View metadata, citation and similar papers
provided by CORE

ارائه ی مدل اندازه گیری بهره وری کل در شرکت سنگ آهن مرکزی ایران- بافق با استفاده از روش تصمیم گیری گروهی

سید کاظم اورعی
انگلستان، استاد دانشگاه استرلینگ
Sko1@stir.as.uk

مهدی امیرافشاری
ایران، استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب
Afshar@azad.ac.ir

ایمان شیرزاد*
ایران، کارشناس ارشد استخراج معدن
Iman_shirzad@yahoo.com

چکیده

تصمیم گیری گروهی به دو روش کلی رتبه ای و کاردینال (امتیاز دهی)انجام می شود. دراین مقاله از روش تصمیم گیری گروهی با استفاده از مقایسه زوجی، به دو روش محاسبه ی λ_{max} و برداروِیژه نظیر به آن از تجزیه ماتریسD_{mxm} و محاسبه ی بردار ویژه از ماتریسD_{mxm} به روش تقریبی، استفاده شده است.

از قضاوت خبرگان بخش معدن در بکارگیری از روش های مذکور استفاده شده است. هزینه های نیروی انسانی، انرژی، مواد مصرفی و سرمایه ای شرکت مورد مطالعه در این مقاله که به عنوان داده جهت اندازه گیری بهره وری کل عوامل درشرکت مذکور به کارگرفته شده اند، مورد ارزیابی و اولویت بندی قرار گرفته اند تا با به دست آمدن اوزان ورودی های مذکور اولویت در مدیریت هزینه ها به منظور افزایش بهره وری کل و نیز فرمول اندازه گیری بهره وری کل در شرکت سنگ آهن مرکزی ایران- بافق مشخص گردد.

کلمات کلیدی: بهره وری، مدل بهره وری کل، تصمیم گیری چند متغیره، مشورت گروهی، شرکت سنگ آهن مرکزی ایران- بافق

Presentation of measurement model for total productivity in Iran's central iron ore Deposit-Bafgh Co. using group decision making method

ABSTRACT

Group decision is usually made using ordinal and cardinal methods. Group decision making is used in this paper by applying binarycomparison, and two calculating methods were used including Calculation of λ_{max} and comparable particular victor from analysis matrix $D_{mxm}$and Calculation of particular victor from matrix $D_{mxm}$by approximate method.

The methods were selected based on the ideas of a number of sophisticated mine experts. In order to measure the efficacy in the company, the costs for human resources, energy, materials, and the capital were taken into account. Then, the costs were evaluated and prioritized. Having taken them into consideration, priorities in cost management were determined. The major purposes behind that were increasing total productivity and determining its formula in Iran's Central Iron Ore Company in Bafq.

مقدمه

در مباحث مدیریتی گفته می شود که اگر نتوانی چیزی را اندازه گیری کنی، نمی توانی آن را مدیریت کنی؛ بنابراین مدیران واحدهای صنعتی و معدنی که به ارتقای عمل کرد واحد تحت سرپرستی خود می اندیشند، باید بتوانند بهره وری را اندازه گیری کنند تا از نتایج آن در تصمیم گیری هایشانبهره گرفته و قادر باشند که در مسیر ارتقای بهره وری حرکت کنند یا به عبارتی آن را مدیریت کنند.

بهره وری مفهومی است جامع و کلی که افزایش آن به عنوان یک ضرورت، جهت ارتقای سطح زندگی انسانها و ساختن اجتماعی مرفه تر که هدفی ملی برای همه کشورهای جهان است، همواره مد نظر صاحب نظران سیاست و اقتصاد می باشد. بهره وری درجه ی استفاده ی مناسب از منابع به کار رفته در یک فرآیند برای تولید محصول یا ارائه ی خدمت را بیان می کند. بنابراین بهبود بهره وری استفاده بهینه از منابع به کار گرفته را به دنبال دارد. بهره وری امکان تولید ستاده ی مناسب با کیفیت بالاتر را فراهم می سازد و این نکته در میزان قدرت رقابت شرکت در بازارهای داخلی و خارجی مؤثر است.

