تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP): مطالعه‌ای تطبیقی

نوشته: دکتر عادل آذر - عضو هیأت علمی دانشگاه تربیت مدرس

چکیده:

در متون مدیریت، از دو دسته فن تصمیم‌گیری تحت عنوان، فنون «نرم» و «سخت» یاد شده است. یکی از محورهای جدید در تحقیقات علم مدیریت، بررسی «توان» هریک از فنون در مقایسه با همدیگر است. طرفداران فنون «سخت» تصمیم‌گیری معتقدند که، این دسته از فنون از «توان» بیشتری نسبت به فنون «نرم» برخوردارند ولی طرفداران فنون نرم این ادعا را رد می‌کنند.

در این مقاله، از بین فنون سخت تصمیم‌گیری، فن «تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)[1] و از بین فنون نرم تصمیم‌گیری، فن «فرآیند تحلیل سلسله مراتبی» (AHP)[2] انتخاب شده است و توان آنها در یک مطالعهٔ میدانی با همدیگر مقایسه شده است. فنون DEA و AHP هر یک از فنون جدید و مهم تصمیم‌گیری می‌باشند، که دارای کاربردهای فراوانی در علم مدیریت می‌باشند. در این تحقیق «توان» این دو فن در سنجش کارآئی سازمانی با همدیگر مقایسه شده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که اگر چه هر دو فن به نتیجهٔ مشابه می‌انجامد ولی توان AHP از DEA بیشتر است.

1- Data Envelopment Analysis

2- Analytic Hierachy Process

واژگان کلیدی:

- تحلیل پوششی داده ها
- فرآیند تحلیل سلسله مراتبی
- فنون نرم[۱]
- فنون سخت[۲]
- توان[۳]
- واحد تصمیم‌گیری[۴]

مقدمه

در متون تصمیم‌گیری دو دسته فن معرفی شده‌اند. فنون «سخت» و فنون «نرم». فنون حوزه برنامه‌ریزی ریاضی، نظیر برنامه‌ریزی خطی، برنامه‌ریزی عدد صحیح، برنامه‌ریزی آرمانی به فنون سخت معروفند. هر چه در فنون برنامه‌ریزی درجه اتکاء، به دستگاههای پیچیده ریاضی و داده‌های عینی[۵] بیشتر باشد، درجهٔ سخت بودن فن بیشتر خواهد شد. از طرفی، فنونی نظیر؛ ECTERE, TOPSIS, SAW و تخصیص خطی فنون «نرم» تصمیم‌گیری محسوب می‌شوند. در این دسته از فنون درجه اتکاء به داده‌های قطعی و عینی کمتر است. ورودی این دسته از فنون را عمدتاً قضاوتهای ذهنی[۶] تصمیم گیرندگان تشکیل می‌دهد. به علاوه مرحلهٔ پردازش در این نوع فنون کمتر به معادلات و دستگاههای ریاضی متکی است.

مقایسه «توان»[۷] فنون سخت با فنون نرم از محورهای اصلی تحقیقات در حوزه علم مدیریت[۸] است. از جمله می‌توان به تحقیقات بنکر[۹] (۲و۱)، ونیترفلد و ادوارد(۲)

1- Soft
2- Hard
3- Power
4- Decision Making unit (DMU)
5- Objective
6- Subjective Judgements
7- Power
8- Management Science
9- Banker

اشاره کرد. اگر چه در این زمینه پیشرفتهای چشمگیری حاصل شده است ولی همچنان تحقیقات بیشتری لازم است تا به توانائی یک فن نسبت به سایر فنون پی‌برد.

در این مقاله از میان فنون «سخت» تصمیم‌گیری یکی از جدیدترین فنون تحت عنوان «تحلیل پوششی داده‌ها» و از فنون «نرم» یکی از مهمترین و جدیدترین آنها، یعنی «فرآیند تحلیل سلسله مراتبی» انتخاب شده است و در قالب یک تحقیق میدانی میزان «توان» آنها درسنجش «کارآئی نسبی»[۱] واحدهای سازمانی مقایسه شده است.

