بکارگیری تحلیل مولفه اصلی در محاسبه بهره وری شرکتهای بیمه بر اساس شاخص بهره وری مالمکوئیست

سید احسان شجاعی – دانشجوی دکتری مهندسی صنایع دانشگاه آزاد اسلامی علوم و تحقیقات تهران – عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابهر- معاونت سیستم ها و بهره وری هلدینگ ارزش آفرینان فدک

s.ehsan_shojaie@yahoo.com

وحیدرضا باقری - دانشجوی دکتری مهندسی راه آهن دانشگاه علم و صنعت ایران – قائم مقام مدیر عامل هلدینگ ارزش آفرینان فدک

vbagheri@gmail.com

چکیده

بهره وری معیاری است جهت توصیف استفاده صحیح و بهینه از عوامل تولید یک سازمان که بیانگر درجه تحقق اهداف از پیش تعیین شده می باشد. شاخص بهره وری مالمکوئیست از جمله ابزارهایی است که با کمک مدلهای تحلیل پوششی داده ها به ارزیابی بهره وری یک سازمان با ارزشیابی وضعیت تغییر کارایی و دانش فنی و تکنولوژیکی می پردازد. در این پژوهش از تکنیک تحلیل پوششی داده ها برای سنجش کارایی ۱۳ شرکت بیمه ای فعال در ایران استفاده شده است. به منظور دقت در اجرای مدل تحلیل پوششی داده ها نیاز به کاهش ابعاد ورودیها و خروجی هاست چرا که از محدودیت های مدلهای تحلیل پوششی داده ها زیاد بودن تعداد شاخصها در برابر تعداد واحدهای تحت ارزیابی است که طبق یک رابطه تجربی تعداد واحدهای تصمیم گیرنده باید از سه برابر مجموع ورودیها و خروجی ها بیشتر باشد ، لذا کاهش ابعاد مسئله در مواقعی که تعداد ورودیها و خروجی ها زیاد است بدون آنکه اطلاعات زیادی از دست برود یکی از دغدغه های موجود در حل مساله است.

کلمات کلیدی :

بهره وری ، شاخص بهره وری مالمکوئیست ، تحلیل پوششی داده ها

۱- مقدمه

بی شک موفقیت هر سازمان به کیفیت مدیریت آن وابسته است و کیفیت مدیریت به کیفیت تصمیم و درک سازمانی وابسته می باشد و کیفیت تصمیم و درک سازمانی به کیفیت اطلاعات و کیفیت اطلاعات به کیفیت اندازه گیری و تناسب آن بستگی دارد . بنابراین اندازه گیری و دقت آن نقش کلیدی در موفقیت سازمان دارد . از این رو اندازه گیری عملکرد می تواند به عنوان یکی از مهمترین ابزارهای تضمین اجرای دقیق و به موقع استراتژیها در یک سازمان به حساب می آید. با توجه به اینکه تصمیم گیری مدیریت در یک سازمان در آتیه‌ی سازمان و میزان سود دهی و میزان عملکرد آن تاثیر بسزایی دارد و میزان عملکرد یک واحد

Archive of SID
www.SID.ir

تصمیم گیری از جمله پارامترهایی است که مدیریت سازمان را در جهت ارتقای سازمان یاری می بخشد لذا محاسبه ی عملکرد سازمانها بسیار مورد توجه مدیران است.

از طرفی در دنیای رقابتی امروز ، سازمانها و مؤسسات تلاش مضاعفی جهت بهبود مستمر عملکرد سازمانشان انجام می دهند تا در عرصه ملی و جهانی باقی بمانند. بنابراین مدیریت در سازمان برای نیل به اهداف خود به دنبال استقرار نظامها و سیستم هائی می باشد تا فضای مساعد برای افزایش بهره وری را تضمین کند. بدون بررسی و کسب آگاهی از میزان پیشرفت و دستیابی به اهداف و بدون شناسایی چالشها و مشکلات پیش روی سازمان و کسب بازخور و اطلاع از میزان اجرا برنامه های تدوین شده و شناسایی مواردی که به بهبود جدی نیاز دارند ، بهبود مستمر عملکرد میسر نخواهد شد و البته تمامی موارد مذکور بدون اندازه‌گیری و ارزیابی امکان‌پذیر نیست. یکی از شاخص هایی که بیش از سایر شاخص ها برای ارزیابی عملکرد بنگاه ها مورد استفاده قرار می گیرد، بهره وری است که از طریق نسبت مطلوبیت های حاصله بر عوامل تولید بیان میشود .بهره وری به مفهوم مقایسه کارایی یک بنگاه طی دو زمان متفاوت و یا مقایسه کارایی دو بنگاه نسبت به یکدیگر در یک زمان می باشد به عبارتی بهره وری مقایسه کارایی است.

