



## توزیع پاداش واحدهای سازمانی براساس مدل تلفیقی تحلیل پوششی داده‌ها و کارت امتیازی متوازن: مطالعه موردی شرکت صنایع هواپیماسازی ایران (هسا)

احمد کمالی<sup>۱</sup>، سیدرضا حجازی<sup>۲\*</sup>، حسین همتی<sup>۳</sup> و مصطفی پارسا<sup>۴</sup>

### چکیده:

توزیع پاداش بین واحدهای مختلف یک سازمان باید به‌گونه‌ای باشد که باعث افزایش انگیزه‌ی کارکنان برای عملکرد بهتر شود. در این مقاله روشی جدید براساس تلفیق مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها و کارت امتیازی متوازن جهت توزیع پاداش بین واحدهای مختلف سازمان ارائه می‌شود. از آن‌جاکه در تحلیل پوششی داده‌ها کارایی واحدهای تصمیم‌گیری نسبت به هم (کارایی نسبی) اندازه‌گیری می‌شود؛ از این‌رو روش ارائه شده باعث افزایش انگیزه برای رقابت بین واحدها جهت کسب پاداش بیشتر از طریق دستیابی به عملکرد بهتر و نزدیک شدن به کارایی ایده‌آل مطابق با اهداف اصلی مشخص شده‌ی سازمان در چارچوب کارت امتیازی متوازن شده که این موضوع نهایتاً منجر به افزایش کارایی کل سازمان می‌گردد. به‌عنوان مطالعه موردی، روش ارائه شده در مرکز آزمایشگاه‌های صنعتی شرکت هسا اجرا می‌گردد. نتایج حاصله حاکی از تأثیرات مثبت و قابل توجه روش جدید می‌باشد.

### کلمات کلیدی

تحلیل پوششی داده‌ها،  
کارت امتیازی متوازن،  
کارایی نسبی،  
توزیع پاداش

### ۱. مقدمه

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA<sup>۱</sup>) یکی از ابزارهای قدرتمند مدیریتی جهت ارزیابی کارایی است. این ابزار قادر است مدیریت را در جهت نیل به اهداف عالی سازمان و استفاده بهینه از منابع و تخصیص آن‌ها و در نهایت کسب سودآوری بیشتر یاری رساند. مدیران از طریق این ابزار می‌توانند عملکرد شرکت خود را در قبال

سایر رقبا محک زنند و بر اساس نتایج آن برای آینده‌ای بهتر تصمیم‌گیری کنند. کارت امتیازی متوازن (BSC<sup>۲</sup>) یک ابزار استراتژیک ارزیابی است. این روش بیان می‌کند که در ارزیابی کارایی یک سازمان علاوه بر شاخص‌های مالی، شاخص‌های غیرمالی چون مشتریان، فرآیندهای داخلی سازمان و رشد و یادگیری را هم باید مد نظر قرار داد.

دو ابزار یاد شده می‌توانند به صورت سری مکمل هم باشند. کارت امتیازی متوازن معیارهای متناسب برای ارزیابی کارایی را تعیین کند و سپس DEA کارایی را با استفاده از این معیارها تخمین زند. اگر این دو ابزار در کنار یکدیگر مورد استفاده قرار گیرند یقیناً نتایج از درجه اعتماد بالایی برخوردار خواهند بود و می‌توانند مدل مناسبی را برای ارزیابی کارایی واحدها ارائه دهند.

در این پژوهش با استفاده از تلفیق DEA و BSC روشی جدید برای توزیع پاداش بین واحدهای مختلف یک سازمان ارائه می‌شود. از آن‌جاکه در DEA کارایی واحدهای تصمیم‌گیری نسبت به هم (کارایی نسبی) اندازه‌گیری می‌شود؛ از این‌رو روش ارائه شده باعث

تاریخ وصول: ۹۱/۰۶/۰۸

تاریخ تصویب: ۹۱/۱۰/۱۲

احمد کمالی، کارشناس ارشد مهندسی صنایع، شرکت صنایع هواپیماسازی ایران  
حسین همتی، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشکده‌ی مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه صنعتی اصفهان  
مصطفی پارسا، کارشناس ارشد مهندسی صنایع، دانشکده‌ی مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه صنعتی اصفهان  
\*نویسنده مسئول مقاله: دکتر سیدرضا حجازی، دانشیار دانشکده‌ی مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه صنعتی اصفهان، [rehejazi@cc.iut.ac.ir](mailto:rehejazi@cc.iut.ac.ir)

<sup>2</sup> Balance Score Card

<sup>1</sup> Data Envelopment Analysis

ماشین‌آلات تأثیر مثبت و بر صنعت تجهیزات الکتریکی تأثیر منفی گذاشته بود. لیو و همکاران [۷] عملکرد عملیاتی شرکت‌های تولید نیرو در طی سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۶ میلادی را با روش تحلیل پوششی داده‌ها مورد ارزیابی قرار دادند. خواجهی و همکاران [۸] تجزیه و تحلیل سنتی صورت‌های مالی بورس اوراق بهادار تهران را با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها مورد بررسی قرار داد. کریستوبل [۹] مدل تحلیل پوششی چند معیاره را برای ارزیابی کارایی تکنولوژی انرژی‌های تجدیدپذیر به کار برد. فلاحی و همکاران [۱۰] کارایی و تغییرات بهره‌وری در شرکت‌های مدیریت تولید نیروی برق را با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها مورد ارزیابی قرار دادند. یو جن چن [۱۱] روشی ساخت‌یافته برای ارزیابی و انتخاب تأمین‌کنندگان ارائه داد. وی ابتدا استراتژی رقابتی شرکت را بر طبق ماتریس SWOT<sup>۴</sup> بدست آورد و معیارها و شاخص‌های ارزیابی را از آن استخراج کرد. سپس با شاخص‌های بدست آمده و با روش DEA، تأمین‌کنندگان را ارزیابی کرد. سپس از غربالگری انجام شده از روش TOPSIS برای رتبه‌بندی تأمین‌کنندگان کارا بهره جست. کوا و وانگ [۱۲] عملکرد آموزشی و پژوهشی دانشگاه‌ها را با تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها روی ۱۶ شاخص مورد ارزیابی قرار دادند و فعالیت‌های ناکارا را شناسایی نمودند و بجای آن‌ها فعالیت‌های مناسب را ارائه دادند.

## ۲-۲. تلفیق کارت امتیازی متوازن (BSC) و تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)

با بررسی‌های انجام گرفته مقاله و مرجعی در مورد ترکیب کارت امتیازی متوازن و تحلیل پوششی داده‌ها برای محاسبه پاداش یافت نشد. اما منابعی اندک با موضوع ترکیب این دو تکنیک در ارزیابی عملکرد صنایع مختلف موجود است که به بررسی آن پرداخته می‌شود.

روس و همکاران [۱۳] ابزارهای تحلیلی عملکرد و چهارچوب مورد استفاده برای پشتیبانی مدیریت تغییر در بخش نگهداری و تعمیرات هواپیماها را به‌وسیله‌ی روش BSC-DEA تعریف و تشریح کردند. جوی و همکاران [۱۴] تحقیقی را جهت بررسی کارایی عملکرد شرکت ایسر<sup>۵</sup> با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و کارت امتیازی متوازن انجام دادند. چن و همکاران [۱۵] عملکرد صنعت نیمه هادی کشور تایوان را با تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها و کارت امتیازی متوازن مورد مطالعه قرار دادند. شاخص‌های ارزیابی از چهارمنظر کارت امتیازی متوازن استخراج شد و سپس کل شرکت‌های موجود در سه بخش طراحی، ساخت و بسته‌بندی تقسیم‌بندی و سپس کارایی آن‌ها از طریق تحلیل پوششی داده‌ها مورد محاسبه قرار گرفت. خلیلی و همکاران [۱۶] به‌منظور

افزایش انگیزه برای رقابت بین واحدها جهت کسب پاداش بیشتر از طریق دستیابی به عملکرد بهتر مطابق با اهداف اصلی مشخص شده‌ی سازمان در چارچوب BSC شده که این موضوع نهایتاً منجر به افزایش کارایی کل سازمان می‌گردد. نتایج مثبت مربوط به اجرای این روش در سازمان هسا اعتبار این روش را تأیید می‌کند.

