



ارزیابی کارایی مؤلفه ای با ورودیها و خروجیهای مشترک کاربردی از تحلیل پوششی داده ها

سید اسماعیل نجفی (نویسنده مسؤول)

گروه مهندسی صنایع، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

Email: Najafi14114@Yahoo.com

الهام شفقی

کارشناس ارشد مهندسی صنایع، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

فایق ظاهری

گروه مهندسی صنایع، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۱/۲۱ * تاریخ پذیرش: ۹۱/۷/۹

چکیده

تکنیک تحلیل پوششی داده ها بر اساس برنامه ریزی ریاضی بنا شده است و در محاسبه کارایی نسبی واحد های تصمیم گیرنده متجانس بکار می رود. کارایی نسبی هر واحد تصمیم گیرنده تابعی از ورودیها و خروجیهای آن واحد است. اما در برخی از موقعیتهای واقعی دیده می شود که واحد تحت ارزیابی خود چند کار متفاوت انجام می دهد یا به چند مؤلفه متفاوت تقسیم می شود. در چنین موقعیتهایی ورودیها بین مؤلفه های واحد تقسیم شده و هر کدام از مؤلفه ها خود دارای خروجی مختص به خود می باشند. در این موارد با به کار بردن مدل های DEA استاندارد، میزان ناکارایی مؤلفه ها را نمی توانیم تحلیل کنیم. از این رو ارزیابی کارایی مؤلفه ای با مدلسازی خاص خود مطرح می گردد که به آن MCDEA می گویند. در این مقاله، به ارزیابی واحد نگهداری و تعمیرات شرکت شاسی ساز از مجموعه گروه بهمن در ۴ دوره ۶ ماهه با استفاده از تحلیل پوششی داده ها ارزیابی گردید. در آن از شاخصهای خروجی نظیر: MTBF, OEE و MTTR استفاده شده است. همچنین در این مدل عواملی همچون نیروی انسانی، هزینه ها و نوآوری به عنوان ورودی در کارایی هر کدام از مؤلفه های واحد و نیز کارایی تجمعی، مورد بررسی قرار گرفته اند. پس از مدلسازی و ارزیابی، میزان ناکارایی هر یک از مؤلفه ها مشخص و تجزیه و تحلیل گردید است.

کلمات کلیدی: کارایی مؤلفه ای، تحلیل پوششی داده ها، ارزیابی عملکرد.

آنالیز پوششی داده‌ها (DEA) یک تکنیک برنامه‌ریزی ریاضی است که برای اندازه‌گیری کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیرنده DMUs^۱ از آن استفاده می‌شود. بدون شک رسالت و هدف اساسی هر مجموعه بهره‌بردار مؤثر و کارا از منابع در اختیار می‌باشد. استفاده از فنون و تکنیک‌های پیشرفته و شناخت فرصت‌ها و محدودیت‌های بالقوه و بالفعل منوط به آگاهی از وضعیت فعلی واحد می‌باشد. از این رو تحلیل پوششی داده‌ها به عنوان ابزاری کارآمد برای این امر می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. تحلیل پوششی داده‌ها را چارلز، کوپر و رودز جهت اندازه‌گیری راندمان یا کارایی پایه‌گذاری کردند که امروزه یکی از روش‌های قابل قبول و مطرح می‌باشد و کمک بسیار زیادی به مدیران برای شناخت دقیق‌تر واحدهای تحت مدیریت می‌نماید. کارایی نسبی هر واحد تصمیم‌گیرنده تابعی است از ورودی‌ها و خروجی‌های آن واحد. واحد تصمیم‌گیرنده کارایی تکنیکی است اگر از ورودی‌های خود، بهترین استفاده را بنماید تا بتواند به بهترین خروجی ممکن دست یابد. سیستمی را در نظر بگیرید که دارای مؤلفه‌های متفاوتی است اگر این سیستم کارا شود می‌توان گفت تمامی مؤلفه‌های آن کارا عمل می‌نمایند ولی اگر در ارزیابی، واحد مورد نظر ناکارا باشد به کار بردن مدل‌های استاندارد تحلیل پوششی داده‌ها، در ارتباط با اینکه کدام یک از مؤلفه‌های آن ناکارا می‌باشد مقدور نمی‌باشد. به بیان دیگر کارایی واحد تحت ارزیابی بیانگر وضعیت آن واحد از دیدگاه کارکرد می‌باشد. به عبارتی نشان می‌دهد که در مجموع چه مقدار داده استفاده نموده و چه مقدار ستاده تولید کرده است. در واحدی که دارای چندین مؤلفه می‌باشد باید کارایی مؤلفه‌ها به صورت جداگانه محاسبه گردد. ولی از آنجایی که داده‌ها و ستاده‌هایی مشترک برای این مؤلفه‌ها وجود دارد که هیچ اطلاعاتی از نحوه میزان هر یک از مؤلفه‌ها از داده مشترک و یا میزان سهم تولید مؤلفه‌ها روی ستاده مشترک وجود ندارد، لذا نمی‌توانیم این چنین مؤلفه‌هایی را تفکیک نماییم. از این رو مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی خاصی تحت عنوان کارایی مؤلفه‌ای مطرح می‌گردد.

