همکاران، ۱۳۹۵)، در این مقاله با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها، مساله برنامه‌ریزی تخصیص منابع و هدف‌گذاری از دیدگاه بهره‌وری و کارایی در واحدهای دانشگاه آزاد اسلامی مورد بررسی قرار می‌گیرد.



شکل ۱. شاخص‌های ورودی و خروجی همراه با خروجی‌های نامطلوب و ورودی‌های غیر قابل کنترل (محقر و همکاران، ۱۳۹۵)

۲ مدل تخصیص منابع و اهداف در سیستم‌های تولید چندمولفه‌ای با خروجی نامطلوب و ورودی غیر قابل کنترل

فرض کنید مجموعه‌ای از n واحد تصمیم‌گیرنده چندمولفه‌ای وجود دارد که هر یک از آن‌ها با DMU_j ($j=1, 2, \dots, n$) نشان داده می‌شود. به‌علاوه $\bar{x}_{zj}^{(si)}$ ورودی غیر قابل کنترل مشترک z ام واحد j ، $\bar{y}_{tj}^{(i)}$ خروجی نامطلوب مستقل t ام واحد j ، $y_{rj}^{(i)}$ خروجی مستقل r ام واحد j ، $y_{kj}^{(si)}$ خروجی مشترک k ام واحد j ، $x_{dj}^{(i)}$ ورودی مستقل d ام واحد j و $x_{pj}^{(si)}$ ورودی مشترک p ام واحد j باشد. بر اساس مدل (۱)، کارایی CCR هر یک از واحدهای تحت ارزیابی را می‌توان با استفاده از مدل زیر محاسبه نمود:

$$E_o^{(a)} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r^{(i)} y_{ro}^{(i)} + \sum_{k=1}^K u_k^{(si)} (\beta_i y_{ko}^{(si)}) - \sum_{z=1}^Z \rho_z^{(si)} (\gamma_i \bar{x}_{zo}^{(si)})}{\sum_{d=1}^D v_d^{(i)} x_{do}^{(i)} + \sum_{p=1}^P v_p^{(si)} (\alpha_i x_{po}^{(si)}) + \sum_{t=1}^T w_t^{(i)} \bar{y}_{to}^{(i)}}$$

$$s.t. \frac{\sum_{r=1}^s u_r^{(i)} y_{rj}^{(i)} + \sum_{k=1}^K u_k^{(si)} (\beta_i y_{kj}^{(si)}) - \sum_{z=1}^Z \rho_z^{(si)} (\gamma_i \bar{x}_{zj}^{(si)})}{\sum_{d=1}^D v_d^{(i)} x_{dj}^{(i)} + \sum_{p=1}^P v_p^{(si)} (\alpha_i x_{pj}^{(si)}) + \sum_{t=1}^T w_t^{(i)} \bar{y}_{tj}^{(i)}} \leq 1,$$

$$\frac{u_r^{(i)} y_{rj}^{(i)} + u_k^{(si)} (\beta_i y_{kj}^{(si)}) - \rho_z^{(si)} (\gamma_i \bar{x}_{zj}^{(si)})}{v_d^{(i)} x_{dj}^{(i)} + v_p^{(si)} (\alpha_i x_{pj}^{(si)}) + w_t^{(i)} \bar{y}_{tj}^{(i)}} \leq 1,$$

$$\sum_{i=1}^b \alpha_i = 1,$$

$$\sum_{i=1}^b \beta_i = 1,$$

$$\sum_{i=1}^b \gamma_i = 1,$$

$$u_r^{(i)}, u_k^{(si)}, \rho_z^{(si)}, v_d^{(i)}, v_p^{(si)}, w_t^{(i)} \geq \varepsilon. \quad (1)$$

- فرض کنید تغییر در ورودی غیر قابل کنترل مشترک z ام G_z ($i=1, \dots, Z$)، خروجی نامطلوب مستقل t ام Θ_t ($t=1, \dots, T$)، خروجی مستقل r ام D_r ($r=1, \dots, s$)، خروجی مشترک k ام P_k ($k=1, \dots, K$)، ورودی مستقل d ام F_d ($d=1, \dots, D$) و ورودی مشترک p ام C_p ($p=1, \dots, P$) قابل پیش‌بینی/تعیین باشد.

- فرض کنید که سهم DMU_j از تغییر در ورودی غیر قابل کنترل مشترک i ام G_z (G_z) با g_{zj} نشان داده شود که می‌تواند مثبت یا منفی باشد $\left(\sum_{j=1}^n g_{zj} = G_z \right)$ ؛ بنابراین، انتظار داریم $\hat{x}_{zj}^{(si)} = \bar{x}_{zj}^{(si)} + g_{zj}$ ورودی غیر قابل کنترل مشترک z ام DMU_j در فصل بعدی تولید باشد

- فرض کنید که سهم DMU_j از تغییر در خروجی نامطلوب مستقل t ام (Θ_t) با θ_{tj} نشان داده شود که می‌تواند مثبت یا منفی باشد $\left(\sum_{j=1}^n \theta_{tj} = \Theta_t\right)$ ؛ بنابراین انتظار داریم $\hat{y}_{tj}^{(i)} = \bar{y}_{tj}^{(i)} + \theta_{tj}$ خروجی نامطلوب مستقل t ام DMU_j در فصل بعدی تولید باشد.
 - فرض کنید که سهم DMU_j از تغییر در خروجی مستقل r ام (D_r) با d_{rj} نشان داده شود که می‌تواند مثبت یا منفی باشد $\left(\sum_{j=1}^n d_{rj} = D_r\right)$ ؛ بنابراین انتظار داریم $\hat{y}_{rj}^{(i)} = y_{rj}^{(i)} + d_{rj}$ خروجی مستقل r ام DMU_j در فصل بعدی تولید باشد.
 - فرض کنید که سهم DMU_j از تغییر در خروجی مشترک k ام (P_k) با ρ_{kj} نشان داده شود که می‌تواند مثبت یا منفی باشد $\left(\sum_{j=1}^n \rho_{kj} = P_k\right)$ ؛ بنابراین انتظار داریم $\hat{y}_{kj}^{(si)} = y_{kj}^{(si)} + \rho_{kj}$ خروجی مشترک k ام DMU_j در فصل بعدی تولید باشد.
 - فرض کنید که سهم DMU_j از تغییر در ورودی مستقل d ام (F_d) با f_{dj} نشان داده شود که می‌تواند مثبت یا منفی باشد $\left(\sum_{j=1}^n f_{dj} = F_d\right)$ ؛ بنابراین انتظار داریم $\hat{x}_{dj}^{(i)} = x_{dj}^{(i)} + f_{dj}$ ورودی مستقل d ام DMU_j در فصل بعدی تولید باشد.
 - نهایتاً، فرض کنید که سهم DMU_j از تغییر در ورودی مشترک p ام (C_p) با c_{pj} نشان داده شود که می‌تواند مثبت یا منفی باشد $\left(\sum_{j=1}^n c_{pj} = C_p\right)$ ؛ بنابراین انتظار داریم $\hat{x}_{pj}^{(si)} = x_{pj}^{(si)} + c_{pj}$ ورودی مستقل p ام DMU_j در فصل بعدی تولید باشد.
- در رویکرد ارایه شده، ورودی‌ها و خروجی‌های دوره بعد تولید باید به صورتی تغییر یابند که کارایی هر یک از واحدها نسبت به کارایی حاضر بهبود پیدا کند؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$\frac{\sum_{r=1}^S u_r^{(i)} (y_{rj}^{(i)} + d_{rj}) + \sum_{k=1}^K u_k^{(si)} (\beta_i (y_{kj}^{(si)} + \rho_{kj})) - \sum_{z=1}^Z \rho_z^{(si)} (\gamma_i (\bar{x}_{zj}^{(si)} + g_{zj}))}{\sum_{d=1}^D v_d^{(i)} (x_{dj}^{(i)} + f_{dj}) + \sum_{p=1}^P v_p^{(si)} (\alpha_i (x_{pj}^{(si)} + c_{pj})) + \sum_{t=1}^T w_t^{(i)} (\bar{y}_{tj}^{(i)} + \theta_{tj})} \geq E_j^{(a)},$$

$$\sum_{j=1}^n g_{zj} = G_z,$$

$$\sum_{j=1}^n \theta_{tj} = \Theta_t,$$

$$\sum_{j=1}^n d_{rj} = D_r,$$

$$\sum_{j=1}^n \rho_{kj} = P_k,$$
(۲)

$$\sum_{j=1}^n f_{dj} = F_d$$

$$\sum_{j=1}^n c_{pj} = C_p$$

$$\sum_{i=1}^b \alpha_i = 1$$

$$\sum_{i=1}^b \beta_i = 1$$

$$\sum_{i=1}^b \gamma_i = 1$$

$$\begin{aligned} u_r^{(i)}, u_k^{(si)}, \rho_z^{(si)}, v_d^{(i)}, v_p^{(si)}, w_t^{(i)} &\geq \varepsilon \\ g_{zj} &\geq 0 \text{ when } G_z \geq 0 \quad \& \quad g_{zj} \leq 0 \text{ when } G_z \leq 0 \\ \theta_{tj} &\geq 0 \text{ when } \Theta_t \geq 0 \quad \& \quad \theta_{tj} \leq 0 \text{ when } \Theta_t \leq 0 \\ d_{rj} &\geq 0 \text{ when } D_r \geq 0 \quad \& \quad d_{rj} \leq 0 \text{ when } D_r \leq 0 \\ \rho_{kj} &\geq 0 \text{ when } P_k \geq 0 \quad \& \quad \rho_{kj} \leq 0 \text{ when } P_k \leq 0 \\ f_{dj} &\geq 0 \text{ when } F_d \geq 0 \quad \& \quad f_{dj} \leq 0 \text{ when } F_d \leq 0 \\ c_{pj} &\geq 0 \text{ when } C_p \geq 0 \quad \& \quad c_{pj} \leq 0 \text{ when } C_p \leq 0 \end{aligned}$$

از آنجایی که $u_r^{(i)}, u_k^{(si)}, \rho_z^{(si)}, v_d^{(i)}, v_p^{(si)}, w_t^{(i)}$ متغیرهای تصمیم هستند، نامعادله فوق غیرخطی است. چنانچه تغییر متغیر $\bar{\theta}_{ij} = w_t^{(i)} \theta_{ij}$ را در نامعادله فوق اعمال کنیم، خواهیم داشت:

$$\frac{(\sum_{r=1}^s u_r^{(i)} y_{rj}^{(i)} + \sum_{r=1}^s \bar{d}_{rj}) + (\sum_{k=1}^K u_k^{(si)} \beta_i (y_{kj}^{(si)}) + \sum_{k=1}^K \bar{\rho}_{kj}) - (\sum_{z=1}^Z \rho_z^{(si)} \gamma_i (\bar{x}_{zj}^{(si)}) + \sum_{z=1}^Z \bar{g}_{zj})}{(\sum_{d=1}^D v_d^{(i)} x_{dj}^{(i)} + \sum_{d=1}^D \bar{f}_{dj}) + (\sum_{p=1}^P v_p^{(si)} (\alpha_i x_{pj}^{(si)}) + \sum_{p=1}^P \bar{c}_{pj}) + (\sum_{t=1}^T w_t^{(i)} \bar{y}_{tj}^{(i)} + \sum_{t=1}^T \bar{\theta}_{tj})} \geq E_j^{(a)} \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n \bar{g}_{zj} = \rho_z^{(si)} G_z$$

$$\sum_{j=1}^n \bar{\theta}_{tj} = w_t^{(i)} \Theta_t$$

$$\sum_{j=1}^n \bar{d}_{rj} = u_r^{(i)} D_r$$

$$\sum_{j=1}^n \bar{\rho}_{kj} = u_k^{(si)} P_k$$

$$\sum_{j=1}^n \bar{f}_{dj} = v_d^{(i)} F_d$$

$$\sum_{j=1}^n \bar{c}_{pj} = v_p^{(si)} C_p$$

$$\sum_{i=1}^b \alpha_i = 1$$

$$\sum_{i=1}^b \beta_i = 1$$

$$\sum_{i=1}^b \gamma_i = 1$$

$$\begin{aligned} u_r^{(i)}, u_k^{(si)}, \rho_z^{(si)}, v_d^{(i)}, v_p^{(si)}, w_t^{(i)} &\geq \varepsilon \\ \bar{g}_{zj} &\geq 0 \text{ when } G_z \geq 0 \quad \& \quad \bar{g}_{zj} \leq 0 \text{ when } G_z \leq 0 \\ \bar{\theta}_{ij} &\geq 0 \text{ when } \Theta_t \geq 0 \quad \& \quad \bar{\theta}_{ij} \leq 0 \text{ when } \Theta_t \leq 0 \\ \bar{d}_{rj} &\geq 0 \text{ when } D_r \geq 0 \quad \& \quad \bar{d}_{rj} \leq 0 \text{ when } D_r \leq 0 \\ \bar{\rho}_{kj} &\geq 0 \text{ when } P_k \geq 0 \quad \& \quad \bar{\rho}_{kj} \leq 0 \text{ when } P_k \leq 0 \\ \bar{f}_{dj} &\geq 0 \text{ when } F_d \geq 0 \quad \& \quad \bar{f}_{dj} \leq 0 \text{ when } F_d \leq 0 \\ \bar{c}_{pj} &\geq 0 \text{ when } C_p \geq 0 \quad \& \quad \bar{c}_{pj} \leq 0 \text{ when } C_p \leq 0 \end{aligned}$$