## ۲. ادبیات موضوع

در ادامه با توجه به موضوع این مقاله مطالعات پیشین در دو حوزه‌ی (۱) تحلیل پوششی داده‌ها و (۲) تلفیق کارت امتیازی متوازن (BSC) و تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) مورد بررسی قرار می‌گیرد.

### ۲-۱. تحلیل پوششی داده‌ها

فروز و همکاران [۱] تجزیه و تحلیل صورت‌های مالی نمونه‌ای شرکت‌های نفت و گاز را با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها انجام دادند. آن‌ها نشان دادند که این روش می‌تواند مکملی مناسب برای روش‌های تحلیل سنتی نسبت‌های مالی واحدهای تجاری و به‌عنوان مبنای ثابت و قابل‌اعتماد برای ارزیابی مدیریتی و عملیاتی شرکت‌ها باشد. هالکوز و سالاموریس [۲] با استفاده از تکنیک‌های تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل نسبت‌های مالی به ارزیابی عملکرد و تعیین کارایی بخش بانکداری یونان پرداختند. آن‌ها نشان دادند که روش تحلیل پوششی داده‌ها می‌تواند هم به‌عنوان جایگزین و هم به عنوان مکمل روش‌های سنتی تحلیل نسبت‌های مالی برای ارزیابی عملکرد سازمان‌ها به کار گرفته شود. بروس و داک [۳] عملکرد عملیاتی و مالی فرودگاه‌های ایتالیا را با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها مورد ارزیابی قرار دادند. ساراکا و آر [۴] عملکرد شرکت‌های تولید برق دولتی و خصوصی کشور ترکیه را با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها تحلیل و با هم مقایسه و روابط بین شاخص‌ها و امتیاز کارایی را بیان نمودند. دوزاکین و دوزاکین [۵] با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها عملکرد بخش‌های مختلف صنعتی کشور ترکیه را مورد ارزیابی قرار دادند. آن‌ها شاخص‌های ورودی را، دارایی‌های خالص، تعداد کارکنان و ارزش افزوده‌ی ناخالص و شاخص‌های خروجی را سود قبل از کسر مالیات و درآمد صادراتی هر واحد مدنظر قرار دادند. سویوشی و گوتو [۶] با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها-آنالیز جداکننده<sup>۳</sup> به بررسی تأثیر هزینه‌های بخش تحقیق و توسعه روی عملکرد مالی شرکت‌های فعال در صنایع تجهیزات الکتریکی و ماشین‌آلات ژاپن پرداختند. نتیجه‌ی پژوهش بیان گر آن بود که هزینه‌های این بخش بر عملکرد مالی شرکت‌های موجود در صنعت

<sup>4</sup> Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats

<sup>5</sup> Aser

<sup>3</sup> DEA-Discriminant Analysis

### ۳. روش‌شناسی تحلیل پوششی داده‌ها

#### ۳-۱. تعاریف

تحلیل پوششی داده‌ها یک ابزار کمی، استاندارد و با کاربرد گسترده در مطالعات اندازه‌گیری کارایی و تحلیل عملکرد است. در ادامه به تعاریف عمومی موجود در DEA می‌پردازیم:

**واحدهای تصمیم‌گیری (DMU):** DEA کارایی نسبی واحدهایی را اندازه‌گیری می‌کند که دارای ورودی‌ها و خروجی‌های مشابه‌اند. این گونه واحدها را واحدهای تصمیم‌گیرنده (DMU) گویند. DEA کارایی یک DMU را در مقایسه با سایر واحدها (DMUها) ارزیابی می‌کند. به همین خاطر امتیاز کارایی DMU، یک امتیاز نسبی خواهد بود.

DMU<sub>0</sub> یا  $J_0$ : واحدهای تصمیم‌گیری که تحت ارزیابی است.

**ورودی:** ورودی عاملی است که با افزایش آن، با حفظ تمامی عوامل دیگر، کارایی کاهش می‌یابد و نیز بالعکس. در واقع رابطه معکوس بین میزان ورودی‌ها و کارایی وجود دارد. معمولاً در ارزیابی کارایی شاخص‌های هزینه را به عنوان ورودی در نظر می‌گیرند.

**خروجی:** خروجی عاملی است که با افزایش آن، با حفظ تمامی عوامل دیگر، کارایی افزایش می‌یابد و نیز بالعکس. این بدین مفهوم است که رابطه یک به یک بین میزان خروجی‌ها و کارایی وجود دارد. معمولاً در ارزیابی کارایی، شاخص‌های سود را به عنوان خروجی در نظر می‌گیرند.

**کارایی:** کارایی واحد تصمیم‌گیری  $J$  (م  $\theta_j$ ) به صورت زیر تعریف می‌شود [۲۳] (شکل (۱)):

$$\theta_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \quad (1)$$

$y_{rj}$ ، خروجی  $r$ ام واحد  $J$ ؛  $x_{ij}$ ، ورودی  $i$ ام واحد  $J$ ؛  $u_r$ ، وزن خروجی  $r$ ام و  $v_i$ ، وزن ورودی  $i$ ام است.

#### ۳-۲. روش DEA و رتبه بندی

فارل در سال ۱۹۵۷ یک روش اندازه‌گیری کارایی ارائه داد که مبنای تمام مدل‌های DEA قرار گرفت [۲۱]. فارل با در نظر گرفتن وزن‌هایی برای ورودی‌ها و خروجی‌های یک DMU، توانست مدلی با چند ورودی و یک خروجی ارائه دهد. اما هنوز مشکل دخالت چند خروجی در مدل وجود داشت که این مسأله با مدل ارائه شده به نام CCR در سال ۱۹۷۸ توسط چارلز و همکاران حل شد [۲۱]. در این مدل وزن‌های ورودی‌ها و خروجی‌ها با توجه به حداکثر شدن کارایی یکی از DMUها تعیین و سپس این وزن‌ها ملاک محاسبه کارایی سایر DMUها قرار خواهد گرفت.

مانیتور (23) سازمان تولید و انتقال نیروی برق ایران و شرکت‌های وابسته از BSC برای تعیین شاخص‌های عملکردی و از DEA برای ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیرنده با توجه به شاخص‌های تعیین شده استفاده کردند. آیلات و همکاران [۱۷] یک رویکرد چند معیاره را برای پروژه‌های بخش تحقیق و توسعه در مراحل مختلف چرخه عمر پروژه‌ها ارائه دادند.