طرح اندازه‌گیری چند مؤلفه‌ای نخستین بار توسط فیروگروسکوف مطرح شد. آنها مسأله تولید را به عنوان یک فرآیند چند مرحله‌ای در نظر گرفتند که در آن خروجی یک مؤلفه به عنوان ورودی مؤلفه بعدی در نظر گرفته می‌شود تنها یک شاخص کارایی کل را بدست می‌آوردند و در داخل سیستم کارایی مؤلفه‌ها را نادیده گرفتند (Grosskopf, 1996). بعد از آن کوک و همکاران مدلی را ارائه دادند که در این مدل، هر واحد تصمیم‌گیرنده خود دارای اجزائیست که در کارایی کل تأثیر گذارند. آنها این مدل را برای واحدهای بانکی با مؤلفه‌های خدمات و فروش اجرا نمودند و کارایی بانکی را در هر دو مؤلفه یاد شده و نیز در کل بدست آوردند (Cook, 2004). در ادامه و در سال ۲۰۰۲ پرفسور بیزلی در رابطه با کارایی آموزشی و تحقیقاتی دانشگاه لندن تحقیقاتی را انجام داد که نهایتاً منجر به انتشار مقاله گردید (Beasley, 2002). در مدل‌های چند مؤلفه‌ای هر کدام از اجزا می‌توانند ورودی یا خروجی مختص خود داشته باشند یا ورودی‌ها و خروجی‌ها بین مؤلفه‌ها تقسیم شود که در ادامه مورد بحث قرار می‌گیرد.

۲- مواد و روشها

در سال ۱۹۵۷ فارل به اندازه‌گیری کارایی واحدهای تولیدی دست زد. این مدل کارایی برابر نسبت ورودی‌ها به خروجی‌ها بود (Farrell, 1957). مشکل این مدل از آنجا سرچشمه می‌گرفت که اهمیت ورودی‌ها و خروجی‌ها به یک اندازه فرض شده بود. به دنبال او مدل‌های مختلف DEA طراحی و ارائه شد. این مدل‌ها به طور کلی عبارتند از: مدل CCR^۲، مدل BCC^۳ و مدل‌های جمعی.

فرض کنید n واحد تصمیم‌گیرنده به صورت $\{DMU_j : j=1, \dots, n\}$ موجود است که هر کدام از m ورودی مختلف جهت تولید s خروجی استفاده می‌کنند. y_{rj} و x_{ij} به ترتیب خروجی r ام $r = (1, \dots, s)$ و ورودی i ام $i = (1, \dots, m)$ از واحد تصمیم‌گیرنده j ام $j = (1, \dots, n)$ می‌باشند.