فرض کنید که سهم DMU_j از تغییر در ورودی غیر قابل کنترل مشترک z ام (G_z) با $\Delta_j^z G_z$ ، سهم DMU_j از تغییر در خروجی نامطلوب مستقل t ام (Θ_t) با $\Delta_j^t \Theta_t$ ، سهم DMU_j از تغییر در خروجی مستقل r ام (D_r) با $\Delta_j^r D_r$ ، سهم DMU_j از تغییر در خروجی مشترک k ام (P_k) با $\Delta_j^k P_k$ ، سهم DMU_j از تغییر در ورودی مستقل d ام (F_d) با $\Delta_j^d F_d$ و سهم DMU_j از تغییر در ورودی مشترک p ام (C_p) با $\Delta_j^p C_p$ نشان داده شود. ما Δ_j^z ، Δ_j^t ، Δ_j^r ، Δ_j^k ، Δ_j^d و Δ_j^p را متناسب با پتانسیل واحد، تحت عنوان مقادیر نرمالایز شده درجه بزرگی ورودی‌ها (MSI) و درجه بزرگی خروجی‌ها (MSO) به صورت زیر تعریف می‌کنیم:

اندازه بزرگی ورودی‌ها:

- تعریف ۳-۱- اندازه بزرگی DMU_o از نظر ورودی غیر قابل کنترل مشترک z ام (G_z) که با MSI_o^z نشان داده شده، به عنوان مقدار بهینه تابع هدف برنامه‌ریزی خطی زیر تعریف می‌شود:

$$\begin{aligned} MSI_o^z &= \max \sum_{z=1}^Z \rho_z^{(si)} x_{zo}^{(si)} \\ \text{s.t.} & \\ \sum_{z=1}^Z \rho_z^{(si)} x_{zj}^{(si)} &\leq 1, \quad (j = 1, \dots, n) \\ \rho_z^{(si)} &\geq \varepsilon, \quad (z = 1, \dots, Z). \end{aligned} \tag{4}$$

بر اساس تعریف فوق، DMU_o از نظر ورودی غیر قابل کنترل مشترک بزرگتر از DMU_k خواهد بود، اگر و فقط اگر $MSI_o^z > MSI_k^z$ باشد.

- تعریف ۳-۲- اندازه بزرگی DMU_o از نظر ورودی مستقل d ام (F_d) که با MSI_o^d نشان داده شده، به عنوان مقدار بهینه تابع هدف برنامه‌ریزی خطی زیر تعریف می‌شود:

$$MSI_o^d = \max \sum_{d=1}^D v_d^{(i)} x_{do}^{(i)}$$

s.t.

$$\sum_{d=1}^D v_d^{(i)} x_{dj}^{(i)} \leq 1 \quad (j = 1, \dots, n)$$

$$v_d^{(i)} \geq \varepsilon, \quad (d = 1, \dots, D).$$
(۵)

بر اساس تعریف فوق، DMU_o از نظر ورودی مستقل بزرگتر از DMU_k خواهد بود، اگر و فقط اگر $MSI_o^d > MSI_k^d$ باشد.

- تعریف ۳-۳- اندازه بزرگی DMU_o از نظر ورودی غیر قابل کنترل مشترک p ام (C_p) که با MSI_o^p نشان داده شده، به عنوان مقدار بهینه تابع هدف برنامه‌ریزی خطی زیر تعریف می‌شود:

$$MSI_o^p = \max \sum_{p=1}^P v_p^{(si)} x_{po}^{(si)}$$

s.t.

$$\sum_{p=1}^P v_p^{(si)} x_{pj}^{(si)} \leq 1 \quad (j = 1, \dots, n),$$

$$v_p^{(si)} \geq \varepsilon, \quad (p = 1, \dots, P).$$
(۶)

بر اساس تعریف فوق، DMU_o از نظر ورودی غیر قابل کنترل مشترک بزرگتر از DMU_k خواهد بود، اگر و فقط اگر $MSI_o^p > MSI_k^p$ باشد.

اندازه بزرگی خروجی‌ها:

- تعریف ۳-۴- اندازه بزرگی DMU_o از نظر خروجی نامطلوب مستقل t ام (Θ_t) که با MSO_o^t نشان داده شده، به عنوان مقدار بهینه تابع هدف برنامه‌ریزی خطی زیر تعریف می‌شود:

$$MSO_o^t = \text{Max} \sum_{t=1}^T w_t^{(i)} y_{to}^{(i)}$$

s.t.

$$\sum_{t=1}^T w_t^{(i)} y_{tj}^{(i)} \leq 1 \quad (j = 1, \dots, n)$$

$$w_t^{(i)} \geq \varepsilon, \quad (t = 1, \dots, T).$$
(۷)

بر اساس تعریف فوق، DMU_o از نظر خروجی نامطلوب مستقل بزرگ‌تر از DMU_k خواهد بود، اگر و فقط اگر $MSO_o^t > MSO_k^t$ باشد.

- تعریف ۳-۵- اندازه بزرگی DMU_o از نظر خروجی مستقل r اُم (D_r) که با MSO_o^r نشان داده شده، به عنوان مقدار بهینه تابع هدف برنامه‌ریزی خطی زیر تعریف می‌شود:

$$MSO_o^r = \text{Max} \sum_{r=1}^s u_r^{(i)} y_{ro}^{(i)}$$

s.t.

$$\sum_{r=1}^s u_r^{(i)} y_{rj}^{(i)} \leq 1 \quad (j = 1, \dots, n)$$

$$u_r^{(i)} \geq \varepsilon, \quad (r = 1, \dots, s)$$
(۸)

بر اساس تعریف فوق، DMU_o از نظر خروجی مستقل بزرگ‌تر از DMU_k خواهد بود، اگر و فقط اگر $MSO_o^r > MSO_k^r$ باشد.

- تعریف ۳-۶- اندازه بزرگی DMU_o از نظر خروجی مشترک k اُم (P_k) که با MSO_o^k نشان داده شده، به عنوان مقدار بهینه تابع هدف برنامه‌ریزی خطی زیر تعریف می‌شود:

$$MSO_o^k = \text{Max} \sum_{k=1}^K u_k^{(si)} y_{kj}^{(si)}$$

s.t.

$$\sum_{k=1}^K u_k^{(si)} y_{kj}^{(si)} \leq 1 \quad (j = 1, \dots, n)$$

$$u_k^{(si)} \geq \varepsilon, \quad (k = 1, \dots, K).$$
(۹)

به طور مشابه، DMU_o از نظر خروجی مشترک بزرگ‌تر از DMU_k خواهد بود، اگر و فقط اگر $MSO_o^k > MSO_k^k$ باشد برای هر DMU مقادیر نرمالایز شده ورودی‌ها، $\Delta_o^z = MSI_o^z / \sum_{j=1}^n MSI_j^z$ و

در نظر گرفته می‌شود، به طوری که رابطه $\Delta_o^p = MSI_o^p / \sum_{j=1}^n MSI_j^p$ و $\Delta_o^d = MSI_o^d / \sum_{j=1}^n MSI_j^d$

برای هر DMU مقادیر نرمالایز شده خروجی‌ها، $\sum_{j=1}^n \Delta_j^z = \sum_{j=1}^n \Delta_j^d = \sum_{j=1}^n \Delta_j^p = 1$ برقرار است. به طوری که رابطه $\sum_{j=1}^n \Delta_j^t = \sum_{j=1}^n \Delta_j^r = \sum_{j=1}^n \Delta_j^k = 1$ برقرار است. با توجه به اندازه بزرگی واحدها از نظر ورودی‌ها و خروجی‌ها، ضروری است که حتی‌الامکان اندازه‌های فوق مبنای تخصیص ورودی‌ها و هدف‌گذاری خروجی‌ها قرار گیرند تا شدنی بودن نتایج تضمین گردد. مساله قابل تامل در رابطه با $\bar{v}_d^{(i)}$ ، $\bar{v}_p^{(si)}$ ، $\bar{w}_t^{(i)}$ ، $\bar{\rho}_z^{(si)}$ و $\bar{u}_r^{(i)}$ آن است که هیچ تضمینی در برآورده شدن معادلات مربوط به آن‌ها در مدل وجود ندارد. در غیاب چنین برنامه‌ای، منطقی است که متغیرهای انحراف از آرمان را برای سطوح کارایی ورودی‌ها و خروجی‌های واحدها تعریف کنیم. فرض کنید: $\bar{\theta}_{ij} = \Delta_j^t w_t^{(i)} \Theta_t = a_{ij}^+ - a_{ij}^-$ ، $\bar{g}_{zj} - \Delta_j^z \rho_z^{(si)} G_z = a_{zj}^+ - a_{zj}^-$ ، $\bar{d}_{rj} = \Delta_j^r u_r^{(i)} D_r = a_{rj}^+ - a_{rj}^-$ ، $\bar{\rho}_{kj} = \Delta_j^k u_k^{(si)} P_k = a_{kj}^+ - a_{kj}^-$ ، $\bar{f}_{dj} = \Delta_j^d v_d^{(i)} F_d = a_{dj}^+ - a_{dj}^-$ و $\bar{c}_{pj} = \Delta_j^p v_p^{(si)} C_p = a_{pj}^+ - a_{pj}^-$ باشند. متغیرهای a_{zj}^+ ، a_{zj}^- ، a_{rj}^+ ، a_{rj}^- ، a_{kj}^+ ، a_{kj}^- ، a_{dj}^+ ، a_{dj}^- ، a_{pj}^+ ، a_{pj}^- متغیرهای انحراف نامیده می‌شوند که انحرافات پایین و بالای اهداف را نشان می‌دهند. برای تضمین شدنی بودن مدل و اطمینان از اینکه هر واحد سطح کارایی قبلی خود را حفظ کند، خواهیم داشت:

$$\left[\left(\sum_{r=1}^s u_r^{(i)} y_{rj}^{(i)} + \sum_{r=1}^s \bar{d}_{rj} \right) + \left(\sum_{k=1}^K u_k^{(si)} \beta_i \left(y_{kj}^{(si)} \right) + \sum_{k=1}^K \bar{\rho}_{kj} \right) - \left(\sum_{z=1}^Z \rho_z^{(si)} \gamma_i \left(\bar{x}_{zj}^{(si)} \right) + \sum_{z=1}^Z \bar{g}_{zj} \right) \right] - E_j^{(a)} \left[\left(\sum_{d=1}^D v_d^{(i)} x_{dj}^{(i)} + \sum_{d=1}^D \bar{f}_{dj} \right) + \left(\sum_{p=1}^P v_p^{(si)} \left(\alpha_i x_{pj}^{(si)} \right) + \sum_{p=1}^P \bar{c}_{pj} \right) + \left(\sum_{t=1}^T w_t^{(i)} \bar{y}_{tj}^{(i)} + \sum_{t=1}^T \bar{\theta}_{tj} \right) \right] \geq 0 \quad (10)$$

$$\left[\left(\sum_{r=1}^s u_r^{(i)} y_{rj}^{(i)} + \sum_{r=1}^s \bar{d}_{rj} \right) + \left(\sum_{k=1}^K u_k^{(si)} \beta_i \left(y_{kj}^{(si)} \right) + \sum_{k=1}^K \bar{\rho}_{kj} \right) - \left(\sum_{z=1}^Z \rho_z^{(si)} \gamma_i \left(\bar{x}_{zj}^{(si)} \right) + \sum_{z=1}^Z \bar{g}_{zj} \right) \right] - E_j^{(a)} \left[\left(\sum_{d=1}^D v_d^{(i)} x_{dj}^{(i)} + \sum_{d=1}^D \bar{f}_{dj} \right) + \left(\sum_{p=1}^P v_p^{(si)} \left(\alpha_i x_{pj}^{(si)} \right) + \sum_{p=1}^P \bar{c}_{pj} \right) + \left(\sum_{t=1}^T w_t^{(i)} \bar{y}_{tj}^{(i)} + \sum_{t=1}^T \bar{\theta}_{tj} \right) \right] = b_j^+ - b_j^-$$

$$\bar{g}_{zj} - \Delta_j^z \rho_z^{(si)} G_z = a_{zj}^+ - a_{zj}^-$$

$$\bar{\theta}_{tj} = \Delta_j^t w_t^{(i)} \Theta_t = a_{tj}^+ - a_{tj}^-$$

$$\bar{d}_{rj} = \Delta_j^r u_r^{(i)} D_r = a_{rj}^+ - a_{rj}^-$$

$$\bar{\rho}_{kj} = \Delta_j^k u_k^{(si)} P_k = a_{kj}^+ - a_{kj}^-$$

$$\bar{f}_{dj} = \Delta_j^d v_d^{(i)} F_d = a_{dj}^+ - a_{dj}^-$$

$$\bar{c}_{pj} = \Delta_j^p v_p^{(si)} C_p = a_{pj}^+ - a_{pj}^-$$

$$\sum_{i=1}^b \alpha_i = 1$$

$$\sum_{i=1}^b \beta_i = 1$$

$$\sum_{i=1}^b \gamma_i = 1$$

$$\begin{aligned} u_r^{(i)}, u_k^{(si)}, \rho_z^{(si)}, v_d^{(i)}, v_p^{(si)}, w_t^{(i)} &\geq \varepsilon \\ \bar{g}_{zj} &\geq 0 \text{ when } G_z \geq 0 \quad \& \quad \bar{g}_{zj} \leq 0 \text{ when } G_z \leq 0 \\ \bar{\theta}_{ij} &\geq 0 \text{ when } \Theta_t \geq 0 \quad \& \quad \bar{\theta}_{ij} \leq 0 \text{ when } \Theta_t \leq 0 \\ \bar{d}_{rj} &\geq 0 \text{ when } D_r \geq 0 \quad \& \quad \bar{d}_{rj} \leq 0 \text{ when } D_r \leq 0 \\ \bar{\rho}_{kj} &\geq 0 \text{ when } P_k \geq 0 \quad \& \quad \bar{\rho}_{kj} \leq 0 \text{ when } P_k \leq 0 \\ \bar{f}_{dj} &\geq 0 \text{ when } F_d \geq 0 \quad \& \quad \bar{f}_{dj} \leq 0 \text{ when } F_d \leq 0 \\ \bar{c}_{pj} &\geq 0 \text{ when } C_p \geq 0 \quad \& \quad \bar{c}_{pj} \leq 0 \text{ when } C_p \leq 0 \end{aligned}$$