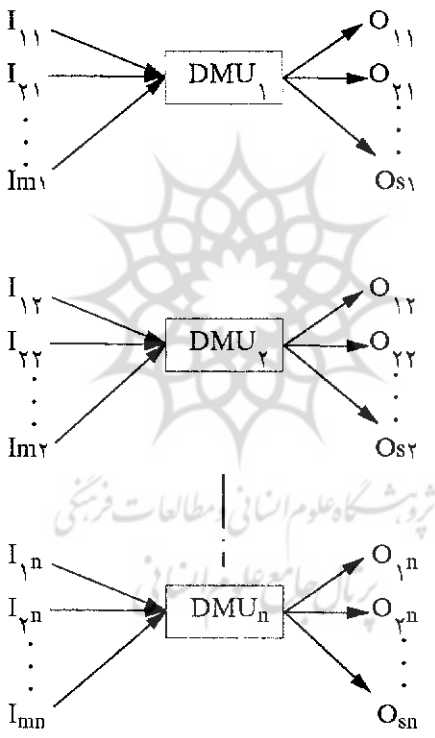
فن تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در سال ۱۹۷۸ توسط، چارنز، کوپر ورهودس مطرح شد(۴). این فن یکی از فنون ناپارامتری سنجش کارآئی واحدهای سازمانی مشابه است. واحدهای سازمانی که دارای نهاده‌ها[۲] و ستانده‌های[۳] مشابه باشند به عنوان «واحدهای تصمیم‌گیری»[۴] تعریف می‌شوند. از فن DEA می‌توان به مقایسه کارآئی[۵] این نوع واحدها پرداخت(۵).

کارآئی یک واحد سازمانی بیانگر نسبت ستانده به نهاده‌ها می‌باشد(۷). اگر یک واحد سازمانی بتواند با نهاده‌های ثابت، ستانده‌های بیشتری بدست آورد و یا اینکه با ثابت نگهداشتن ستانده‌های خود، نهاده‌ها را کاهش دهد، گفته می‌شود، از کارآئی بالاتر برخوردار است. اگر واحدهای سازمانی، فقط دارای یک نهاده ویک ستانده باشند، کارآیی می‌تواند نسبت نهاده‌ها به ستانده‌ها باشد. اما اگر واحدهای سازمانی دارای نهاده‌های متعدد و ستانده‌های گوناگون و متعارض باشند، یافتن وزن مشترکی همانند هزینه و یا قیمت برای همگن سازی نهاده‌ها و ستانده‌ها برای سنجش کارآئی پیچیده و شاید غیر ممکن باشد. تکنیک DEA برای حل این معضل پدید آمده است. در این روش به نحو مناسبی، نهاده‌ها و ستانده‌های گوناگون در واحدهای تصمیم‌گیری موزون خواهند شد(۱۰و۹).

1- Relatively Efficiency
2- Inputs
3- Outputs
4- Decision Making Units (DMU)
5- Efficiency

در فن DEA فرض می‌شود که برای سنجش کارآئی n واحد سازمانی مشابه (DMU) وجود دارد که تصمیم گیرنده درصدد ارزیابی آنها است. واحدهای سازمانی مشابه دارای m نهاده و s ستاده هستند(۳ و ۱۶). اگر نهاده واحد تصمیم‌گیری j ام را با Iij و ستانده آن را با O_{rj} نشان دهیم می‌توان برای n واحد تصمیم‌گیری، نمایش زیر را داشته باشیم:

شکل ۱) نمایش n واحد تصمیم‌گیری (DMUj) با m نهاده (Iij) و s ستانده (Orj)



در شکل ۱ اندیس j بیانگر شماره واحد تصمیم‌گیری است که از ۱ تا n می‌باشد. اندیس i بیانگر شماره نهاده واحد تصمیم‌گیری است که از ۱ تا m است و اندیس r بیانگر شماره ستانده خواهد بود که از ۱ تا s می‌باشد. برای استفاده از تکنیک DEA جهت ارزیابی کارآئی هر یک از واحدهای تصمیم‌گیری باید یک مدل برنامه‌ریزی خطی

ساخت. براساس این مدلها می‌توان کارآئی نسبی هر یک از DMUها را با سایر مقایسه نمود. بنابراین به تعداد واحدهای تصمیم‌گیری مدل LP ساخته می‌شود که از حل آنها میزان کارآئی نسبی (E_j) واحدهای تصمیم‌گیری مشخص می‌شود. براساس شکل شماره ۱، تعداد n مدل LP ساخته خواهد شد(۱۴).

منطق مدل سازی بر این اصل استوار است که ابتداء یک «واحد تصمیم‌گیری الگو»[1] تعریف می‌شود. این واحد تصمیم‌گیری الگو، از ترکیب بهینه نهاده‌ها و ستانده‌های n واحد تصمیم‌گیری حاصل خواهد شد، که لزوماً بر روی مرز کارآ[2] قرار دارد(۵ و ۴). این واحد یک واحد «تصمیم‌گیری ترکیبی فرضی»[3] می‌باشد که ملاک سنجش کارآئی نسبی DMUهای واقعی قرار خواهد گرفت(۶).