یکی از معروف ترین شاخص های رشد کل عوامل تولید (TFP[1])مالمکوئیست است . مالمکوئیست، اقتصاددان سوئدی، در سال ۱۹۵۳، شاخصی به نام شاخص استاندارد زندگی مالمکوئیست معرفی کرد . این شاخص اولین بار در سال ۱۹۸۲ توسط کیوس و چریستن سن و دایورت[2] ، در تئوری تولید وارد شد و همچنین آنها تعمیمی از اندازه تغییرات تکنولوژی سولو[3] را در حالت چند ورودی و چند خروجی ارائه دادند . در سال۱۹۸۹ فار [4] و همکاران، به منظور محاسبه شاخص مالمکوئیست از تکنیکهای ناپارامتری تحلیل پوششی داده ها، استفاده کردند.

یکی از ضعفهای روشهای تحلیل پوششی داده ها در این است که تعداد واحدهای مورد ارزیابی به تعداد متغیرهای ورودی و خروجی مرتبط است[۳]لذا هر چه تعداد متغیرها بیشتر باشد تحلیل انجام شده از قدرت تمایز کمتری میان واحدهای کارا و ناکارا برخوردار خواهد بود[۴]بنابراین لازم است که در چنین حالتی تعداد متغیرها برای استفاده در مدل DEA کاهش داده شوند[۱].روش های متعددی برای کاهش ابعاد داده ها موجود می باشد که در بین آنها روش تحلیل مولفه های اصلی (PCA) ابزاری توانمند برای کاهش شاخصها می باشد و می توان آن را در حیطه مربوط به مدل های تحلیل پوششی داده ها وارد نموده و با استفاده از آن شاخصها را با کمترین حجم و حداکثر اطلاعات به کار گرفت .

شاخص بهره وری مالمکوئیست

اگر واحد تصمیم گیرنده P ، واحد تحت ارزیابی در زمان های t و t+۱ و مدل مورد نظر ، مدل CCR در ماهیت ورودی باشد ، برای محاسبه شاخص مالمکوئیست ، به حل چهار مساله برنامه ریزی به صورت زیر نیاز است :

---

[1] Total Production Factor
[2] Caves , Christensen , Diewert
[3] Solo
[4] Fare

Archive of SID
www.SID.ir

$$D^t(X_p^t, Y_p^t)=\text{Min } \theta$$

$$\text{St.} \sum_{\substack{j=1 \\ j\neq p}}^{n} \lambda_j x_{ij}^t + \lambda_p x_{ip}^t \leq \theta x_{ip}^t \quad , i = ۱, \ldots, m \qquad (۱)$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j\neq p}}^{n} \lambda_j y_{ij}^t + \lambda_p y_{rp}^t \geq y_{rp}^t \quad , r = ۱, \ldots, s$$

$$\lambda_j \geq ۰, \qquad j = ۱, \ldots, n$$

$$D^{t+۱}(X_p^{t+۱}, Y_p^{t+۱})=\text{Min } \theta$$

$$\text{St.} \sum_{\substack{j=1 \\ j\neq p}}^{n} \lambda_j x_{ij}^{t+۱} + \lambda_p x_{ip}^{t+۱} \leq \theta x_{ip}^{t+۱} \quad , i = ۱, \ldots, m$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j\neq p}}^{n} \lambda_j y_{ij}^{t+۱} + \lambda_p y_{rp}^{t+۱} \geq y_{rp}^{t+۱} \quad , r = ۱, \ldots, s \qquad (۲)$$

$$\lambda_j \geq ۰, \qquad j = ۱, \ldots, n$$

$$D^{t+۱}(X_p^t, Y_p^t)=\text{Min } \theta$$

$$\text{St.} \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij}^{t+۱} \leq \theta x_{ip}^t \quad , i = ۱, \ldots, m$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj}^{t+۱} \geq y_{rp}^t \quad , r = ۱, \ldots, s \qquad (۳)$$

