آشنایی با تحلیل پوش داده‌ها

گل‌آرا ایزدی
(دانشجوی کارشناسی ارشد علوم اقتصادی، دانشگاه اصفهان)

مقدمه

«تحلیل پوش داده‌ها» یا (DEA)[1] از روش‌های برنامه‌ریزی است که به منظور ارزیابی عملکرد، کارایی[2] و الگوسازی[3]، برای بهبود عملکرد واحدهای تولیدی، به کار می‌رود. این روش دارای ساختار و مدل بسیار ساده و آسان است. از این روش برای بررسی و مقایسه کارایی و عملکرد طرح‌ها و واحدهای مختلف تولیدی، بیمارستان‌ها، مدارس، بانک‌ها، کارخانجات تولیدی و حتی بقالی‌ها می‌توان استفاده کرد.

از آنجا که این روش در ایران چندان شناخته شده نیست و تنها در بعضی طرح‌های تحقیقاتی و پایان نامه‌های کارشناسی ارشد به این موضوع پرداخته شده، در این مقاله سعی شده است. سعی شده خوانندگان را با این روش آشنا سازیم. در این جهت به اصلاحات و نوآوری‌هایی به منظور بالا بردن امکان به‌کارگیری این روش در سطوح مختلف، اشاره می‌شود و منابع جدید مطالعه در این زمینه معرفی می‌شود.

این مقاله از شش بخش تشکیل شده است. پس از مقدمه در بخش اول، به تعریف فروض و اهداف اصلی روش تحلیل پوش داده‌ها می‌پردازیم. بخش دوم به روش گرافیکی کاربردِ تحلیل پوش داده‌ها می‌پردازد. بخش‌های سوم و چهارم به ترتیب، به روش برنامه‌ریزی خطی و نحوه الگوسازی از نتایج آن ـ به کمک یک مثال عددی ـ اختصاص یافته است. در بخش پنجم، مروری اجمالی بر اصلاحات و پیشرفت‌هایی که تاکنون در این روش انجام گرفته خواهیم داشت. سرانجام در بخش ششم به جمع‌بندی مطالب ارائه شده در مقاله می‌پردازیم.

۱. تعریف تحلیل پوش داده‌ها فرضیه‌ها و هدف

تحلیلِ پوش داده‌ها، از روش‌های برنامه‌ریزی ناپارامتریک است که در سال‌های اخیر اهمیت زیادی پیدا کرده است؛ مدل «تحلیل بهره‌وری چند عامله»[4] است که برای اندازه‌گیری کارایی نسبی دسته «واحدهای تصمیم‌گیرنده»[5] همگن به کار می‌رود. از این روش برای ارزیابی عملکرد مدارس، بیمارستان‌ها، بانک‌ها، کارخانه‌ها و نیز «تخصیص منابع»[6]، می‌توان استفاده کرد.

تحلیلِ پوش داده‌ها، بدون نیاز به ایجاد یک رابطهٔ تابعی خاص میان عوامل تولید و میزان محصول تولید شده، به ارزیابی کارایی واحدها نسبت به یکدیگر می‌پردازد؛ این ویژگی، از آن ابزاری بسیار ساده و مفید ساخته است. در این روش، تعدادی واحدهای تصمیم‌گیرنده وجود دارند که هر کدام مقادیر معینی عوامل تولید و (به ازای آن‌ها) ستاده دارند. برای تعیین و مقایسه بهره‌وری واحدهای تصمیم‌گیرنده، روش‌های مختلف وجود دارد. بسیاری از این فنون، کارایی یک واحد را با میانگین بقیه واحدها مقایسه می‌کنند. در حالی که، تحلیل پوش داده‌ها کارایی واحد مورد بررسی را فقط با مقدار کارایی بهترین واحد، مقایسه می‌کند؛ علاوه بر این، عدم کارایی دیگر واحدها را نیز نشان می‌دهد.

فرض اساسی مدل تحلیل پوش داده‌ها این است، چنانچه واحد A بتواند بُردار محصولات (Y (A را با به‌کارگیری بُردار عوامل تولید (X (A تولید کند، بقیه واحدها هم باید توانایی انجام این کار را داشته باشند. آنگاه، واحد A و بقیه واحدها را می‌توان با هم ترکیب کرد و یک تولیدکننده ترکیبی (ترکیب عوامل تولید و محصولات آن‌ها) به دست‌آورد که وجود خارجی ندارد و آن را «تولیدکننده مجازی»[7] می‌نامند. هدف دستیابی به بهترین تولیدکنندهٔ مجازی ممکن، برای هر واحد واقعی است. چنانچه عملکرد واحد مجازی بهتر از عملکرد واحد واقعی باشد (یعنی بتواند با مقدار داده کمتر همان میزان محصول را بدهد یا با همان مقدار داده‌ها، محصول بیشتری تولید کند)، می‌توان گفت که واحد واقعی ناکارا است. در حالی که واحدِ کارا، مقدار کارایی آن برابر با یک و در غیر این صورت، کمتر از یک خواهد بود.