اگر مجموع وزنی ستانده‌های یک DMU نسبت به مجموع وزنی نهاده‌های آن مساوی ۱ باشد، می‌توان گفت این DMU بر روی مرز کارآ قرار گرفته است. پس این واحد کارآ ست. ولی چنانچه از ۱ کمتر باشد، می‌توان گفت پائین‌تر از مرز کارآ قرار گرفته است و طبیعتاً غیر کارآ خواهد بود. بیان ریاضی مفاهیم فوق در قالب مدل شماره ۱ خواهد بود(۲ و ۱).

(مدل شماره ۱)

$$\text{Max } E_j = \frac{\left(\sum_{r=1}^{s} W_r O_{rj}\right)}{\left(\sum_{i=1}^{m} V_i I_{ij}\right)} \qquad ;(j = ۱ \text{ یا } ۲ \text{ یا } ... \text{ یا } n)$$

s.t:

$$\frac{\left(\sum_{r=1}^{s} W_r O_{rj}\right)}{\left(\sum_{i=1}^{m} V_i I_{ij}\right)} \leq ۱ \qquad ;(j = ۱/۲/.../n)$$

$$W_r \geq ۰ \qquad ;(r = ۱/۲/.../s)$$

$$V_i \geq ۰ \qquad ;(i = ۱/۲/.../m)$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1- Benchmark Decision Making Unit
2- Efficiency frontier
3- Hypothetical Composite DMU

تابع هدف مدل شماره ۱ بیانگر نسبت مجموع وزنی ستانده‌های واحد تصمیم‌گیری jام به مجموع وزنی نهاده‌های آن است. محدودیت‌های اصلی مدل شماره ۱ نشان می‌دهد که نسبت مجموع وزنی ستانده‌های واحد jام به داده‌های آن نباید بیشتر از یک باشد. تعداد این دسته از محدودیتها n تا می‌باشد. محدودیتهای دیگر نیز بیانگر غیرمنفی بودن وزن ستاندهٔ rام ($W_r \geq 0$) و نهادهٔ iام ($V_i \geq 0$) می‌باشد. تعداد متغیرهای تصمیم مدل m×s خواهد بود. پس از حل مدل شماره ۱ بازاء W* و V*، میزان کارآیی نسبی هر یک از واحدهای تصمیم‌گیری نسبت به واحد تصمیم‌گیری الگو مشخص می‌شود. هر چه مقدار E_j به ۱ نزدیکتر باشد، می‌توان گفت واحد تصمیم‌گیری jام از کارآیی بیشتری برخوردار است. به عبارت دیگر؛ مرز کارآ برای واحد تصمیم‌گیری jام عبارتند از:

(معادله ۱)

$$E_j = \left(j : \frac{\left(\sum_{r=1}^{s} W_r^* O_{rj}\right)}{\left(\sum_{i=1}^{m} V_i^* I_{ij}\right)} = 1 \; ; j = 1 \text{ یا } 2 \text{ یا } 1 \text{ یا...یا } n\right)$$

اگر E_j بازاء واحد تصمیم‌گیری jام مساوی ۱ باشد، می‌توان گفت که آن واحد روی مرزکارآ واقع شده است و کارآئی آن در حد «واحد الگو» می‌باشد[۱](۱۵).

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در سال ۱۹۸۰ توسط توماس ال. ساعتی مطرح شد(۱۸ و ۱۷). این فن بر پایه سنجش قضاوتهای ذهنی تصمیم گیرنده در خصوص ارزیابی گزینه‌های مختلف با توجه به معیارهای گوناگون نهفته است. معیارهای ارزیابی می‌توانند ترکیبی از هزینه[۲] و منفعت[۳] باشند(۱۹و۱۱). اساس AHP بر پایه درخت سلسله مراتب و مقایسات زوجی از پایین به بالا شکل گرفته است. ماتریسهایی n×n از داده‌ها تشکیل می‌شود که بیانگر ترجیحات تصمیم گیرنده است. این ترجیحات ریشه در

۱- فن DEA دارای انواعی از مدلهای استاندارد تحت عنوان BCC، CCR، BCC-CCR و CCR-BCC است. خواننده می‌توانند برای آشنایی بیشتر با این مدلها به منابع (۵،۴ و ۱،۶ و ۲) مراجعه نمایند.

2- Cost

3- Benefit

قضاوتهای ذهنی و روانشناختی تصمیم گیرنده دارند(۱۳و۱۲).

بررسی کارآئی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری در AHP براساس یک درخت سلسله مراتبی امکانپذیر است. این درخت سلسله مراتبی از سه سطح هدف، معیارها و گزینه‌های رقیب تشکیل شده است. در درخت AHP، نهاده‌های واحدهای تصمیم‌گیری همان معیارها خواهند بود یا از نوع هزینه هستند که با C_i نشان داده می‌شوند و یا از نوع منفت می‌باشند که با B_r نشان داده می‌شوند. سطح ۳ درخت شامل n گزینه رقیب است که شامل واحدهای تصمیم‌گیری می‌باشند.