$$\lambda_j \geq ۰, \qquad j = ۱, \ldots, n$$

$$D^t(X_p^{t+۱}, Y_p^{t+۱})=\text{Min } \theta$$

$$\text{St.} \sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij}^{t.} \leq \theta x_{ip}^{t+۱} \quad , i = ۱, \ldots, m$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j y_{rj}^{t.} \geq y_{rp}^{t+۱} \quad , r = ۱, \ldots, s \qquad (۴)$$

$$\lambda_j \geq ۰, \qquad j = ۱, \ldots, n$$

Archive of SID

www.SID.ir

پس از محاسبه مقادیر فوق ، شاخص مالمکوئیست برای هر DMU به صورت زیر محاسبه می شود که کسر اول بیانگر تغییرات کارایی و کسر دوم بیانگر تغییرات تکنولوژیکی می باشد

$$MI_p = \frac{D_p^{t+1}(X_p^{t+1}, Y_p^{t+1})}{D_p^{t}(X_p^{t}, Y_p^{t})} \cdot \sqrt{\frac{D_p^{t}(X_p^{t}, Y_p^{t}) . D_p^{t}(X_p^{t+1}, Y_p^{t+1})}{D_p^{t+1}(X_p^{t+1}, Y_p^{t+1}) . D_p^{t+1}(X_p^{t}, Y_p^{t})}} \qquad (۵)$$

۲- شاخصهای ورودی و خروجی تحقیق

بعد از مصاحبه و نشست با خبرگان امور بیمه و مطالعه ادبیات تحقیق، شاخصهای ارزیابی شامل ۷ متغیر ورودی(X) و ۵ متغیر خروجی(Y) در نظر گرفته شد که به شرح زیر می باشند :

X_1 تعداد کارکنان لیسانس و بالاتر به کل کارکنان شرکت ،

X_2 تعداد شعب شرکت به تعداد کل استانهای کشور

X_3 کل بدهی به کل داراییها

X_4 سهم خسارت پرداختی شرکت از کل بازار به سهم حق بیمه صادره شرکت از کل حق بیمه بازار

X_5 هزینه های عمومی و اداری به حق بیمه صادره

X_6 تعداد شکایات واصله به بیمه مرکزی به ازای هر یک میلیون مورد بیمه نامه صادره و پرونده خسارت شرکت،

X_7 هزینه کارمزد پرداختی به حق بیمه صادره

Y_1 سود خالص بعد از کسر مالیات به حقوق صاحبان سهام،

Y_2 سرانه حق بیمه تولیدی کارکنان (میلیون ریال)

Y_3 سهم حق بیمه شخص ثالث شرکت از حق بیمه شخص ثالث بازار

Y_4 سهم حق بیمه عمر شرکت از کل حق بیمه عمر بازار

Y_5 سهم حق بیمه درمان از کل حق بیمه درمان بازار

با توجه به ورودی ها و خروجی های ارائه شده در بالا، مشخص است که همگی شاخصها از نوع کمی می باشند که مقادیر این شاخصها از سایت رسمی بیمه مرکزی جمهوری اسلامی ایران قابل دریافت است .

ضمنا باتوجه به اینکه تعداد واحدهای تحت ارزیابی ۱۳ شرکت می باشد ، لذا تعداد شاخصها به نسبت تعداد DMU ها زیاد است و بنابراین در مرحله بعد سعی خواهیم نمود بعد شاخصهای ورودی و خروجی را کاهش دهیم.

۳- اجرای روش تحلیل مولفه اصلی (PCA) بر روی ورودیها

با توجه به کثرت تعداد شاخصهای ورودی به نسبت DMUها (۷ شاخص ورودی) روش PCA را روی داده های ورودی پیاده سازی می نماییم تا مولفه های اصلی یافت شود.

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به وجود داده ها در دو دوره زمانی سالهای ۱۳۹۲و ۱۳۹۳ برای بدست آوردن مولفه های اصلی میانگین مقادیر شاخصها در طول دو دوره را مبنای محاسبه مقادیر ویژه و مولفه های اصلی قرار می دهیم.

جدول(۱)مقادیر ویژه ودرصدواریانس های شناسایی شده متغیرهای ورودی

Component	Initial Eigenvalues		
	Total	% of Variance	Cumulative %
۱	۳,۱۳۵	۴۴,۷۷۹	۴۴,۷۷۹
۲	۱,۴۳۹	۲۰,۵۶۴	۶۵,۳۴۳
۳	۱,۱۷۸	۱۶,۸۲۴	۸۲,۱۶۷
۴	.۷۰۰	۹,۹۹۹	۹۲,۱۶۶
۵	.۴۵۳	۶,۴۷۷	۹۸,۶۴۳
۶	.۰۸۸	۱,۲۵۹	۹۹,۹۰۳
۷	.۰۰۷	.۰۹۷	۱۰۰,۰۰۰

Extraction Method: Principal Component Analysis.

