

## تحلیل پوششی داده‌ها و روش نوین *IEP/AHP* جهت رتبه‌بندی کامل واحدهای تصمیم‌گیرنده

دکتر محمود صارمی\* - سلطانعلی شهریاری\*\*

### چکیده

تحلیل پوششی داده‌ها<sup>۱</sup> یکی از رویکردهای علمی است که با به‌کارگیری مبنای ریاضی قوی به محاسبه کارایی می‌پردازد. تحلیل پوششی داده‌ها، تکنیکی ناپارامتریک برای سنجش و ارزیابی کارایی نسبی مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیرنده<sup>۲</sup> با ورودی‌ها و خروجی‌های چندگانه<sup>۳</sup> است. از آن‌جا که در مدل‌های اولیه تحلیل پوششی داده‌ها اولاً معیار سنجش کارایی، معیاری شعاعی است ثانیاً رتبه‌بندی کاملی از واحدها ارایه نمی‌شود و این مدل‌ها واحدها را فقط به دو دسته کارا و ناکارا طبقه‌بندی می‌نمایند و ثالثاً این مدل‌ها توانایی تفکیک و تشخیص کافی میان نتایج ارایه نمی‌کنند، مقاله حاضر سعی شده است تا این مشکلات به‌طور همزمان رفع شود. به‌عبارت دیگر، این مقاله سعی در استفاده از مفهوم تحلیل پوششی داده‌ها به‌منظور بهبود قدرت تشخیص، با به‌کارگیری مدل پروفایل کارایی هر ورودی<sup>۴</sup> و تلفیق این مدل با تحلیل سلسله‌مراتبی<sup>۵</sup> جهت ارایه یک رتبه‌بندی کامل از واحدهای تصمیم‌گیرنده دارد. لذا در این مقاله ابتداء مدل پروفایل کارایی هر ورودی و سپس تکنیک پیشنهادی مزبور جهت انجام رتبه‌بندی کاملی از واحدهای تصمیم‌گیرنده مطرح می‌شود.

**واژه‌های کلیدی:** تحلیل پوششی داده‌ها، فرآیند تحلیلی سلسله‌مراتبی، پروفایل کارایی هر ورودی، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی / پروفایل کارایی هر ورودی.

---

\* استادیار دانشکده مدیریت دانشگاه تهران  
\*\* دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه تهران

1. Data Envelopment Analysis (DEA)
2. Decision-Making Units (DMUs)
3. Multiple input & output
4. Input Efficiency Profile (IEP) در این‌جا پروفایل کارایی هر ورودی را اختصاراً مدل پروفایل می‌گوییم.
5. Analytical Hierarchy Process (AHP)

## مقدمه

از سال ۱۹۷۸ که چارنز، کوپر، و رودز تحلیل پوششی داده‌ها را مطرح کرده‌اند، تا کنون هزاران مقاله علمی چه درباره به کارگیری آن و چه در جنبه‌های نظری و بسط آن ارایه شده است. در این میان بسیاری از محققان ارتباط بین تحلیل پوششی داده‌ها و تصمیم‌گیری چندمعیاره<sup>۱</sup> را مورد بررسی قرار داده‌اند. در واقع بر اساس بسیاری از دیدگاه‌ها در تصمیم‌گیری چندمعیاره، تحلیل پوششی داده‌ها مشتمل است بر فرآیندی از «تخصیص وزن‌ها به معیارها یا به عبارتی ورودی‌ها (منابع) و خروجی‌ها». لازم به ذکر است که از تصمیم‌گیری چندمعیاره برای رتبه‌بندی واحدها یا راهبردها با توجه به معیارهای مختلف یا چندگانه استفاده می‌شود.

برخلاف تصمیم‌گیری چندمعیاره که ارجحیت واحدهای مختلف را محاسبه می‌کند، تحلیل پوششی داده‌ها در ارزیابی واحدهای مختلف نسبت به هم آن‌ها را فقط به دو دسته‌ی کارا و ناکارا طبقه‌بندی می‌کند. این طبقه‌بندی نیز بر اساس دو مجموعه از معیارهای چندگانه شامل مجموعه ورودی‌ها و خروجی‌ها به ترتیب با تأثیری منفی و مثبت در کل ارزیابی صورت می‌گیرد.