بر اساس قضاوت تصمیم گیرنده (تصمیم گیرندگان) m×s ماتریس مقایسات زوجی از n واحد تصمیم‌گیری شکل خواهد گرفت. تحلیل این ماتریسها براساس فن AHP منجر به ضریب اهمیت نسبی هر یک از واحدهای تصمیم‌گیری از نظر هر معیار می‌گردد. همچنین یک ماتریس m×m و یک ماتریس s×s از معیارها شکل می‌گیرد که تحلیل آنها منجر به ضریب اهمیت نسبی هزینه‌ها (C_i) و منافع (B_r) از نظر هدف خواهد شد. اگر O_{rj}، ضریب اهمیت نسبی DMU_j از نظر معیار rام، W_r بیانگر ضریب اهمیت معیار rام، I_{ij}، ضریب اهمیت نسبی واحد تصمیم‌گیری jام از نظر معیار iام و V_i؛ ضریب اهمیت نسبی معیار هزینه iام باشد. شاخص کارآئی واحد تصمیم‌گیری jام در AHP می‌تواند طبق معادله ۲ تعریف شود:

(معادله ۲)

$$H_j = (j: \frac{(\sum_{r=1}^{s} W_r O_{rj})}{(\sum_{i=1}^{m} V_i I_{ij})} \quad ;(j = 1/2/.../n)$$

H_j، معیار منفعت / هزینه واحدتصمیم‌گیری jام است که با معیار کارآئی نسبی در تکنیک DEA به سهولت قابل مقایسه است. طبق این شاخص، واحدی کاراً است که نسبت منفعت/ هزینه (H_j) آن بزرگتر یا مساوی ۱ باشد. به عبارت دیگر واحدهائی که H_j آنها بزرگتر یا مساوی ۱ باشد، بر روی مرز کاراً قرار دارند.

مطالعه موردی

هدف یک تحقیق بررسی عملکرد ۴ بیمارستان است که برای بررسی عملکرد آنها از ۳نهاده و ۴ ستانده استفاده شده است. نهاده‌ها و ستانده‌های بیمارستانهای مورد مطالعه عبارتند از:

نهاده‌ها:

۱- تعداد نیروی انسانی تمام وقت (بر حسب هزار ساعت) - (C_1)

۲- مقدار بودجه (میلیار ریال) - (C_2)

۳- تعداد تخت - روز موجود (بر حسب هزار) - (C_3)

ستانده‌ها:

۱- تعداد مریض - روز بستری شده (بر حسب هزار) - (B_1)

۲- تعداد مریض - روز سرپائی (بر حسب هزار) - (B_2)

۳- تعداد پرستار آموزش دیده - (B_3)

۴- تعداد پزشک آموزش دیده - (B_4)

اطلاعات مربوط به نهاده‌ها و ستانده‌های هر یک از بیمارستانها طی یکسال در جدول شماره ۱ آمده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۱) اطلاعات مربوط به نهاده‌ها وستانده‌های مورد مطالعه (دورهٔ زمانی یکسال)

شماره بیمارستان	عوامل هزینه (نهاده)			عوامل منفعت (ستاده)			
(j)	C_1	C_2	C_3	B_1	B_2	B_3	B_4
۱	۵۷۱/۰۰	۲۴۷/۶۰	۲۱۳/۴۴	۹۶/۲۸	۸۶/۲۰	۵۰۶	۸۲
۲	۳۲۴/۶۰	۲۵۷/۴۰	۱۲۸/۴۲	۶۹/۲۴	۵۴/۲۲	۲۹۶	۵۴
۳	۵۵۱/۴۰	۶۹۷/۰۰	۲۰۸/۲۰	۷۳/۴۴	۹۱/۹۶	۳۵۰	۴۶
۴	۴۲۰/۸۰	۳۰۸/۲۰	۲۰۸/۰۸	۶۶/۳۲	۱۱۲/۹۲	۳۲۰	۱۶۸