اولین نامعادله فوق تضمین می‌کند که سطح کارایی هر واحد حفظ شود یا بهبود یابد و دومین نامعادله موجب انتقال کارایی به سمت ۱ می‌شود. با توجه به مطالب فوق، مدل MOLP زیر به دنبال حداقل سازی انحرافات از آرمان‌ها، برای هدف گذاری ورودی‌ها و خروجی‌ها در سیستم‌های چند مولفه‌ای ارایه می‌شود:

$$\begin{aligned} & \text{Min} \sum_{j=1}^n [b_j^+ - b_j^-] \\ & \text{Min} \sum_{z=1}^Z \sum_{j=1}^n [a_{zj}^+ - a_{zj}^-] \\ & \text{Min} \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^n [a_{tj}^+ - a_{tj}^-] \\ & \text{Min} \sum_{r=1}^s \sum_{j=1}^n [a_{rj}^+ - a_{rj}^-] \\ & \text{Min} \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^n [a_{kj}^+ - a_{kj}^-] \\ & \text{Min} \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^n [a_{dj}^+ - a_{dj}^-] \\ & \text{Min} \sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^n [a_{pj}^+ - a_{pj}^-] \end{aligned} \quad (11)$$

و یا:

$$\begin{aligned}
 \text{Min} & \sum_{j=1}^n [b_j^+ - b_j^-] + \sum_{z=1}^Z \sum_{j=1}^n [a_{zj}^+ - a_{zj}^-] + \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^n [a_{tj}^+ - a_{tj}^-] + \sum_{r=1}^S \sum_{j=1}^n [a_{rj}^+ - a_{rj}^-] \\
 & + \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^n [a_{kj}^+ - a_{kj}^-] + \sum_{d=1}^D \sum_{j=1}^n [a_{dj}^+ - a_{dj}^-] + \sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^n [a_{pj}^+ - a_{pj}^-] \\
 \text{s.t.} & \left[\left(\sum_{r=1}^S u_r^{(i)} y_{rj}^{(i)} + \sum_{r=1}^S \bar{d}_{rj} \right) + \left(\sum_{k=1}^K u_k^{(si)} \beta_i \left(y_{kj}^{(si)} \right) + \sum_{k=1}^K \bar{\rho}_{kj} \right) - \left(\sum_{z=1}^Z \rho_z^{(si)} \gamma_i \left(\bar{x}_{zj}^{(si)} \right) + \sum_{z=1}^Z \bar{g}_{zj} \right) \right. \\
 & \left. - E_j^{(a)} \left[\left(\sum_{d=1}^D v_d^{(i)} x_{dj}^{(i)} + \sum_{d=1}^D \bar{f}_{dj} \right) + \left(\sum_{p=1}^P v_p^{(si)} \left(\alpha_i x_{pj}^{(si)} \right) + \sum_{p=1}^P \bar{c}_{pj} \right) + \left(\sum_{t=1}^T w_t^{(i)} \bar{y}_{tj}^{(i)} + \sum_{t=1}^T \bar{\theta}_{tj} \right) \right] \right] \geq 0, \\
 & \left[\left(\sum_{r=1}^S u_r^{(i)} y_{rj}^{(i)} + \sum_{r=1}^S \bar{d}_{rj} \right) + \left(\sum_{k=1}^K u_k^{(si)} \beta_i \left(y_{kj}^{(si)} \right) + \sum_{k=1}^K \bar{\rho}_{kj} \right) - \left(\sum_{z=1}^Z \rho_z^{(si)} \gamma_i \left(\bar{x}_{zj}^{(si)} \right) + \sum_{z=1}^Z \bar{g}_{zj} \right) \right. \\
 & \left. - E_j^{(a)} \left[\left(\sum_{d=1}^D v_d^{(i)} x_{dj}^{(i)} + \sum_{d=1}^D \bar{f}_{dj} \right) + \left(\sum_{p=1}^P v_p^{(si)} \left(\alpha_i x_{pj}^{(si)} \right) + \sum_{p=1}^P \bar{c}_{pj} \right) + \left(\sum_{t=1}^T w_t^{(i)} \bar{y}_{tj}^{(i)} + \sum_{t=1}^T \bar{\theta}_{tj} \right) \right] \right] = b_j^+ - b_j^-
 \end{aligned} \tag{۱۲}$$

$$\bar{g}_{zj} - \Delta_j^z \rho_z^{(si)} G_z = a_{zj}^+ - a_{zj}^-$$

$$\bar{\theta}_{tj} = \Delta_j^t w_t^{(i)} \Theta_t = a_{tj}^+ - a_{tj}^-$$

$$\bar{d}_{rj} = \Delta_j^r u_r^{(i)} D_r = a_{rj}^+ - a_{rj}^-$$

$$\bar{\rho}_{kj} = \Delta_j^k u_k^{(si)} P_k = a_{kj}^+ - a_{kj}^-$$

$$\bar{f}_{dj} = \Delta_j^d v_d^{(i)} F_d = a_{dj}^+ - a_{dj}^-$$

$$\bar{c}_{pj} = \Delta_j^p v_p^{(si)} C_p = a_{pj}^+ - a_{pj}^-$$

$$\sum_{i=1}^b \alpha_i = 1$$

$$\sum_{i=1}^b \beta_i = 1$$

$$\sum_{i=1}^b \gamma_i = 1$$

$$u_r^{(i)}, u_k^{(si)}, \rho_z^{(si)}, v_d^{(i)}, v_p^{(si)}, w_t^{(i)} \geq \varepsilon$$

$$\bar{g}_{zj} \geq 0 \text{ when } G_z \geq 0 \quad \& \quad \bar{g}_{zj} \leq 0 \text{ when } G_z \leq 0$$

$$\bar{\theta}_{tj} \geq 0 \text{ when } \Theta_t \geq 0 \quad \& \quad \bar{\theta}_{tj} \leq 0 \text{ when } \Theta_t \leq 0$$

$$\bar{d}_{rj} \geq 0 \text{ when } D_r \geq 0 \quad \& \quad \bar{d}_{rj} \leq 0 \text{ when } D_r \leq 0$$

$$\bar{\rho}_{kj} \geq 0 \text{ when } P_k \geq 0 \quad \& \quad \bar{\rho}_{kj} \leq 0 \text{ when } P_k \leq 0$$

$$\bar{f}_{dj} \geq 0 \text{ when } F_d \geq 0 \quad \& \quad \bar{f}_{dj} \leq 0 \text{ when } F_d \leq 0$$

$$\bar{c}_{pj} \geq 0 \text{ when } C_p \geq 0 \quad \& \quad \bar{c}_{pj} \leq 0 \text{ when } C_p \leq 0$$

به علاوه، می‌توان از ε_z به عنوان ضرایب تعریف شده توسط تصمیم‌گیرنده که نشان دهنده اهمیت اهداف می-

باشند $\left(\sum_{l=1}^L \varepsilon_z = 1 \right)$ در تابع هدف مدل استفاده نمود. باید توجه داشت که بر اساس برنامه ارایه شده، تغییر در

خروجی‌های مطلوب و نامطلوب تولید شده توسط هر واحد و نیز مصرف کل ورودی‌ها بر مبنای درجه بزرگی

واحد، به صورتی میان واحدهای مختلف تسهیم خواهد شد که کارایی هیچ واحدی کاهش پیدا نکند. مجموعه امکان تولید جدید، مرجع قابل اعتمادی برای تصمیم‌گیری‌های آتی خواهد بود.