تا کنون روش ها و مدل های بسیاری جهت اندازه گیری بهره وری کل ارائه گردیده است که بر حسب هدف و شرایط سیستم های مختلف، این روش ها نیز متفاوت هستند. اما بطور کل بهره وری حاصل تقسیم ستاده ها بر داده ها است. استفاده از نظریات چندین تصمیم گیرنده (DM'S)[1] به جای یک تصمیم گیرنده، مسلماً موجب پیچیدگی های زیادی در تجزیه و تحلیل یک تصمیم خواهد شد که نه تنها به دلیل دسترسی به توافق جمعی در الویت بندی گزینه ها (یا عوامل موثر بر یک معلول) خواهد بود، بلکه عللی دیگر مانند تعارضات ممکن در بین اعضای گروه تصمیم گیرندگان و برخوردار بودن احتمالی آن ها از اهداف و معیارهای مختلف، موجبات این پیچیدگی ها را میسر می سازد.

معرفی روش

تصمیم گیری گروهی با استفاده از مقایسات زوجی

فرض کنیم m گزینه (یا شاخص) برای اولویت بندی توسط یک گروه k نفره از خبرگان دردست است. اولویت بندی از طریق مقایسات زوجی (باینری) توسط هریک از خبرگان صورت می پذیرد.

اگر $k_{i,j}$نشان دهندهٔ تعداد رای دهندگانی که A_i را به A_j ارجح دانسته اند (در نتیجه،k_{ij} بیان گر تعدادی خواهد بود که A_j را بر A_i ارجح دانسته اند، به طوری که $k_{ij}+k_{ij}=k$)آن گاه ماتریس تصمیم گیری گروهی (D_{mxm}) به صورت ذیل مفروض خواهد بود که به ماتریس نسبت ارجحیات معروف می باشد.

$$D_{mxm} = \begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_{i=j} \\ \vdots \\ A_m \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} A_1 & A_2 & \dots & A_j & \dots & A_m \end{array} \\ \begin{bmatrix} 1 & \frac{k_{1,2}}{k_{2,1}} & & \frac{k_{1,j}}{k_{j,1}} & & \frac{k_{1,m}}{k_{m,1}} \\ \frac{k_{2,1}}{k_{1,2}} & 1 & & \dots & & \vdots \\ \frac{k_{i,1}}{k_{1,i}} & \dots & & 1 & \dots & \frac{k_{i,m}}{k_{m,i}} \\ \frac{k_{m,1}}{k_{1,m}} & \frac{k_{m,2}}{k_{2,m}} & & \dots & & 1 \end{bmatrix} \end{array}$$

هر عنصر $\frac{k_{i,j}}{k_{i,j}} = a_{ij}$ نشان دهنده ی نسبت رأی دهندگان موافق به ارجعیتA_i بر A_j تقسیم بر رأی دهندگان موافق به ارجحیتA_j بر A_iمی باشد. (به لفظ دیگر، این نسبت نشان دهنده ی شدت نسبی ارجحیت A_iبرA_j است). عناصر واقع در زیر قطر اصلی از ماتریس مربع D، همان طور که ملاحظه می شود، عکس عناصر واقع در بالای آن قطر بوده وکلیه عناصر نیز مثبت هستند. بنابراین، ماتریس مربعD دارای ویژگی عکس پذیری بوده وقابل تجزیه به عناصر ویژه و بردارهای ویژه است. از طرف دیگر، این ماتریس، بر خلاف ماتریس حاصل از AHP، نیازی به تست سازگاری ندارد،زیرا گرچه، به ازای هر عنصراز آن،$a_{i,j} = \frac{1}{a_{j,i}}$ استاما برای آن داریم:

$$\begin{cases} a_{i,1} \cdot a_{1,j} \neq a_{i,j} & ; j \neq 1 \\ \frac{k_{i,1}}{k_{1,i}} \cdot \frac{k_{1,j}}{k_{j,1}} \neq \frac{k_{i,j}}{k_{j,i}} \quad \text{یا} \quad a_{i,j} \neq \frac{a_{i,1}}{a_{j,1}} \end{cases}$$

پرون– فرو بنیوس[2][2] وجود یک عنصر ویژه حقیقی و بیش ترین (λ_{max}) را برای یک ماتریس مربع و با عناصر مثبت نشان می دهد، به طوری که بردار ویژه نظیر به آن بیان گر بردار اوزان (اولویت بندی ها) خواهد بود (این بردار منحصر به فرداست). عنصر ویژه λ_{max} و بردار ویژه نظیر به آن عنصر را می توان از تجزیه ماتریس مربع D به عناصر ویژه و بردار آن به دست آورد ویا از روش تقریبی، با استفاده از میانگین هندسی، برآوردی از آن را محاسبه نمود.