۲. روش گرافیکی در تحلیل پوش داده‌ها

در مسائلی که یک عامل تولید و دو محصول یا دو عامل تولید و یک محصول داریم، استفاده از روش گرافیکی آسان‌تر است. به فرض سه بانک داریم که هر کدام یک عامل تولید (تعداد صندوق‌داران) و دو محصول (تعدادی چک پاس شده و تعدادی درخواست وام) داشته باشند:

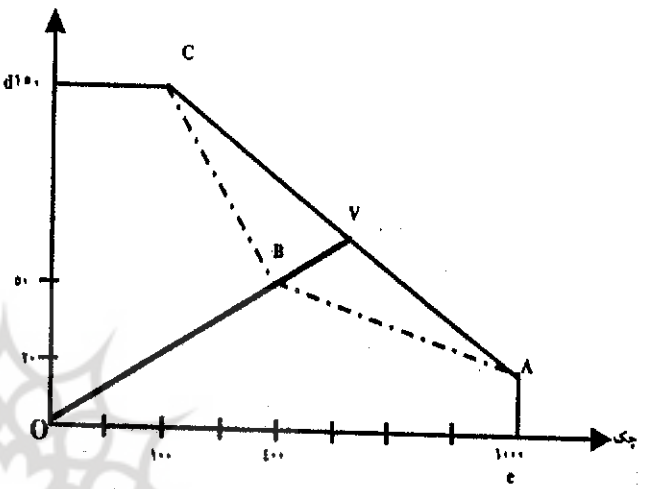
بانک A: ۱۰ صندوقدار، ۱۰۰۰ چک پاس شده، ۲۰ درخواست وام.
بانک B: ۱۰ صندوقدار، ۴۰۰ چک پاس شده، ۵۰ درخواست وام.
بانک C: ۱۰ صندوقدار، ۲۰۰ چک پاس شده، ۱۵۰ درخواست وام.

(با این فرض که می‌توانیم بانک‌ها را ادغام کنیم) پاره خطی که نقاط A و C را به هم متصل می‌کند، امکانات بالقوّه بانک‌های مجازی را که می‌توان با ترکیب این دو بانک به دست آورد، نشان می‌دهد. این تعریف را برای خطوطی که A را به B و B را به C متصل می‌کند، می‌توان ارائه

داد. از آنجا که خطوط AB و BC زیر خط AC قرار می‌گیرند، می‌توان گفت که ترکیب محدبی از C و A وجود دارد که می‌تواند با مجموعه معینی از داده‌ها، بیشترین محصول را تولید کند.

خط شکسته (eAcd) را مرز کارایی[8] می‌نامند و بیان کنندهٔ بیشترین ترکیبات تولیدی ممکن برای یک مجموعه معین از داده‌ها است. با توجه به اینکه بانک B زیر این مرز قرار می‌گیرد، غیرکارا است.

کارایی بانک B را می‌توان با کارایی بانک مجازی که به عنوان الگو، از ترکیب بانک‌های C و A به دست می‌آید (آن را V می‌نامیم) مقایسه



کرد. سهم هر بانک در الگوی V، به روش زیر به دست می‌آید:

$$\text{سهم بانک A} = \frac{CV}{AC} \qquad \text{و} \qquad \text{سهم بانک C} = \frac{AV}{AC}$$

$$\%46\,C + \%54\,A = V$$

کارایی بانک B را می‌توان با به دست آوردن نسبتی از عوامل موردنیاز بانک V برای تولید همان میزان محصول که بانک B تولید می‌کند، محاسبه کرد. به عبارتی، نسبت طول پاره‌خطی که از مبداء مختصات به نقطه V وصل می‌شود به طول پاره‌خطی که از مبداء مختصات ـ با گذشتن از نقطه B ـ به نقطه V وصل می‌شود:

$$E_B = \frac{OB}{OV} = 0/63 \quad \text{(کارایی بانک B)}$$

همانطور که گفته شد، به دلیل قرار گرفتن بانک‌های C و A روی مرز کارایی، این بانک‌ها کارا و مقدار کارایی آنها برابر با یک است.

$$E_C = \frac{OC}{OC} = 1 \qquad \text{و} \qquad E_A = \frac{OA}{OA} = 1$$

به این معنا، هر بانک مجازی که برای تحلیل بانک‌های A,C ساخته شود روی آنها خواهد افتاد.