جدول ۱. ورودی‌ها و خروجی‌های ۳۱ واحد دانشگاهی آزاد در سال ۱۳۹۴

واحد‌های استانی	ورودی مشترک				ورودی مستقل		خروجی مستقل				خروجی مشترک	خروجی نامطلوب		
	قابل کنترل		غیر قابل کنترل		پژوهشی	آموزشی	پژوهشی			آموزشی		پژوهشی	آموزشی	
	هزینه جاری (میلیارد ریال)	مساحت کل ساختمان‌ها (ترتیب مربع) (تجمعی)	کل هیت علمی تمام وقت و نیمه وقت (تجمعی)	تعداد کارکنان	بودجه پژوهشی (میلیارد ریال)	کل دانشجو (تجمعی)	عنوان کتاب تألیف شده (در سال)	طرح‌های تحقیقاتی برون دانشگاهی	تعداد مقالات پژوهشی	شهریه (میلیارد ریال)		فارغ التحصیلان	درآمد غیرشهریه	دانشجویان مشروطی
۱	۲۶۶۷	۵۴۶۵۴۹	۱۹۵۷	۲۲۱۲	۲۶۳	۸۶۲۷۸	۹	۱۵	۱۲۳۴	۲۶۲۷	۱۵۸۸۱	۱۷۵	۱۶۳۰۷	۲۴
۲	۱۰۳۸	۲۳۰۸۷۳	۸۸۷	۸۷۱	۱۱۴	۴۴۳۸۱	۷	۷	۲۹۲	۱۱۳۸	۷۵۶۸	۷۹	۸۳۸۸	۲۵
۳	۶۴۴	۱۳۶۱۵۹	۴۷۹	۶۰۳	۶۶	۲۲۷۴۳	۸	۴	۲۷۶	۶۵۹	۴۱۰۵	۳۱	۴۲۹۸	۸
۴	۲۹۵۳	۱۱۵۰۴۲۱	۲۲۹۵	۱۹۵۸	۲۷۴	۸۹۹۶۳	۲۵	۶۰	۱۷۶۱	۲۷۴۲	۱۶۴۶۵	۲۶۰	۱۷۰۰۳	۴۴
۵	۹۵۸	۱۶۸۰۸۸	۶۹۵	۷۵۹	۹۷	۳۷۸۰۲	۶	۱	۴۰۶	۹۶۹	۶۴۹۴	۴۴	۷۱۴۵	۱۸
۶	۲۸۴	۵۰۱۷۷	۲۳۵	۲۴۹	۳۶	۹۰۷۴	۳	۳	۹۵	۳۵۷	۱۶۳۴	۵	۱۷۱۵	۷
۷	۶۴۷	۱۴۶۵۲۷	۳۴۶	۴۶۴	۶۷	۲۷۷۳۲	۲	۱۶	۲۸۲	۶۷۳	۴۹۰۹	۷۷	۵۲۴۱	۱۲
۸	۱۰۲۷۱	۱۴۵۱۰۷۷	۶۷۹۴	۸۶۰۷	۱۱۰۵	۳۷۵۷۶۵	۵۱	۵۶	۸۱۰۷	۱۱۰۴۶	۶۷۵۰۶	۹۸۷	۷۱۰۲۰	۸۴
۹	۳۴۷	۱۲۲۵۲۷	۳۲۵	۲۳۲	۳۴	۱۱۷۰۱	۱	۳	۱۳۱	۳۴۳	۲۰۶۶	۴۳	۲۲۱۱	۶
۱۰	۳۲۰	۱۳۵۷۶۶	۲۰۱	۲۶۸	۲۹	۱۰۳۲۱	۲	۳	۱۳۴	۲۹۴	۱۹۶۵	۳۱	۱۹۵۱	۱
۱۱	۱۹۳۷	۵۷۱۴۹۵	۱۳۸۰	۱۷۰۷	۱۹۲	۶۳۳۳۵	۷	۲۱	۱۰۵۱	۱۹۲۱	۱۱۹۲۴	۱۵۶	۱۱۹۷۰	۱۴
۱۲	۲۷۶	۸۴۵۷۵	۲۴۷	۲۵۸	۲۵	۸۲۶۱	۱	۲	۹۵	۲۵۳	۱۴۵۲	۲۴	۱۵۶۱	۸
۱۳	۳۰۱۷	۷۸۰۴۵۳	۲۱۰۵	۲۶۰۶	۲۹۶	۱۰۵۰۷۵	۱۴	۶۱	۸۸۳	۲۹۵۸	۱۷۹۴۰	۲۱۸	۱۹۸۵۹	۴۶
۱۴	۶۴۸	۲۱۸۳۶۸	۶۴۴	۵۹۳	۶۲	۲۰۰۷۹	۳	۳	۳۲۲	۶۲۳	۳۸۲۵	۴۷	۳۷۹۵	۱۵
۱۵	۱۲۸۲	۳۳۹۱۰۵	۸۷۸	۱۰۱۸	۱۰۰	۲۹۹۹۰	۳	۳۰	۷۲۸	۱۰۰۴	۵۹۳۷	۱۵۴	۵۶۶۸	۱۰
۱۶	۵۹۳	۱۶۳۰۰۳	۳۵۹	۶۱۴	۶۶	۲۹۱۵۹	۳	۱۸	۱۹۹	۶۶۳	۴۸۷۵	۵۲	۵۵۱۱	۷
۱۷	۲۶۵۳	۸۶۱۶۰۲	۲۲۴۸	۲۲۸۳	۲۶۴	۱۰۰۵۵۲	۲۹	۱۸	۹۳۱	۲۶۳۷	۱۷۲۹۷	۱۸۴	۱۹۰۰۴	۳۱
۱۸	۱۲۱۱	۲۴۳۲۱۰	۷۴۲	۹۹۹	۱۲۲	۳۸۲۶۵	۳	۲	۶۰۵	۱۲۱۷	۶۹۸۲	۱۳۷	۷۳۳۲	۱۷
۱۹	۳۲۰	۶۲۰۵۰	۲۰۹	۲۵۷	۳۰	۱۰۶۰۸	۳	۵	۳۵۹	۲۹۶	۱۹۹۰	۲۵	۲۰۰۵	۶
۲۰	۶۱۹	۱۱۱۵۴۰	۵۲۸	۴۲۷	۶۱	۱۹۸۶۳	۲	۷	۲۰۳	۶۱۲	۳۴۴۲	۶۱	۳۷۵۴	۱۲
۲۱	۱۲۷۹	۴۱۲۳۵۸	۸۶۶	۱۲۹۲	۱۴۴	۴۶۶۹۸	۷	۹	۷۰۰	۱۴۳۸	۸۹۱۳	۱۱۳	۸۸۴۵	۱۶
۲۲	۸۲۹	۱۳۸۹۷۴	۵۶۵	۴۸۳	۸۶	۳۰۶۲۸	۲	۶	۳۵۹	۸۶۳	۵۳۷۷	۶۹	۵۷۸۹	۱۷
۲۳	۴۹۶	۷۹۹۷۹	۳۱۴	۴۰۷	۶۰	۱۷۹۹۲	۲	۱۲	۲۴۸	۶۰۱	۳۳۳۴	۴۳	۳۴۰۰	۸
۲۴	۷۷۶	۱۹۸۸۶۵	۷۰۰	۵۷۶	۸۷	۳۰۵۱۶	۶	۹	۴۲۵	۸۷۵	۵۵۲۲	۲۷	۵۷۶۸	۱۰
۲۵	۱۲۵۹	۱۹۰۳۷۴	۹۸۴	۱۰۳۱	۱۳۳	۴۵۲۸۹	۶	۱۸	۵۲۴	۱۳۳۳	۸۰۴۴	۵۸	۸۵۶۰	۲۱
۲۶	۸۳۶	۲۶۶۷۰۷	۵۴۴	۶۹۷	۸۸	۳۳۴۰۴	۱	۹	۳۵۴	۸۷۶	۵۹۳۷	۸۱	۶۳۱۳	۲۳
۲۷	۲۳۵۳	۴۸۰۰۳۶	۱۷۸۴	۱۹۲۶	۲۲۵	۶۳۶۶۵	۵	۱۶	۱۱۸۸	۲۲۴۹	۱۲۳۴۹	۱۷۳	۱۲۰۳۳	۶۴
۲۸	۱۵۹۸	۵۱۲۰۵۰	۱۰۰۸	۱۴۰۱	۱۴۸	۴۲۹۹۳	۹	۱۳	۱۱۳۹	۱۴۸۲	۸۵۷۳	۱۳۱	۸۱۲۶	۱۸
۲۹	۷۹۸	۱۴۶۴۰۰	۳۴۱	۶۱۷	۱۱۹	۳۷۶۳۹	۳	۱۱	۵۳۲	۱۱۹۴	۷۰۰۷	۱۵۶	۷۱۱۴	۸
۳۰	۷۶۰	۲۰۰۵۵۱	۷۱۶	۶۱۵	۷۵	۲۴۵۷۵	۶	۴	۳۳۰	۷۵۴	۴۴۹۰	۴۲	۴۶۴۵	۱۳
۳۱	۸۳۳	۳۲۰۱۴۱	۴۷۲	۸۸۹	۷۹	۲۳۴۱۲	۱۲	۱۶	۵۲۱	۷۸۵	۴۹۲۸	۹۳	۴۴۲۵	۹
جمع	۴۴,۵۰۴	۱۰,۵۲۰,۰۰۰	۳۱,۸۵۰	۳۶,۹۱۹	۴,۵۴۸	۱,۵۳۷,۸۵۸	۲۳۹	۴۵۹	۲۴,۴۱۵	۴۵,۴۸۱	۲۷۸,۲۳۸	۳,۷۷۵	۴۹۰,۷۵۵	۶۰۲

جدول ۲. ورودی‌ها و خروجی‌های ۳۱ واحد دانشگاه آزاد اسلامی در سال ۱۳۹۶

	ورودی مشترک				ورودی مستقل		خروجی مستقل				خروجی مشترک	خروجی نامطلوب		
	قابل کنترل		غیر قابل کنترل		پژوهشی	آموزشی	پژوهشی		آموزشی					
	هزینه جاری (میلیار د ریال)	مساحت کل ساختمان‌ها (متر مربع) (تجمعی)	کل هیأت علمی تمام وقت و نیمه وقت (تجمعی)	تعداد کارکنان			تعداد مقالات پژوهشی	طرح‌های تحقیقاتی برون دانشگاهی	شهریه (میلیار د ریال)	فارغ التحصیلان				
۱	۴۱۷۲	۵۷۷۵۳۳	۲۳۴۹	۱۹۸۳	۴۴۲	۹۳۱۶۶	۱۲	۴۶	۱۶۱۹	۴۰۱۶	۱۴۰۸۵	۸۸۳	۱۷۶۰۸	۲۵
۲	۱۶۷۲	۲۴۱۷۹۹	۱۱۴۷	۷۸۸	۱۹۲	۵۰۲۳۳	۱۱	۲۶	۵۱۲	۱۷۴۲	۷۶۰۸	۴۰۲	۹۴۹۴	۲۷
۳	۱۰۵۷	۱۵۷۰۲۲	۵۷۲	۵۳۸	۱۱۳	۲۳۰۰	۸	۲۷	۴۳۰	۱۰۲۷	۳۵۳۵	۲۳۷	۴۴۲۳	۹
۴	۴۶۳۴	۱۱۵۵۰۸۸	۲۷۳۳	۱۶۸۱	۴۵۶	۹۱۷۷۲	۲۵	۹۳	۲۷۰۰	۴۱۴۵	۱۳۹۱۵	۸۶۶	۱۷۳۴۵	۴۵
۵	۱۴۸۸	۱۸۱۲۹۶	۸۹۱	۶۹۸	۱۶۲	۳۵۸۰۵	۶	۳	۱۴۷۵	۵۴۱۶	۳۵۷	۳۵۷	۶۷۶۷	۲۲
۶	۵۰۰	۵۲۰۳۸	۳۲۰	۲۲۶	۶۰	۹۹۳۰	۳	۱۴	۱۲۹	۵۴۹	۱۵۰۴	۱۳۹	۱۸۷۷	۶
۷	۱۰۷۷	۱۶۶۸۳۶	۵۶۹	۴۲۹	۱۲۱	۳۰۵۰۰	۸	۳۲	۴۴۶	۱۱۰۰	۴۶۱۵	۲۴۲	۵۷۶۴	۱۱
۸	۱۵۸۹۵	۱۹۰۷۰۰۸	۹۸۳۵	۷۴۹۸	۱۹۲۱	۳۸۴۶۴۷	۱۰۰	۱۳۷	۹۹۷۲	۱۷۴۶۲	۵۸۲۰۲	۴۲۲۶	۷۲۶۹۸	۷۳
۹	۵۶۲	۱۱۹۱۹۸	۴۷۵	۲۱۱	۵۶	۱۳۲۰۹	۳	۶	۲۴۱	۵۱۲	۲۰۱۱	۱۱۳	۲۴۹۷	۵
۱۰	۵۳۶	۱۴۰۸۸۱	۳۴۲	۲۲۵	۵۳	۱۱۳۸۴	۲	۹	۲۸۰	۴۸۰	۱۷۲۵	۱۰۶	۲۱۵۲	۱
۱۱	۳۱۲۶	۶۱۷۷۳۳	۱۶۴۷	۱۵۰۳	۳۳۴	۶۴۸۸۷	۹	۲۷	۱۴۹۲	۳۰۳۸	۹۸۰۴	۶۶۸	۱۲۲۶۴	۱۱
۱۲	۴۶۳	۸۹۳۰۰	۴۱۲	۲۲۱	۴۷	۹۸۰۲	۱	۴	۱۷۴	۴۲۵	۱۴۸۹	۹۴	۱۸۵۳	۸
۱۳	۴۸۰۷	۷۸۶۳۰۲	۲۶۲۲	۲۲۴۴	۴۸۱	۱۱۶۰۱۰	۱۶	۹۹	۱۴۹۱	۴۳۷۷	۱۷۵۳۷	۹۶۳	۲۱۹۲۶	۴۳
۱۴	۱۰۵۱	۲۲۷۰۵۲	۷۶۶	۴۵۰	۱۰۲	۲۰۳۵۵	۴	۱۰	۴۱۹	۹۳۲	۳۰۸۸	۲۰۵	۳۸۴۷	۱۴
۱۵	۱۹۱۷	۳۵۳۲۵۳	۱۰۷۵	۹۰۷	۱۸۲	۲۹۳۴۰	۴	۳۸	۹۳۸	۱۶۵۶	۴۴۳۶	۳۴۶	۵۵۴۵	۷
۱۶	۹۸۸	۱۶۵۵۰۶	۶۲۰	۵۵۹	۱۱۱	۳۱۲۹۰	۴	۵۵	۳۶۵	۱۰۰۹	۴۷۲۸	۲۲۲	۵۹۱۴	۸
۱۷	۴۰۸۸	۹۷۹۰۱۲	۲۴۵۷	۱۸۹۸	۴۳۷	۱۰۲۸۰۳	۳۲	۴۳	۱۳۲۹	۳۹۷۳	۱۵۵۵۴	۸۷۴	۱۹۴۳۰	۲۸
۱۸	۱۸۵۵	۲۴۷۴۱۹	۸۹۷	۷۶۶	۱۹۳	۳۶۰۹۶	۱۶	۱۴	۸۸۴	۱۷۵۳	۵۴۵۷	۴۰۵	۶۸۲۲	۸
۱۹	۴۶۲	۶۵۷۰۰	۳۰۶	۲۲۰	۵۲	۱۱۷۵۲	۳	۱۶	۴۰۴	۴۷۲	۱۷۷۹	۹۹	۲۲۲۱	۶
۲۰	۱۰۰۱	۱۱۵۳۱۴	۶۵۷	۳۸۱	۱۰۶	۲۲۳۶۵	۲	۲۳	۲۷۴	۹۶۴	۳۳۹۳	۲۲۳	۴۲۲۷	۱۴
۲۱	۲۱۵۲	۴۵۶۳۵۶	۱۲۴۵	۹۳۷	۲۳۷	۴۸۶۴۲	۸	۴۷	۹۹۵	۲۱۵۴	۷۳۶۱	۴۷۴	۹۱۹۳	۱۳
۲۲	۱۱۸۳	۱۴۱۳۰۹	۶۹۵	۴۴۴	۱۳۴	۳۱۵۴۱	۴	۱۴	۵۳۴	۱۲۲۰	۴۷۸۱	۲۸۲	۵۹۶۱	۱۴
۲۳	۸۳۳	۹۳۹۸۰	۴۸۰	۳۰۸	۹۴	۱۸۵۲۵	۴	۲۴	۳۵۴	۸۵۱	۲۸۰۸	۱۹۷	۳۵۰۱	۸
۲۴	۱۲۶۷	۲۰۹۳۲۹	۸۸۲	۵۲۳	۱۴۸	۳۴۵۴۵	۶	۲۰	۷۷۶	۱۳۴۸	۵۲۴۰	۲۹۷	۶۵۲۹	۹
۲۵	۱۹۷۶	۲۰۰۹۴۰	۱۱۸۱	۸۹۰	۲۲۲	۴۷۱۴۹	۱۰	۳۱	۷۷۷	۲۰۱۸	۷۱۳۵	۴۲۲	۸۹۱۱	۱۷
۲۶	۱۳۴۱	۲۸۱۲۳۶	۹۳۷	۶۲۷	۱۴۸	۳۲۸۰۳	۴	۲۳	۵۵۵	۱۳۴۲	۴۹۶۹	۳۱۰	۶۲۰۰	۲۰
۲۷	۳۸۲۵	۴۸۵۱۰۰	۱۹۳۹	۱۶۹۸	۳۷۶	۵۸۷۸۳	۸	۸۸	۱۷۰۴	۳۴۲۱	۸۸۸۵	۷۱۵	۱۱۱۱۰	۵۸
۲۸	۲۵۳۵	۵۱۸۹۹۰	۱۲۴۹	۱۱۸۴	۲۵۶	۴۴۷۰۸	۸	۱۷	۱۵۱۹	۲۳۲۹	۶۷۵۳	۴۸۷	۸۴۵۰	۱۶
۲۹	۱۳۰۶	۱۷۰۴۴۰	۵۷۴	۵۶۳	۱۹۹	۳۹۳۲۶	۷	۲۸	۷۱۵	۵۹۳۹	۳۹۸	۳۹۸	۷۴۳۳	۷
۳۰	۱۱۶۷	۲۰۵۱۷۸	۸۴۳	۵۱۳	۱۱۲	۲۵۳۸۵	۶	۷	۵۳۳	۱۰۱۷	۴۸۴۹	۲۶۸	۴۷۹۸	۱۳
۳۱	۱۲۵۴	۳۳۴۳۴۹	۵۸۹	۷۶۲	۱۳۵	۲۴۳۵۱	۱۲	۲۸	۶۴۵	۱۲۳۰	۳۶۷۱	۲۵۷	۴۶۰۲	۹
جمع	۷۰,۱۹۲	۱۱,۴۴۹,۴۸۵	۴۱,۳۰۶	۳۱,۸۷۵	۷,۶۸۳	۱,۵۹۴,۵۰۵	۳۴۸	۱,۰۴۹	۳۳,۶۷۳	۶۹,۸۴۳	۲۴۱,۲۷۲	۱۵,۷۷۵	۳۰۱,۳۶۱	۵۵۲