اینک براساس اطلاعات جدول شماره ۱ به ارزیابی هر یک از بیمارستانها براساس رویکرد DEA می‌پردازیم. طبق رویکرد DEA باید چهار مدل LP بنا نهاد. هر یک از مدلهای مورد نظر از مدل شماره ۱ استخراج خواهند شد، که با توجه به تعداد بیمارستانها (n=۴)، تعداد نهاده‌ها (m=۳) و تعداد ستانده‌ها (S=۴)، مدلهای برنامه‌ریزی خطی مورد تحقیق عبارتند از:

$$Max\ E_j = \frac{(\sum_{r=1}^{4} W_r O_{rj})}{(\sum_{i=1}^{3} V_i I_{ij})} \qquad (j = ۱ \text{ یا } ۲ \text{ یا } ۳ \text{ یا } ۴)؛ \qquad \text{(مدل شماره ۲)}$$

s.t:

$$\frac{(\sum_{r=1}^{4} W_r O_{rj})}{(\sum_{i=1}^{3} V_i I_{ij})} \le 1 \qquad (j = ۱/۲/۳)$$

$$W_r \ge ۰ \qquad (r = ۱/۲/۳/۴)$$

$$V_r \ge ۰ \qquad (i = ۱/۲/۳)$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

هر یک از مدلهای حاصل از مدل شماره ۲ دارای ۷ متغیر تصمیم و ۴ محدودیت کارکردی هستند. تابع هدف حاصل از مدل شماره ۲ بازاء هر بیمارستان تعریف می‌شود ولی محدودیتهای آنها کاملاً مشابه است. مدلهای مورد نظر با استفاده از نرم‌افزار LINDO حل شده است. از حل هر مدل LP میزان کارآئی نسبی هر بیمارستان در مقایسه با مرز کارآ مشخص می‌شود. نتیجه در جدول شماره ۲ آمده است.

جدول ۲) کارآئی نسبی بیمارستانها براساس مدل شماره ۲

بیمارستان (j)	میزان کارآئی نسبی (E_j)
۱	۰/۹۶۰
۲	۱/۰۰
۳	۰/۹۰۵
۴	۱/۰۰

طبق اطلاعات جدول ۲، مشخص می‌شود که بیمارستانهای ۲ و ۴ روی مرزکارآ قرار دارند و خود می‌توانند به عنوان الگو[1] قرار گیرند. پس از ایندو، بیمارستان شماره ۱ با کارآئی نسبی ۰/۹۶ قرار دارد بیمارستان ۳ در رتبه آخر قرار گرفته است.

رویکرد AHP برای ارزیابی کارآئی بیمارستانها

براساس رویکرد AHP اگر بخواهیم در خصوص کارآئی نسبی DMUها اظهار نظر کنیم، طبیعتاً باید یک درخت سلسله مراتب ۳ سطحی ترسیم کنیم که سطوح سه گانه آن عبارتند از:

سطح ۱) هدف؛ کارآئی نسبی بیمارستانها.

سطح ۲) معیارها، عبارتند از دسته اول، نهاده‌ها (C_1، C_2 و C_3) و دسته دوم ستانده‌ها (B_1، B_2، B_3، B_4)

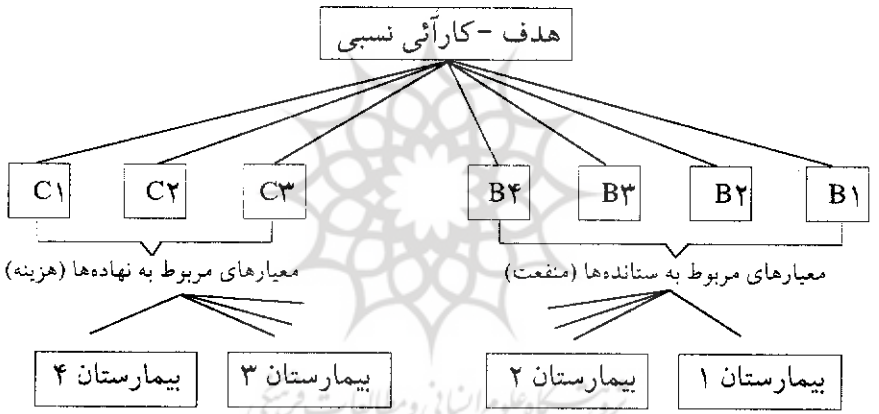
سطح ۳) گزینه‌ها که در اینجا عبارتند از بیمارستانها

اساس AHP بر یک رویکرد چهار مرحله‌ای است که به مقایسات زوجی عناصر هر سطح، نسبت به سطح بالاتر می‌پردازد. مقیاس بررسی طیف ۱ تا ۹ ساعتی خواهد بود، که بیانگر ترجیحات تصمیم گیرنده (تصمیم گیرندگان) می‌باشد(۱۸ و ۱۷).

1- Benchmark

درجه اهمیت هر یک از بیمارستانها در قالب هر یک از معیارها با مقایسه زوجی ترجیحات تصمیم گیرندگان مشخص می‌شود. برای مثال، بیمارستان iام با بیمارستان jام برای همه i>j با توجه به هر یک از معیارها مقایسه می‌شود. بدین ترتیب ماتریسهایی از مقایسات زوجی پدید می‌آید که ضریب اهمیت هر بیمارستان را نسبت به هر یک از معیارها (C_i و B_r) نشان می‌دهد. درخت AHP برای ارزیابی بیمارستانها به شرح شکل ۲ خواهد بود.