۳. برنامه‌ریزی خطی در تحلیل پوشش داده‌ها

چنانچه گفته شد، روش گرافیکی برای موارد دو متغیره کاربرد دارد. در حالی که اگر تعداد متغیرها بیشتر شوند (تعداد محصولات یا تعداد عوامل تولید بیشتر از دو باشند) کار با نمودار مشکل خواهد بود. بنابراین، برای رفع مشکل از روش برنامه‌ریزی خطی استفاده می‌شود. چنانچه اشاره شد، در تحلیل پوش داده‌ها مقدار کارایی نسبی واحدهای غیرکارا کمتر از یک است. یعنی، می‌توان ترکیبی خطی از دیگر واحدها یافت که همان بُردار محصولات را با بُردار کوچکتری از عوامل تولید، تولید می‌کند. مقدار کارایی، با توجه به عوامل تولید و محصولات، به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$E = \frac{\text{مجموعه وزن داده شده عوامل تولید}}{\text{مجموعه وزن داده شده محصولات}} \qquad (1)$$

چنانچه n واحد تصمیم‌گیرنده داشته باشیم، که هر کدام تعداد m عامل تولید و تعداد s محصول داشته باشند، کارایی نسبی واحد pام از طریق معادله زیر به دست می‌آید[9]:

$$Max \frac{\sum_{k=1}^{s} v_k y_{kp}}{\sum_{j=1}^{m} u_j x_{jp}}$$

$$s.t. \frac{\sum_{k=1}^{s} v_k y_{ki}}{\sum_{j=1}^{m} u_j x_{ji}} \le 1, \qquad i = 1,2,\ldots,n$$

$$v_k, x_j \ge 0 \quad , \forall k,j$$

$$k = 1,2,\ldots,s \quad , j = 1,2,\ldots,m$$

که در این رابطه، Y_{ki} مقدار محصول تولید شده kام توسط واحد تصمیم‌گیرنده‌ی iام است و X_{ji} مقدار عامل تولید jام که توسط واحد تصمیم‌گیرنده‌ی iام مصرف شده است. V_k وزن و اهمیت داده شده به محصول kام و uj وزن داده شده به عامل تولید jام است. رابطه بالا را می‌توان به صورت زیر به فرم خطی تبدیل کرد:

$$Max \sum_{k=1}^{s} v_k y_{kp}$$

$$s.t. \sum_{j=1}^{m} u_j x_{jp} = 1 \qquad (3)$$

$$\sum_{k=1}^{s} v_k y_{ki} - \sum_{j=1}^{m} u_j x_{ji} \le 0$$

$$v_k, x_j \ge 0 \quad , \forall k,j$$

$$i = 1,2,\ldots,n \quad , j = 1,2,\ldots,m \quad , \quad k = 1,2,\ldots,s$$

مسئله بالا n بار حل می‌شود تا مقدار کارایی همه واحدها به دست آید. هر واحد سعی دارد وزن‌هایی برای عوامل تولید و محصولات خود انتخاب کند که مقدار کارایی‌اش را بیشتر کند.

۴. الگوسازی از روش تحلیل پوش داده‌ها

چنانچه واحد مورد بررسی غیرکارا باشد، با استفاده از تحلیل پوش داده‌ها می‌توان مجموعه‌ای از واحدهای کارای مرتبط با آن را تعریف کرد تا به عنوان راهنما برای بهبود عملکرد واحد یاد شده به کار روند. این الگو را از روش حل «مسأله دوگان»[۱۰] مسئله ۳ می‌توان به دست آورد.

$$Min \quad \theta$$

$$s.t \quad \sum_{i=1}^{n} \lambda_i x_{ji} - \theta\, x_{jp} \le 0 \quad , \forall_j$$

$$\lambda_i \ge 0 , \forall_i$$

$$i = 1,2,...n$$

در این رابطه، θ شاخص کارایی و λ ها «متغیرهای دوگان»[۱۱] هستند. طبق معادله ۴، یک واحد تصمیم‌گیرنده، وقتی کارا نیست که ترکیبی (خطی) از بقیه واحدهای موجود را برای آن تعریف کرد، که با داده‌های کمتر (حداقل) همان مقدار تولید را داشته باشد. از این واحد ترکیبی به عنوان الگویی برای بهبود عملکرد واحد مورد مطالعه می‌توان استفاده کرد. تحلیل پوش‌داده‌ها به محاسبه اصلاحات لازم در میزان عوامل تولید و محصولات می‌پردازد.