در این رویکرد کارت امتیازی متوازن با تحلیل پوششی داده‌ها ترکیب و مدلی تحت عنوان "تحلیل پوششی داده‌های توسعه داده شده" مطرح گردید و برای ارزیابی پروژه‌ی تحقیق و توسعه به کار برده شد. مؤمنی و همکاران [۱۸] با تلفیق تکنیک‌های BSC و تحلیل پوششی داده‌های فازی (FDEA) عملکرد شعب تأمین اجتماعی شهرستان‌های استان تهران را مورد ارزیابی قرار دادند. در این تحقیق شاخص‌های مؤثر در ارزیابی عملکرد شعب بر اساس کارت امتیازی متوازن شناسایی و برخی از این شاخص‌ها به صورت عدد فازی مثلثی در نظر گرفته شدند و کارایی این شعب با روش تحلیل پوششی داده‌های فازی مورد ارزیابی قرار گرفت.

خورشید و همکاران [۱۹] به منظور ارزیابی ارزش ویژه‌ی (کارایی نسبی) نام و نشان تجاری محصولات، مدلی کمی را توسعه دادند. در این مدل از رویکرد کارت امتیازی متوازن به عنوان یک سیستم جامع تعیین شاخص‌ها، از فرآیند تحلیل شبکه‌ای و سلسله‌مراتبی فازی به منظور محاسبه‌ی وزن شاخص‌های کلیدی تعیین شده و از تحلیل پوششی داده‌ها برای محاسبه‌ی ارزش ویژه‌ی نام و نشان تجاری محصولات استفاده شد. اسدی و همکاران [۲۰] عملکرد ۱۳ بیمارستان دولتی استان یزد را با استفاده از تلفیق تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، تکنیک کارت امتیازی متوازن (BSC) و مدل سروکوال<sup>۶</sup> مورد ارزیابی قرار دادند.

در این مقاله از روش تلفیقی BSC و DEA برای اولین بار در محاسبه‌ی پاداش واحدها استفاده شده است. از آن‌جاکه در DEA کارایی واحدهای تصمیم‌گیری نسبت به هم (کارایی نسبی) اندازه‌گیری می‌شود؛ روش ارائه شده با افزایش رقابت بین واحدهای مختلف سازمانی بر سر اهداف اصلی موردنظر سازمان مطابق با ساختار BSC به منظور کسب پاداش بیشتر به بهبود عملکرد کلی سازمان منجر می‌شود.

در واقع روش جدید توزیع پاداش باعث افزایش انگیزه برای رقابت بین واحدها جهت کسب پاداش بیشتر از طریق دستیابی به عملکرد بهتر و نزدیک شدن به کارائی ایده‌آل مطابق با اهداف اصلی مشخص شده‌ی سازمان در چارچوب BSC شده که این موضوع نهایتاً منجر به افزایش کارائی کل سازمان می‌گردد.

<sup>6</sup> extended DEA model  
<sup>7</sup> servqual

بهره‌وری حاصل از این وزن‌ها برای تمام واحدها در یک بازه‌ی معین  $[0,1]$  قرار گیرد. مدل اخیر با تغییر متغیر مناسب به صورت مدل CCR ورودی محور خطی در می‌آید [۲۲]:

$$\text{Max } \theta_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0}} \quad (2)$$

S.t.

$$\text{Max } \theta_j = \sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0}$$

S.t.

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0} = 1$$

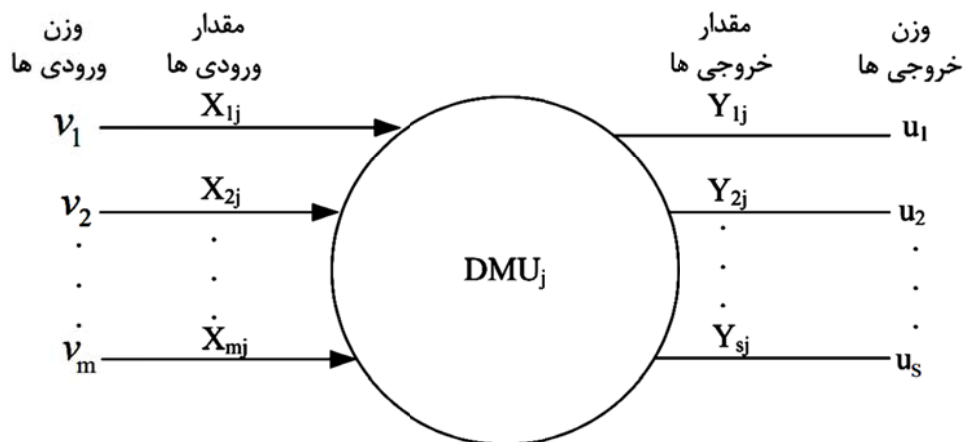
$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad j=1, \dots, n$$

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

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad j=1, \dots, n \quad (3)$$

$$v_i, u_r \geq \varepsilon \quad r=1, \dots, s; \quad i=1, \dots, m \quad (4)$$

$\varepsilon$  یک عدد غیرارشمیدسی (مقدار ثابت، کوچک و مثبت) است. همچنین اگر  $\theta_0$  مطابق رابطه‌ی (۲) بدون هیچ‌گونه محدودیتی بیشینه شود، در این صورت مسأله نامحدود خواهد شد. بهمین خاطر محدودیتی مطابق رابطه‌ی (۳) به مسأله اضافه می‌شود تا



شکل ۱. اجزای تشکیل‌دهنده‌ی یک مدل DEA

میانگین کارایی‌های بدست آمده برای آن DMU حاصل می‌شود. این روش اشکالاتی داشت. اول این‌که اگر حداقل یکی از مسائل CCR جواب بهینه‌ی چندگانه داشته باشد، انتخاب یکی از این جواب‌ها کار ساده‌ای نیست؛ چراکه نتایج نهایی حاصل از هر یک آن‌ها می‌تواند متفاوت باشد. دو این‌که برای میانگین کارایی‌ها با وزن‌های متفاوت تعبیر و تفسیر خاصی بیان نشده است. در سال ۱۹۹۳ اندرسون و پیترسون [۲۳] مدل ابر کارایی<sup>۹</sup> را برای رتبه بندی DMUهای کارا معرفی کردند. روش آن‌ها بدین صورت بود که واحد تصمیم‌گیرنده‌ی تحت ارزیابی ( $DMU_0$ ) را از مجموعه امکان تولید حذف نمودند و مدل DEA را برای باقی مانده DMUها اجرا نمودند. هر DMUای که بیشترین سهم را در ساختن مجموعه امکان تولید داشته باشد؛ بیشترین رتبه را خواهد داشت. اما این مدل نیز ایراداتی داشت. بعنوان مثال با تغییر کوچکی در داده‌ها تغییرات زیادی در مقدار

مهم‌ترین مشکل مدل یادشده انعطاف‌پذیری بیش از حد اوزان است به‌طوری‌که یک واحد تصمیم‌گیری می‌تواند با چشم‌پوشی از یک یا چند ورودی یا خروجی، ترکیبی از اوزان شدنی را انتخاب نموده و آن‌گاه به بیشترین کارایی برسد. عبارت دیگر ارزیابی را فقط از دیدگاه خوش‌بینانه انجام می‌دهد. حال سوالی که پیش می‌آید اینست که اگر در ارزیابی چندین واحد تصمیم‌گیرنده دارای کارایی صد در صد باشند کدام واحد عملکرد بهتری دارد. به عبارت دیگر از بین واحدهای کارا کدامیک از بقیه بهتر است و چگونه می‌توان واحدهای کارا را رتبه بندی نمود. روش‌های مختلفی برای رتبه بندی واحدهای کارا ارائه گردیده است که هر یک دارای ویژگی‌های خاصی است. در ادامه قصد داریم برخی از آن‌ها را بررسی کنیم. در سال ۱۹۸۶، سکستون و همکاران [۲۳] روش کارایی متقاطع<sup>۸</sup> را ارائه نمودند. در این روش برای هر یک از DMUها مدل CCR حل و کارایی سایر DMUها بدست می‌آید. سپس کارایی یک DMU از