لازم به ذکر است که مدل‌های اصلی تحلیل پوششی داده‌ها نظیر CCR و BCC<sup>۲</sup> رتبه‌بندی کاملی<sup>۳</sup> از واحدهای تصمیم‌گیرنده ارایه نمی‌کنند و فقط آن‌ها را به دو گروه کارا و ناکارا طبقه‌بندی می‌نمایند. با وجود این طی ده سال گذشته تلاش‌های زیادی برای رتبه‌بندی کامل واحدهای تصمیم‌گیرنده با استفاده از مفاهیم تحلیل پوششی داده‌ها صورت گرفته است.

زیلاً<sup>۴</sup> معتقد است که هر کدام از این روش‌ها محدودیت مربوط به خود را دارا است که برخی از این محدودیت‌ها به تعداد کم واحدهای تصمیم‌گیرنده تحت بررسی برمی‌گردد. بنابراین، تاکنون هیچ کدام از روش‌های ارایه‌شده، به‌عنوان روشی مناسب برای

- 
1. Multiple Criteria Deceision Making
  2. Banker, chrnes & copper
  3. Full Ranking
  4. Sinuny – stern Zilla

رتبه‌بندی کامل<sup>۱</sup> واحدها با مفهوم تحلیل پوششی داده‌ها انتخاب نشده است (زیلا، ۲۰۰۲: ۱۱۰-۱۰۹).

از دیگر نقاط ضعف مدل تحلیل پوششی داده‌ها عدم توانایی این مدل در تشخیص و تفکیک کافی میان نتایج ارایه‌شده به‌خصوص هنگامی که تعداد واحدهای تصمیم‌گیرنده کم است. یکی از مهم‌ترین پیامدهای این فقدان تشخیص، کارا ظاهر شدن تعداد زیادی از واحدهای تصمیم‌گیرنده است. البته جهت رفع این مشکل روش‌ها و مدل‌های مختلفی ارایه شده است که در این جا از ذکر آن‌ها خودداری می‌گردد.

هم‌چنین به‌علت آن که تحلیل پوششی داده‌ها یک معیار شعاعی سنجش کارایی<sup>۲</sup> است، لذا این فرض تحلیل پوششی داده‌ها که یک واحد ناکارا جهت کارا شدن باید تمام ورودی‌هایش (خروجی‌هایش) را به یک نسبت کاهش (افزایش) دهد یا به عبارتی دیگر، در یک واحد ناکارا تمام ورودی‌ها به یک اندازه ناکارا هستند فرضی غیرواقعی و غیرضروری<sup>۳</sup> است. بنابراین، به نظر می‌رسد انتظار این که ورودی‌های مختلف دارای کارایی‌های متفاوتی باشند، واقعی‌تر است.

گفتنی است که در تعریفی از تحلیل پوششی داده‌ها گفته می‌شود که تحلیل پوششی داده‌ها یک معیار شعاعی سنجش کارایی است که فرض می‌کند یک واحد ناکارا جهت کارا شدن باید تمام ورودی‌هایش (خروجی‌هایش) را به یک نسبت کاهش (افزایش) دهد (توفالیس، ۱۹۹۷: ۲۵۳).

مقاله حاضر سعی در استفاده از مفهوم تحلیل پوششی داده‌ها جهت بهبود قدرت تشخیص، با به کارگیری مدل پروفایل و نیز تلفیق این مدل با AHP به منظور ارایه یک رتبه‌بندی کامل از واحدهای تصمیم‌گیرنده دارد.