۱- محاسبه ی λ_{max} و بردار ویژه نظیر به آن از تجزیه ماتریسD_{mxm}

۱–Decision – Maker

۱–Perron-Frobenius

می دانیم که:

$$\begin{cases} D.W=\lambda.I. \quad ; W^t=\{w_1,\dots,w_m\} & (۲)\ \text{(بردار مجهول اوزان)} \\ (D-\lambda.I)W=0 & (۳) \end{cases}$$

برای محاسبه $W\neq 0$ از این دستگاه همگن می بایست دترمینال زیر برابر صفر شود.

$$\det|D-\lambda.I|=0 \qquad (۴)$$

λ_{max} را از حل (۴) به دست آورده و سپس بردار W (مشخص کننده اوزان) از رابطه (۵-۳) مشخص خواهد شد.

اساس تجزیه ماتریس تصمیم گیری D_{mxm} به عناصر ویژه و بردار ویژه بر مبنای ماتریسDodgson است. فرض این تجزیه برآن است که ارزش (a_{ij})حاصل از مقایسات زوجی نشان دهندۀ اوزان نسبی $\left(\frac{w_i}{w_j}\right)$ ازگزینه های i و j باشند.

ماتریسD، دراین صورت، به قرار ذیل خواهد بود:

$$D=\begin{array}{c} \\ A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{cccc} A_1 & A_2 & \dots & A_3 \end{array} \\ \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_m} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \frac{w_m}{w_1} & \frac{w_m}{w_2} & \dots & \frac{w_m}{w_m} \end{bmatrix} \end{array}$$

ماتریسD عکس پذیر، با عناصر مثبت و از رتبه یک است (زیرا هر ردیف آن برابر با ضریبی از ردیف یکم است). بنابراین فقط یک عنصر ویژه غیر صفر از رابطه (۴) به دست خواهد آمد و بقیه عناصر ویژه (λ_i) برابر صفر خواهند بود. از طرف دیگر می دانیم که دراین وضعیت می بایست:

$$\sum_{i=1}^{m}\lambda_i = tr(D) = D \text{ مجموع عناصر قطری از } = m \qquad (۶)$$

بنابراین، تنها عنصر غیر صفر نیز ماکزیمم و برابر با m است $(\lambda_{max}=m)$؛ راه حل w، به ازایλ_{max} در این صورت برابر با ضریبی از هر یک از ستون هایD خواهد بود. این راه حل، بدون توجه به این که کدام ستون از D برای آن راه حل به کاررود، منحصر بفرد است.

اما چون تأمین این فرض، از قضاوت گروه تصمیم گیرندگان و خبرگان، بسیار مشکل و حتی غیر ممکن است، مشکلات محاسبه ای ازAHPو تردید در اعتبار آن به وقوع پیوسته است[۱]. از جمله،نرمالیزه کردن هر ستون از مقایسات زوجی، به صورت مجزا (در روش تقریبی از برآورد بردار ویژه)، توسط شنکرمن[6][۱]نشان داده شده است که موجب تغییر مقیاس و Rank-Reversal می گردد. در نتیجه، برای شرایط قضاوت هایناددقیق، مناسب تر است که به ازای تجزیه ریاضی برای ماتریسD از ازλ_{max}آن استفاده نمود و به ازای به کارگیری روش تقریبی در برآورد بردار ویژه از میانگین هندسی برای هر ردیف از ماتریسD (چون a_{ij} از آن به صورت یک نسبت است) و سپس از نرمالیزه آن میانگین ها استفاده نمود.

۲- محاسبه ی بردار ویژه از ماتریسD_{mxm} به روش تقریبی

همان طور که در فوق استدلال گردید، برای برآوردی از بردار ویژه (به طوری که نشان دهنده تقریبی از اولویت بندی گزینه ها باشد)، ابتدا میانگین هندسی از هر ردیف موجود از ماتریسD را محاسبه نموده و سپس بردار حاصل از این میانگین ها نرمالیزه خواهد شد.