شکل ۲) درخت سلسه مراتب AHP برای محاسبه کارآئی نسبی بیمارستانها



طبق روش AHP باید چهار ماتریس ۴×۴ در مقایسات زوجی تشکیل داد که ضریب اهمیت هر یک از بیمارستانها را نسبت به ستاده‌ها مشخص می‌کند. همچنین ۳ ماتریس ۴×۴ شکل می‌گیرد که ضریب اهمیت بیمارستانها را از بعد «نهاده‌ها» معین می‌سازد. یک ماتریس ۴×۴ خواهیم داشت که ضریب اهمیت ستانده‌ها را از نظر هدف نشان می‌دهد و یک ماتریس ۳×۳ که بیانگر ضریب اهمیت «نهاده‌ها» نسبت به سطح هدف خواهد بود. خلاصه داده‌های جمع آوری شده در جدول ۳ آمده است.*

*- برای رعایت تلخیص از ذکر جداول مقایسات چندگانه AHP خودداری شده است و تنها به نتایج پردازش اکتفا شده است.

جدول ۳) ضریب اهمیت بیمارستانها از نظر نهادهها و ستانده‌ها

شماره بیمارستان	داده (C_j)			ستانده (B_i)			
	C_1	C_2	C_3	B_1	B_2	B_3	B_4
۱	۰/۳۲۷	۰/۲۵۷	۰/۲۹۶	۰/۳۰۱	۰/۱۷۶	۰/۲۱۲	۰/۱۲۹
۲	۰/۲۰۲	۰/۲۸۹	۰/۲۰۱	۰/۲۸۴	۰/۳۲۸	۰/۲۷۵	۰/۳۷۹
۳	۰/۳۸۲	۰/۲۳۹	۰/۲۳۵	۰/۲۹۶	۰/۰۹۹	۰/۲۲۸	۰/۱۰۴
۴	۰/۰۸۹	۰/۲۱۵	۰/۲۶۸	۰/۱۱۹	۰/۳۹۷	۰/۲۸۵	۰/۳۸۸

ضریب اهمیت نهادهها و ستانده‌ها نیز عبارتند از:

(۰/۳۸۱ و ۰/۲۰۷ و ۰/۴۱۲): نهادهها

(۰/۴۲۷ و ۰/۱۲۵ و ۰/۳۳۱ و ۰/۱۱۷): ستانده‌ها

ضرایب فوق نشان می‌دهد که؛ در ارزیابی بیمارستانها، از نظر نهادهها مهمترین معیار تعداد کارکنان تمام وقت و ازنظر ستانده‌ها، مهمترین معیار تعداد پزشک آموزش دیده می‌باشد. حال فرض کنید؛ O_{rj}، اولویت بیمارستان jام از نظر معیار ستانده rام (B_r)، W_r بیانگر اولویت معیار B_r در ماتریس ستانده‌ها، I_{ij}، اولویت بیمارستان jام از نظر نهاده iام (C_i) و V_i اولویت معیار نهاده iام در ماتریس نهاده‌ها باشد. اگر شاخص کارآئی بیمارستان jام را نسبت منافع به هزینه آن تعریف کنیم، خواهیم داشت:

$$H_j = \frac{(\sum_{r=1}^{4} W_r O_{rj})}{(\sum_{i=1}^{3} V_i I_{ij})} \qquad (j = 1و2و3و4)؛ \qquad \text{(معادله شماره ۳)}$$

بر اساس معیار، هزینه / منفعت، تنها بیمارستانهائی مورد توجه تصمیم گیرنده خواهند بود که شاخص $H_j \geq 1$ باشد. طبق این شاخص می‌توان با محاسبهٔ ستون مربوط به صورت کسر و مخرج آن، H_i را محاسبه کرد. نتایج در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴) محاسبه مجموع وزنی منافع (ستانده‌ها) و هزینه‌ها (نهاده‌ها)

بیمارستان (j)	منفعت (Wr)	هزینه (V_i)	نسبت منفعت به هزینه (E_j)
۱	۰/۱۷۵	۰/۳۰۱	۰/۵۸۱
۲	۰/۳۳۸	۰/۲۲۰	۱/۵۴
۳	۰/۱۴۰	۰/۲۹۶	۰/۴۷۳
۴	۰/۳۴۷	۰/۱۸۳	۱/۸۹۶

براساس فن AHP (جدول ۴) مشخص می‌شود که ترتیب کارآیی بیمارستانها از نظر تحلیل منفعت / هزینه به شرح زیر است:

بیمارستان ۳ <<<بیمارستان ۱ <<<بیمارستان ۲ <<<بیمارستان ۴

تشابه معادلات ۲ و ۴ بیانگر ساختار مشابه فنون AHP و DEA می‌باشد. درمعادلهٔ ۲، O_{rj} و I_{ij}، داده‌های کمی و عینی می‌باشند. W_r^* , V_i^* متغیرائی هستند که روابط ساختاری O_{rj} و I_{jj} را بیان می‌کنند. در معادلهٔ ۴، O_{rj} و I_{ij} ماتریسهای ترکیبی از اولویتهای تصمیم گیرنده می‌باشند که به صورت قضاوتی و ذهنی حاصل شده‌اند. W_r و V_i نیز به ترتیب بیانگر ضریب اهمیت (وزن) منافع و هزینه‌های مسأله مورد تصمیم‌گیری هستند که با مقایسات زوجی نسبت به هدف بدست آمده‌اند. در فن AHP ضرایب W_r و V_i مقادیر ثابتی هستند که بیانگر بردار ویژه وزنها می‌باشند(۲۰ و ۱۹).

مقادیر حاصل از معادله ۲ بیانگر کارآئی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری (بیمارستانها) می‌باشند. این مقادیر که براساس فن DEA حاصل می‌شوند، بین صفر و یک می‌باشند. اگر E_j برای یک DMU مساوی یک باشد؛ نشان خواهد داد که آن واحد در مقایسه با واحد الگو روی مرز کارآ قرار دارد. پس واحدها را می‌توان براساس مقادیر E_j از بزرگ به کوچک رتبه‌بندی کرد.

مقادیر حاصل از معادله ۴ بیانگر نسبت منافع یک DMU به هزینه‌های آن خواهد بود. از نظر تکنیک AHP، واحدی کارآ است که از H_j بزرگتری برخوردار شد. هر چه H_j بزرگتر باشد، واحد jام از کارآئی بیشتری برخوردار است. پس می‌توان به رتبه‌بندی واحدها از بزرگ به کوچک براساس H_j پرداخت.

در این تحقیق، رتبه بندی بیمارستانها، هم با فن DEA و هم با فن AHP کاملاً مشابه است. اما نکته قابل توجه آن است که در فن قرار DEA مشخص نمی‌شود، واحدهائی که روی مرزکارآ ، ($E_j = 1$) گرفته‌اند، نسبت به هم در چه وضعیتی قرار گرفته‌اند*. ولی در فن AHPبوضوح می‌توان به مقایسه واحدهای کارآ نیز پی‌برد. به عنوان مثال در فن DEA، مشخص می‌شود که بیمارستانهای ۲ و ۴ کارآ هستند. چون مقدار E برای هر دو آنها مساوی ۱ است. ولی مشخص نشده است که در مقایسه با همدیگر، کدامیک کارآتر می‌باشد. ولی د رتکنیک AHP علاوه بر اینکه مشخص شده است که این دو بیمارستان کارآ هستند (چون H بزرگتر از ۱ است)، همچنین مشخص شده است که بیمارستان ۴ بسیار کارآمدتر از بیمارستان ۲ می‌باشد. این خاصیت را می‌توان از نقاط قوت فن AHP بر فن DEA دانست. براساس نتایج فوق، می‌توان یافته‌های این تحقیق را به شرح زیر برشمرد:

۱- هر چند که اساس فن DEA، داده‌های تاریخی و عینی است و مبنای تحلیل در آن بر فنون «سخت» در علم مدیریت نهفته است ولی مبنای آن با فن AHP که از نوع فنون «نرم» می‌باشد، کاملاً مشابه است. این استدلال به خوبی در معادلات ۲ و ۴ دیده می‌شود.

۲- اگر چه، مبنای فن AHP، قضاوتهای ذهنی تصمیم گیرنده می‌باشد ولی به دلیل یکسان بودن مبنای آن با DEA، نتایج آنها نیز مشابه می‌باشد. طبیعتاً مبنای یکسان تکنیکها باید منجر به نتایج مشابه نیز بشود.

۳- فن AHP علاوه بر نتایج مشابه با فن DEA، اطلاعات بیشتری نیز در اختیار

*- اخیراً تحقیقاتی در راستای رفع این مشکل به عمل آمده است که موجب بهبود فن DEA شده است.