### معرفی پروفایل کارایی هر ورودی

گفته شد که تحلیل پوششی داده‌ها یک معیار شعاعی سنجش کارایی است که فرض می‌کند یک واحد ناکارا جهت کارا شدن باید تمام ورودی‌ها (خروجی‌هایش) را به یک نسبت کاهش (افزایش) دهد. عدم ضرورت، نادرستی و نیز غیرواقعی بودن این فرض کاملاً

- 
1. Full ranking
  2. Radial measure of efficiency
  3. Unnecessary & unrealistic

واضح و مشخص است. بنابراین، جهت رفع این نقیصه و افزایش آگاهی از چگونگی استفاده از منابع، انتظار این که ورودی‌های مختلف دارای کارایی‌های متفاوتی هستند، واقعی‌تر است (توفالیس، ۱۹۹۷: ۲۵۷).

هم‌چنین وقتی تعداد واحدها کم و تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها نیز زیاد باشد تعداد زیادی از واحدها کاملاً کارا خواهند شد و این همان مشکل اساسی تحلیل پوششی داده‌ها یعنی توانایی ایجاد نتایج بدون تشخیص و تفکیک<sup>۱</sup> است (زیلا و دیگران، ۱۹۹۸: ۴۷۳). فقدان تشخیص در تحلیل پوششی داده‌ها بدین علت است که واحدهای تصمیم‌گیرنده در انتخاب اوزان خود انعطاف‌پذیری زیادی دارند. به عبارت دیگر، تعداد کم واحدهای تصمیم‌گیرنده و تعداد زیاد ورودی‌ها و خروجی‌ها باعث افزایش منطقه‌ی موجه می‌گردد و با توجه به انعطاف‌پذیری وزن‌ها تعداد زیادی از واحدهای تصمیم‌گیرنده کارا می‌شوند. روش‌های مختلفی برای محدود کردن انعطاف‌پذیری اوزان تحت عنوان «محدودسازی اوزان»<sup>۲</sup> مطرح گردیده است که در این جا از بحث درباره‌ی این روش‌ها و ایرادهای وارد به آن‌ها خودداری می‌شود (دویل و گرین، ۱۹۹۷: ۷۱۳).

در زیر ابتدا به بیان مدل پروفایل با توجه به اهداف زیر خواهیم پرداخت و سپس با توجه به کارایی‌های به دست آمده از مدل پروفایل و با استفاده از AHP و به دست آوردن ماتریس مقایسات زوجی، به بیان فن پیشنهادی IEP/AHP می‌پردازیم.

۱. افزایش قدرت تشخیص به خصوص هنگامی که تعداد واحدهای تصمیم‌گیرنده نسبت به تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها کم باشد، و رابطه تجربی  $n \geq 2(m + s)$  یا  $n \geq 2(m \times s)$  صادق نباشد. (m تعداد ورودی‌ها، s تعداد خروجی‌ها و n تعداد واحدهای تصمیم‌گیرنده است).

۲. سهولت تعیین واحدهای تصمیم‌گیرنده الگو، برای واحدهای ناکارا به دلیل تعیین میزان استفاده یا عدم استفاده از منابع توسط هر واحدهای تصمیم‌گیرنده از آن جا که هر منبع (ورودی) فقط برای تولید خروجی‌های معینی به کار گرفته می‌شود لذا از یک منبع خاص ممکن است که فقط در تولید چند خروجی خاص استفاده شود و از این منبع در تولید خروجی‌های دیگر استفاده نشود. به همین دلیل ما نمی‌توانیم با متغیرهای

---

1. Lack of Discrimination

2. Weight Restriction

مرتبط و نامرتبط با خروجی‌های مختلف برخوردار یکسان داشته باشیم. به عبارت دیگر، منابع مختلف ممکن است صرف تولید مجموعه‌های متفاوتی از خروجی‌ها گردد.

### فرم ریاضی مدل

فرض کنید که منبع (ورودی)  $i$  ام یعنی  $x_i$  جهت تولید  $s$  خروجی  $y_{rs}$  ( $r=1,2,\dots,S$ ) به کار می‌رود. هم‌چنین فرض کنیم که  $s$ ، زیرمجموعه‌ای از تمام خروجی‌ها یعنی  $t$  بوده و  $s \leq t$  است.