<sup>۹</sup> Super Efficiency

<sup>۸</sup> Cross Efficiency

واحد مجازی ایده‌آل (IDMU): واحدی است مجازی که با استفاده از کمترین ورودی ممکن، بیشترین خروجی ممکن را می‌دهد. واحد مجازی ضد ایده‌آل (ADMU): واحدی است مجازی که با مصرف بیشترین ورودی، کمترین خروجی ممکن را می‌دهد. این دو واحد مجازی به صورت زیر قابل نمایش است:

$$x_i^{\min} = \min_j \{x_{ij}\} \quad i=1, \dots, m$$

$$y_r^{\max} = \max_j \{y_{rj}\} \quad r=1, \dots, s$$

$$x_i^{\max} = \max_j \{x_{ij}\} \quad i=1, \dots, m$$

$$y_r^{\min} = \min_j \{y_{rj}\} \quad r=1, \dots, s$$

$$\max \theta_{j_0} = \sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0}$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_j^{\max} - \sum_{i=1}^m v_i (\theta_{IDMU}^* x_i^{\min}) = 0 \quad (5)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad j=1, \dots, n \quad (6)$$

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

روابط (5) و (6) مشکل روش‌های پیشین در انعطاف‌پذیری بیش از حد اوزان را برطرف می‌کند.

به همین ترتیب بدترین کارایی نسبی ممکن ADMU ( $\Phi_{ADMU}^*$ ) با مدل زیر بدست می‌آید:

$$\min \varphi_{ADMU} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r^{\min}}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^{\max}}$$

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \geq 1 \quad j=1, \dots, n$$

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

حال برای بدست آوردن بدترین کارایی نسبی ممکن  $j_0$  ( $\Phi_{j_0}^*$ ) مدل زیر را خواهیم داشت:

$$\min \varphi_{j_0} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0}}$$

بهبودی تابع هدف بدست می‌آید. همچنین در برخی حالات این مدل نشدنی بود.

وانگ و همکاران [۲۴] مدلی براساس یک ارزیابی جامع از دو دیدگاه خوش‌بینانه و بدبینانه را توسعه و سپس با تلفیق این دو دیدگاه یک امتیاز ارزیابی نسبی را ارائه دادند. برای معرفی این روش ابتدا تعاریف زیر ارائه می‌شود.

ورودی نام واحد مجازی ایده‌آل

خروجی نام واحد مجازی ایده‌آل

ورودی نام واحد مجازی ضد ایده‌آل

خروجی نام واحد مجازی ضد ایده‌آل

در این روش مدل CCR برای بدست آوردن بهترین کارایی نسبی ممکن IDMU ( $\theta_{IDMU}^*$ ) اجرا می‌شود:

$$\max \theta_{IDMU} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r^{\max}}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^{\min}}$$

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

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

حال برای بدست آوردن بهترین کارایی نسبی ممکن  $j_0$  ( $\theta_{j_0}^*$ ) مدل زیر را خواهیم داشت:

$$\max \theta_{j_0} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0}}$$

$$\theta_{IDMU}^* = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r^{\max}}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^{\min}}$$

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

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

این مدل با تغییر متغیر مناسب به مدل خطی زیر قابل تبدیل است:

<sup>11</sup> The worst possible relative efficiencies of  $j_0$  or DMU<sub>0</sub>

<sup>10</sup> The best possible relative efficiencies of  $j_0$  or DMU<sub>0</sub>

ایده‌آل دارد. بنابراین در این پژوهش از مدل فوق جهت ارزیابی کارایی واحدها و توزیع پاداش بین آن‌ها استفاده می‌شود.

#### ۴. روش پیشنهادی برای محاسبه‌ی پاداش

روش پیشنهادی برای محاسبه‌ی پاداش واحدها براساس مدل تلفیقی DEA و BSC در چهار مرحله‌ی زیر ارائه می‌شود:  
 ۴-۱. تعیین ورودی‌ها و خروجی‌های مدل DEA و میزان آن‌ها (  $y_{rj}$  ها و  $x_{ij}$  ها)

میزان پاداش واحدها باید براساس دستیابی آن‌ها به اهداف کلی سازمان تعیین شود و گرنه واحدها برای کسب پاداش بیشتر روی بهینه کردن محلی واحد خود می‌آورند که این لزوماً بهینه‌ی سازمان را در پی نخواهد داشت. از آن‌جا که BSC به‌منظور ارائه‌ی تصویری از عملکرد کلی سازمان طراحی شده است و اهداف اصلی سازمان در ساختار BSC منعکس می‌شود [۲۵]، در روش تلفیقی ارائه شده، پاداش واحدها براساس اهداف اصلی و کلی سازمان در چارچوب BSC بنابه نظرات مدیران عالی تعیین می‌شود. بدین منظور در اولین مرحله ورودی‌ها و خروجی‌های مدل DEA با در نظر گرفتن چهار منظر روش کارت امتیازی متوازن (BSC)؛ یعنی مالی، مشتریان، فرآیندهای داخلی و رشد و یادگیری تعریف می‌شود. سپس ماتریس مقایسات زوجی DMUها نسبت به هر یک از ورودی‌ها و خروجی‌های مدل DEA تهیه می‌شود. در نهایت وزن‌های استخراج شده از هریک از ماتریس‌ها به‌عنوان مقادیر آن ورودی‌ها یا خروجی‌های مدل DEA استفاده می‌شود.

#### ۴-۲. تعیین محدودیت‌های وزنی ورودی‌ها و خروجی‌های

##### مدل DEA

در این مرحله ماتریس مقایسات زوجی ورودی‌ها و همچنین ماتریس مقایسات زوجی خروجی‌ها نسبت به هدف ارزیابی کارایی تهیه می‌شود. با توجه به مقادیر اوزان استخراج شده از هریک از ماتریس‌ها محدودیت‌های وزنی مربوط به ورودی‌ها و خروجی‌ها تعیین و به محدودیت‌های مدل DEA اضافه می‌شود. از این روابط جهت محدود نمودن اوزان مدل DEA استفاده قرار می‌شود.

#### ۴-۳. رتبه بندی واحدهای تصمیم‌گیری

در این مرحله از مدل وانگ و همکاران استفاده می‌شود که در بخش روش‌شناسی تحلیل پوششی داده‌ها به‌طور مفصل بررسی شد. با استفاده از این مدل واحدهای تصمیم‌گیری بر اساس شاخص  $RC_{j_0}$  رتبه‌بندی می‌گردند.