۳ برنامه‌ریزی تخصیص منابع و اهداف

از ویژگی‌های برنامه‌ی تخصیص مورد نظر این است که از طرفی با دو هدف متضاد افزایش خروجی‌ها و کاهش ورودی‌ها و از طرف دیگر با واحدهای استانی‌ای که از نظر بزرگی و کوچکی متفاوت هستند و در تخصیص باید

مدنظر قرار گیرند، مواجه می‌باشیم؛ بنابراین، برای تخصیص بهینه، باید با استفاده از برنامه‌ریزی چندهدفه و در نظر گرفتن بزرگی و کوچکی واحدها مدل مناسبی طراحی شود. داده‌های جداول ۱ و ۲ ورودی‌ها و خروجی‌های واحدهای دانشگاه آزاد کشور را در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۶ که یکی بر اساس عملکرد واقعی و دیگری بر اساس پیش‌بینی است نشان می‌دهند. جدول ۳ محاسبه‌ی کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده در سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶ بر اساس مدل (۳) می‌باشد (برای کسب اطلاعات بیش‌تر به مقاله محقر و همکاران (۱۳۹۵) مراجعه نمایید).

جدول ۳. کارایی واحدهای استانی دانشگاه آزاد اسلامی در سال‌های ۹۴ تا ۹۶

واحدهای استانی	کارایی آموزشی			کارایی پژوهشی			کارایی کل		
	۱۳۹۶	۱۳۹۵	۱۳۹۴	۱۳۹۶	۱۳۹۵	۱۳۹۴	۱۳۹۶	۱۳۹۵	۱۳۹۴
۱	۰/۹۲۷	۰/۹۰۴	۰/۹۹۶	۰/۱۲۳	۰/۵۷۲	۰/۲۴۷	۰/۹۲۵	۰/۹۰۳	۰/۹۹۵
۲	۰/۹۳۰	۰/۹۰۵	۰/۹۹۷	۰/۱۴۵	۰/۶۲۹	۰/۳۶۶	۰/۹۲۹	۰/۹۰۴	۰/۹۹۷
۳	۰/۵۸۹	۰/۷۸۱	۰/۴۳۸	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۴	۰/۴۹۱	۰/۷۵۷	۰/۹۸۶	۱	۱	۱	۰/۹۹۹	۰/۹۹۹	۰/۹۹۹
۵	۰/۹۱۲	۰/۸۸۷	۰/۹۹۶	۰/۴۹۷	۰/۷۲۸	۰/۳۴۸	۰/۹۱۲	۰/۸۸۶	۰/۹۹۶
۶	۰/۷۸۷	۱	۰/۶۵۵	۱	۰/۲۱۵	۱	۱	۱	۱
۷	۰/۹۸۹	۰/۸۴۷	۰/۵۶۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۸	۰/۹۴۰	۰/۹۴۲	۰/۹۹۷	۰/۴۱۴	۰/۷۵۵	۰/۵۱۲	۰/۹۳۶	۰/۹۴۱	۰/۹۹۵
۹	۱	۱	۱	۰/۸۲۳	۰/۳۳۸	۰/۲۷۸	۱	۱	۱
۱۰	۱	۱	۰/۹۹۱	۰/۸۸۰	۰/۸۳۱	۱	۱	۱	۱
۱۱	۱	۰/۹۸۴	۰/۹۷۶	۰/۸۳۸	۱	۱	۰/۹۹۹	۱	۱
۱۲	۰/۹۵۴	۰/۹۷۸	۱	۰/۲۶۲	۰/۴۹۹	۰/۲۹۰	۰/۹۵۴	۰/۹۷۸	۱
۱۳	۰/۹۴۷	۰/۹۵۵	۰/۹۹۷	۰/۲۳۵	۰/۷۲۲	۰/۴۴۲	۰/۹۴۴	۰/۹۵۳	۰/۹۹۵
۱۴	۱	۰/۹۹۶	۰/۹۹۹	۰/۲۳۹	۰/۶۰۸	۰/۶۶۵	۰/۹۹۹	۰/۹۹۵	۰/۹۹۸
۱۵	۱	۱	۱	۰/۹۶۲	۰/۹۴۹	۰/۹۷۶	۱	۱	۱
۱۶	۰/۹۷۱	۰/۹۷۹	۰/۷۴۸	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۱۷	۰/۹۴۰	۰/۹۴۲	۰/۹۹۷	۰/۴۹۳	۰/۶۶۱	۰/۴۹۵	۱	۰/۹۴۱	۰/۹۹۵
۱۸	۱	۰/۹۳۹	۱	۰/۵۹۳	۱	۰/۹۴۲	۰/۹۷۴	۱	۱
۱۹	۰/۷۹۰	۰/۹۶۴	۰/۸۸۱	۱	۱	۱	۰/۹۹۹	۱	۱
۲۰	۰/۹۷۵	۰/۹۸۲	۱	۰/۳۰۹	۰/۹۳۰	۰/۹۲۹	۰/۹۹۹	۰/۹۸۲	۱
۲۱	۱	۰/۹۹۶	۰/۸۴۰	۰/۶۸۵	۱	۱	۱	۱	۰/۹۹۹
۲۲	۱	۱	۰/۹۴۳	۰/۲۶۴	۰/۹۲۴	۱	۱	۱	۱
۲۳	۱	۱	۱	۰/۹۶۵	۰/۸۸۴	۰/۸۸۷	۰/۹۸۰	۱	۱
۲۴	۰/۹۹۹	۰/۹۹۷	۱	۱	۱	۰/۹۴۷	۰/۹۹۹	۱	۱
۲۵	۰/۹۸۲	۱	۰/۹۸۴	۰/۴۵۶	۰/۹۹۹	۱	۰/۹۴۱	۱	۱
۲۶	۱	۰/۹۹۳	۰/۹۹۸	۰/۴۶۴	۰/۹۹۰	۰/۹۱۳	۰/۹۳۵	۰/۹۹۳	۰/۹۹۸
۲۷	۰/۹۴۵	۰/۹۵۰	۰/۹۹۷	۰/۲۴۴	۰/۷۰۸	۰/۴۳۸	۱	۰/۹۴۸	۰/۹۹۵
۲۸	۰/۹۳۹	۰/۹۴۲	۰/۹۹۷	۰/۲۳۹	۰/۶۹۲	۰/۳۳۲	۰/۹۶۱	۰/۹۴۰	۰/۹۹۴
۲۹	۱	۱	۱	۰/۹۹۸	۰/۹۶۹	۰/۹۶۸	۰/۹۳۶	۱	۱
۳۰	۰/۹۶۵	۰/۹۸۳	۱	۰/۲۹۷	۱	۰/۹۹۲	۱	۱	۱
۳۱	۰/۹۴۰	۰/۹۴۲	۰/۹۹۷	۰/۴۲۶	۰/۷۵۵	۰/۵۱۲	۰/۹۷۴	۰/۹۴۱	۰/۹۹۵

با محاسبه‌ی تفاوت سطرهای جمع جداول ۱ و ۲ مشخص می‌شود که مقدار تغییر در خروجی نامطلوب آموزشی (دانشجویان مشروطی) برابر با ۱۰۷۰۶ ($11\theta = 10706$) مقدار تغییر در خروجی نامطلوب پژوهشی (طرح‌های ناموفق) برابر با ۵۰ ($21\theta = -50$) و مقدار تغییر در خروجی مشترک (درآمد غیر شهریه‌ای) برابر با ۱۲۰۰۰ ($P_k = 12000$) می‌باشد. به علاوه، میزان تغییر در خروجی مستقل آموزشی (شهریه) برابر با ۲۴۳۶۲ ($D_{11} = 24362$)، میزان تغییر در خروجی مستقل آموزشی (فارغ التحصیلان) برابر با ۳۷۴۵۶ ($D_{12} = -37456$)، میزان تغییر در خروجی مستقل اول پژوهشی (عنوان کتاب تألیف شده) برابر با ۱۰۹ ($D_{21} = 109$)، میزان تغییر در خروجی مستقل دوم پژوهشی (طرح‌های تحقیقاتی برون دانشگاهی) برابر با ۵۹۰ ($D_{22} = 590$) و میزان تغییر در خروجی مستقل سوم پژوهشی (تعداد مقالات پژوهشی) برابر با ۹۲۵۸ ($D_{23} = 9258$) می‌باشد. برای پاسخ‌گویی به تغییرات خروجی‌ها، مقدار تغییر در ورودی غیر قابل کنترل مشترک اول (کل هیأت علمی تمام وقت و نیمه وقت) برابر با ۹۴۵۸ ($G_{11} = 9458$)، تغییر در ورودی غیر قابل کنترل مشترک دوم (تعداد کارکنان) برابر با ۵۰۴۲ ($G_{21} = -5042$) پیش‌بینی شده می‌باشد. همچنین، تغییر در ورودی مستقل آموزشی (کل دانشجویان) برابر با ۵۶۶۴۷ ($F_{11} = 56647$)، تغییر در ورودی مستقل پژوهشی برابر با ۳۱۳۵ ($C_{21} = 3135$)، تغییر در ورودی مشترک اول (هزینه جاری) برابر با ۲۵۶۸۸ ($C_{11} = 25688$) و تغییر در ورودی مشترک دوم (مساحت کل ساختمان‌ها) برابر با ۹۲۹۴۸۵ ($F_{21} = 929485$) می‌باشد. مساله اصلی واحد تصمیم‌گیرنده مرکزی آن است که چگونه تغییرات ورودی‌ها و خروجی‌ها را به شیوه‌ای میان تمام واحدها تسهیم نماید که ضمن پاسخ‌گویی به تغییرات محاسبه شده، کارایی هیچ واحدی کاهش پیدا نکند. به این منظور، مدل برنامه‌ریزی تولید (۱۱) و یا (۱۲) مورد استفاده قرار می‌گیرد. پیش از پیاده‌سازی این مدل‌ها، مقادیر کارایی سیستم و هر یک از واحدها (جدول ۷) محاسبه گردیده است. سپس درجه بزرگی ورودی‌ها و خروجی‌های هر یک از واحدها با استفاده از مدل‌های (۴) تا (۹) محاسبه شده است. اندازه بزرگی هر یک از واحدها در جدول ۴ و مقادیر نرمالایز شده‌ی اندازه بزرگی واحدها بر اساس نرم ساعتی در جدول ۵ نشان داده شده است.