اکنون با مثالی فرضی نحوه عملکرد این روش را می‌بینیم. فرض کنید عملکرد سه بیمارستان را با یکدیگر مقایسه کنیم. داده‌های مربوط به هر کدام عبارت‌اند از: سرمایه (تعداد تخت‌های بیمارستانی)، نیروی کار (هزار ساعت کار در ماه) و محصولاتشان یعنی تعداد روزهایی که بیماران سه گروه سنی کمتر از ۱۴ سال، بین ۱۴ تا ۶۵ سال و بیش از ۶۵ سال در بیمارستان بستری هستند. (PD)[۱۲].

	عوامل تولید		محصول		
بیمارستان‌ها	تخت بیمارستانی	نیروی کار	PD<۱۴	۱۴≤PD<۶۵	PD≥ ۶۵
۱	۵	۱۴	۹	۴	۱۶
۲	۸	۱۵	۵	۷	۱۰
۳	۷	۱۲	۴	۹	۱۳

به ازای v_1، v_2، v_3، u_1، u_2، کارایی بیمارستان‌ها عبارت‌اند از:

$$E_1 = \frac{9v_1+4v_2+16v_3}{5u_1+14u_2}$$

$$E_2 = \frac{5v_1+7v_2+10v_3}{8u_1+15u_2}$$

$$E_3 = \frac{4v_1+9v_2+13v_3}{7u_1+12u_2}$$

اگر مسئله را برای بیمارستان (۱) تنظیم کنیم، به شکل زیر خواهد بود:

$$\text{Max} \quad \frac{9v_1+4v_2+16v_3}{5u_1+14u_2}$$

$$\text{s.t} \ \frac{9v_1+4v_2+16v_3}{5u_1+14u_2} \le 1 \ ,$$

$$\frac{5v_1+7v_2+10v_3}{8u_1+15u_2} \le 1 \ ,$$

$$\frac{4v_1+9v_2+13v_3}{7u_1+12u_2} \le 1 \ ,$$

$$u_i \ge 0 \ , i = 1,2 \ , \ v_r \ge 0 \ , r = 1,2,3$$

و برنامه‌ریزی خطی آن را به شکل زیر می‌آوریم:

$$\text{Max} \quad z=9v_1 + 4v_2 + 16v_3$$

$$\text{s.t } 9v_1 + 4v_2 + 16v_3 - 5u_1 - 14u_2 \le 0$$

$$5v_1 + 7v_2 + 10v_3 - 8u_1 - 15u_2 \le 0$$

$$4v_1 + 9v_2 + 13v_3 - 7u_1 - 12u_2 \le 0$$

$$u_i \ge 0 \ , i=1,2 \ , v_r \ge 0 \ , r=1,2,3$$

و روش حل مسئله دوگان آن به شکل زیر است:

$$\text{Min} \quad z=z_0$$

$$\text{s.t } 9\lambda_1 + 5\lambda_2 + 4v_3 \ge 5$$

$$4\lambda_1 + 7\lambda_2 + 9\lambda_3 \ge 7$$

$$16\lambda_1 + 10\lambda_2 + 13\lambda_3 \ge 10$$

$$8z_0 + 5\lambda_1 - 8\lambda_2 - 7\lambda_3 \ge 0$$

$$15z_0 - 14\lambda_1 - 15\lambda_2 - 12\lambda_3 \geq 0$$
$$\lambda i \geq 0 \ , \ i=1,2,3$$

با حل این مسئله وزن اهمیت بیمارستان‌ها به دست می‌آید و می‌توانیم وزن‌های بهینه بیمارستان اول را نیز به دست آوریم.