#### ۴-۴. محاسبه‌ی پاداش واحدهای تصمیم‌گیری

همان‌طور که در بخش روش‌شناسی تحلیل پوششی داده‌ها گفته شد؛ روش‌های DEA کارایی یک واحد تصمیم‌گیری را در مقایسه با

$$\varphi_{ADMU}^* = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_r^{\min}}{\sum_{i=1}^m v_i x_i^{\max}}$$

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \geq 1 \quad j=1, \dots, n$$

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

مدل فوق با تغییر متغیر مناسب به به مدل خطی زیر قابل تبدیل می‌شود:

$$\min \varphi_{j_0} = \sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0}$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0} = 1$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i (\varphi_{ADMU}^* x_i^{\max}) = 0 \quad (7)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \geq 0 \quad j=1, \dots, n \quad (8)$$

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

روابط (۷) و (۸) مانند روابط (۵) و (۶) عمل می‌کنند. حال با بدست آمدن مقادیر ارزیابی در حالت‌های خوش‌بینانه و بدبینانه به ارزیابی یکپارچه‌ای نیاز داریم که تلفیقی از هر دو دیدگاه یادشده باشد. بدین‌منظور از مفهوم شاخص نزدیکی به ایده‌آل و دوری از ضد ایده‌آل در روش TOPSIS استفاده می‌شود (رابطه‌ی (۹)).

$$RC_{j_0} = \frac{\varphi_{j_0}^* - \varphi_{ADMU}^*}{(\varphi_{j_0}^* - \varphi_{ADMU}^*) + (\theta_{IDMU}^* - \theta_{j_0}^*)} \quad (9)$$

مقدار  $RC_{j_0}$  همیشه در بازه‌ی [۰، ۱] است. اگر  $\varphi_{j_0}^* = \varphi_{ADMU}^*$  باشد؛ آنگاه  $RC_{j_0} = 0$  و اگر  $\theta_{j_0}^* = \theta_{IDMU}^*$  باشد؛ آنگاه  $RC_{j_0} = 1$  خواهد شد. هرچقدر  $\varphi_{j_0}^*$  فاصله بیشتری از  $\varphi_{ADMU}^*$  و  $\theta_{j_0}^*$  فاصله کمتری از  $\theta_{IDMU}^*$  داشته باشد،  $RC_{j_0}$  مقدار بیشتر و  $DMU_0$  رتبه‌ی بهتری خواهد داشت.

در مدل DEA ارائه شده توسط وانگ و همکاران علاوه بر سنجیده شدن کارایی نسبی واحدها در مقایسه با یکدیگر که در روش‌های پیشین این مدل نیز لحاظ می‌شود، نزدیکی به کارایی ایده‌آل و دوری از کارایی ضد ایده‌آل نیز مد نظر قرار داده شده است؛ از این‌رو استفاده از مدل وانگ و همکاران در ارزیابی کارایی واحدها تأثیر بهتری بر روی رقابت بین واحدها جهت عملکرد بهتر، دستیابی به شاخص  $RC_{j_0}$  بالاتر و نزدیک‌تر شدن به کارایی

سایر واحدها ارزیابی می‌کنند. بنابراین می‌توان شاخص نرمالیزه شده  $RC_{j_0}$  به صورت  $\frac{RC_{j_0}}{\sum_j RC_{j_0}}$  را به عنوان سهم هر یک از واحدهای تصمیم‌گیری در کل پاداش در نظر گرفت. اکنون جهت محاسبه‌ی پاداش واحدهای تصمیم‌گیری براساس شاخص نرمالیزه شده  $RC_{j_0}$ ، رابطه‌ی (۱۰) ارائه می‌شود.  
 $\pi$ : کل پاداشی که باید بین واحدها تقسیم شود.  
 $R_{j_0}$ : پاداش واحد  $j_0$  ام

$$R_{j_0} = \frac{RC_{j_0}}{\sum_{j_0} RC_{j_0}} \times \pi \quad (10)$$

از آنجا که در مدل *DEA* ارائه شده توسط وانگ و همکاران کارایی نسبی واحدها با یکدیگر و نیز با کارایی ایده‌آل و ضد ایده‌آل سنجیده می‌شود؛ از این‌رو روش جدید توزیع پاداش، رقابت بین واحدها جهت عملکرد بهتر، دستیابی به شاخص  $RC_{j_0}$  بالاتر و نهایتاً رسیدن به کارایی ایده‌آل را افزایش می‌دهد.

##### ۵. مطالعه‌ی موردی (اجرای روش در شرکت هسا)

مرکز آزمایشگاه‌های صنعتی شرکت هسا مسئول مستقیم تضمین کیفیت قطعات و محصولات تولیدی این شرکت است. از آنجا که موضوع کیفیت در شرکت‌هایی چون شرکت‌های هواپیماسازی که از تکنولوژی بالائی برخوردارند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ مرکز آزمایشگاه‌های صنعتی هسا یکی از مهمترین قسمت‌های این شرکت است. در حال حاضر این مرکز با داشتن ۸ واحد بزرگ و بیش از ۲۵ زیر مجموعه‌ی کوچکتر مشغول ارائه‌ی خدمات آزمایشگاهی به صنایع شرکت هسا است.  
 واحدهای این مرکز که همگی تحت سیستم مدیریت کیفیت ISOMEC 17025 مشغول به کار و دارای گواهینامه‌ی معتبر این سیستم هستند عبارتند از:

- ۱) آزمایشگاه کالیبراسیون (۲) آزمایشگاه اندازه‌گیری ابعادی (۳)
- آزمایشگاه متالورژی (۴) آزمایشگاه شیمی (۵) آزمایشگاه آزمون‌های غیرمخرب (۶) آزمایشگاه مواد غیرفلزی (۷) آزمایشگاه بهداشت صنعتی (۸) آزمایشگاه تست‌های مکانیکی.

به دلیل این‌که فعالیت در زمینه‌ی خدمات آزمایشگاهی عمدتاً نیازمند تخصص‌های ویژه‌ای است مرکز آزمایشگاه‌های هسا دارای پرسنل دانش محور و متخصصی می‌باشد که این موضوع از طرفی یک نقطه قوت مهم محسوب می‌گردد ولی از سوی دیگر در صورتی‌که نتوان مدیریتی صحیح و علمی در زمینه‌های مختلف و

بویژه مسائل مربوط به منابع انسانی انجام داد منجر به نارضایتی پرسنل خواهد گردید. از آنجائی‌که فعالیت پرسنل آزمایشگاه‌ها به‌طور مستقیم با مسأله‌ی کیفیت در ارتباط است؛ هرگونه نارضایتی پرسنل مرکز آزمایشگاه‌ها تأثیر بسزائی در کیفیت قطعات و محصولات خواهد داشت. همچنین عکس این موضوع نیز برقرار است؛ یعنی این‌که رضایتمندی شغلی پرسنل تأثیر زیادی در تولید قطعات و محصولات با کیفیت، تحویل به موقع، افزایش رضایتمندی مشتریان و... خواهد شد.

یکی از مسائل مهم در زمینه‌ی مدیریت منابع انسانی، موضوع ارزیابی عملکرد و پرداخت عادلانه‌ی پاداش است. ارزیابی عملکرد و پرداخت پاداش به طور صحیح منجر به افزایش رضایتمندی شغلی و در غیر این‌صورت باعث بروز نارضایتی خواهد شد. تاکنون در مرکز آزمایشگاه‌های هسا از روش‌های مناسبی جهت ارزیابی عملکرد و پرداخت پاداش به واحدهای تصمیم‌گیری استفاده نگردیده است.

این کار عمدتاً به صورت سنتی و براساس تعداد نفرات واحدهای مختلف و به‌صورت سرانه در این مرکز تقسیم انجام شده است. در این روش توزیع پاداش، تلاش و عملکرد صورت گرفته از سوی واحدهای تصمیم‌گیری و میزان کارایی آن‌ها نادیده گرفته شده که این موضوع پس از مدتی باعث کاهش و از بین رفتن انگیزه برای عملکرد و کارایی مناسب در بین واحدهای مختلف خواهد شد [۲۶].

جهت جلوگیری از پیامد یادشده، از روش پیشنهادی در این پژوهش جهت توزیع پاداش بین واحدهای مختلف مرکز آزمایشگاهی شرکت هسا استفاده شد. در ماه‌های اول پس از استفاده از این روش، واحدهائی که عملکرد مناسبی نداشتند از پاداش توزیع شده ابراز نارضایتی می‌نمودند. ولی پس از گذشت مدتی، انگیزه‌ها جهت عملکرد بهتر در بین واحدهای مختلف بیشتر شد.