¹ decision making units

² Charnes, Cooper, Rhodes=CCR

³ Banker, Charnes, Cooper=BCC

اگر فرض کنیم $u = (u_1, u_2, \dots, u_s)$ و $v = (v_1, v_2, \dots, v_m)$ به ترتیب بردارهای وزنهای خروجیها و ورودیها باشد، در این صورت کارایی واحد DMU_p در فرم ضربی و در ماهیت ورودی به صورت زیر خواهد بود :

$$\begin{aligned} \max \quad E &= \sum_{r=1}^s U_r Y_{rp} \\ \text{s.t.} \quad &\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m V_i X_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m V_i X_{ip} &= 1 \\ V_i &\geq \varepsilon \quad i = 1, \dots, n \\ U_r &\geq \varepsilon \quad r = 1, \dots, s \end{aligned}$$

دوآل فرم ضربی (۱) را فرم پوششی^۴ مدل CCR با ماهیت ورودی گفته می شود، و θ را مقدار کارایی نسبی واحد های تصمیم گیرنده می نامیم و اگر θ^* مقدار بهینه تابع هدف باشد، ثابت می شود که $0 \leq \theta^* \leq 1$ است. [۸]

$$\begin{aligned} \min \quad &\theta \\ \text{s.t.} \quad &\theta X_p - \sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} \geq 0 \\ &\sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj} \geq Y_{rp} \\ &\lambda_j \geq 0 \end{aligned} \quad (2)$$

مقدار θ^* بیان کننده کارایی نسبی است و هر DMU ای که روی مرز قرار نداشته باشد ناکارا است و هدف مدل CCR با ماهیت ورودی کاهش حداکثر سطح ورودی با نسبت θ است به طوری که حداقل همان خروجی بتواند تولید شود. برای اولین بار COOK و همکارانش این مدل را ارائه نمودند. مدل آنها شامل واحدهای تصمیم گیرنده ای بود که هر کدام دارای دو مؤلفه بودند (Cook, 2004). این دو مؤلفه از بردارهای ورودی خاص و مشترک استفاده می کردند و هر مؤلفه خروجی خاص خود را دارد. مدل آنها کارایی نسبی هر مؤلفه و کارایی کل هر واحد را که ترکیب محدب کارایی مؤلفه هاست محاسبه نمود.

به طور کلی فرض می شود که n واحد تصمیم گیری دارای b مؤلفه متمایز هستند. X_k^i و Y_k^i بردارهای ورودی و خروجی مؤلفه i امین واحد تصمیم گیرنده k ام و X_k^c و Y_k^c بردارهای ورودی مشترک و خروجی مشترک می باشند. بردارهای ورودی یا خروجی مشترک برداری هستند که به مؤلفه خاصی تعلق ندارند و بین تمامی آنها تقسیم می شوند. سهم هر جزء در این تقسیم بندی مشخص نیست. فرض می شود که بردار α_i سهم مورد استفاده مؤلفه i در تولید بردار ورودی مشترک و β_i سهم آن در بردار خروجی است.

به همین ترتیب V^i و V^s بردارهای وزن ورودی و μ^i و μ^s بردارهای وزن خروجیهای یاد شده می باشند. با در نظر گرفتن $\sum_{i=1}^b \alpha_i = \sum_{i=1}^b \beta_i = 1$ می توانیم کارایی هر مؤلفه از واحد تصمیم گیرنده را به صورت زیر رابطه (۳) در نظر بگیریم [9], [2]

$$e_k^i = \frac{u^i y_k^i + u^s (\beta_i y_k^{(c)})}{v^i x_k^i + v^s (\alpha_i x_k^{(c)})} \quad i = 1, \dots, b. \quad (3)$$

⁴ Envelopment form

بنابراین کارایی کل هر DMU به صورت رابطه (۴) قابل محاسبه می باشد :

$$e_k^{(a)} = \frac{\sum_{i=1}^b u^i y_k^i + \sum_{i=1}^b u^i \beta_i y_k^{(c)}}{\sum_{i=1}^b v^i x_k^{(i)} + \sum_{i=1}^b v^s (\alpha_i x_k^{(c)})} \quad (4)$$