با توجه به داده های جدول (۱) می توان دریافت که ۳ مولفه اصلی اول حدود ۸۰ درصد واریانس داده ها را شامل می شوند. جدول (۲) ضرایب متغیرهای ورودی در مولفه های اصلی را نمایش می دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول(۲)ضرایب متغیرهای ورودی در مولفه های اصلی

	Component		
	۱	۲	۳
$X_۱$	-.۱۹۴	.۳۹۰	-.۸۷۲
$X_۲$	.۹۶۱	-.۰۶۷	-.۰۳۷
$X_۳$	.۷۶۵	.۲۰۶	.۱۰۰
$X_۴$	.۹۱۸	-.۱۶۰	.۱۴۴
$X_۵$	-.۵۶۹	.۳۷۲	.۶۰۸
$X_۶$	-.۰۵۷	.۸۴۶	.۱۲۳
$X_۷$	-.۶۴۷	-.۶۰۰	-.۰۱۷

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. ۳ components extracted.

با بدست آوردن مقادیر مولفه های اصلی بر اساس ضرایب جدول (۲) و مقادیر شاخصهای ورودی ، شاخصهای ورودی جدید در هر دو دوره زمانی برای قرار دادن در مدلهای تحلیل پوششی داده ها محاسبه خواهد شد. به همین ترتیب میزان مولفه های اصلی برای شاخصهای خروجی نیز محاسبه شد .

جدول (۳) مقادیر ویژه ودرصدواریانس های شناسایی شده متغیرهای خروجی

Component	Initial Eigenvalues		
	Total	% of Variance	Cumulative %
۱	۳,۴۶۷	۶۹,۳۴۷	۶۹,۳۴۷
۲	.۹۱۸	۱۸,۳۶۸	۸۷,۷۱۴
۳	.۵۵۸	۱۱,۱۵۳	۹۸,۸۶۷
۴	.۰۲۹	.۵۸۳	۹۹,۴۵۰
۵	.۰۲۸	.۵۵۰	۱۰۰,۰۰۰

باتوجه به اطلاعات جدول (۳) مولفه اصلی اول به تنهایی حدود ۷۰ درصد واریانس کل داده های خروجی را تبیین می نماید لذا پنج شاخص خروجی یاد شده قابل کاهش به یک مولفه اصلی می باشندکه جدول (۴) ضرایب این مولفه اصلی را نمایش می دهد.

جدولهای (۴) ضرایب متغیرهای خروجی در مولفه های اصلی

Archive of SID
www.SID.ir

	Component
	۱
VAR۰۰۰۰۱	-.۹۷۰
VAR۰۰۰۰۲	.۷۲۶
VAR۰۰۰۰۳	.۹۷۱
VAR۰۰۰۰۴	-.۳۳۵
VAR۰۰۰۰۶	.۹۷۲

Extraction Method:

Principal Component Analysis.

با اعمال تحلیل مولفه اصلی بر متغیرهای ورودی و خروجی تعدا شاخصها از ۷ ورودی و ۵ خروجی به ۳ شاخص ورودی و ۱ شاخص خروجی تقلیل یافت .بدون آنکه اطلاعات قابل توجهی از ورودی ها و خروجی ها از بین برود.

در مرحله بعدی ، با جایگذاری مقادیر شاخصها در مدلهای تحلیل پوششی داده های (۱) تا (۴) به محاسبه شاخص بهروری مالمکوئیست برای واحدهای تصمیم گیرنده خواهیم پرداخت.

۴- محاسبه کارایی واحدها و شاخص بهره وری مالمکوئیست

پس از کاهش ابعاد متغیرهای ورودی و مشخص نمودن مقادیر متغیرهای ورودی و خروجی به محاسبه شاخص بهره وری مالمکوئیست واحدهای تحت ارزیابی می پردازیم . بدین منظور نیاز داریم که ۴ مساله برنامه ریزی (۱) تا (۴)ارائه شده در بالا را حل نماییم. جدول (۴) مقادیر تابع هدف این مسایل برنامه ریزی خطی را برای هر ۱۳ واحد تصمیم گیرنده نمایش می دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۴) تغییرات کارایی و تکنولوژیکی واحدها در سالهای تحت بررسی بر اساس مرز سالهای ۱۳۹۲و ۱۳۹۳