مساله اصلی واحد تصمیم‌گیرنده مرکزی آن است که چگونه تغییرات ورودی‌ها و خروجی‌ها را میان تمام واحدها تسهیم نماید تا ضمن بهبود کارایی برخی از واحدها، کارایی هیچ یک از آن‌ها کاهش پیدا نکند. به این منظور، مدل جدید برنامه‌ریزی تخصیص منابع و هدف‌گذاری (مدل (۱۲)) مورد استفاده قرار می‌گیرد. ترکیب جدید ورودی‌ها و خروجی‌های واحدها در جدول ۶ و امتیاز کارایی جدید آن‌ها بر اساس برنامه تولید جدید در جدول ۷ ارائه شده است:

جدول ۴. ماتریس اندازه‌ی بزرگی ورودی و خروجی ۳۱ واحد استانی دانشگاه آزاد اسلامی در سال ۱۳۹۶

واحد‌های استانی	ورودی مشترک MSI_j^p	ورودی پژوهش MSI_j^{d1}	ورودی آموزشی MSI_j^{d2}	آموزشی خروجی نامطلوب MSO_j^{t1}	آموزشی خروجی مطلوب MSO_j^{r1}	پژوهشی خروجی نامطلوب MSO_j^{t2}	پژوهشی خروجی مطلوب MSO_j^{r2}	خروجی مشترک MSO_j^k
۱	۰/۳۸	۰/۲۴	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۲۴	۰/۲۹	۰/۲۶	۰/۱۸
۲	۰/۱۶	۰/۱۰	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۳۰	۰/۱۴	۰/۰۸
۳	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۱۶	۰/۰۳
۴	۰/۷۹	۰/۲۵	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۲۵	۰/۵۲	۱	۰/۲۶
۵	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۲۱	۰/۱۲	۰/۰۴
۶	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۱
۷	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۱۴	۰/۲۶	۰/۰۸
۸	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۹	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۴
۱۰	۰/۰۹	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۳
۱۱	۰/۳۹	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۳۵	۰/۱۶
۱۲	۰/۰۶	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۱۰	۰/۰۳	۰/۰۲
۱۳	۰/۵۴	۰/۲۷	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۲۷	۰/۵۵	۱	۰/۲۲
۱۴	۰/۱۵	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۱۸	۰/۰۶	۰/۰۵
۱۵	۰/۲۳	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۵۰	۰/۱۶
۱۶	۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۳۰	۰/۰۵
۱۷	۰/۵۹	۰/۲۴	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۶	۰/۳۷	۰/۵۷	۰/۱۹
۱۸	۰/۱۷	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۲۰	۰/۰۷	۰/۱۴
۱۹	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۳
۲۰	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۰۶
۲۱	۰/۲۸	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۹	۰/۱۶	۰/۱۱
۲۲	۰/۱۰	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۲۰	۰/۱۰	۰/۰۷
۲۳	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۰۴
۲۴	۰/۱۴	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۰۳
۲۵	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۲۵	۰/۳۰	۰/۰۶
۲۶	۰/۱۸	۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۲۷	۰/۱۵	۰/۰۸
۲۷	۰/۳۳	۰/۲۰	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۲۰	۰/۷۶	۰/۲۷	۰/۱۸
۲۸	۰/۳۵	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۲۱	۰/۲۳	۰/۱۳
۲۹	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۱۰	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۱۸	۰/۱۶
۳۰	۰/۱۴	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۱۵	۰/۱۲	۰/۰۴
۳۱	۰/۲۲	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۲۸	۰/۰۹

جدول ۵. ماتریس نرمالایز شده‌ی اندازه‌ی بزرگی ورودی و خروجی ۳۱ واحد استانی دانشگاه آزاد اسلامی در سال ۱۳۹۶

واحدهای استانی	ورودی مشترک Δ_j^p	ورودی پژوهشی Δ_j^{d1}	ورودی آموزشی Δ_j^{d2}	آموزشی خروجی نامطلوب Δ_j^{e1}	آموزشی خروجی مطلوب Δ_j^{r1}	پژوهشی خروجی نامطلوب Δ_j^{e2}	پژوهشی خروجی مطلوب Δ_j^{r2}	خروجی مشترک Δ_j^k
۱	۰/۰۵۲	۰/۰۵۸	۰/۰۵۶	۰/۰۵۶	۰/۰۵۷	۰/۰۴۱	۰/۰۳۱	۰/۰۴۷
۲	۰/۰۲۲	۰/۰۲۴	۰/۰۲۹	۰/۰۲۹	۰/۰۲۶	۰/۰۴۲	۰/۰۱۷	۰/۰۲۱
۳	۰/۰۱۲	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵	۰/۰۱۴	۰/۰۱۴	۰/۰۱۹	۰/۰۰۸
۴	۰/۱۰۹	۰/۰۶۱	۰/۰۵۹	۰/۰۵۹	۰/۰۶۰	۰/۰۷۳	۰/۱۲۰	۰/۰۶۸
۵	۰/۰۱۷	۰/۰۲۲	۰/۰۲۵	۰/۰۲۵	۰/۰۲۴	۰/۰۲۹	۰/۰۱۴	۰/۰۱۰
۶	۰/۰۰۴	۰/۰۰۷	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۷	۰/۰۱۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳
۷	۰/۰۱۴	۰/۰۱۵	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۲۰	۰/۰۳۱	۰/۰۲۱
۸	۰/۱۳۸	۰/۲۴۳	۰/۲۴۵	۰/۲۴۵	۰/۲۳۸	۰/۱۴۰	۰/۱۲۰	۰/۲۶۲
۹	۰/۰۱۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۱۰	۰/۰۰۶	۰/۰۱۰
۱۰	۰/۰۱۲	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۸
۱۱	۰/۰۵۴	۰/۰۴۱	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲	۰/۰۴۳	۰/۰۲۴	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲
۱۲	۰/۰۰۸	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۱۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵
۱۳	۰/۰۷۵	۰/۰۶۶	۰/۰۶۹	۰/۰۶۹	۰/۰۶۴	۰/۰۷۷	۰/۱۲۰	۰/۰۵۸
۱۴	۰/۰۲۱	۰/۰۱۵	۰/۰۱۲	۰/۰۱۲	۰/۰۱۴	۰/۰۲۵	۰/۰۰۷	۰/۰۱۳
۱۵	۰/۰۳۲	۰/۰۲۲	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰	۰/۰۲۱	۰/۰۱۷	۰/۰۶۰	۰/۰۴۲
۱۶	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰	۰/۰۱۷	۰/۰۱۱	۰/۰۳۶	۰/۰۱۳
۱۷	۰/۰۸۱	۰/۰۵۸	۰/۰۶۶	۰/۰۶۶	۰/۰۶۲	۰/۰۵۲	۰/۰۶۸	۰/۰۵۰
۱۸	۰/۰۲۳	۰/۰۲	۰/۰۲۵	۰/۰۲۵	۰/۰۲۶	۰/۰۲۸	۰/۰۰۸	۰/۰۳۷
۱۹	۰/۰۰۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۱۱	۰/۰۱۱	۰/۰۰۸
۲۰	۰/۰۱۱	۰/۰۱۵	۰/۰۱۲	۰/۰۱۲	۰/۰۱۴	۰/۰۲۰	۰/۰۱۴	۰/۰۱۶
۲۱	۰/۰۳۹	۰/۰۳۲	۰/۰۲۹	۰/۰۲۹	۰/۰۳۱	۰/۰۲۷	۰/۰۱۹	۰/۰۲۹
۲۲	۰/۰۱۴	۰/۰۱۹	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰	۰/۰۱۹	۰/۰۲۸	۰/۰۱۲	۰/۰۱۸
۲۳	۰/۰۰۸	۰/۰۱۲	۰/۰۱۲	۰/۰۱۲	۰/۰۱۲	۰/۰۱۴	۰/۰۲۴	۰/۰۱۰
۲۴	۰/۰۱۹	۰/۰۱۹	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰	۰/۰۱۹	۰/۰۱۷	۰/۰۱۹	۰/۰۰۸
۲۵	۰/۰۱۹	۰/۰۲۹	۰/۰۲۹	۰/۰۲۹	۰/۰۲۹	۰/۰۳۵	۰/۰۳۶	۰/۰۱۶
۲۶	۰/۰۲۵	۰/۰۱۹	۰/۰۲۲	۰/۰۲۲	۰/۰۲۱	۰/۰۳۸	۰/۰۱۸	۰/۰۲۱
۲۷	۰/۰۴۶	۰/۰۴۹	۰/۰۴۲	۰/۰۴۲	۰/۰۴۸	۰/۱۰۶	۰/۰۳۲	۰/۰۴۷
۲۸	۰/۰۴۸	۰/۰۳۲	۰/۰۲۷	۰/۰۲۷	۰/۰۳۱	۰/۰۲۹	۰/۰۲۸	۰/۰۳۴
۲۹	۰/۰۱۴	۰/۰۲۷	۰/۰۲۵	۰/۰۲۵	۰/۰۲۶	۰/۰۱۴	۰/۰۲۲	۰/۰۴۲
۳۰	۰/۰۱۹	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۱۷	۰/۰۲۱	۰/۰۱۴	۰/۰۱۰
۳۱	۰/۰۳۰	۰/۰۱۷	۰/۰۱۵	۰/۰۱۵	۰/۰۱۷	۰/۰۱۵	۰/۰۳۴	۰/۰۲۴

جدول ۶. داده‌های مربوط به واحدهای دانشگاه آزاد اسلامی پس از اجرای برنامه تولید جدید