اگر عناصر ماتریسD برابر با $a_{ij}=\frac{w_i}{w_j}$ باشند،این روش عیناًموجب دسترسی به اوزان خواهد شد زیرا:

(میانگین هندسی)

$$\begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} \dots\dots \frac{w_1}{w_m} \\ \vdots & \vdots \\ \frac{w_m}{w_1} & \frac{w_m}{w_2} \dots\dots \frac{w_m}{w_m} \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} \frac{w_1}{(w_1.w_2\dots,w_m)^{1/m}} \\ \vdots \\ \frac{w_m}{(w_1.w_2\dots,w_m)^{1/m}} \end{matrix}$$

برای مجموع میانگین ها به منظور نرمالیزه کردن داریم :

$$\text{مجموع میانگین ها} = \frac{w_i+w_2+\dots+w_m}{(w_1.w_2\dots w_m)^{1/m}}; \frac{1}{(w_1.w_2\dots w_m)}; (\text{چون } \sum_{i=1}^{m} w_i = 1) \quad (۸)$$

از حاصل تقسیم هر میانگین هندسی بر مجموع آن ها خواهیم داشت:

$$\text{بردار اوزان} = w^t = (w_1, w_2, \dots, w_m) \qquad (۹)$$

به منظور برآورد یک تقریب مناسب تر از بردار اوزان می توان از به ایستایی رساندن فرآیند فوق (از روش تقریبی)، با به کار گیری توان های متوالی از D^q، استفاده نمود.

۱- S.Schenkerman

بدین صورت:

$$\left\{\prod_{j=1} a_{ij(q)}\right\} \quad = g_{i(q)}$$

$$q \longrightarrow \infty$$

$$w_i = \frac{g_{i(q)}}{\sum_{i=1}^{m} g_{i(q)}}$$

$$q \longrightarrow \infty$$

(۱۰)

$a_{ij(q)}$نشان دهنده ی عنصر a_{ij} از ماتریس D^q است.

این روش دارای ویژگی های زیر می باشد.

۱ – روش فوق (با استفاده از مقایسات زوجی توسط خبرگان) بر فرض اهمیت یکسان برای قضاوت خبرگان استوار بوده و قضاوت آنان را برخوردار از قضاوت یکسان می داند، بدان معنی که ویژگی خنثی بودن و رفتار یکسان با گزینه ها، در این روش، رعایت می شود. در نتیجه، بردار ویژه حاصل نیز از اصلخنثی گری برخوردار است.

۲ – مقایسات زوجی در روش فوق، مستقل از اسامی رأی دهندگان بوده و هر رأی دهنده حق دادن یک رأی را دارد؛ بدان معنی که ویژگی بی طرفی رعایت می گردد. این بی طرفی در بردار ویژه هم تأمین خواهد بود.

۳ – تصمیم هر فرد تصمیم گیرنده (خبره) برای اولویت بندی گزینه ها، در روش فوق، یک تصمیم مشخص و منحصر بفرد است. از این رو ویژگی یکنواختی از تابع بردار ویژه را تأمین می کند[3].

۴ - بردار ویژه از روش فوق برخوردار از ویژگی های همگنی و پاراتویی است. بدان معنی که ترجیحات اولیه ی رأی دهندگان به طور همگن در استخراج بردار ویژه سهم دارند[5]، و ارجح دانستن گزینه ی i بر j توسط هر یک از تصمیم گیرندگان موجب پاراتویی بودن اولویت بندی ها گردیده و در نتیجه گروه هم به ارجحیت i بر j توافق خواهد داشت[4].

۶– چون نسبت $a_{ij}=\frac{k_{i,j}}{k_{j,i}}$ با ازدیاد هر چه بیش تر k (تعداد خبرگان) به واقعیت $\frac{w_i}{w_j}$ نزدیک تر می شود، مناسب خواهد بود که تعداد تصمیم گیرندگان (خبرگان) به قدر کافی زیاد باشد.

کاربرد و بسط روش در این تحقیق

پس از معرفی روش ها به انجام محاسبات درتعیین اولویت هزینه های نیروی انسانی، انرژی، مواد مصرفی و سرمایه ای مؤثر در افزایش بهره وری کل درشرکت سنگ آهن مرکزی ایران –بافق پرداخته می شود. بدین منظور از قضاوت ۳۲ خبره استفاده شده است. به این صورت که از ایشان خواسته شده جهت افزایشبهره وری کل درشرکت فوق، اهمیت هزینه های نام برده شده را با توجه به نظر خود، اولویت بندی نمایند.