عامل تولید	u_i	محصول	v_r
سرمایه	۰/۰۰	PD<14	۰/۸۵۷
کار	۰/۰۷۱۴	14≤PD<65	۰/۰۵۷
		PD≥65	۰/۰۰

با استفاده از این وزن‌ها کارایی بیمارستان اول به شکل زیر است:

$$E_1 = \frac{1/00}{1/00} = 1$$

با استفاده از این روش مقدار کارایی دو بیمارستان دیگر هم به دست می‌آید.

$$E_2 = \frac{0/8286}{1/0714} = 0/773333 \cdot \quad \text{و} \quad E_3 = \frac{0/8571}{0/8571} = 1$$

در نتیجه، بیمارستان‌های اول و سوم کارا هستند و بیمارستان دوم ناکارا است. از حل مسئله دوگان، وزن اهمیت بیمارستان‌های اول و سوم را در بیمارستان ترکیبی آن‌ها برای ساختن الگویی برای بیمارستان دوم به دست می‌آوریم.

بیمارستان	λ_i	λ_i^*
۱	۰/۲۶۴	۰/۲۸۳
۳	۰/۶۶۲	۰/۷۱۷

که $\lambda_i^* = \frac{\lambda_i}{\lambda_1+\lambda_3}$ و $i=1,3$ است. لازم است ترکیبی از دو بیمارستان اول و سوم ایجاد کنیم که حداقل به اندازه بیمارستان دوم تولید داشته باشد و عوامل تولید آن بیش از zo برابر عوامل تولید بیمارستان دوم نباشد. یعنی:

$$\sum_{j=1}^{n} y_{rj}\lambda_j \geq y_{rk} \ , \ r=1,2,\ldots s$$

و

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij}\lambda_j \leq x_{ik} \cdot Z_o \quad , \quad i=1,2,\ldots,m$$

در این مثال داریم $n=1,2,3$ ، $k=2$ ، $m=2$ و $s=3$

بنابراین، برای بیمارستان دوم خواهیم داشت:

$$E_2 \cdot X_2 \geq \lambda_1 X_1 + \lambda_3 X_3$$

$$\begin{bmatrix} 6.186 \\ 11.6 \end{bmatrix} \geq 0.262 \begin{bmatrix} 5 \\ 14 \end{bmatrix} + 0.662 \begin{bmatrix} 7 \\ 12 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5.94 \\ 11.6 \end{bmatrix}$$

$$Y_2 \leq \lambda_1 Y_1 + \lambda_3 Y_3$$

$$\begin{bmatrix} 5 \\ 7 \\ 10 \end{bmatrix} \leq 0.262 \begin{bmatrix} 9 \\ 4 \\ 16 \end{bmatrix} + 0.662 \begin{bmatrix} 4 \\ 9 \\ 13 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5 \\ 7 \\ 12.785 \end{bmatrix}$$

و برای الگو بیمارستان دوم خواهیم داشت:

$$X_2 \geq \lambda^*_1 X_1 + \lambda^*_3 X_3$$

$$\begin{bmatrix} 8 \\ 15 \end{bmatrix} \geq 0.283 \begin{bmatrix} 5 \\ 14 \end{bmatrix} + 0.717 \begin{bmatrix} 7 \\ 12 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 6.43 \\ 12.57 \end{bmatrix} \quad \left(\approx X_2^*\right)$$

$$Y_2 \leq \lambda^*_1 Y_1 + \lambda^*_3 Y_3$$

$$\begin{bmatrix} 5 \\ 17 \\ 10 \end{bmatrix} \leq 0.283 \begin{bmatrix} 9 \\ 4 \\ 16 \end{bmatrix} + 0.717 \begin{bmatrix} 4 \\ 9 \\ 13 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 5.417 \\ 7.583 \\ 13.85 \end{bmatrix} \quad \left(\approx Y_2^*\right)$$

یعنی، چنانچه بیمارستان دوم بخواهد کارا باشد باید با استفاده از عوامل تولید، به میزان X^*_2 مقدار بُردار محصولات Y^*_2 را تولید کند. بنابراین، میزان اصلاحاتی که باید در عوامل تولید و محصولات بیمارستان دوم انجام گیرد تا کارا شود این شکل است: از سرمایه به میزان ۱/۵۷ واحد و از نیروی کار به میزان ۲/۴۳ واحد کاسته و ۰/۴۱۷ به محصول اول، ۰/۵۸۳ واحد به محصول دوم و ۳/۸۵ واحد به محصول سوم، بیفزاید.

روش کلی کار این گونه است و مسائل با متغیرهای بیشتر را نیز با این روش می‌توان حل کرد.