ورودی مشترک ۱	هزینه جاری (میلیارد ریال)	ورودی مشترک ۲	مساحت کل ساختمان‌ها (متر مربع) (مجموعی)	کل هیأت علمی تمام وقت (مجموعی) وقت	تعداد کارکنان	بودجه پژوهشی (میلیارد ریال)	ورودی غیر مشترک پژوهشی	ورودی غیر مشترک (مؤلفه آموزشی)	خروجی ۱ مؤلفه آموزشی (در سال)	خروجی ۲ مؤلفه پژوهشی	خروجی ۳ مؤلفه پژوهشی	خروجی ۴ مؤلفه آموزشی	خروجی ۵ مؤلفه آموزشی	خروجی ۶	خروجی ۷ (غیر مطلوب مؤلفه آموزشی) آموزشی	خروجی ۸ (غیر مطلوب مؤلفه پژوهشی)
۳۹۹۳	۵۹۱۷۸۳	۵۹۱۷۸۳	۵۹۱۷۸۳	۵۹۱۷۸۳	۵۹۱۷۸۳	۵۹۱۷۸۳	۵۹۱۷۸۳	۵۹۱۷۸۳	۵۹۱۷۸۳	۵۹۱۷۸۳	۵۹۱۷۸۳	۵۹۱۷۸۳	۵۹۱۷۸۳	۵۹۱۷۸۳	۵۹۱۷۸۳	۵۹۱۷۸۳
۱۶۲۸	۲۵۰۳۲۲	۲۵۰۳۲۲	۲۵۰۳۲۲	۲۵۰۳۲۲	۲۵۰۳۲۲	۲۵۰۳۲۲	۲۵۰۳۲۲	۲۵۰۳۲۲	۲۵۰۳۲۲	۲۵۰۳۲۲	۲۵۰۳۲۲	۲۵۰۳۲۲	۲۵۰۳۲۲	۲۵۰۳۲۲	۲۵۰۳۲۲	۲۵۰۳۲۲
۹۸۸	۱۵۲۳۱۳	۱۵۲۳۱۳	۱۵۲۳۱۳	۱۵۲۳۱۳	۱۵۲۳۱۳	۱۵۲۳۱۳	۱۵۲۳۱۳	۱۵۲۳۱۳	۱۵۲۳۱۳	۱۵۲۳۱۳	۱۵۲۳۱۳	۱۵۲۳۱۳	۱۵۲۳۱۳	۱۵۲۳۱۳	۱۵۲۳۱۳	۱۵۲۳۱۳
۵۴۰۹	۱۱۸۸۲۶۴	۱۱۸۸۲۶۴	۱۱۸۸۲۶۴	۱۱۸۸۲۶۴	۱۱۸۸۲۶۴	۱۱۸۸۲۶۴	۱۱۸۸۲۶۴	۱۱۸۸۲۶۴	۱۱۸۸۲۶۴	۱۱۸۸۲۶۴	۱۱۸۸۲۶۴	۱۱۸۸۲۶۴	۱۱۸۸۲۶۴	۱۱۸۸۲۶۴	۱۱۸۸۲۶۴	۱۱۸۸۲۶۴
۱۴۲۵	۱۸۵۸۸۹	۱۸۵۸۸۹	۱۸۵۸۸۹	۱۸۵۸۸۹	۱۸۵۸۸۹	۱۸۵۸۸۹	۱۸۵۸۸۹	۱۸۵۸۸۹	۱۸۵۸۸۹	۱۸۵۸۸۹	۱۸۵۸۸۹	۱۸۵۸۸۹	۱۸۵۸۸۹	۱۸۵۸۸۹	۱۸۵۸۸۹	۱۸۵۸۸۹
۴۳۳	۵۲۸۹۵	۵۲۸۹۵	۵۲۸۹۵	۵۲۸۹۵	۵۲۸۹۵	۵۲۸۹۵	۵۲۸۹۵	۵۲۸۹۵	۵۲۸۹۵	۵۲۸۹۵	۵۲۸۹۵	۵۲۸۹۵	۵۲۸۹۵	۵۲۸۹۵	۵۲۸۹۵	۵۲۸۹۵
۱۰۱۱	۱۶۹۵۴۰	۱۶۹۵۴۰	۱۶۹۵۴۰	۱۶۹۵۴۰	۱۶۹۵۴۰	۱۶۹۵۴۰	۱۶۹۵۴۰	۱۶۹۵۴۰	۱۶۹۵۴۰	۱۶۹۵۴۰	۱۶۹۵۴۰	۱۶۹۵۴۰	۱۶۹۵۴۰	۱۶۹۵۴۰	۱۶۹۵۴۰	۱۶۹۵۴۰
۱۴۵۸۲	۱۹۴۱۲۷۵	۱۹۴۱۲۷۵	۱۹۴۱۲۷۵	۱۹۴۱۲۷۵	۱۹۴۱۲۷۵	۱۹۴۱۲۷۵	۱۹۴۱۲۷۵	۱۹۴۱۲۷۵	۱۹۴۱۲۷۵	۱۹۴۱۲۷۵	۱۹۴۱۲۷۵	۱۹۴۱۲۷۵	۱۹۴۱۲۷۵	۱۹۴۱۲۷۵	۱۹۴۱۲۷۵	۱۹۴۱۲۷۵
۶۱۰	۱۳۰۷۵۱	۱۳۰۷۵۱	۱۳۰۷۵۱	۱۳۰۷۵۱	۱۳۰۷۵۱	۱۳۰۷۵۱	۱۳۰۷۵۱	۱۳۰۷۵۱	۱۳۰۷۵۱	۱۳۰۷۵۱	۱۳۰۷۵۱	۱۳۰۷۵۱	۱۳۰۷۵۱	۱۳۰۷۵۱	۱۳۰۷۵۱	۱۳۰۷۵۱
۶۰۸	۱۴۳۹۳۰	۱۴۳۹۳۰	۱۴۳۹۳۰	۱۴۳۹۳۰	۱۴۳۹۳۰	۱۴۳۹۳۰	۱۴۳۹۳۰	۱۴۳۹۳۰	۱۴۳۹۳۰	۱۴۳۹۳۰	۱۴۳۹۳۰	۱۴۳۹۳۰	۱۴۳۹۳۰	۱۴۳۹۳۰	۱۴۳۹۳۰	۱۴۳۹۳۰
۳۲۶۷	۶۱۹۷۶۶	۶۱۹۷۶۶	۶۱۹۷۶۶	۶۱۹۷۶۶	۶۱۹۷۶۶	۶۱۹۷۶۶	۶۱۹۷۶۶	۶۱۹۷۶۶	۶۱۹۷۶۶	۶۱۹۷۶۶	۶۱۹۷۶۶	۶۱۹۷۶۶	۶۱۹۷۶۶	۶۱۹۷۶۶	۶۱۹۷۶۶	۶۱۹۷۶۶
۴۶۵	۸۹۷۰۶	۸۹۷۰۶	۸۹۷۰۶	۸۹۷۰۶	۸۹۷۰۶	۸۹۷۰۶	۸۹۷۰۶	۸۹۷۰۶	۸۹۷۰۶	۸۹۷۰۶	۸۹۷۰۶	۸۹۷۰۶	۸۹۷۰۶	۸۹۷۰۶	۸۹۷۰۶	۸۹۷۰۶
۴۷۴۴	۶۲۴۱۶۴	۶۲۴۱۶۴	۶۲۴۱۶۴	۶۲۴۱۶۴	۶۲۴۱۶۴	۶۲۴۱۶۴	۶۲۴۱۶۴	۶۲۴۱۶۴	۶۲۴۱۶۴	۶۲۴۱۶۴	۶۲۴۱۶۴	۶۲۴۱۶۴	۶۲۴۱۶۴	۶۲۴۱۶۴	۶۲۴۱۶۴	۶۲۴۱۶۴
۱۱۵۰	۲۲۳۸۸۷	۲۲۳۸۸۷	۲۲۳۸۸۷	۲۲۳۸۸۷	۲۲۳۸۸۷	۲۲۳۸۸۷	۲۲۳۸۸۷	۲۲۳۸۸۷	۲۲۳۸۸۷	۲۲۳۸۸۷	۲۲۳۸۸۷	۲۲۳۸۸۷	۲۲۳۸۸۷	۲۲۳۸۸۷	۲۲۳۸۸۷	۲۲۳۸۸۷
۲۰۰۴	۳۶۰۸۴۹	۳۶۰۸۴۹	۳۶۰۸۴۹	۳۶۰۸۴۹	۳۶۰۸۴۹	۳۶۰۸۴۹	۳۶۰۸۴۹	۳۶۰۸۴۹	۳۶۰۸۴۹	۳۶۰۸۴۹	۳۶۰۸۴۹	۳۶۰۸۴۹	۳۶۰۸۴۹	۳۶۰۸۴۹	۳۶۰۸۴۹	۳۶۰۸۴۹
۹۷۸	۱۷۲۷۴۵	۱۷۲۷۴۵	۱۷۲۷۴۵	۱۷۲۷۴۵	۱۷۲۷۴۵	۱۷۲۷۴۵	۱۷۲۷۴۵	۱۷۲۷۴۵	۱۷۲۷۴۵	۱۷۲۷۴۵	۱۷۲۷۴۵	۱۷۲۷۴۵	۱۷۲۷۴۵	۱۷۲۷۴۵	۱۷۲۷۴۵	۱۷۲۷۴۵
۴۵۳۴	۹۲۴۸۹۰	۹۲۴۸۹۰	۹۲۴۸۹۰	۹۲۴۸۹۰	۹۲۴۸۹۰	۹۲۴۸۹۰	۹۲۴۸۹۰	۹۲۴۸۹۰	۹۲۴۸۹۰	۹۲۴۸۹۰	۹۲۴۸۹۰	۹۲۴۸۹۰	۹۲۴۸۹۰	۹۲۴۸۹۰	۹۲۴۸۹۰	۹۲۴۸۹۰
۱۸۰۲	۲۵۸۵۸۸	۲۵۸۵۸۸	۲۵۸۵۸۸	۲۵۸۵۸۸	۲۵۸۵۸۸	۲۵۸۵۸۸	۲۵۸۵۸۸	۲۵۸۵۸۸	۲۵۸۵۸۸	۲۵۸۵۸۸	۲۵۸۵۸۸	۲۵۸۵۸۸	۲۵۸۵۸۸	۲۵۸۵۸۸	۲۵۸۵۸۸	۲۵۸۵۸۸
۴۷۴	۶۷۶۲۷	۶۷۶۲۷	۶۷۶۲۷	۶۷۶۲۷	۶۷۶۲۷	۶۷۶۲۷	۶۷۶۲۷	۶۷۶۲۷	۶۷۶۲۷	۶۷۶۲۷	۶۷۶۲۷	۶۷۶۲۷	۶۷۶۲۷	۶۷۶۲۷	۶۷۶۲۷	۶۷۶۲۷
۹۲۲	۱۱۷۷۶۴	۱۱۷۷۶۴	۱۱۷۷۶۴	۱۱۷۷۶۴	۱۱۷۷۶۴	۱۱۷۷۶۴	۱۱۷۷۶۴	۱۱۷۷۶۴	۱۱۷۷۶۴	۱۱۷۷۶۴	۱۱۷۷۶۴	۱۱۷۷۶۴	۱۱۷۷۶۴	۱۱۷۷۶۴	۱۱۷۷۶۴	۱۱۷۷۶۴
۲۱۸۱	۴۳۸۶۰۸	۴۳۸۶۰۸	۴۳۸۶۰۸	۴۳۸۶۰۸	۴۳۸۶۰۸	۴۳۸۶۰۸	۴۳۸۶۰۸	۴۳۸۶۰۸	۴۳۸۶۰۸	۴۳۸۶۰۸	۴۳۸۶۰۸	۴۳۸۶۰۸	۴۳۸۶۰۸	۴۳۸۶۰۸	۴۳۸۶۰۸	۴۳۸۶۰۸
۱۱۸۹	۱۴۸۹۸۷	۱۴۸۹۸۷	۱۴۸۹۸۷	۱۴۸۹۸۷	۱۴۸۹۸۷	۱۴۸۹۸۷	۱۴۸۹۸۷	۱۴۸۹۸۷	۱۴۸۹۸۷	۱۴۸۹۸۷	۱۴۸۹۸۷	۱۴۸۹۸۷	۱۴۸۹۸۷	۱۴۸۹۸۷	۱۴۸۹۸۷	۱۴۸۹۸۷
۷۴۲	۹۰۴۱۵	۹۰۴۱۵	۹۰۴۱۵	۹۰۴۱۵	۹۰۴۱۵	۹۰۴۱۵	۹۰۴۱۵	۹۰۴۱۵	۹۰۴۱۵	۹۰۴۱۵	۹۰۴۱۵	۹۰۴۱۵	۹۰۴۱۵	۹۰۴۱۵	۹۰۴۱۵	۹۰۴۱۵
۱۲۶۴	۲۱۶۵۲۵	۲۱۶۵۲۵	۲۱۶۵۲۵	۲۱۶۵۲۵	۲۱۶۵۲۵	۲۱۶۵۲۵	۲۱۶۵۲۵	۲۱۶۵۲۵	۲۱۶۵۲۵	۲۱۶۵۲۵	۲۱۶۵۲۵	۲۱۶۵۲۵	۲۱۶۵۲۵	۲۱۶۵۲۵	۲۱۶۵۲۵	۲۱۶۵۲۵
۱۷۴۷	۲۰۸۰۳۴	۲۰۸۰۳۴	۲۰۸۰۳۴	۲۰۸۰۳۴	۲۰۸۰۳۴	۲۰۸۰۳۴	۲۰۸۰۳۴	۲۰۸۰۳۴	۲۰۸۰۳۴	۲۰۸۰۳۴	۲۰۸۰۳۴	۲۰۸۰۳۴	۲۰۸۰۳۴	۲۰۸۰۳۴	۲۰۸۰۳۴	۲۰۸۰۳۴
۱۴۳۸	۲۷۹۹۴۴	۲۷۹۹۴۴	۲۷۹۹۴۴	۲۷۹۹۴۴	۲۷۹۹۴۴	۲۷۹۹۴۴	۲۷۹۹۴۴	۲۷۹۹۴۴	۲۷۹۹۴۴	۲۷۹۹۴۴	۲۷۹۹۴۴	۲۷۹۹۴۴	۲۷۹۹۴۴	۲۷۹۹۴۴	۲۷۹۹۴۴	۲۷۹۹۴۴
۳۶۳۵	۵۲۱۷۹۲	۵۲۱۷۹۲	۵۲۱۷۹۲	۵۲۱۷۹۲	۵۲۱۷۹۲	۵۲۱۷۹۲	۵۲۱۷۹۲	۵۲۱۷۹۲	۵۲۱۷۹۲	۵۲۱۷۹۲	۵۲۱۷۹۲	۵۲۱۷۹۲	۵۲۱۷۹۲	۵۲۱۷۹۲	۵۲۱۷۹۲	۵۲۱۷۹۲
۲۶۳۵	۵۶۶۶۴۴	۵۶۶۶۴۴	۵۶۶۶۴۴	۵۶۶۶۴۴	۵۶۶۶۴۴	۵۶۶۶۴۴	۵۶۶۶۴۴	۵۶۶۶۴۴	۵۶۶۶۴۴	۵۶۶۶۴۴	۵۶۶۶۴۴	۵۶۶۶۴۴	۵۶۶۶۴۴	۵۶۶۶۴۴	۵۶۶۶۴۴	۵۶۶۶۴۴
۱۲۴۸	۱۷۴۳۴۹	۱۷۴۳۴۹	۱۷۴۳۴۹	۱۷۴۳۴۹	۱۷۴۳۴۹	۱۷۴۳۴۹	۱۷۴۳۴۹	۱۷۴۳۴۹	۱۷۴۳۴۹	۱۷۴۳۴۹	۱۷۴۳۴۹	۱۷۴۳۴۹	۱۷۴۳۴۹	۱۷۴۳۴۹	۱۷۴۳۴۹	۱۷۴۳۴۹
۱۲۴۸	۲۱۴۲۱۱	۲۱۴۲۱۱	۲۱۴۲۱۱	۲۱۴۲۱۱	۲۱۴۲۱۱	۲۱۴۲۱۱	۲۱۴۲۱۱	۲۱۴۲۱۱	۲۱۴۲۱۱	۲۱۴۲۱۱	۲۱۴۲۱۱	۲۱۴۲۱۱	۲۱۴۲۱۱	۲۱۴۲۱۱	۲۱۴۲۱۱	۲۱۴۲۱۱
۱۵۶۷	۳۴۳۰۲۶	۳۴۳۰۲۶	۳۴۳۰۲۶	۳۴۳۰۲۶	۳۴۳۰۲۶	۳۴۳۰۲۶	۳۴۳۰۲۶	۳۴۳۰۲۶	۳۴۳۰۲۶	۳۴۳۰۲۶	۳۴۳۰۲۶	۳۴۳۰۲۶	۳۴۳۰۲۶	۳۴۳۰۲۶	۳۴۳۰۲۶	۳۴۳۰۲۶
۷۰۱۹۰	۱۱۴۴۹۴۸۵	۱۱۴۴۹۴۸۵	۱۱۴۴۹۴۸۵	۱۱۴۴۹۴۸۵	۱۱۴۴۹۴۸۵	۱۱۴۴۹۴۸۵	۱۱۴۴۹۴۸۵	۱۱۴۴۹۴۸۵	۱۱۴۴۹۴۸۵	۱۱۴۴۹۴۸۵	۱۱۴۴۹۴۸۵	۱۱۴۴۹۴۸۵	۱۱۴۴۹۴۸۵	۱۱۴۴۹۴۸۵	۱۱۴۴۹۴۸۵	۱۱۴۴۹۴۸۵