کامبکار<sup>۱</sup> معتقد است که «دانستن اندازه کارایی فنی (کلی) کافی نیست. آنچه مهم است بدانیم این است که کدام یک از ورودی‌ها (منابع) موجب ناکارایی شده و چه اندازه می‌تواند بهبود یابد» (کامبکار، ۱۹۸۸: ۵۳۶).

بنابراین، در این مدل برای هر منبع یک مقدار کارایی، با توجه به این که این منبع ورودی صرف چه خروجی‌هایی می‌شود، به دست می‌آوریم. برای مثال کارایی نسبی منبع  $i$  ام از واحد  $k$  ام ( $E_{ik}$ ) با استفاده از برنامه‌ریزی غیرخطی زیر به دست می‌آید:

$$Max E_{ik} = \frac{\sum_{r=1}^s u_{irk} y_{rk}}{x_{ik}}$$

s.t

(۱)

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_{irk} y_{rj}}{x_{ij}}$$

$$u_{irk} \geq \varepsilon > 0, r = 1, 2, \dots, S$$

$S$  تعداد خروجی‌هایی است که منبع  $i$  ام صرف تولید آن‌ها می‌گردد (توفالیس، ۱۹۹۷: ۲۵۰ - ۲۵۴).

با به کارگیری این مدل بهبود قابل ملاحظه‌ای در قدرت تشخیص نتایج مدل تحلیل پوششی داده‌ها حاصل می‌شود. برای مثال توفالیس<sup>۲</sup> می‌گوید هنگامی که مدل تحلیل

1. Kumbhakar

2. Tofallis

پوششی داده‌ها برای محاسبه کارایی ۱۴ فرودگاه<sup>۱</sup> به کار رفت، بیش از نیمی از آن‌ها کاملاً کارا بودند در حالی که وقتی با مدل پروفایل مسأله حل شد هیچ کدام از فرودگاه‌ها از نظر تمام عوامل<sup>۲</sup> کاملاً کارا<sup>۳</sup> نبوده است و این بیان‌کننده‌ی بهبود قابل ملاحظه و تشخیص قوی این مدل و هم‌چنین برتری و تفاوت مهم آن با دیگر مدل‌های سنتی تحلیل پوششی داده‌ها است.

از سوی دیگر، با ارزیابی استفاده از هر ورودی به‌تنهایی، قادر به شناسایی بهترین شیوه کار در هر زمینه خواهیم بود. کاملاً مشخص است که ممکن است که هیچ واحدی در همه زمینه‌ها دارای بهترین شیوه کار<sup>۴</sup> نباشد و بنابراین، هر واحد اهدافی خواهد داشت که برای رسیدن به آن‌ها فعالیت نماید (توفالیس، ۱۹۹۷: ۲۵۳).

توفالیس نیز برای تشریح مدل پروفایل تحقیق مشهور زیر را که به‌دست دویل و گرین برای مکان‌یابی تسهیلات انجام گردید و پس از آن‌ها نویسندگان دیگر نیز برای تشریح مدل‌ها و فنون مورد نظر خود از این تحقیق استفاده کرده‌اند به کار گرفته است که نتایج آن به‌شرح زیر است.

در این تحقیق مسأله، انتخاب یک مکان برای ایجاد نیروگاه برق در یکی از ۶ کشور ایتالیا، بلژیک، آلمان، بریتانیا، پرتغال و فرانسه با توجه به ۶ معیار زیر است.

### الف) ورودی‌ها

۱. نیروی انسانی مورد نیاز  $(x_1)$
۲. هزینه‌های ساخت (تأسیس) بر حسب میلیون دلار  $(x_2)$
۳. هزینه نگهداری سالانه بر حسب میلیون دلار  $(x_3)$
۴. تعداد دهکده‌هایی که باید خالی شوند  $(x_4)$