عوامل تولید	میزان کاهش در عوامل	محصولات	میزان افزایش در محصول
سرمایه	۱/۵۷	PD<14	۰/۴۱۷
کار	۲/۴۳	14≤PD<65	۰/۵۸۳
		PD≥65	۳/۸۵

۵. اصلاحات و پیشرفت‌هایی در تحلیل پوش داده‌ها

مدل سنتی تحلیل پوش داده‌ها ضعف‌هایی داشت. به عنوان مثال، در معادله (۳) هیچگونه قیدی بر وزن‌ها اعمال نمی‌شود و واحدها برای رسیدن به کارایی بالاتر می‌توانند هرگونه وزن غیرمعقولی را بپذیرند. اعمال قید بر وزن‌ها این مزیت را دارد که مدیریت طرح، نظر خود را با درجه اهمیتی که در به‌کارگیری عوامل قائل است، اعمال کند. به عنوان مثال، اگر محصول یک دارای اهمیتی دو برابر محصول دو باشد، این قید را هم به مدل تحلیل پوش داده‌ها اضافه می‌کنیم: v12v2. برای اعمای قید بر وزن‌ها اخیراً تکنیک‌هایی از سوی محققان ارائه شده است[۱۳].

در مدل‌های سنتی، امکان رتبه‌بندی واحدهای کارا وجود ندارد. امکان دارد عملکرد کلی واحدی که ناکارا است از برخی واحدهای کارا بهتر

باشد. علت این پدیده، فرض انعطاف‌پذیر بودن وزن‌ها (uj,vr) است. یعنی واحد تولیدی مورد مطالعه می‌تواند کارایی بالایی با استفاده از یکسری وزن‌های نامعقول، ایجاد کند به گونه‌ای که به تعداد خاصی از عوامل تولید وزن زیاد بدهد و بقیه داده‌ها و محصولات را نادیده بگیرد. برای رفع این مشکل از «روش کارایی متقابل»[14] در تحلیل پوش داده‌ها استفاده می‌شود. با این روش می‌توان کارایی واحدها را تعیین و آنها را رتبه‌بندی کرد. علاوه بر این، عملکرد واحد مورد بررسی با توجه به وزن‌های بهینه دیگر واحدها نیز سنجیده می‌شود و نتایج را در ماتریس کارایی متقابل (CEM)[15] جمع‌آوری می‌کنند. در این ماتریس، مقدار موجود بر سطر ام و ستون ژام نشانگر میزان کارایی واحد ژام نسبت به زمانی است که واحد ام مقادیر وزن‌های بهینه‌اش را گرفته باشد. واحدی که مقادیر بالاتر در ستون خود دارد کاراتر است. برای ارزیابی و تشخیص کارایی واحدها از میانگین مقادیر ستون‌ها نیز می‌توان استفاده کرد.

وزن‌هایی که با حل کردن مسأله به دست می‌آیند خاص نیستند. بنابراین، کارایی چنین ماتریسی که ابزاری برای رده‌بندی واحدها است مورد پرسش واقع می‌شود. به این دلیل، فنونی (تکنیک‌هایی) برای پیدا کردن مقادیر ثابت وزن‌ها تدوین شده است.[16] البته روش‌های دیگر به جز روش کارایی متقابل تدوین شده است که با مسئله کارایی به شکل یک بازی[17] رفتار می‌کنند و وزن‌ها را از روش تدوین یک بازی دونفره تک مرحله‌ای به دست می‌آورند.[18]

با توجه به تغییر میزان کارایی یک شرکت با گذشت زمان می‌توان از تحلیل پوش داده‌ها برای بررسی عملکرد یک بنگاه در دوره‌های مختلف زمانی استفاده کرد. برای این کار از فن (تکنیک) تحلیل پنجره[19] استفاده می‌شود. در این تحلیل، با بنگاه در هر دوره زمانی، به صورت یک بنگاه جدید برخورد می‌شود. به عبارتی، وقتی وارد یک دوره زمانی جدید می‌شویم دوره‌های قبل کنار گذاشته می‌شوند.

اکنون نوع جدیدی از این فن ارائه شده که تحلیل پنجره ویرایش شده[20] نام دارد. در این روش فقط دوره‌هایی که عملکرد بنگاه ضعیف بوده است، کنار گذاشته می‌شوند. به این ترتیب این امکان فراهم می‌شود که دوره‌های جدید فقط با بهترین دوره‌ها مقایسه شوند و این مقایسه برای الگوسازی، بهبود روند و عملکرد بنگاه مفید است.