پس مسأله ارزیابی DMU_k، به صورت مدل (۵) صورت می پذیرد که آن را کارایی چند مؤلفه ای (MCDEA) می نامیم:

$$\text{MAX } e_k^{(a)} \quad (5)$$

$$e_j^i \leq 1, \quad i = 1, \dots, b, \quad j \in y_0$$

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

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

$$u^i \geq \varepsilon, \quad i = 1, \dots, b,$$

$$v^i \geq \varepsilon, \quad i = 1, \dots, b,$$

$$v^s \geq \varepsilon, \quad i = 1, \dots, b,$$

$$u^s \geq \varepsilon, \quad i = 1, \dots, b,$$

$$\alpha_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, b,$$

$$\beta_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, b,$$

با توجه به اینکه مدل فوق، مدلی غیر خطی است از این رو با تبدیلات زیر و اعمال تغییرات چارنز-کوپر می توانیم یک مدل خطی داشته باشیم:

$$\bar{u}^{si} = u^{si} \beta_i, \quad i = 1, \dots, b$$

$$\bar{v}^{si} = v^{si} \alpha_i$$

پس مسأله (۵) به صورت (۶) تبدیل می گردد که یک مدل برنامه ریزی خطی است :

$$\text{MAX } \sum_{i=1}^b u^i y_k^i + \sum_{i=1}^b \bar{u}^{si} y_k^c \quad (6)$$

$$\text{Subject to } \sum_{i=1}^b v^i x_k^i + \sum_{i=1}^b \bar{v}^{si} x_k^c = 1$$

$$\sum_{i=1}^{vb} u^i y_j^i + \sum_{i=1}^b \bar{u}^{si} y_j^c - \sum_{i=1}^b v^i x_j^i - \sum_{i=1}^b \bar{v}^{si} x_j^c \leq 0 \quad j \in y_0$$

$$u^i y_j^i + \bar{u}^{si} y_j^c - v^i x_j^i - \bar{v}^{si} x_j^c \leq 0 \quad i=1, \dots, b, \quad j \in y_0$$

$$u^i \geq \varepsilon \quad i=1, \dots, b, \quad j \in y_0$$

$$\bar{u}^{si} \geq \beta_i \varepsilon \quad i=1, \dots, b$$

$$v^i \geq \varepsilon \quad i=1, \dots, b$$

$$\bar{v}^{si} \geq \alpha_i \varepsilon \quad i=1, \dots, b$$

تعریف (۱): اندازه کارایی کل ($e_k^{(a)}$) یک ترکیب خطی از اندازه کارایی مؤلفه های آن واحد ($e_k^{(i)}$) می باشد یعنی خواهیم

$$e_k^{(a)} = \sum_{i=1}^b \lambda_j e_k^{(i)}$$

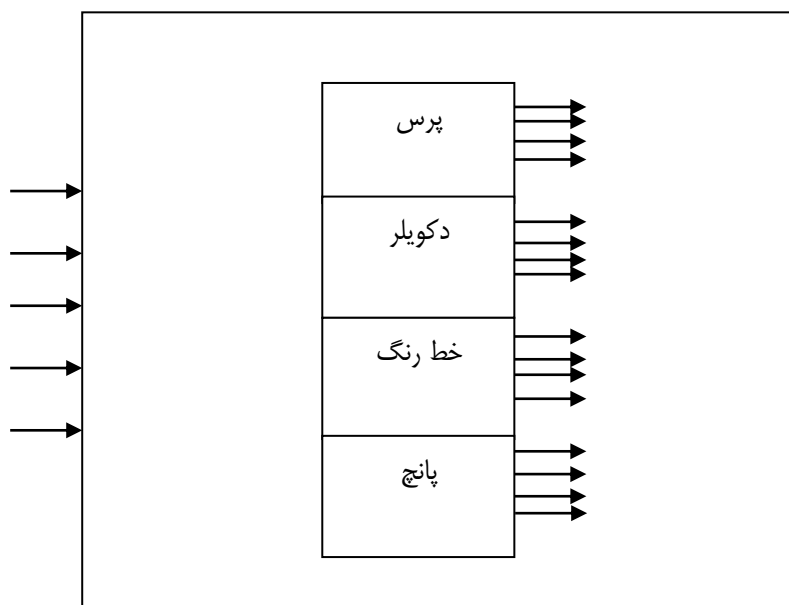
تعریف (۲): واحد تصمیم گیرنده چند مؤلفه ای را کارا می خوانیم اگر کارایی کل این واحد ($e_k^{(a)}$) برابر یک باشد و اگر کارایی کل واحد یک گردد مطمئناً کارایی تمامی مؤلفه های واحد نیز یک خواهد بود.