DMUp	تغییرات کارایی	تغییرات تکنولوژی
۱	۱,۰۰	**۱,۰۰۱۶**
۲	۰,۹۵	**۰,۶۵۴۷**
۳	۱,۰۲	**۰,۷۹۲۵**
۴	۱,۲۱	**۰,۶۲۳۳۶**
۵	۰,۸۷	**۱,۰۷۵۵**
۶	۱	**۰,۹۱۷۶**
۷	۰,۹۸	**۱,۱۰۴۰**
۸	۱,۱۲	**۱,۳۹۱۶**
۹	۰,۸۷	**۱,۲۱۶۴**
۱۰	۱,۲۴	**۰.۸۰۶۵**
۱۱	۰,۹۶	**۱,۱۷۴۲**
۱۲	۰,۹۰	**۰,۹۳۹۵**
۱۳	۱,۰۱	**۱,۲۴۲۶**

بر اساس نتایج بدست آمده از جدول بالا شاخص بهره وری مالمکوئیست براساس رابطه (۵) برای واحدهای تصمیم گیرنده محاسبه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۵) شاخص بهروری مالمکوئیست

DMUp	MPI_p	پیشرفت/پسرفت
۱	۱,۰۰۱۶	پیشرفت
۲	۰,۶۲۲۰	پسرفت
۳	۰,۸۰۸۴	پسرفت
۴	۰,۷۵۴۲	پسرفت
۵	۰,۹۳۵۷	پسرفت
۶	۰,۹۱۷۶	پسرفت
۷	۱,۰۸۲۰	پیشرفت
۸	۱,۵۵۸۶	پیشرفت
۹	۱,۰۵۸۳	پیشرفت
۱۰	۱,۰۰۰۰	بدون تغییر
۱۱	۱,۱۲۷۳	پیشرفت
۱۲	۰,۸۴۵۶	پسرفت
۱۳	۱,۲۵۵۱	پیشرفت

باتوجه به جدول بالا می توان دریافت که واحدهای ۱ ،۷،۸،۹، ۱۱و ۱۳در طول زمان پیشرفت داشته اند و همچنین می توان نتیجه گرفت که واحدهای تصمیم گیرنده ۲،۳،۴،۵،۶ و ۱۲ در طول دو دوره مذکور پسرفت داشته اند . از طرفی شاخص بهروری مالمکوئیست برای واحد ۱۰ برابر با یک است . لذا این واحد در طول دو دوره تغییر بهره وری نداشته است ولی این واحد با توجه به داده ها تغییرات کارایی مثبت و تغییرات تکنولوژیکی منفی داشته است که تغییرات مثبت کارایی، تغییرات منفی تکنولوژیکی را خنثی نموده است.

۵- جمع بندی و نتیجه گیری

در این پژوهش به منظور ارزیابی بهره وری ۱۳ شرکت بیمه ای در طول سالهای ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ از شاخص بهروری مالمکوئیست استفاده نمودیم. با توجه به نظر کارشناسان بیمه ای و مطالعه ادبیات گذشته ۷ شاخص ورودی و ۵ شاخص خروجی جهت ارزیابی بهره وری در نظر گرفته شد. با توجه به رابطه تجربی که در ادبیات تحلیل پوششی داده ها وجود دارد که بیانگر آنست که تعداد واحدهای تصمیم گیرنده می بایست حداقل برابر با سه برابر مجموع تعداد شاخصهای ورودی و خروجی باشد لذا تعداد شاخصهای ورودی و خروجی و تعداد واحدهای تحت ارزیابی در رابطه مذکور صدق نمی کند . بنابراین به کمک تکنیک تحلیل مولفه اصلی به کاهش بعد داده ها بدون آنکه اطلاعات قابل توجهی از دست برود پرداختیم و در نهایت تعداد شاخصهای ورودی و خروجی را مجموعا به ۵ شاخص کاهش دادیم. با وارد نمودن داده ها به مدلهای تحلیل پوششی داده ها و محاسبه شاخص بهره وری

Archive of SID

www.SID.ir

مالمکوئیست مشخص شد که ۶ واحد پسرفت و ۶ واحد پیشرفت در بهره وری داشته اند همچنین بهره وری یک واحد در طول زمان بدون تغییر مانده است.