تصمیم گیرنده قرار می‌دهد. از جمله اینکه، می‌توان علاوه بر مقایسه واحدهای تصمیم‌گیری با همدیگر، واحدهای کارآ را نیز با همدیگر مقایسه می‌کند و ترتیب کارآیی آنها را مشخص می‌سازد. به عنوان نمونه، فن DEA، بیمارستانها ۲ و ۴ را دریک درجه کارآئی نسبی قرار می‌دهد. در حالیکه در تکنیک AHP مشخص شده است که این دو بیمارستان دارای کارآئی نسبی یکسان نیستند. بلکه بیمارستان شماره ۴ بسیار کارآتر از بیمارستان شماره ۲ می‌باشد.

۴- هر چند که این تحقیق کارآئی فن AHP را نسبت به فن DEA نشان می‌دهد ولی تحقیقات بیشتری لازم است که به یک حکم قطعی در این خصوص دست یافت.

نویسنده، علاوه بر توصیه به تحقیقات بیشتر در سایر محیطهای تصمیم‌گیری، معتقد است که مقایسه فنون DEA با AHP براساس منطق فازی (Fuzzy Logic) می‌تواند، نتایج جالب توجه و مفیدی در اختیار جامعهٔ علمی قرا دهد(۲۱).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع و مأخذ

1. Banker, R.D., Charnes, A. & Cooper, W. W., "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", Management Science, No. 30, 1984, PP. 1048 - 1092.
2. Banker, RD., Bardhan, IR. and Cooper, W.W., "A Note on Return to Scale In DEA", European Journal of Opperational Research, No. 88, 1996, PP. 583 - 585.
3. Ball, R. and Wilkinson, R. H., "Measuring the Performance of Higher Education Institutions", Proceedings of the Thirteenth International Forum of the European Association for Institutional Research 2000, PP. 219 - 234.
4. Charnes, A., Cooper, W.W., & Rhodes, E. "Measuring the Efficiency of Decision Making units", European Journal of operational Research No. 6, 1978, PP 429 - 444.
5. Charnes, A., Cooper, W.W., & Rhodes, E., "An Efficiency opening for managerial Accounting Not - for - Profit Entities", management Science,

No, 10, 1979, PP. 110 - 131.

6. Charnes, A., Cooper, W. W., Rhodes, E., "Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application Data Envelopment Analysis to Program Follow Through", Management Science, No. 6, 1981, PP. 668 - 697.

7. Colbert, A., Levary, R. R. & Shaner, M. C., "Determining the Relative Efficiency of MBA Programs Using DEA", European Journal of Operational Research, No. 125, 2000, PP. 656 - 669.

8. Camanho, A.S. & Dyson, R. G., "Efficiency, Size, Benchmarks and Targets for Bank Branches : An Application of Data Envelopment Analysis", Journal of the Operational Research Society, No. 50, 1999, PP. 903 - 915.

9. Chang, K.P. and Kao, P.H., "The Relative Efficiency of Public Versus Private Municipal Bus Firms: An Application of Data Envelopment Analysis", The Journal of productivity Analysis, No. 3, 1992, PP. 67 - 84.

10. Delbcq, L., Van H. & Gustafson D.H., "Group Techniques for Program Planning", Operational Research journal, 199, No 15. PP. 327-335

11. Emshoff J.N. and Saty, T.L, "Application of the Analytic Hierarchy Process to Long - Range Planning Processes", European Operational Research Journal, No 10, 1998., Pp. 1107-1121.

12. Gass S., "Decision Making, Models and Algorithms", John Wiley and Sons', New York, 1985.

13. Jensen R.E., "Comparison of Consensus Methods for Priority Ranking Problems", Decision Science, No. 17, 1986, PP. 572-584.

14. Kahneman, D., Slovic, P. & Tversky, A., "Judgment under uncertainty:

Heurestics and Biases", New York: Cambridge University Press, 1997.

15. Norman, M. and Stoker, B., "Data Envelopment Analysis: The Assessment of Performance", John Wiley and Sons.ltd., 1996.

16. Sinuany - Stern, Z., Mehrez, A., Barboy, A., "Academic Departments Efficiency Via DEA", Computers and Operations Research, No. 21, 1994, PP. 543-556.

17. Saaty, T.L., "Decision making for Leaders: The Analytic Hierarchy Process for Decision in a Complex World", Vol. H, RW. S,Pub., 1990.

18. Saaty, T.L., "Multi - Criteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process", Vol. 1,1998.

19. Saaty, T.L. and Vargas, L., "A Note on Estimating Technological Coefficient by AHP", Socio _ Economic Planning Journal, No. 6, 1997, PP. 333-336.

20. Winterfeldt, D. & Edwards, W., "Decision Analysis and Behavioral Research", Cambridge university press, 1996.

۲۱- آذر، عادل، «فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی»، فصلنامه مدیریت و توسعه، شماره ۴، بهار ۱۳۷۹، صص، ۳۸-۴۶.