در مدل *DEA* ارائه شده توسط وانگ و همکاران علاوه بر مقایسه‌ی کارایی نسبی واحدها با یکدیگر که در روش‌های پیشین آن نیز لحاظ می‌شود، نزدیکی به کارایی ایده‌آل و دوری از کارایی ضد ایده‌آل نیز مد نظر قرار داده شده است؛ از این‌رو روش جدید توزیع پاداش، رقابت بین واحدها جهت عملکرد بهتر، دستیابی به شاخص  $RC_{j_0}$  بالاتر و نزدیک‌تر شدن به کارایی ایده‌آل را افزایش داد و درنهایت منجر به افزایش کارایی واحدها و کل مرکز آزمایشگاه‌ها شد.

##### ۶. اجرای روش پیشنهادی در آزمایشگاه‌های هسا

۸ واحد آزمایشگاهی یاد شده در بخش قبل، *DMU* هایی هستند که روش پیشنهادی بر آن‌ها اعمال می‌شود. ورودی مدل *DEA*

به صورت مجازی و خروجی‌های آن چهار سنجی کارت امتیازی متوازن یعنی معیارهای مالی، مشتریان، رشد و یادگیری و فرآیندهای داخلی تعیین می‌شود. جهت تعیین مقدار خروجی‌های موردنظر برای هر یک از DMUها، عواملی که به صورت بالقوه بر مقدار آن‌ها تأثیرگذار هستند؛ مطابق جدول ۱ ارائه می‌شود.

جدول ۱. عوامل بالقوه تأثیرگذار بر هریک از خروجی‌های مدل DEA

مالی	مشتریان	رشد و یادگیری	فرآیندهای داخلی
نرخ بازگشت سرمایه	تحویل	نوآوری و خلاقیت	تحقیق و توسعه
فروش	میزان شکایات و برگشتی‌ها	میزان انگیزه کارکنان	کاهش زمان انجام کار
رشد سود	خدمات پس از فروش	میانگین سالهای خدمت کارکنان	کیفیت کار
رشد فروش	حفظ مشتری	بهره وری در آموزش	دور ریز مواد اولیه
بازده دارایی‌ها	مشتریان جدید	مهارت کارکنان	
حاشیه سود خالص	رضایت مشتری	انتشار دانش	
	سهم بازار	بهبود مستمر	
	قیمت خدمات	رضایت کارکنان	
		ساعات آموزش	

مطابق جدول ۲ عوامل اصلی تأثیرگذار بر هریک از خروجی‌های مدل DEA با برگزاری جلسات با مدیران و تصمیم‌گیران مرکز آزمایشگاه‌ها از بین عوامل بالقوه‌ی معرفی شده در جدول ۱ انتخاب می‌شوند.

جدول ۲. عوامل اصلی تأثیرگذار بر هریک از خروجی‌های مدل DEA

مالی	مشتریان	رشد و یادگیری	فرآیندهای داخلی
فروش (C1)	تحویل به موقع (C3)	ساعات آموزش (C6)	کاهش در زمان انجام کار (C8)
رشد فروش (C2)	مشتریان جدید (C4)	رضایت کارکنان (C7)	
	رضایت مشتری (C5)		

ماتریس مقایسات زوجی DMUها نسبت به هر یک از عوامل اصلی یادشده در جدول ۲ با توزیع پرسشنامه بین تصمیم‌گیران مرکز آزمایشگاه‌ها تهیه و وزن‌های استخراج شده از هریک از ماتریس‌ها مطابق جدول ۳ ارائه می‌شود.

جدول ۳. اوزان بدست آمده برای هر یک از DMUها نسبت عوامل اصلی تأثیرگذار بر خروجی‌های مدل DEA

واحدهای تصمیم‌گیری (j)	مالی		مشتریان			رشد و یادگیری		فرآیندهای داخلی
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C7
۱ کالیبراسیون	۰.۱۳۵	۰.۰۸۶	۰.۱۳۱	۰.۰۷۵	۰.۰۷۷	۰.۰۸۴	۰.۱۲	۰.۱۶
۲ اندازه‌گیری ابعادی	۰.۰۹۴	۰.۱۷۸	۰.۲۳۱	۰.۱۸۶	۰.۱۳۷	۰.۰۸۴	۰.۱۱۹	۰.۰۲۲
۳ متالورژی	۰.۰۲۹	۰.۰۸۳	۰.۰۷۴	۰.۱۸۷	۰.۲۸	۰.۲۸۷	۰.۱۰۳	۰.۱۸۲
۴ شیمی	۰.۱۴۴	۰.۰۴۷	۰.۱۳۶	۰.۰۹۳	۰.۰۴	۰.۱۰۸	۰.۱۹	۰.۰۷۶
۵ غیر مخرب	۰.۱۷۲	۰.۱۹۹	۰.۱۳۱	۰.۰۸۹	۰.۱۶۸	۰.۱۰۵	۰.۲۰۵	۰.۰۷۳
۶ غیر فلزی	۰.۱۶۴	۰.۱۶۱	۰.۱۹	۰.۱۷۹	۰.۰۸	۰.۰۳۳	۰.۰۴۱	۰.۱۴۷
۷ بهداشت صنعتی	۰.۱۲۷	۰.۰۵۹	۰.۰۶۴	۰.۰۸۸	۰.۰۴۵	۰.۰۰۸	۰.۱۶۲	۰.۱۵۹
۸ تستهای مکانیکی	۰.۱۳۵	۰.۱۸۷	۰.۰۴۳	۰.۱۰۲	۰.۱۷۳	۰.۲۹	۰.۰۵۹	۰.۱۸۱



جهت بدست آوردن میزان خروجی‌ها، ماتریس مقایسات زوجی عوامل اصلی مربوط به هر یک از خروجی‌ها نسبت به آن خروجی تهیه و اوزان متناظر مطابق جدول ۴ استخراج می‌شود.

جدول ۴. اوزان بدست آمده برای هر یک از خروجی‌ها

	رشد و یادگیری		مشتریان			مالی	
	C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1
	۰.۷۶۹	۰.۲۳۱	۰.۵۳۸	۰.۱۵۴	۰.۳۰۸	۰.۳۰۸	۰.۶۹۲

محدودیت‌های وزنی مربوط به خروجی‌ها مطابق رابطه‌ی (۱۱) به محدودیت‌های مدل DEA اضافه می‌شود.

جدول ۶. اهمیت نسبی خروجی‌ها

وزن نهایی	خروجی‌های مدل DEA (r)	r
۰.۲۷۹	مالی	۱
۰.۲۴۳	مشتریان	۲
۰.۲۵۵	رشد و یادگیری	۳
۰.۲۲۲	فرآیندهای داخلی	۴

$$v_4 < v_2 < v_3 < v_1 \quad (11)$$

همان‌طور که مشخص است مطابق رابطه‌ی (۱۱) تصمیم‌گیران آزمایشگاه بر این عقیده‌اند که معیار مالی مهمترین خروجی و پس از آن به ترتیب معیارهای رشد و یادگیری، مشتریانی و فرآیندهای داخلی قرار دارند. همان‌گونه که قبلاً نیز عنوان گردید از رابطه‌ی (۱۱) جهت محدود نمودن اوزان در مدل DEA استفاده می‌شود. با استفاده از نرم‌افزار GAMS 22.1 الگوریتم بهینه‌ساز DEA، مدل وانگ و همکاران با توجه محدودیت وزنی اضافه شده (رابطه‌ی (۱۱)) حل می‌شود. نتایج حاصل از حل در جدول ۷ منعکس شده است. همچنین کل پاداش در ماه موردنظر برابر ۶ میلیون تومان ( $\pi = 6000000$ ) در نظر گرفته شده است. این مبلغ مطابق رابطه‌ی (۱۰) بین واحدها تقسیم می‌شود. این نتایج نیز در جدول ۷ گزارش شده است.