کارایی تمامی مؤلفه ها یک است \Leftrightarrow اگر کارایی کل ، واحد گردد

توضیح این که: فرض کنیم همه اجزای واحد تحت ارزیابی کارا باشند یعنی $e_k^{(i)} = 1$ در این صورت با تعریف $e_k^{(a)} = \sum_{i=1}^b \lambda_j e_k^{(i)}$ و با دانستن این که $\sum_{j=1}^b \lambda_j = 1$ می توان گفت $e_k^{(a)} = 1$ از طرفی فرض کنیم $e_k^{(a)} = 1$ باشد اگر هر زیر مؤلفه $e_k^{(i)} < 1$ باشد در این صورت $e_k^{(a)} = \sum_{i=1}^b \lambda_j e_k^{(i)} < 1$ خواهد شد که این خلاف فرض است.

تعریف (۳): در مدل (۵)، کارایی کل واحد تحت ارزیابی نمی تواند بیشتر از یک باشد یعنی همواره خواهیم داشت $e_k^{(a)} \leq 1$ توضیح اینکه ، با استناد به تعریف (۱) اگر کارایی کل به صورت $e_k^{(a)} = \sum_{i=1}^b \lambda_j e_k^{(i)}$ تعریف گردد یعنی $e_k^{(a)}$ یک ترکیب خطی از اجزای واحد می باشد از این رو همواره $e_k^{(a)} \leq 1$ [4] [9]

در این قسمت کارایی چند مؤلفه ای را در یک واحد نگهداری تعمیرات (نت) مربوط به شرکت شاسی ساز مورد بررسی قرار می دهیم؛ این ارزیابی طی چهار دوره شش ماهه انجام پذیرفته و نهایتاً نتایج علمی این بررسی به صورت جداولی بیان می شود. واحد نگهداری تعمیرات (نت) شرکت مورد نظر، دارای چهار حوزه پرس، دکویلر، خط رنگ و پانچ می باشد. برای هر DMU (واحد نت) مدل ارزیابی و شاخصهای ورودی و خروجی به صورت شکل (۱) تعریف می گردد:



شکل شماره (۱): Dmu یک واحد نت

مدل ارائه شده دارای پنج ورودی مشترک و چهار خروجی می باشد که در ذیل تک تک شاخصهای ورودی و خروجی معرفی می گردند.

الف - شاخصهای ورودی:

تمامی ورودیها به صورت مشترک بین چهار حوزه می باشد به طوری که حوزه پرس به اندازه α_1 و حوزه دکوپلر به اندازه α_2 و حوزه خط رنگ به اندازه α_3 و در نهایت حوزه پانچ به اندازه α_4 از ورودی خاص سهم می برد مقادیر α_1 تا α_4 اسکالر هایی هستند که مقادیر آنها مشخص نمی باشد ولی همه آنها در فاصله (۰،۱) هستند ورودیهای واحد عبارتند از:

- هزینه هایی کیفی: مخارجی که در امور کیفی صرف واحد تعمیرات نگهداری می شود.
 - کلاسهای آموزشی: حاصل ضرب مجموع نفر ساعتی که از این واحد در کلاسهای آموزشی شرکت داشته اند در اهمیت هر کدام از این کلاسها (این اوزان با توجه به نقشی که کلاسها در بالابردن اطلاعات و افزایش کارایی سیستم داشتند توسط مدیر واحد تعیین شد).
 - هزینه مواد و قطعات صرف شده: این ورودی شامل هزینه هایی است که در زمان خرابی صرف تعمیرات می شود.
 - پروژه ها و پیشنهادات تصویب شده: این پیشنهادات و پروژه ها توسط مدیر یا کارشناسان واحد ارائه و پس از تصویب اجرا می شوند. هر کدام از این پروژه ها با توجه به نقشی که در بهبود واحد داشته از نظر معیارهای میزان نوآوری، اعتبار واحد، زمانبری و بودجه وزن دهی شدند. این ورودی از مجموع حاصل ضرب وزن معیارها در وزن هر گزینه بدست آمده است (روش saw^۵).
 - کل نفر ساعت فعالیت: به مجموع نفر ساعت فعالیت واحد pm^6 و em^7 در هر دستگاه گفته می شود.
- تاکید می گردد اطلاعات در چهار دوره شش ماهه متوالی در دو سال تهیه گردیده است که در جدول شماره (۱) آورده شده است.

⁵ Single additive weighing method

⁶ Preventive maintenance

⁷ Engineering maintenance

ورودیها	هزینه کیفی	پروژه های تصویب شده* اهمیت	کلاسهای آموزشی	نفر ساعت فعالیت	هزینه مواد و قطعات صرف شده
نیمه اول سال اول	۱۵۷۰۱۷۶۴۰	۳۸۰	۱۲۰۰	۴۴۳۷.۲۱	۲۴۴۰۹۱۸
نیمه دوم سال اول	۱۲۸۵۲۰۲۰۲	۴۱۴	۴۱	۷۴۳۷.۴	۵۱۴۴۶۷۶۴
نیمه اول سال دوم	۲۹۱۹۸۵۰۹۹	۱۷۸	۳۰	۷۶۱۸	۹۰۰۰
نیمه دوم سال دوم	۲۳۱۳۷۱۴۶۷	۲۲۹	۱۰	۷۸۹۰	۸۵۵۳۸۹۶

جدول شماره (۱) - اطلاعات ورودی واحد ها

ب - شاخصهای خروجی:

شاخصهای خروجی برای هر حوزه به طور جداگانه تعریف گردیده و شامل موارد زیر می باشند:

- MTBF: عبارت است از معکوس متوسط فاصله زمانی بین دو خرابی متوالی

زمان در دسترس / تعداد خرابیها = فرکانس خرابی (L)

$$MTBF=1/L$$

- MTTR: شاخص MTTR متوسط زمان لازم برای تعمیر را نشان می دهد (واحد زمان ساعت می باشد) و برابر نسبت زمان خرابی به تعداد خرابیها می باشد.

- OEE: نگهداری و تعمیرات بهره ور فراگیر یک ابزار بهبود در رده عملیاتی است که هدف آن بهبود اثر بخشی تجهیزات و کاهش ضایعات می باشد. اثربخشی کلی تجهیزات از طریق فرمول زیر محاسبه می شود:

نسبت کیفیت × نسبت کارائی × قابلیت دسترسی = اثربخشی کلی تجهیزات

➤ قابلیت دسترسی

می توان نتیجه گرفت که همان نسبت بهره برداری از ماشین آلات است؛ در ضمن اتلافهای زیر نیز در این مقوله می گنجد:

- اتلاف ناشی از خرابیهای اضطراری
 - اتلاف ناشی از آماده سازی و تنظیم
- طریق محاسبه آن با استفاده از فرمول زیر است:

$$100 * \frac{\text{زمان اتلافهای ایجاد شده} - \text{کل زمان}}{\text{کل زمان}}$$

کل زمان

➤ نسبت کارایی

اتلافهای زیر را پوشش می دهد:

- اتلافهای ناشی از حرکت بدون تولید و توقفات جزئی و کوتاه مدت
 - اتلافهای ناشی از کاهش سرعت
- کارایی از طریق فرمول مقابل نیز محاسبه می شود:

$$100 * \frac{\text{تعداد تولید} * \text{زمان تولید یک قطعه}}{\text{زمان کل تولید}}$$

زمان کل تولید

➤ نسبت کیفیت

نسبت کیفیت یا میزان محصول سالم قسمت سوم فرمول اثربخشی کلی تجهیزات را تشکیل می‌دهد. این قسمت نیز اتلاف‌های زیر را پوشش می‌دهد:

- اتلاف ناشی از کیفیت محصول و دوباره‌کاری
 - اتلاف ناشی از آغاز تولید
- که از طریق فرمول روبرو محاسبه می‌شود:

۱۰۰ * (تعداد تولید فاقد کیفیت لازم - تعداد کل تولید)

تعداد کل تولید

اطلاعات خروجی واحدها طی چهار دوره محاسبه شده و به صورت جدول (۲) می‌باشد

خروجیها	قابلیت دسترسی	MTBF	MTTR	OEE	
نیمه اول سال					
اول	پرس	۸۵	۶/۴۵	۰/۸۶	۶۵
	دکویلر	۹۸	۹۵/۴۵	۰/۶۷	۸۵
	رنگ	۹۷	۲۱/۸۷	۴۴	۶۹
	پانچ	۹۶/۵	۴۸۸	۱	۴۶
نیمه دوم سال					
اول	پرس	۹۶/۶	۱۴.۲۸	۰/۳۹	۶۹
	دکویلر	۹۷/۵	۱/۸۸	۱/۸۵	۴۵
	رنگ	۹۴/۵	۱۰/۸	۰/۴۵	۷۶
	پانچ	۸۷	۱۴/۱۶	۰/۸۲	۴۶
نیمه اول سال دوم					
	پرس	۹۷/۵	۱۵/۴۴	۰/۲۵	۸۰
	دکویلر	۹۶	۷۵	۱/۴۴	۴۸
	رنگ	۹۳/۵	۵/۶۸	۰/۲۸	۴۸
	پانچ	۸۸/۵	۸/۱۳	۰/۷۱	۵۹
نیمه دوم سال دوم					
دوم	پرس	۹۷/۵	۱۵/۴۷	۰/۳۱	۷۱
	دکویلر	۹۹	۲۲۵	۰/۴۴	۶۴
	رنگ	۹۶/۵	۱۰/۴۴	۰/۳	۴۹
	پانچ	۹۶	۳۰	۰/۶۲	۴۴

جدول شماره (۲): اطلاعات خروجی واحد ها

پس از جمع آوری اطلاعات مربوطه در چهار دوره با استفاده از نرم افزار LINDO شاخص کارایی مؤلفه ای محاسبه شده است که نتایج بصورت کارایی کل و تفکیک هر مؤلفه در جدول (۳) آورده شده است

دوره ارزیابی	کارایی مؤلفه اول	کارایی مؤلفه دوم	کارایی مؤلفه سوم	کارایی مؤلفه چهارم	کارایی تجمعی
نیمه اول سال اول	۰/۶۱۹۸	۰/۶۴۱	۱	۰/۷۶۲۳	۰/۸۲
نیمه دوم سال اول	۱	۱	۱	۱	۱
نیمه اول سال دوم	۰/۷۹۹۴	۰/۹۸۴۹	۰/۸۹۵۲	۰/۷۷۳۶	۰/۷۹۹۴
نیمه دوم سال دوم	۰/۹۰۱۳	۱	۱	۱	۰/۹۹۹

جدول شماره (۳): کارایی کل دوره ها به تفکیک مؤلفه هر واحد

همان طوری که در قسمت (۳) آورده شد اگر یک واحد در هر چهار مؤلفه کارا باشد، در آنصورت در کل نیز کارا خواهد بود و برعکس اگر کارایی تجمعی یک واحد یک باشد مطمئناً کارایی مؤلفه های آن نیز یک خواهد بود با توجه به جدول (۳) مشاهده می شود واحد نت در نیمه دوم سال اول در هر چهار مؤلفه پرس، دکویلر، خط رنگ و پانچ کارا گردیده و از این رو در کل دوره نیز کارا است.

کارایی تجمعی واحد نت در نیمه دوم سال دوم مقداری نزدیک به یک دارد که این موضوع نشان می دهد این واحد دست کم در یکی از واحد ها اندکی ناکارایی بر خوردار می باشد و محاسبات کارایی های مؤلفه ها نشان می دهد این واحد در حوزه پرس با اندک ناکارایی (کمتر از ۰.۱) مواجه است. شناسایی و رفع موانع در حوزه پرس، مطمئناً بهبود شرایط را به همراه خواهد داشت.