### ب) خروجی‌ها

۱. مقدار برق تولیدشده بر حسب مگاوات  $(y_1)$
۲. سطح امنیت  $(y_2)$

- 
1. Airlines
  2. All factors
  3. Fully efficient
  4. Best practice

## نگاره ۱. داده‌های مسأله مکان‌یابی جهت ایجاد نیروگاه برق

کشور	معیار	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$y_1$	$y_2$
ایتالیا	۸۰	۲۰۰	۵۴	۱	۹۰	۵	
بلژیک	۶۵	۲۰۰	۹۷	۱	۵۱	۱	
آلمان	۸۳	۴۰۰	۷۲	۴	۶۰	۷	
UK	۴۰	۱۰۰۰	۷۵	۷	۸۰	۱۰	
پرتغال	۵۲	۶۰۰	۲۰	۳	۷۲	۸	
فرانسه	۹۴	۷۰۰	۳۶	۵	۹۶	۶	

وقتی مسأله با مدل‌های سنتی تحلیل پوششی داده‌ها حل گردید تمامی واحدها کاملاً کارا گردیدند که علت این امر نیز تعداد کم واحدهای تصمیم‌گیرنده نسبت به تعداد زیاد متغیرهای ورودی و خروجی (معیارها) بوده است.

توفالیس نیز با توجه به این نکته که ورودی‌های اول، دوم، و سوم مرتبط با هر دو خروجی بوده و ورودی چهارم فقط با خروجی دوم مرتبط است، با استفاده از مدل پروفایل به حل این مسأله پرداخته که نتایج آن در جدول زیر آمده است.

## نگاره ۲. نتایج مدل پروفایل (درصد کارایی برای هر ورودی)

کشور	معیار	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
ایتالیا	۵۶	۷۰	۴۶	۲۳	
بلژیک	۴۵	۱۰۰	۱۷	۲۷/۵	
آلمان	۳۶	۱۰۰	۲۴	۲۶	
UK	۱۰۰	۵۷	۳۳	۵۴	
پرتغال	۶۹	۷۸	۱۰۰	۱۰۰	
فرانسه	۵۱	۶۷	۷۴	۴۵	

برخلاف رویکرد سنتی تحلیل پوششی داده‌ها در این جا تمایز بسیار خوبی میان واحدهای تصمیم‌گیرنده مشاهده می‌کنیم. هم‌چنین قادر به شناسایی نقاط قوت و ضعف هر گزینه نیز هستیم. برای مثال، بلژیک از نظر ورودی دوم کاملاً کارا (قوی) است در حالی که از نظر ورودی سوم این چنین نیست و دارای نقاط ضعفی است که برای رفع آن‌ها می‌تواند از بهترین واحد تعیین‌شده در این ورودی یعنی پرتغال الگوبرداری نماید.

نکته قابل توجه در جدول بالا این است که هیچ کدام از واحدهای تصمیم گیرنده از نظر تمام عوامل کاملاً کارا نشده‌اند. بنابراین، به نظر می‌رسد که در این جا تعیین بهترین واحد نیز با توجه به این واقعیت که هر واحدهای تصمیم گیرنده ممکن است فقط در یک یا چند زمینه خاص بهترین باشد، صحیح تر و واقعی تر بوده و مبتنی بر فلسفه بهین کاوی نیز باشد. لازم به ذکر است که با وجود همه نقاط قوت مشخص مدل پروفایل، باز هم این مدل رتبه‌بندی کاملی ارائه نمی‌کند. اگر چه از نظر هر یک از ابعاد طبقه‌بندی کارا / ناکارای سنتی و مدل‌های قبلی تحلیل پوششی داده‌ها را انجام می‌دهد، اما نهایتاً این مدل اولویت و رتبه‌ی واحدها را نسبت به هم از نظر همه‌ی عوامل و با توجه به تمام ابعاد به گونه‌ای جامع مشخص نمی‌سازد و رتبه‌بندی کاملی از آن‌ها ارائه نمی‌کند. به عنوان مثال در تحقیق دوپل و گرین، این مدل مشخص نمی‌کند که تصمیم گیرنده کدام یک از ۶ منطقه مذکور را باید انتخاب نماید و این به مفهوم عدم توانایی این مدل در تعیین اولویت و رتبه‌بندی این ۶ منطقه نسبت به هم است.