با رویکردی همانند AHP وزن‌های عوامل اصلی مؤثر بر هر یکی از خروجی‌ها با توجه به جدول‌های ۳ و ۴ با هم تلفیق و در نهایت مقادیر خروجی‌های مدل DEA مطابق جدول ۵ گزارش می‌شود. مطابق مدل وانگ و همکاران مقادیر مربوط به خروجی‌های واحد مجازی ایده‌آل و ضدایده‌آل نیز در جدول ۵ آمده است.

جدول ۵. مقادیر مربوط به خروجی‌های مدل DEA ( $y_{ij}$ )

واحد‌های تصمیم‌گیری (j)	خروجی‌های مدل DEA (r)			
	مالی	مشتریان	رشد و یادگیری	فرآیندهای داخلی
۱	۰.۱۲	۰.۰۹۳	۰.۱۱۲	۰.۱۶
۲	۰.۱۲	۰.۱۷۳	۰.۱۱۱	۰.۰۲۲
۳	۰.۰۴۶	۰.۲۰۲	۰.۱۴۶	۰.۱۸۲
۴	۰.۱۱۴	۰.۰۷۸	۰.۱۷۱	۰.۰۷۶
۵	۰.۱۸	۰.۱۴۴	۰.۱۸۲	۰.۰۷۳
۶	۰.۱۶۳	۰.۱۲۹	۰.۰۳۹	۰.۱۴۷
۷	۰.۱۰۶	۰.۰۵۷	۰.۱۲۶	۰.۱۵۹
۸	۰.۱۵۱	۰.۱۲۲	۰.۱۱۲	۰.۱۸۱
IDMU	۰.۱۸	۰.۲۰۲	۰.۱۸۲	۰.۱۸۲
ADMU	۰.۰۴۶	۰.۰۵۷	۰.۰۳۹	۰.۰۲۲

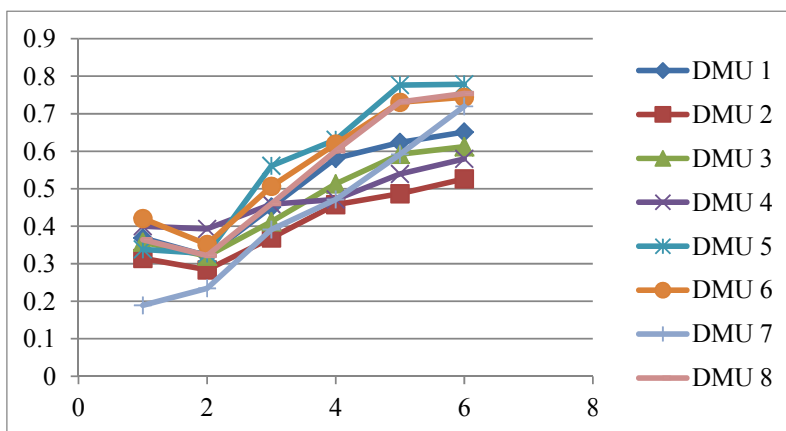
سپس با توزیع پرسشنامه بین مدیران مرکز آزمایشگاه‌ها ماتریس مقایسات زوجی خروجی‌ها نسبت به هدف ارزیابی کارایی تهیه می‌شود. با توجه به مقادیر اوزان استخراج شده مطابق جدول ۶.

جدول ۷. نتایج حاصل از حل مدل DEA و توزیع پاداش

$R_{j_0}$	رتبه‌بندی	$RC_{j_0}$	$\Phi_{j_0}^*$	$\theta_{j_0}^*$	$j_0$
۷۳۷۴۷۵	۴	۰.۶۲۳۴	۱.۱۴۷۱	۰.۸۶۶۷	۱
۵۷۶۱۱۵	۸	۰.۴۸۷۰	۱.۰۰۰۰	۰.۷۱۶۹	۲
۷۰۰۴۴۸	۵	۰.۵۹۲۱	۱.۰۰۰۰	۰.۹۱۰۴	۳
۶۳۸۲۲۲	۷	۰.۵۳۹۵	۱.۰۴۹۰	۰.۷۸۱۱	۴
۹۱۸۴۷۲	۱	۰.۷۷۶۴	۱.۴۲۸۲	۱.۰۰۰۰	۵
۸۶۴۲۹۱	۳	۰.۷۳۰۶	۱.۳۴۱۶	۰.۹۵۴۶	۶
۶۹۹۹۷۴	۶	۰.۵۹۱۷	۱.۰۹۱۹	۰.۸۴۶۳	۷
۸۶۵۰۰۱	۲	۰.۷۳۱۲	۱.۳۱۸۹	۰.۹۶۳۸	۸
-	-	-	۱.۴۲۸۲	-	IDMU
-	-	-	-	۰.۷۱۶۹	ADMU

توسط وانگ و همکاران علاوه بر مقایسه‌ی کارایی نسبی واحدها با یکدیگر که در روش‌های پیشین این مدل نیز لحاظ می‌شد، نزدیکی به کارایی ایده‌آل و دوری از کارایی ضد ایده‌آل نیز مد نظر قرار داده شده است؛ روش جدید توزیع پاداش، رقابت بین واحدها جهت عملکرد بهتر، دستیابی به شاخص  $RC_{j_0}$  بالاتر و نزدیک‌تر شدن به کارایی ایده‌آل را افزایش داده است.

شکل ۲ مقدار شاخص  $RC_{j_0}$  بعد از اجرای روش پیشنهادی در طی ماه‌های مختلف از ابتدای سال ۹۱ را نشان می‌دهد. روند صعودی مشاهده شده، افزایش کارایی واحدها پس از اجرای روش پیشنهادی را در طی زمان تصدیق می‌کند. علت این امر استفاده بجا و مناسب از مدل وانگ و همکاران در محاسبه‌ی پاداش در این مطالعه‌ی موردی می‌باشد. از آنجا که در مدل DEA ارائه شده



شکل ۲. مقدار شاخص  $RC_{j_0}$  در طی ماه‌های مختلف از ابتدای سال ۹۱

متوازن شده که این موضوع نهایتاً منجر به افزایش کارایی کل سازمان می‌گردد.

رویکرد ارائه شده در این مقاله محدود به مرکز آزمایشگاه‌های هسا نبوده و می‌تواند توسط مدیران در کلیه‌ی صنایع و خدمات مورد استفاده قرار گیرد با این تفاوت که ممکن است معیارهای تعریف شده در سنج‌های مختلف کارت امتیازی متوازن به همراه وزن آنها تغییر نماید. هر چند مدل مورد استفاده در این پژوهش جهت رتبه‌بندی واحدها از کارایی مناسبی برخوردار می‌باشد ولی استفاده از سایر ابزارهای تصمیم‌گیری چند معیاره جهت رتبه‌بندی واحدها به عنوان موضوعی جهت تحقیقات بیشتر در آینده، پیشنهاد می‌گردد. همچنین استفاده از ابزار منطق فازی جهت طبقه‌بندی واحدها به منظور دریافت پاداش نیز می‌تواند در آینده مورد بررسی قرار گیرد.

**سپاسگزاری:** نویسندگان این مقاله از داوران محترم بخاطر استفاده از نکات و توضیحات ارزشمند ارائه شده توسط آن‌ها در نسخه‌ی اخیر مقاله کمال سپاس و قدردانی را دارند.