در نیمه اول سال دوم میزان کارایی تجمعی زیر یک بوده و با توجه به جدول (۴) مشاهده می گردد که در تمامی حوزه ها واحد مذکور ناکارا می باشد، به طوری که میزان ناکارایی در مؤلفه پانچ بیشتر از حوزه های دیگر است. نیمه اول سال اول نیز وضعیتی مشابه نیمه اول سال دوم دارد. دو حوزه پرس و دکویلر به شدت از ناکارا می باشند.

با نگاهی کلی به مقادیر کارایی می توان استنباط نمود که شرکت در نیمه دوم سال عملکردی به مراتب بهتر از نیمه اول سال دارد در نیمه دوم سال اول کارا و در نیمه دوم سال دوم واحد نیز تقریباً کاراست ولی در نیمه های اول سال واحد نت از وضعیت مطلوبی برخوردار نمی باشد که لزوم بازنگری در عملکرد و احیاناً برنامه واحد در نیمه های اول سال ضروری به نظر می رسد.

۳- نتایج و بحث

در بسیاری از کاربردهای تحلیل پوششی داده ها، مدل‌های ارائه شده تنها برای به دست آوردن یک برآورد کلی از اندازه کارایی طراحی شده اند اما در اغلب کاربردهای علمی ممکن است واحدهای تصمیم گیرنده تحت ارزیابی به مؤلفه های متفاوت تقسیم شوند که این مؤلفه ها اغلب دارای یک یا چند ورودی و یا خروجی های مشترک هستند و تمامی مؤلفه ها با سهم های مختلف در مصرف و یا تولید شاخصهای ورودی و یا خروجی سهیم اند. در این مقاله مدل کارایی مؤلفه ای در حوزه نت یکی از شرکتهای زیر مجموعه گروه بهمن پیاده شده و نتایج به صورت کاربردی محاسبه و ارائه گردیده است. محاسبات نشان داده، واحد مذکور در نیمه دوم سال از عملکرد بهتری نسبت به نیمه های اول سال برخوردار می باشد.

۴- منابع

1. Charnes, A., Cooper WW, & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of the Operational Research*, 2,429-44.
2. Wade, Cook, Moez Hababou, Hanse J. H., Tuenter. (2000). Multi component Efficiency Measurement and Shared Inputs in Data Envelopment Analysis: An Application to Sales and Service Performance in Bank Branches. *Journal of Productivity Analysis*, 14, 209-224

3. Charnes, A. Clarke, C., Cooper, W.W., Golany, B. (1985). A development study of DEA in measuring the effect of maintenance units in the U.S. Air Force. *Annals of Operations Research*, 2, 95–112.
4. Wade D. Cook a, Rodney H. Green. (2004). Multi component efficiency measurement and core business identification in multi plant firms: A DEA model. *European Journal of Operational Research* 157. 540–551.
5. Cook, Wade D., Moez Hababou, & Hans J. H. Tuenter. (1999). Multi component efficiency measurement and shared inputs in data envelopment analysis: An application to sales and service performance in bank branches. Research program (york university (Toronto, ont.). schulich school of business; no.99-09. North York, Ont.: York University Schulich School of Business.
6. R. Fare, S. Grosskopf. (1996). Productivity and intermediate products: a frontier approach . *Computational Economics*. 50 (1). 65–70.
7. Hajshirmohammadi, Ali .(2004). *Total Productive Maintenance*. Esfahan .Arkan publication. Fourth edition, 234 (Translated in Persian).
8. Hosseini, M. (2002). *Total Productive Maintenance .industrial management organization*. Publication. Fifth edition, 305.
9. G.R. Jahanshahloo a, A.R. Amirteimoori b,S. Kordrostami. (2004). Multi-component performance, progress and regress measurement and shared inputs and outputs in DEA for panel data. *Mathematics and Computation*, 151, 1–16.

Archive of SID