منابع:

۱- مجتبی خزایی ، حمیدرضا ایزدبخش،رتبه بندی کامل واحدهای تصمیم گیری با ترکیب DEA چندهدفه و PCA ، نشریه مدیریت صنعتی، دوره ۱، شماره ۲، بهار و تابستان ۱۳۸۸ ، از صفحه ۵۵ تا ۷۰

۲-Cooper, W.W., Seiford L.M., Tone K. (۲۰۰۰) "Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications", references and DEAsolver software, Boston.Kluwer Academic publisher.

۳-Cinca, C. Serrano, & Molinero, C. M. (۲۰۰۴) "Selecting DEA specifications and ranking units via PCA", Journal of the Operational Research Society, Vol. ۵۵, No. ۵, pp. ۵۲۱–۵۲.

۴-Jenkins, Larry, & Anderson, Murray (۲۰۰۳) "A multivariate statistical approach to reducing the number of variables in data envelopment analysis", European Journal of Operation Research, Vol. ۱۴۷, pp. ۵۱–۶۱.

۵- Federica Gioia and Carlo N. Lauro ,(۲۰۰۶) 'Principal Component Analysis on Interval Data' ,"journal of computational statistics", vol .۲۱ n.۲,

۶- Burkill, J. C. (۱۹۲۴), 'Functions of Intervals', Proceedings of the London Mathematical Society, **۲۲**, ۳۷۵-۴۴۶.

۷-Young, R.C. (۱۹۳۱), 'The algebra of many-valued quanties', Math. Ann.vol ۱۰۴, ۲۶۰-۲۹۰.

۸ - Sunaga, T. (۱۹۵۸), 'Theory of an Interval Algebra and its Application to Numerical Analysis', Gaukutsu Bunken Fukeyu-kai, Tokyo.

۹- Moore, R.E. (۱۹۶۶), 'Interval Analysis', Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.

Archive of SID

www.SID.ir

۱۰- Alefeld, G. & Herzerberger, J. (۱۹۸۳), 'Introduction to Interval computation', Academic Press, New York.

۱۱- Kearfott, R. B. & Kreinovich, V. (Eds.) (۱۹۹۶), 'Applications Of Interval Computations', Kluwer Academic Publishers.

۱۲- Burkill, J. C. (۱۹۲۴), 'Functions of Intervals', Proceedings of the London Mathematical Society, **۲۲**, ۳۷۵-۴۴۶.

۱۳- Federica Gioia and Carlo N. Lauro ,(۲۰۰۶) 'Principal Component Analysis on Interval Data' ,"journal of computational statistics", vol .۲۱ n.۲,

۱۴- Cazes, P., Chouakria, A., Diday, E. & Schektman, Y. (۱۹۹۷), 'Extension de l'analyse en composantes principales à des données de type intervalle', Revue de Statistique Appliquée, XIV, **۳**, ۵–۲۴.

۱۵- Chouakria, A. (۱۹۹۸), 'Extension des méthodes d'analyse factorielle à des données de type intervalle', Paris IX Dauphine.

۱۶- Lauro, N.C. and Palumbo, F. (۲۰۰۰) Principal Components Analysis of Interval Data: a symbolic Data Analysis Approach In: *Computational Statistics*,Vol. ۱۵ n.۱،۷۳-۸۷.

۱۷ - Francesco Palumbo , Carlo N. Lauro-(۲۰۰۳) –' A PCA for interval-valued data based on midpoints and radii'-journal of psychometrics society- ۶۴۱-۶۴۸.

۱۸- Pierpaolo D'Urso, Paolo Giordani- " Aleast squares approach to principle component Analysis for interval data",john wiley and sons

۱۹- N.C. Lauro, R. Verde, A.Irpino-(۲۰۰۷)- 'Principal Component Analysis of Symbolic Data described by intervals'.

۲۰- Abdolllah Hadi-Vencheh , Ali Asghar Foroughi(۲۰۰۶) , "Ageneralized DEA model for inputs/out uts estimation" , Journal of Mathematical and Computer modeling vol۴۳ , ۴۴۷-۴۵۷.

۲۱- M.Navabakhsh , F.Hosseinzadeh Lotfi(۲۰۰۷) , "The outputs Estimation and Improvement of efficiency on Interval Data in DEA" , Int.J.contemp.math.sciences , vol.۲.no ۴ , ۱۹۵-۲۰۱.

Archive of SID

www.SID.ir

۲۲-D.K. Despotis, Y.G. Smirlis, Data envelopment analysis with imprecise data, European J. Oper. Res. ۱۴۰ (۲۰۰۲) ۲۴–۳۶.

Archive of SID

www.SID.ir