مدل‌های سنتی تحلیل پوش داده‌ها بر پایه فرض ثابت بودن بازدهی نسبت به مقیاس بنا شده است. چنانچه این فرض برقرار نباشد لازم است واحدها را براساس مقیاس‌شان مورد بررسی قرار داد. برای رفع این مشکل مدل‌ها و فنونی ارائه شده است که شرکت‌ها و واحدها با شرایط بازدهی متغیر مقیاس تولید از آنها استفاده می‌کنند.[21]

آنچه در این بخش از مقاله به آن اشاره شد همه اصلاحات و پیشرفت‌هایی که در مدل تحلیل پوش داده‌ها انجام شده، نیست. بلکه می‌توان به برخی اصلاحات دیگر مانند: تحلیل پوش‌داده‌های تصادفی[22]، تحلیل حساسیت در تحلیل پوش‌داده‌ها[23]، تعیین هدف در تحلیل پوش داده‌ها[24] و روش‌های دیگر اعمال قیود بر وزن‌ها اشاره کرد. این اصلاحات سبب کاربرد بیشتر این روش در صنایع و خدمات شده است اکنون، توانایی در برگیری مدل‌هایی با بازدهی متغیر، توانایی در الگوسازی و استحکام و ثبات[25] مدل‌های کارایی متقابل افزایش یافته است.

۶. جمع بندی

تحلیل پوش داده‌ها در صنایع و خدمات گوناگون کاربرد دارد. به عنوان مثال، در امور بهداشت (بیمارستان‌ها و پزشکان)، آموزش (مدارس و دانشگاهها) بانک‌ها، کارخانجات، رستوران‌ها و حتی فروشگاه‌ها. و از آن برای بررسی کارایی طرح‌ها، مقایسه عملکرد آنها با یکدیگر، الگوسازی و ارزیابی مدیریت می‌توان استفاده کرد. این روش دارای ضعف و توانایی‌های گوناگون است. بعضی توانایی‌های این روش عبارت‌اند از:

- کاربرد آن در مدل‌هایی با داده‌ها و ستانده‌های مرکب (متفاوت از نظر نوع).
- عدم نیاز به فرم تابعی خاصی که مقادیر عوامل تولید را به میزان محصولات مرتبط کند.
- مقایسه واحدهای مورد بررسی فقط با واحدهای مشابه خودشان یا ترکیبی از آنها.
- داده‌ها و محصولات می‌توانند مقیاس‌های متفاوتی داشته باشند. به عنوان مثال، عامل X1 تعداد افرادی باشد که نجات یافته‌اند و عامل X2 شیئی باشد که براساس دلار سنجیده می‌شود و لازم نیست از پیش ارتباط بین این دو عامل را تعریف کرده باشیم.

از نارسایی‌های این روش (که به مرور اصلاح می‌شوند) به موارد زیر اشاره می‌شود:

- از آنجا که در تحلیل پوش داده‌ها از فنون تعیین حد کرانه[26] استفاده می‌شود، اختلالاتی همچون خطا در اندازه‌گیری داده‌ها می‌تواند اشکالات زیادی در نتایج ایجاد کند.
- تحلیل پوش داده‌ها روش مناسب برای به دست آوردن کارایی نسبی است و به ندرت کارایی مطلق را نشان می‌دهد. به بیان دیگر، به شما می‌گوید که نسبت به رقیبان خود نه نسبت به یک نقطه بهینه تئوریک[27]، چگونه عمل می‌کنید.
- با توجه به اینکه تحلیل پوش داده‌ها یک فن ناپارامتری است به کاربردن آزمون فروض آماری بر نتایج آن مشکل است.
- از آنجا که در تحلیل پوش داده‌ها برای هر واحد یک برنامه جدا تعریف می‌شود تعداد معادلاتی که باید حل شوند زیاد است و احتمال دارد در محاسبات با مشکلاتی روبرو شویم.

به طور کلی، با توجه به اهمیت سرمایه و سرمایه‌گذاری در رشد و شکوفایی اقتصاد کشورهایی مثل کشور ما، تصمیم‌گیری درست در این زمینه اهمیت به سزایی دارد. به همین دلیل، شکّی نیست که استفاده از روش‌های تعیین بهره‌وری - از جمله تحلیل پوش داده‌ها - بسیار مفید خواهد بود. امّا، با توجه به نکاتی که در بالا اشاره شد لازم است در بکارگیری آن‌ها دقت کنیم.

پی نوشت‌ها:

1. Data Envelopment Analysis
2. efficiency
3. benchmarking
4. multi - factor productivity analysis
5. decision making unit, (DMU)
6. resource allocation
7. virtual producer
8. efficiency frontier

۹. برای اطلاع بیشتر به مقاله charnes و دیگران (۱۹۷۸) مراجعه کنید.