توفالیس خود نیز به‌طور غیرمستقیم به این اشکال اساسی مدل پروفایل این چنین اشاره می‌نماید: «مدل پروفایل مطرح شده ممکن است منجر به یک برنده مشخص<sup>۱</sup> نشود». سپس جهت رفع این مشکل بیان می‌دارد که «هنوز هم قضاوت‌های ارزشی<sup>۲</sup> ضروری است». وی می‌گوید مثلاً اگر تصمیم گیرنده شرط انتخاب مکان را کسب حداقل کارایی ۵۰ درصد در هر یک از ابعاد تعیین نماید آن گاه پرتغال به‌عنوان اولویت اول انتخاب خواهد شد.

اکنون سؤال این است که اگر بیش از یک واحدهای تصمیم گیرنده در همه ابعاد دارای کارایی بیش از شرط تعیین شده (در این مثال ۵۰ درصد) بود، چه باید کرد؟ با توجه به این مسأله اساسی، فن زیر تحت عنوان IEP/AHP جهت رفع آن و انجام رتبه‌بندی کاملی از واحدها پیشنهاد می‌گردد.

### تکنیک پیشنهادی IEP/AHP<sup>۳</sup>

برای محاسبه کارایی و انجام رتبه‌بندی کامل واحدها به ترتیب مراحل زیر باید طی گردد:

1. Clear Winner
2. Value judgment
3. Input Efficiency Profile/Analytical Hierarchy process method (FIEP/AHP)



۱. با استفاده از مدل پروفایل مساله را حل کرده و کارایی هر ورودی را به دست می‌آوریم.

۲. به کارگیری AHP

(۲-۱) با استفاده از نتایج مرحله‌ی قبل، ماتریس مقایسات زوجی واحدها را بر مبنای هر معیار به دست می‌آوریم.

(۲-۲) ماتریس مقایسات زوجی شاخص‌ها را نیز به دست می‌آوریم.

(۲-۳) اکنون با به دست آوردن ماتریس‌های مقایسات زوجی، مراحل مختلف جهت بدست آوردن اوزان و رتبه‌بندی واحدها را با استفاده از AHP انجام می‌دهیم.

اکنون با استفاده از داده‌های تحقیق دوپل و گرین، نگاره (۱)، به تشریح فن پیشنهادی می‌پردازیم. ابتدا با استفاده از مدل پروفایل، کارایی هر واحد را از نظر تمام ورودی‌ها به دست می‌آوریم که نتیجه در نگاره (۲) آمده است. سپس ماتریس مقایسات زوجی واحدها نسبت به هر یک از معیارها با استفاده از نتایج مرحله قبل محاسبه می‌شود. به این ترتیب که به طور مثال، مقایسات زوجی واحدها بر مبنای  $X_1$  به ترتیب نگاره (۳) است.

نگاره ۳. مقایسات زوجی کشورها با توجه به  $X_1$

$X_1$	I	B	G	UK	P	F
I	۱	$\frac{۵۶}{۴۵}$	$\frac{۵۶}{۳۶}$	$\frac{۵۶}{۱۰۰}$	$\frac{۵۶}{۶۹}$	$\frac{۵۶}{۵۱}$
B	$\frac{۴۵}{۵۶}$	۱	$\frac{۴۵}{۳۶}$	$\frac{۴۵}{۱۰۰}$	$\frac{۴۵}{۶۹}$	$\frac{۴۵}{۵۱}$
G	$\frac{۳۶}{۵۶}$	$\frac{۳۶}{۴۵}$	۱	$\frac{۳۶}{۱۰۰}$	$\frac{۳۶}{۶۹}$	$\frac{۳۶}{۵۱}$
UK	$\frac{۱۰۰}{۵۶}$	$\frac{۱۰۰}{۴۵}$	$\frac{۱۰۰}{۳۶}$	۱	$\frac{۱۰۰}{۶۹}$	$\frac{۱۰۰}{۵۱}$
P	$\frac{۶۹}{۵۶}$	$\frac{۶۹}{۴۵}$	$\frac{۶۹}{۳۶}$	$\frac{۶۹}{۱۰۰}$	۱	$\frac{۶۹}{۵۱}$

در ادامه ماتریس مقایسات زوجی معیارها نسبت به هم، با استفاده از نظر متخصصان که ماتریسی فرضی به شکل نگاره (۴) است محاسبه می‌شود.