نتایج قضاوت ۳۲ خبره ی مذکور برای چهار کاندیدا (هزینه های نیروی انسانی، هزینه ی انرژی مصرفی، هزینه های مواد مصرفی و هزینه ی سرمایه ای) به صورت زیر ارائه می شوند.

در این جا هزینه های نیروی انسانی به صورت L،هزینه های انرژی به صورت E، هزینه های مواد مصرفی به صورت M و هزینه های سرمایه ای به صورت I، معرفی شده اند.

ارجحیت	تعداد رأی دهندگان
L > I > M > E	۵
I > M > E > L	۱
I > M > L > E	۱
E > M > L > I	۱
I > E > L > M	۱
L > M > E > I	۱
I > L > M > E	۵
L > I > E > M	۳
L > M > I > E	۲
I > L > E > M	۱۱
L > E > I > M	۱

بنابراین برای نسبت رأی دهندگان خواهیم داشت:

$$D_{4x4=}\begin{array}{c} \\ I \\ L \\ E \\ M \end{array}\begin{array}{c} \begin{array}{cccc} I & L & E & M \end{array} \\ \begin{bmatrix} 1 & \frac{19}{13} & \frac{29}{3} & \frac{28}{4} \\ \frac{13}{19} & 1 & \frac{29}{3} & \frac{29}{3} \\ \frac{3}{29} & \frac{3}{29} & 1 & \frac{16}{15} \\ \frac{4}{28} & \frac{3}{29} & \frac{15}{16} & 1 \end{bmatrix} \end{array}$$

به منظور محاسبه ی اوزان (کاردینال) برای گزینه ها خواهیم داشت:

الف- به ازای محاسبه ی λ_{max} و بردار نظیر به آن از تجزیه ماتریس D_{mxm}:

برای استفاده از تجزیه ی ماتریسD به عناصر ویژه استفاده از رابطه ی (۴) داریم:

$$det|D-\lambda| = \begin{vmatrix} 1-\lambda & \frac{19}{13} & \frac{29}{3} & \frac{24}{4} \\ \frac{13}{19} & 1-\lambda & \frac{29}{3} & \frac{29}{3} \\ \frac{3}{29} & \frac{3}{29} & 1-\lambda & \frac{16}{15} \\ \frac{4}{28} & \frac{3}{29} & \frac{15}{16} & 1-\lambda \end{vmatrix}$$

از حل (ترمینال فوق با استفاده از نرم افزار Matlab ،نتیجه می شود:

$\lambda_1 = \lambda_{ma}$
$\lambda_2 = -0.$
$\lambda_3 = -0.$
$\lambda_4 = -0.$

چون عناصر موجود از ماتریسD مشخصاً برابر $\frac{w_i}{w_j}$ نیست،ملاحظه می شود که λ_{max} از بعد ماتریس یعنی ۴،بیش تر شده وسایر عناصر ویژه (λ_3,λ_2) غیر صفرند.

در ادامه به منظور محاسبه بردار w،با استفاده از λ_{max} و رابطه (۳) خواهیم داشت:

$W^t = \{0.474 \quad 0.425 \quad 0.049 \quad 0.052\}$

$$\begin{bmatrix} -3.0498 & \frac{19}{13} & \frac{29}{3} & \frac{28}{4} \\ \frac{13}{19} & -3/0498 & \frac{29}{3} & \frac{29}{3} \\ \frac{3}{29} & \frac{3}{29} & -3/0498 & \frac{16}{15} \\ \frac{4}{28} & \frac{3}{29} & \frac{15}{16} & -3/0498 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ W_3 \\ W_4 \end{bmatrix} = 0$$

دراین مرحله نیز از نرم افزار Matlab برای به دست آوردن بردار W استفاده شده است.

با نرمالیزه کردن این بردار، برای اوزان موجود از گزینه ها داریم:

$W^t = \{0$

درنتیجه گزینه I یعنی هزینه های سرمایه ای در رتبه یکم اولویت با وزن ۰/۴۷۴، گزینه ی L یعنی هزینه ی نیروی انسانی در رتبه ی دوم اولویت با وزن ۰/۴۲۵، گزینه M یعنی هزینه ی مواد مصرفی در رتبه سوم اولویت با وزن ۰/۰۵۲ ودر نهایت گزینه ی E یعنی انرژی در رتبه ی چهارم اولویت با وزن ۰/۰۴۹ واقع شده اند.

