

اندازه‌گیری بهره‌وری و رتبه‌بندی واحدهای پژوهشی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها

زینب خواجه‌وند صالحی*، زهره افشین
تهران، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، صندوق پستی ۱۱۲-۱۴۹۷۵

دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۲۰، پذیرش: ۱۳۹۴/۱/۲۲

اندازه‌گیری بهره‌وری، تحلیل و مقایسه عملکرد مراکز پژوهشی، نقش مهمی در ارتقای سطح کارایی آن‌ها دارد و پشتوانه‌ای برای برنامه‌های آتی سازمان‌هاست. در این گزارش، پس از معرفی شاخص مالم‌کوئیست که از شاخص‌های اندازه‌گیری بهره‌وری است، روش تعیین این شاخص با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) شرح داده می‌شود. در نهایت با مثال تجربی، محاسبه شاخص رشد بهره‌وری مالم‌کوئیست برای ۱۴ گروه پژوهشی پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ انجام می‌گیرد.

بسپارش
فصلنامه علمی-ترویجی
سال چهارم، شماره ۴
صفحه ۹۹-۹۲، ۱۳۹۴
ISSN: 2252-0449

چکیده



زینب خواجه‌وند صالحی



زهره افشین

واژگان کلیدی

بهره‌وری،
تحلیل پوششی داده،
شاخص مالم‌کوئیست،
رتبه‌بندی،
مرز کارایی

مقدمه

در جهان امروز که افزایش بهره‌وری موضوع مهم و ضروری است و مراکز پژوهشی نقش کلیدی در رشد و توسعه بهره‌وری کشورها دارند. در کشور ما نیز دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی مقام اول را در سازمان‌دهی پژوهش دارند. بنابراین، ارزیابی کارایی سامانه پژوهشی و ارائه راهکاری برای بهبود آن، موضوع بسیار حیاتی است. اندازه‌گیری بهره‌وری، مدیریت را در شناسایی قسمت‌های مسئله‌دار در مراکز پژوهشی یاری می‌کند. این کار می‌تواند اطلاعات باارزشی برای ارزیابی تأثیر تغییرات و هدایت منابع در اختیار مدیر قرار دهد. اهمیت این اندازه‌گیری‌ها به‌حدی است که براساس تجربیات کشورهای صنعتی ادعا می‌شود، گاهی تنها با اعلام برقراری و اجرای سامانه اندازه‌گیری بهره‌وری، بدون تغییر یا سرمایه‌گذاری دیگری در سازمان، می‌توان ۵٪ تا ۱۰٪ بهره‌وری را افزایش داد [۱].

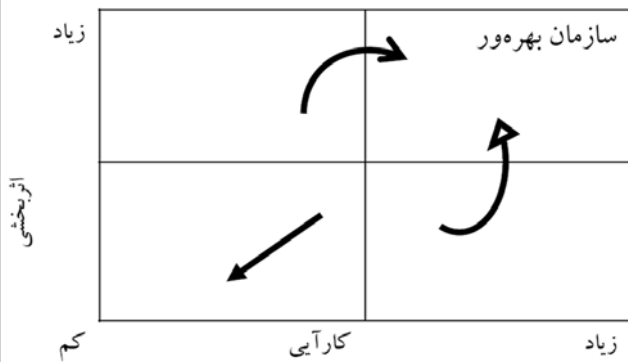
در این گزارش، با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها (Data Envelopment Analysis, DEA) و به کمک مدل CCR (Cooper, Charnes, و Rhodes) با ماهیت خروجی، کارایی گروه‌های پژوهشی پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ مقایسه شده، ورودی و خروجی هر گروه پژوهشی ارزیابی می‌شود. با این هدف، بررسی و مقایسه گروه‌های پژوهشی از نظر مقدار هزینه و تعداد نیروی پژوهشی به‌عنوان ورودی‌ها و دستاوردهای علمی و مقدار درآمد به‌عنوان خروجی‌ها انجام می‌گیرد. به‌بیان دیگر، گروه‌ها از نظر عملکرد به دو دسته کارا و ناکارا دسته‌بندی می‌شوند. رتبه‌بندی واحدها نیز با کمک نتایج به‌دست آمده از مدل CCR و مدل AP (Anderson و Peterson) انجام می‌شود.

تعریف واژه‌ها

کارایی (efficiency): قابلیت به حداقل رساندن مقدار استفاده از منابع برای دستیابی به هدف‌های سازمان و به‌طورکلی انجام دادن درست کار است. به بیان دقیق‌تر، نسبت مقدار کاری که انجام می‌شود (بازده واقعی) به مقدار کاری که باید انجام شود (بازدهی معین شده و مدنظر).