## مراجع

- [1] Feroz EH, Kim S, Raab RL. Financial statement analysis: a data envelopment analysis approach, Journal of the operational Research Society, 2003, Vol. 54, pp. 48–58.

## ۷. نتیجه‌گیری

در این پژوهش جهت اندازه‌گیری کارایی واحدهای مرکز آزمایشگاه‌های هسا، رویکردی تلفیقی از تحلیل پوششی داده‌ها و کارت امتیازی متوازن مورد استفاده قرار گرفت. با استفاده از کارت امتیازی متوازن، معیارهای مناسب نه تنها در سنج‌های مالی بلکه در سایر سنج‌ها یعنی رشد و یادگیری، مشتریان و فرآیندهای داخلی مشخص گردید. پس از آن با تعریف شاخص‌های مناسب، واحدهای آزمایشگاهی در دوره‌ی زمانی مشخص مورد ارزیابی قرار گرفتند. از طرف دیگر جهت تعیین وزن اهمیت نسبی سنج‌های کارت امتیازی متوازن در مرکز آزمایشگاه‌های هسا، پرسشنامه‌هایی در اختیار تصمیم‌گیران این مرکز قرار گرفت و پس از آن، اوزان اهمیت نسبی بدست آمده جهت محدود نمودن اوزان مدل تحلیل پوششی داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت جهت رتبه‌بندی واحدهای مرکز آزمایشگاه‌ها و توزیع پاداش بین آنها از مدل رتبه‌بندی محدود شده‌ی تحلیل پوششی داده‌ها استفاده گردید. از آنجا که در مدل ارائه شده در این پژوهش، کارایی واحدها نسبت به یکدیگر و نیز نسبت به کارایی ایده‌آل و ضد ایده‌آل سنجیده می‌شود؛ روش جدید توزیع پاداش باعث افزایش انگیزه برای رقابت بین واحدها جهت کسب پاداش بیشتر از طریق دستیابی به عملکرد بهتر و نزدیک شدن به کارایی ایده‌آل مطابق با اهداف اصلی مشخص شده‌ی سازمان در چارچوب کارت امتیازی

- [10] Fallahi A, Ebrahimi R, Ghaderi SF. Measuring efficiency and productivity change in power electric generation management companies by using data envelopment analysis: A case study, *Energy*, 2011, Vol. 36, pp. 6398-6405.
- [11] Chen YJ. Structured methodology for supplier selection and evaluation in a supply chain, *Information Sciences*, 2011, Vol. 181, pp. 1651-1670.
- [12] Kuaha CT, Wong KY. Efficiency assessment of universities through data envelopment analysis, *Procedia Computer Science*, 2011, Vol. 3, pp. 499-506.
- [13] Rouse P, Putterill M, Ryan D. Integrated Performance Measurement Design: Insights from an Application in Aircraft Maintenance, *Management Accounting Research*, Vol. 13, 2002, pp. 229-248.
- [14] Wang JC. Corporate performance efficiency investigated by data envelopment analysis and balanced scorecard, *Journal of American Academy of Business*, Cambridge, 2006, Issue 2, Vol. 9.
- [15] Chen TY, Chen LH. DEA performance evaluation based on BSC indicators incorporated: the case of semi conductor industry, *International Journal of Productivity and Performance Management*, 2007, Vol. 56, Issue 4, pp. 335-57.
- [16] Khalily M, Alirezayi MR, Mirhasani SA, Keshvary A. Introducing the combinational method of DEA and BSC in order to productivity monitoring, 6<sup>th</sup> Congress of Productivity and Quality in Electricity Industry, Tehran, 2007.
- [17] Eilat H, Golany B, Shtub A. R&D project evaluation: an integrated DEA and balanced scorecard approach, *Omega*, 2008, Vol. 36, pp. 895-912.
- [18] مؤمنی، م؛ خدایی، س؛ بشیری، م، «ارزیابی عملکرد سازمان تأمین اجتماعی با استفاده از مدل ترکیبی BSC,FD»، مجله مدیریت صنعتی دانشگاه تهران، جلد ۱، صفحه ۱۳۷-۱۵۲، ۱۳۸۸.
- [2] Halkos GE, Salamouris DS. Efficiency measurement of the Greek commercial banks with the use of financial ratios: a data envelopment analysis approach, *Management Accounting Research*, 2004, Vol. 15, pp. 201-224.
- [3] Barros PB, Dieke PUC. Performance evaluation of Italian airports: A data envelopment analysis, *Journal of Air Transport management*, 2007, Vol. 13, pp. 184-191.
- [4] Sarica K, Ilhan O. Efficiency assessment of Turkish power plants using data envelopment analysis, *Energy*, 2007, Vol. 32, pp. 1484-1499.
- [5] Duzakin E, Duzakin H. Measuring the performance of manufacturing firms with super slacks based model of data envelopment analysis: An application of 500 major industrial enterprises in Turkey, *European Journal of Operational Research*, 2007, Vol. 182, pp. 1412-1432.
- [6] Sueyoshi T, Mika G. Can R&D expenditure avoid corporate bankruptcy? comparison between japanese machinery and electric equipment industries using dea-discriminant analysis, *European Journal of Operational Research*, 2009, Vol. 196, pp. 289-311.
- [7] Liu CH, Lin SJ, Lewis C. Evaluation of thermal power plant operational performance in Taiwan by data envelopment analysis, *Energy Policy*, 2010, Vol. 38, pp. 1049-1058.
- [8] خواجهی، ش؛ غیوری مقدم، ع؛ غفاری، م.ج. «تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها مکملی برای تحلیل سنتی نسبت های مالی»، مجله بررسی های حسابداری و حسابرسی دانشگاه تهران، جلد ۲، صفحه ۴۱-۵۶، ۱۳۸۹.
- [9] Cristóbal JRS, A multi criteria data envelopment analysis model to evaluate the efficiency of the renewable energy technologies, *Renewable Energy*, 2011, Vol. 36, pp. 2742-2746.

- [19] Khorshid S, Zabihi RA. Quantified model for evaluating the brand equity of products using techniques of fuzzy and DEA based – on- bsc approach, International Journal of Engineering Science (Persian), 2010, Vol. 21, Issue 1, pp. 35-47.
- [20] Asadi M, Mirghafoori H, Sadeqhi Arani Z, Khosravanian H. Qualitative performance evaluation of hospitals using DEA, balanced scorecard and servqual; a case study of general hospitals of Yazd, Journal of Shaeed Sadoughi University, 2011, Vol. 18, Issue 6, pp. 559-569.
- [21] Panos MP, Mauricio GCR. Handbook of Applied Optimization, Oxford University Press, Edition 1, 2002.
- [22] Charnes A, Cooper WW. Programming with linear fractional functional, Naval Research Logistics Quarterly, 1962, Vol. 9, Issue 3-4, pp. 181-185.
- [23] Nicole A, Lea F, Zilla SS. Review of ranking methods in the data envelopment context, European journal of operational research, 2002, Vol. 140, pp. 249-265.
- [24] Wang YM, Luo Y. DEA efficiency assessment using ideal and anti-ideal decision making units, Applied Mathematics and Computation, 2006, Vol. 173, pp. 902-915.
- [25] Ghalayini AM, Noble JS, Crowe TJ. An Integrated Dynamic performance Measurement system for Improving Manufacturing competitiveness, International Journal of Production Economics, 1997, Vol. 48, 207-225.
- [26] Vroom VH. Work & Motivation, John Wiley Press, 1964.