نگاره ۴. ماتریس مقایسات زوجی شاخص‌های ورودی نسبت به هم

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
$x_1$	۱	۵	۷	۳
$x_2$	۱/۲	۱	۵	۰/۲
$x_3$	۰/۱۴	۰/۲	۱	۰/۱۴
$x_4$	۰/۳۳	۵	۷	۱

اکنون با مشخص شدن ماتریس مقایسات زوجی به منظور به دست آوردن اوزان و رتبه‌بندی واحدها با استفاده از AHP مراحل لازم را انجام می‌دهیم که پس از انجام این مراحل نتایج زیر حاصل گردید:

الف. محاسبه اهمیت نسبی واحدها از نظر  $X_i$

$$\left\{ \begin{array}{l} /۱۴۸ \\ /۲۱۲ \\ /۲۱۲ \\ /۱۲۱ \\ /۱۶۵ \\ /۱۴۲ \end{array} \right\}$$

اهمیت نسبی واحدها از نظر  $x_2$

$$\left\{ \begin{array}{l} /۱۵۷ \\ /۱۲۶ \\ /۱۰۱ \\ /۲۸ \\ /۱۹ \\ /۱۴۳ \end{array} \right\}$$

اهمیت نسبی واحدها از نظر  $x_1$

$$\left\{ \begin{array}{l} /۰۷۱ \\ /۱۱۵ \\ /۲۰۳ \\ /۱۶۶ \\ /۳۰۷ \\ /۱۳۸ \end{array} \right\}$$

اهمیت نسبی واحدها از نظر  $x_4$

$$\left\{ \begin{array}{l} /۱۵۶ \\ /۰۵۸ \\ /۰۸۲ \\ /۱۱۲ \\ /۳۴ \\ /۲۵۲ \end{array} \right\}$$

اهمیت نسبی واحدها از نظر  $x_3$

پس ماتریس نهایی به ترتیب صفحه بعد خواهد بود:

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$
I	۰/۱۵۷	۰/۱۴۸	۰/۱۵۶	۰/۰۷۱
B	۰/۱۲۶	۰/۲۱۲	۰/۰۵۸	۰/۱۱۵
G	۰/۱۰۱	۰/۲۱۲	۰/۰۸۲	۰/۲۰۳
UK	۰/۲۸	۰/۱۲۱	۰/۱۱۲	۰/۱۶۶

$$\begin{array}{c|cccc}
 P & 0/19 & 0/165 & 0/34 & 0/307 \\
 F & 0/143 & 0/142 & 0/252 & 0/138
 \end{array}$$

ب. محاسبه نسبی شاخص‌ها نسبت به هم

	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	
X <sub>1</sub>	1	5	7	3	0/51
X <sub>2</sub>	0/2	1	5	0/2	0/125
X <sub>3</sub>	0/14	0/2	1	0/14	0/04
X <sub>4</sub>	0/33	5	7	1	0/3
	1/77	11/2	20	4/34	

در نهایت با ضرب دو ماتریس فوق، اولویت‌بندی گزینه‌ها به ترتیب زیر محاسبه می‌شود.

$$\begin{pmatrix} 0/157 & 0/148 & 0/156 & 0/071 \\ 0/126 & 0/212 & 0/058 & 0/115 \\ 0/28 & 0/121 & 0/112 & 0/166 \\ 0/19 & 0/165 & 0/34 & 0/307 \\ 0/143 & 0/142 & 0/252 & 0/138 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0/51 \\ 0/125 \\ 0/04 \\ 0/3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0/129 \\ 0/13 \\ 0/145 \\ 0/231 \\ 0/146 \end{pmatrix}$$

لذا وزن نهایی کشورها به ترتیب زیر است:

I	P	UK	G	B	I	کشور
1/146	1/231	1/217	1/145	1/13	1/129	وزن

سرانجام این که رتبه واحدهای تصمیم‌گیرنده بر اساس IEP/AHP به صورت زیر است:  
 $P \gg UK \gg F \gg G \gg B \gg I \gg$