ب –به ازای روش محاسبه ی بردار ویژه از ماتریسD_{mxm} به روش تقریبی:

میانگین هندسی، به ترتیب از هر ردیف ماتریسD عبارت است از :

$$g_1 = \left\{\prod_{j=1}^{4} \alpha_{ij}\right\}^{\frac{1}{4}} = 3.154$$

$$g_2 = \left\{\prod_{j=1}^{4} \alpha_{ij}\right\}^{\frac{1}{4}} = 2.827$$

$$g_3 = \left\{\prod_{j=1}^{4} \alpha_{ij}\right\}^{\frac{1}{4}} = 0.327$$

$$g_4 = \left\{\prod_{j=1}^{4} \alpha_{ij}\right\}^{\frac{1}{4}} = 0.343$$

با نرمالیزه کردن این میانگین ها، برای بردار اوزان خواهیم داشت:

با توجه به اوزان به دست آمده بوسیله ی روش فوق، می توان گفت تقریب اوزان در اینجا ودر نتیجه اولویت بندی گزینه ها، برابر اوزان و اولویت بندی موجوددر مورد (الف) است. یعنی همانند محاسبات انجام شده در قسمت الف:

I > L > M > E

معرفی فرمول بهره وری

با به دست آمدن اوزان هر یک از هزینه های نیروی انسانی، انرژی، مواد مصرفی و سرمایه در بخش قبلی، حال می توان از این ضرایب در مشخص نمودن شدت تأثیر هریک از آن ها در فرمول بهره وری کل شرکت سنگ آهن مرکزی ایران –بافق استفاده نمود.

$$TFP = \frac{Q}{\propto I+\beta L+\delta E+\gamma M} \quad (۱۱)$$

که درآن:

Q : مقدار یا ارزش کل تولیدات

I : هزینه های سرمایه ای

L : هزینه های نیروی انسانی

E : هزینه های انرژی

M : هزینه های مواد مصرفی

α: وزن هزینه های سرمایه ای

β : وزن هزینه های نیروی انسانی

δ : وزن هزینه های انرژی

γ : وزن هزینه های مواد مصرفی

و با توجه به فرمول بالا و اوزان به دست آمده ، فرمول بهره وری زیرجهت محاسبه ی بهره وری کل درشرکت سنگ آهن مرکزی ایران- بافق، ارائه می گردد:

$$TFP = \frac{Q}{0.474I + 0.425\,L + 0.049E + 0.052M} \quad (۱۲)$$

اکنون با استفاده از فرمول ارائه شده بهره وری کل شرکت سنگ آهن مرکزی ایران –بافق براساس مقدار کلی تولیدات و ارزش کل تولیدات به عنوان ستاده و هزینه های نیروی انسانی (ارزش جبران خدمات کارکنان)، انرژی مصرفی، مواد مصرفی و سرمایه ای، طی سال های ۸۹-۱۳۸۰ محاسبه می گردد. جداول زیر نشان دهنده ی این مقادیر می باشند.

سال	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴
بهره وری کل	۳۲/۴۶	۱۹/۷۳	۱۳/۵۳	۱۰/۸۲	۱۱/۲۲
سال	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹
بهره وری کل	۱۰/۰۱	۸/۷۵	۸/۰۵	۶/۹۲	۹/۱۲

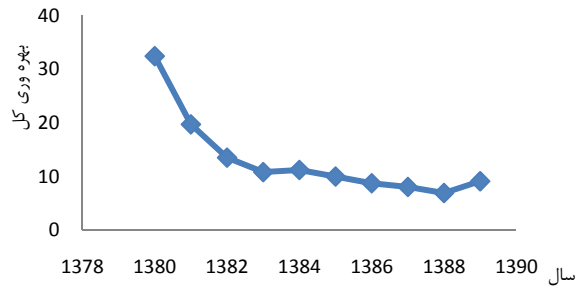
جدول ۱- بهره وری کل در شرکت سنگ آهن مرکزی ایران- بافق براساس مقدار کل تولیدات و با استفاده از فرمول (۱۲) طی سال های ۸۹-۱۳۸۰(تن به میلیون ریال)

و جدول زیر مقادیر بهره وری کل براساس ارزش کل تولیدات و مطالب فوق را نشان می دهد.