جدول ۷. کارایی کل و مولفه‌های پژوهشی و آموزشی با برنامه تولید جدید در سال ۱۳۹۶

واحد	کارایی آموزشی	کارایی پژوهشی	کارایی کل	واحد	کارایی آموزشی	کارایی پژوهشی	کارایی کل
۱	۰/۹۹۷	۰/۳۵۳	۰/۹۹۸	۱۷	۰/۹۹۹	۰/۶۱۷	۰/۹۹۷
۲	۰/۹۹۹	۰/۴۶۷	۱	۱۸	۱	۰/۹۵۲	۱
۳	۰/۷۶۶	۱	۱	۱۹	۰/۸۵۹	۱	۱
۴	۰/۹۹۶	۱	۰/۹۹۹	۲۰	۱	۰/۹۵۱	۱
۵	۰/۹۹۹	۰/۳۷۳	۰/۹۹۹	۲۱	۰/۹۱۴	۱	۱
۶	۰/۷۶۲	۱	۱	۲۲	۰/۹۷۹	۱	۱
۷	۰/۵۹۲	۱	۱	۲۳	۱	۰/۹۴۲	۱
۸	۰/۹۹۹	۰/۷۲۳	۰/۹۹۷	۲۴	۱	۰/۹۶۰	۱
۹	۱	۰/۳۴۱	۱	۲۵	۰/۹۹۹	۱	۱
۱۰	۱	۱	۱	۲۶	۱	۰/۹۴۷	۰/۹۹۹
۱۱	۰/۹۸۷	۱	۱	۲۷	۰/۹۹۹	۰/۵۴۳	۰/۹۹۷
۱۲	۱	۰/۳۳۱	۱	۲۸	۱	۰/۴۸۸	۰/۹۹۶
۱۳	۱	۰/۵۶۷	۰/۹۹۶	۲۹	۱	۰/۹۸۹	۱
۱۴	۱	۰/۶۸۰	۰/۹۹۹	۳۰	۱	۰/۹۹۵	۱
۱۵	۱	۱	۱	۳۱	۰/۹۹۷	۰/۶۱۳	۰/۹۹۹
۱۶	۰/۷۷۰	۱	۱	میانگین	۰/۹۹۵	۰/۸۰۱	۰/۹۹۹

۴ بحث و نتیجه‌گیری

جدول ۲ پیش‌بینی ورودی‌ها و خروجی‌های واحدهای استانی دانشگاه آزاد اسلامی را در سال ۱۳۹۶ نشان می‌دهد، جدول ۳ حاوی محاسبات کارایی کل و کارایی مولفه‌های آموزشی و پژوهشی سال‌های ۹۴ تا ۹۶ با استفاده از مدل (۳) است؛ داده‌های جدول ۶ مربوط به خروجی مدل برنامه‌ریزی تخصیص می‌باشند که در جدول ۷ کارایی استان‌ها بر اساس آنها محاسبه شده‌است. همان‌طور که در جدول ۷ نشان داده شده است، امتیاز جدید کارایی تمام واحدها، بین امتیاز کارایی قبلی آنها و یک قرار می‌گیرد. نتایج نشان‌دهنده آن است که بر اساس برنامه جدید، نمرات کارایی همه واحدها بهبود یافته است، به طوری که از نظر کارایی آموزشی، ۱۴ واحد روی مرز کارا قرار گرفته و ۶ واحد با کارایی ۰/۹۹۹، ۲ واحد با ۰/۹۹۷ و ۱ واحد با ۰/۹۹۶ نزدیک به مرز کارا می‌باشند. در مقایسه با کارایی آموزشی محاسبه شده بر اساس اطلاعات ورودی و خروجی پیش‌بینی شده برای سال ۱۳۹۶ (جدول ۳) نیز وضعیت کارایی استان‌ها با برنامه تخصیص جدید بهتر شده است. بر اساس پیش‌بینی سال ۹۶، تعداد ۹ واحد از نظر آموزشی روی مرز کارا قرار می‌گیرند و ۱۳ واحد نیز نزدیک مرز کارا خواهند بود. از نظر کارایی پژوهشی در برنامه‌ی جدید تولید (تخصیص)، ۱۲ واحد روی مرز کارا قرار می‌گیرند و در سایر موارد نیز نسبت به پیش‌بینی‌های سال‌های ۹۵ و ۹۶ عملکرد واقعی سال ۹۴، به مراتب وضعیت بهتر می‌باشد. از نظر کارایی کل، در نتیجه اجرای برنامه‌ی تخصیص، تعداد ۲۰ واحد در سطح مرز کارا قرار می‌گیرند. مقایسه جدول ۷ (کارایی برنامه‌ی تخصیص) با جدول ۱ که کارایی سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ را نشان می‌دهد نیز رویکرد

بهینه سازی واحدها توسط مدل پیشنهادی را آشکار می سازد. با ملاحظه جدول ۱ که در آن کارایی های استان ها بین سال های ۹۴ تا ۹۶ محاسبه شده است، متوجه می شویم که کارایی بسیاری از واحدهای استانی در سال ۱۳۹۵ کاهش یافته و در سال ۱۳۹۶ مجددا افزایش داشته است و یا برخی واحدها با افت کارایی مواجه بوده اند، در حالی که در مدل طراحی شده برنامه ریزی تخصیص منابع و اهداف، یکی از محدودیت ها، افزایش کارایی می باشد و همان طور که ملاحظه می شود، کارایی تمام واحدها در مقایسه با سال های ۹۴ تا ۹۶، بیش تر شده است؛ البته همانند نقاط تصویر به کارایی ۱۰۰٪ نمی رسند؛ ولی روند آن ها همواره رو به بهبود می باشد. با مقایسه جداول پیش بینی، نقاط تصویر و برنامه ی تولید (تخصیص) جدید متوجه می شویم که در اکثر موارد، ورودی ها و خروجی های به دست آمده از برنامه ی تولید، به ورودی ها و خروجی های نقاط تصویر نزدیک تر می باشند تا ورودی و خروجی های جدول پیش بینی و با توجه به اینکه در برنامه ی تولید، اندازه ی واحدها نیز در نظر گرفته شده است این امر تضمین کننده ی شدنی بودن نتایج است. مقایسه ورودی ها و خروجی های ۲ واحد استانی ۲ و ۲۱ که در پیش بینی سال ۹۶ نزدیک به مرز کارا می باشند ولی در برنامه ی تخصیص جدید به مرز کارا می رسند، نشان دهنده ی آن است که با ورودی های کمتر می توان به خروجی های بیشتر و کارایی ۱۰۰٪ دست یافت. مقایسه سایر ورودی ها و خروجی ها نیز نشان دهنده ی توزیع مناسب تر منابع و اهداف و بهبود وضعیت کارایی واحدهای استانی است. در این تخصیص اندازه ی بزرگی واحدها موجب اجرایی تر شدن اهداف و عادلانه تر شدن تامین اعتبار و تخصیص بودجه به استان ها می شود.

منابع

- [۱] جعفرنژاد، احمد. مدیریت تولید و عملیات نوین. دانشگاه تهران، موسسه انتشارات، ۱۳۹۲.
- [۴] محقر، علی. صفری، حسین. امیر تیموری، علیرضا. صوفی، منصور. مدل جدید تحلیل پوششی داده ها برای سنجش کارایی واحدهای تصمیم گیرنده با ساختار شبکه ای موازی. تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، پیاپی ۱۳، شماره ۳، صفحه ۲۶-۹. ۱۳۹۵.
- [2] M. Soufi and M. Panahandeh, The role of total quality management in patient-centered restructuring., *J. Soc. Health Syst.*, vol. 5, no. 1, pp. 63–71, 1995.
- [3] A. Jafarnejad, M. Soufi, and M. Ajalli, The Role of Management and Human Resource in implementing e-Factory by AHP method (Case study of Guilan province Industries), *J. Oper. Res. Soc. Japan*, vol. 3, no. 1, pp. 6691–6701, 2014.
- [5] S. Lozano, E. Gutiérrez, and P. Moreno, Network DEA approach to airports performance assessment considering undesirable outputs, *Appl. Math. Model.*, vol. 37, no. 4, pp. 1665–1676, 2013.
- [6] P. Korhonen and M. Syrjanen, Resource Allocation Based on Efficiency Analysis, *Manage. Sci.*, vol. 50, no. 8, pp. 1134–1144, 2004.
- [7] G. R. Jahanshahloo, F. H. Lotfi, N. Shoja, G. Tohidi, and S. Razavyan, The outputs estimation of a DMU according to improvement of its efficiency, *Applied Mathematics Comput.*, vol. 147, no. 2, pp. 409–413, 2004.
- [8] M. Cook, W.D. Kress, Characterizing an equitable allocation of shared costs: A DEA approach, *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 119, pp. 652–661, 1999.
- [9] S. Lozano and G. Villa, Centralized Resource Allocation Using Data Envelopment Analysis, *J. Product. Anal.*, vol. 22, no. 1, pp. 143–161, 2004.
- [10] E. G. Gomes, J. C. Mello, and L. A. Meza, Large discreet resource allocation: a hybrid approach based on dea efficiency measurement, *Pesqui. Operacional*, vol. 28, no. 3, pp. 597–608, 2008.
- [11] M. P. E. Lins, E. G. Gomes, J. S. de Mello, and A. J. R. S. de Mello, Olympic ranking based on a

- zero sum gains DEA model, *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 148, p. 312–322., 2003.
- [12] J. C. C. B. Soares deMello, E. G. Gomes, F. R. Leta, and M. H. C. Soares deMello, Algoritmo de alocação de recursos discretos com análise de envoltória de dados, *Pesqui. Operacional*, vol. 26, no. 2, pp. 225–239, 2006.
- [13] Y. Y. Li, F. Liang, and L. Hua, Allocating the fixed cost as a complement of other cost inputs: A DEA approach, *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 197, pp. 389–401, 2009.
- [14] A. Amirteimoori and M. M. Tabar, Resource allocation and target setting in data envelopment analysis, *Expert Syst. Appl.*, vol. 37, no. 4, pp. 3036–3039, 2010.
- [15] A. Z. Milioni, J. V. G. Avellar, E. G. Gomes, and J. C. C. B. S. Mello, An ellipsoidal frontier model: allocating input via parametric DEA, *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 209, pp. 113–121, 2011.
- [16] R. Lin, Allocating fixed costs and common revenue via data envelopment analysis, *Appl. Math. Comput.*, vol. 218, pp. 3680–3688, 2011.
- [17] Z. Hosseinzadeh-Lotfi, F. Nematollahi, N. Behzadi, M.H. Mirbolouki, M. Moghaddas, Centralized resource allocation with stochastic data, *J. Comput. Appl. Math.*, vol. 236, pp. 1783–1788, 2012.
- [18] R. C. Silva and A. Z. Milioni, The Adjusted Spherical Frontier Model with weight restrictions, *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 220, pp. 729–735, 2012.
- [19] C. Mar-Molinero, D. Prior, M. M. Segovia, and F. Portillo, On centralized resource utilization and its reallocation by using DEA, *Ann. Oper. Res.*, vol. 11, pp. 1083–1088, 2012.
- [20] F. Hosseinzadeh-Lotfi, A. Hatami-Marbini, P. J. Agrell, N. Aghayi, and K. A. Gholami, Fixed resources and setting targets using a common-weights DEA approach, *Comput. Ind. Eng.*, vol. 64, pp. 631–640, 2013.
- [21] J. Wu, Q. An, S. Ali, and L. Liang, DEA based resource allocation considering environmental factors, *Math. Comput. Model.*, vol. 58, pp. 1128–1137, 2013.
- [22] Y. Li, M. Yang, Y. Chen, Q. Dai, and L. Liang, Allocating a fixed cost based on data envelopment analysis and satisfaction degree, *Omega*, vol. 41, pp. 55–60, 2013.
- [23] X. Si, L. Liang, G. Jia, L. Yang, H. Wu, and Y. Li, Proportional sharing and DEA in allocating the fixed cost, *Appl. Math. Comput.*, vol. 219, pp. 6580–6590, 2013.
- [24] A. Varmaz, A. Varwig, and T. Poddig, Centralized resource planning and Yardstick competition, *Omega*, vol. 41, pp. 112–118, 2013.
- [25] P. Bogetoft, DEA-based Yardstick competition: the optimality of best practice regulation, *Ann. Oper. Res.*, vol. 73, pp. 277–298, 1997.
- [26] L. Fang, A generalized DEA model for centralized resource allocation, *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 228, pp. 405–412, 2013.
- [27] M. Asmild, T. Holvad, J. L. Hougaard, and D. Kronborg, Railway reforms: do they influence operating efficiency?, *Transp. J.*, vol. 36, no. 5, pp. 617–638, 2009.
- [28] H. B. Kwon and J. Lee, Two-stage production modeling of large U.S. banks: A DEA-neural network approach, *Expert Systems with Applications*, vol. 42, no. 19, pp. 6758–6766, 2015.
- [29] M. Shafiee, F. Hosseinzadeh Lotfi, and H. Saleh, Supply chain performance evaluation with data envelopment analysis and balanced scorecard approach, *Applied Mathematical Modelling*, vol. 38, no. 21–22, pp. 5092–5112, 2014.
- [30] M. Azadi, A. Shabani, M. Khodakarami, and R. Farzipoor Saen, Reprint of ‘Planning in feasible region by two-stage target-setting DEA methods: An application in green supply chain management of public transportation service providers,’ *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 74, pp. 22–36, 2015.
- [31] I. Piot-Lepetit and J. Nzongangb, Financial sustainability and poverty outreach within a network of village banks in Cameroon: A multi-DEA approach, *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 234, pp. 319–330, 2014.
- [32] B. Wiegman and S. Dekker, Benchmarking deep-sea port performance in the Hamburg-Le Havre range, *Benchmarking An Int. Journal*, <http://dx.doi.org/10.1108/BIJ-04-2013-0050>, vol. 23, no. 1, pp. 96–112, 2016.
- [33] R. Dabestani, A. Shahin, M. Saljoughian, and H. Shirouyehzad, Importance-performance analysis of service quality dimensions for the customer groups segmented by DEA - the case of four star hotels, *Int. J. Qual. Reliab. Manag. Importance-performance*, vol. 33, no. 2, 2016.