### نتیجه‌گیری

در دنیایی که رقابت، تغییر، و چالش‌های مداوم از بارزترین ویژگی‌های آن است تنها سازمان‌هایی قادر به حفظ بقا و ادامه حیات هستند که در این شرایط پیچیده و ناپایدار به

نحوی کارا و مؤثر به تخصیص منابع و امکانات محدود خود پردازند و به طریقی برنامه ریزی شده و منسجم به شناسایی موانع ناکارایی و انجام اقداماتی مبتنی بر رویکردهای علمی جهت رفع این موانع پردازند. لذا ارزیابی عملکرد و شناسایی نقاط قوت و ضعف در این مهم نقش به سزایی ایفا می کند.

یکی از فنون نام آشنا در ادبیات مربوط به ارزیابی عملکرد، تحلیل پوششی داده ها است. این فن از تقسیم مجموع خروجی ها به ورودی ها، کارایی واحدها را محاسبه می نماید و آن ها را به دو دسته کارا و ناکارا تقسیم بندی می کند. در این باره نیز مقالات متعددی مخصوصاً در باب کاربردهای مختلف این فن به چاپ رسیده است. اما به طور کلی در ارتباط با نتایج و خروجی های این فن محدودیت هایی به ترتیب زیر وجود دارد:

۱. این فن واحدها را فقط به دو دسته کارا و ناکارا تقسیم می کند و هیچ گونه اولویت بندی برای آن ها قابل نمی شود.

۲. چنان چه تعداد واحدهای تحت بررسی کم و مجموع ورودی ها و خروجی ها زیاد باشد، اکثر واحدها کارا می شوند و این ضعف ناشی از پایین بودن قدرت تشخیص<sup>۱</sup> و تمایز واحدها است. به عبارت دیگر، واحدهای با اختلاف کم را به عنوان واحدهای همسان و با کارایی مساوی ارزیابی می کند.

با توجه به محدودیت های فوق، در این مقاله، فنی تحت عنوان پروفایل کارایی هر ورودی/فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (IEP/AHP) ارائه شده است که از طریق ترکیب قابلیت های دو فن پروفایل کارایی ورودی، و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی سعی در برطرف نمودن دو محدودیت فوق دارد. این فن با استفاده از قابلیت های فن پروفایل کارایی ورودی، واحدهای تحت بررسی را با تمامی دقت ممکن مورد بررسی قرار می دهد و حتی اختلافات ناچیز واحدها را هم در ارزیابی آن ها دخالت می دهد و سپس فن فرآیند تحلیل سلسله مراتبی نیز در جهت اولویت بندی کامل واحدها به کار گرفته می شود. در این تکنیک پیشنهادی (IEP/AHP) ابتدا با استفاده IEP، واحدها مورد بررسی قرار می گیرند و ماتریس مقایسات زوجی مورد نیاز AHP فراهم می شود و سپس AHP نیز اولویت بندی نهایی را ارائه می نماید.

## منابع

- Tofallis, C. (1994). "Input efficiency profiling: An application to airlines", *Computer Ops Res.* Vol. 24, No.3, pp. 253-258.
- Tofallis, C. (1996). *Improving discernment in DEA using profiling*, *OMEGA*, Vol. 24, No.3, p.361-364.
- Doyle, J.R. and Green R.H. (1993). DEA and multicriteria decision making, *Omega*, 21(6), pp. 713-715.
- Kumbhakar, S.C. (1988). Estimation of input specific technical and allocative inefficiency in stochastic frontier models, *Oxford Economic papers*, vol. 40, pp. 535-549.
- Sinuny–Stern, Z., Mehrez, A. and Hadad, Y. (2002). An AHP/DEA Methodology for Ranking Decision Making Units, *International Transactions in Operational Research*, vol. 7, pp. 109-124.
- Zilla, Sinuny. - Stern, Friedman, Lea. (1998). DEA and the Discriminant Analysis of Ratios for Ranking Units, *European Journal of Operational Research*. vol. 111, pp. 470-478.