10. dual problem.

11. dual variables

۱۲. توجه کنید، اگر نتایج خوبی از تحلیل پوش داده‌ها بخواهیم به دست آوریم، باید تعداد واحدها بیشتر از کل مجموع تعداد عوامل تولید و محصولات باشند.

۱۳. برای اطلاع بیشتر به Thannsoulis, Dyson (۱۹۸۸)؛ Thompson و دیگران (۱۹۸۶، ۱۹۹۰، ۱۹۹۵)، Charnes و دیگران (۱۹۹۰)، Wong و Beasley (۱۹۹۰) مراجعه کنید.

14. cross - efficiency method

15. cross - efficiency matrix.

۱۶. برای اطلاع بیشتر به کارهایی از Green و Doyle (۱۹۹۴)، Talluri (۲۰۰۰)، Sarkis و Talluir (۱۹۹۹)، Cook و دیگران (۱۹۹۶) مراجعه کنید.

17. game

۱۸. برای اطلاع بیشتر به Semple و Rousseau (۱۹۹۵) مراجعه کنید.

۱۹. Window analysis برای اطلاع بیشتر به Charnes و دیگران (۱۹۸۵) مراجعه کنید.

۲۰. Modified Window Analysis؛ برای اطلاع بیشتر به مقاله Talluri و دیگران (۱۹۹۷) مراجعه کنید.

۲۱. برای اطلاع بیشتر به مقاله Banker و دیگران (۱۹۸۴) مراجعه کنید.

22. stocatic data envelopment analysis

23. sensitivity analysis in data envelopment analysis

24. targel setting in data envelopment analysis

25. robustness

26. extreme point technique

27. theoric optimal

منابع:

Andersen, P N.C., Petersen, A procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis, Management science, Vol.39, 1993.

Banker, R.D., A. Charnes. W.W, Cooper, Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis, Management sciencs, Vol. 30(9), 1984.

Bicker, D.L, Data Envelopment Analysis, Lowa university press, 1998.

Charnes, A. , W.W, Cooper E. Rhodes, Measuring the Efficiency of Decision Making Units, European Journal of Operations Research, Vol. 2, 1978.

Charnes, A. , T. Clark, W.W. Cooper B. Golany, A Developmental Study of Data Envelopment Analysis in Measuring the Efficiency of Maintenance Units in U.S Air forces, Annuals of Operational Research, Vol. 2, 1985.

Cook, W.D, M. Kress L.M. Seiford, Data Envelopment Analysis in the Presence of Both

Operational Research Society, Vol. 47, 1996.

Doyle, J. R. Green, Efficiency and Cross - Efficiency in DEA: Derivation, Measuring and Uses, Journal of the Operational Research Society, Vol. 45, 1994.

Dyson, R.G E. Thannassoulis, Reducing Weight Flexibility in Data Envelopment Analysis, Journal of Operational Research Society, Vol. 39(6), 1988.

Rousseau, J.J J.H. Semple, Two - Person Ratio Efficiency Game, Management Science, Vol. 41(3), 1995.

Sarkis, J S. Talluri, A Decision Model for Evaluation of Flexible Manufacturing Systems in Presence of Both Cardinal and Ordinal Factors, International Journal of Production Research, Vol. 37(13), 1999.

Talluri, S., F. Huq W.E Pinney, Application of Data Envelopment Analysis for Cell Performance Evaluation and Process Improvement in Cellular Manufacturing. International Journal of Production Research, Vol. 35(8), 1997.

Talluri, S., Data Envelopment Analysis: Models and Extensions, Fairleigh Dickinson University Press, 2000.

Thompson, R.G. L.N Langemeier, C.T. Lee& R.M Thrall, The Role of Multiplier Bounds in Efficiency Analysis With Application to Kansas farming, Journal of Econometrics, Vol. 46(1/2), 1990.

Thompson, R.G, P.S. Dharmapala, & R.M Tthrall, Linked - cone DEA Profit Ratios and Technical Efficiency with Application to Illinois Coal Mines, International Journal of Production Economics, Vol. 39, 1995.

Wong, Y. HB., J.E Beasley, Restricting Weight Flexibility in Data Envelopment Analysis, Journal of the Operational Research Society, Vol. 41(9), 1990.

www.site (Data Envelopment Analysis Home page): http://www.emp.pdxedu/dea/homedea.html.