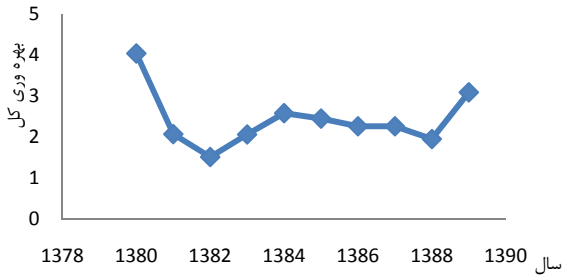
سال	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴
بهره وری کل	۴/۰۴	۲/۰۷	۱/۵۱	۲/۳۶	۲/۵۸
سال	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹
بهره وری کل	۲/۴۵	۲/۲۶	۲/۲۶	۱/۹۵	۳/۰۹

جدول ۲- بهره وری کل درشرکت سنگ آهن مرکزی ایران- بافق براساس ارزش کل تولیدات وبا استفاده از فرمول (۱۲) طی سال های ۸۹-۱۳۸۰ (ریال یه ریال)

در ادامه نمودارهای مقادیر بهره وری کل براساس مقدار کل تولیدات و ارزش کل تولیدات شرکت سنگ آهن مرکزی ایران –بافق، طی سال های ۸۹-۱۳۸۰، به منظور مشاهده ی بهتر روند بهره وری کل در شرکت مذکور، رسم شده اند.



نمودار ۱- مقایسه تغییرات بهره‌وری کل براساس مقدار کل تولیدات و اوزان ثابت و متغیر در شرکت سنگ آهن مرکزی ایران- بافق طی سال های ۸۹-۱۳۸۰ (تن به میلیون ریال)



نمودار ۲- مقایسه تغییرات بهره‌وری کل براساس ارزش کل تولیدات و اوزان ثابت و متغیر در شرکت سنگ آهن مرکزی ایران- بافق طی سال های۸۹-۱۳۸۰ (ریال به ریال)

نتیجه گیری

باتوجه به مدل ریاضی ارائه شده برای اندازه گیری بهره وری کل در شرکت سنگ آهن مرکزی ایران- بافق و اوزان به دست آمده برای هزینه های شرکت به عنوان داده های ورودی، ملاحظه گردید که به ترتیب اهمیت هزینه های سرمایه ای، نیروی انسانی، مواد مصرفی و انرژی در بهره وری کل مؤثرند و می بایست اولویت مدیریت به منظور افزایش بهره وری با ترتیب مذکور باشد.

از مدل ارائه شده با توجه به این که نظر خبرگان صنعت سنگ آهن در خصوص شرکت سنگ آهن مرکزی ایران- بافق در ان لحاظ شده است، می توان به عنوان یک فرمول کلی جهت محاسبه ی بهره وری کل در شرکت مذکور طی سال های بعد نیز استفاده نمود. هر چند مناسب تر آن است که در طول بازه های زمانی مشخص با توجه به روش ارائه شده، در فرمول به دست آمده بازنگری گردد.

هم چنین می توان این روش را برای دیگر معادن و نیز صنایع تعمیم داد و با توجه به یکسان بود روش اندازه گیری بهره وری، به منظور ارزیابی بهتر بهره وری، بهره وری کل در سیستم های صنعتی و معدنی مختلف را با یکدیگر مقایسه نمود.

منابع

[۱]اصغرپور، محمد جواد؛ تصمیم گیری چند معیاره؛ انتشارات دانشگاه تهران؛ ۱۳۷۷.

[2]Gantmacher, F, R.; The Theory of Matrices; Vol.2; Chelsea Publishing Company; New York; 1959.

[3] Lellnan,R,E; Introduction to Matrix Analysis; McGraw Hill; New York; 1960.

[4] Lin,M.J; Group Decision Making Under Multiple Critters Methods and Application; Ph.D dissertation; Kansas state University.

[5] Smith,J.H; Aggregation of Preference with Variable Electorate; Econometrical; Vol.41; 1973.

[6] S.Schenkerman, S; Avoiding-rank-Reversal in AHP; EuropenJurnal of Operation-Research; 14; 1994.