اثربخشی (effectiveness): درجه و مقدار دستیابی به اهداف معین شده یا به‌عبارت دیگر، انجام دادن درست کار را اثربخشی می‌نامند. این عامل نشان می‌دهد، با تلاش‌های انجام شده چه مقدار نتایج مدنظر به‌دست آمده است.

رابطه میان کارایی، اثربخشی و بهره‌وری: بهره‌وری ترکیبی از



شکل ۱- ماتریس بهره‌وری.

کارایی و اثربخشی است. به عبارتی، عملکرد سازمان هنگامی بهره‌ور است که کارا و اثربخش باشد. در نتیجه، هر یک از این عوامل به‌تنهایی نشان‌دهنده افزایش بهره‌وری نیست. در هر سازمان، با سنجش مقدار استفاده مطلوب از ورودی‌ها در راستای تولید خروجی‌ها، درحقیقت مقدار کارایی سنجیده می‌شود. درحالی‌که، با ارزیابی مقدار تحقق اهداف از خروجی‌های تولید شده، مقدار اثربخشی ارزیابی شده است. در شکل ۱، برای درک بهتر رابطه میان کارایی و اثربخشی و درنهایت بهره‌وری، ماتریس بهره‌وری نمایش داده شده است.

به‌منظور ارائه فرمولی برای رسیدن به شاخص بهره‌وری (PI) از دو معادله با نام‌های مدل جمعی و مدل مضربی استفاده شده است:

۱- مدل جمعی:

$$(1) \quad (PI) = \frac{100}{2} \times [\text{اثربخشی} + \text{کارایی}]$$

۲- مدل مضربی:

$$(2) \quad (PI) = 100 \times [\text{اثربخشی} \times \text{کارایی}]$$

از نظر کاربردی می‌توان گفت، مدل مضربی به‌دلیل ویژگی‌های آن بیشتر به‌کار می‌رود.

اندازه‌گیری شاخص بهره‌وری: هدف اصلی از اندازه‌گیری بهره‌وری، بهبود و افزایش آن است. در خط تولید، شاخص بهره‌وری را می‌توان به‌راحتی با تخمین حجم فیزیکی ورودی‌ها و خروجی‌های به‌دست آمده (محصولات قابل لمس) اندازه‌گیری کرد. اما در سازمان یا شرکت خدماتی، که خدمات (محصولات غیرقابل لمس) تولید می‌کند، این عمل بسیار دشوار است.

ارزیابی بهره‌وری دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی، به‌ویژه در بخش پژوهش، می‌تواند مسئولان را در تقویت نقاط قوت برای تولید علمی و برنامه‌ریزی برای رفع نقاط ضعف راهنمایی کند. بنابراین، دانشگاه‌ها باید مسئله توسعه کیفیت را در فعالیت‌های خود بپذیرند

جدول ۱- الگوی اندازه‌گیری بهره‌وری دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی.

ورودی	فعالیت‌های اصلی	خروجی
دانشجو	مدیریت	دستاوردهای علمی (مقاله، پژوهش و اختراع)
اعضای هیئت علمی	پژوهش	فارغ‌التحصیلان
بودجه و اعتبارات	فناوری	درآمد اختصاصی
کارکنان	آموزش	انتشارات
فضا و امکانات	امور دانشجویی	توسعه فضا و تجهیزات
تجهیزات	امور پشتیبانی	همکاری‌های علمی

اصلاح کرده یا مصرف اضافی در بعضی ورودی‌ها را با صرفه‌جویی در سایر ورودی‌ها جبران کند تا در هر واحد تخصیص بهینه منابع اتفاق افتد.

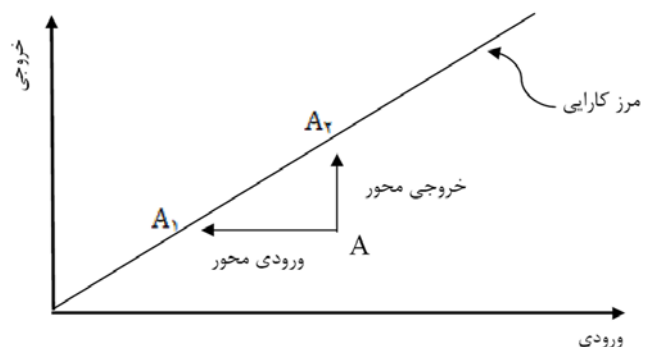
به‌طورکلی، دو راهکار برای بهبود واحدهای ناکارا و رسیدن آن‌ها به مرز کارایی وجود دارد:

الف- ماهیت ورودی‌محور: کاهش ورودی‌ها بدون تغییر در خروجی‌ها تا رسیدن واحد ناکارا روی مرز کارایی و ب- ماهیت خروجی‌محور: افزایش خروجی‌ها تا رسیدن واحد ناکارا روی مرز کارایی بدون تغییر در ورودی‌ها.

دو الگوی بهبود کارایی در شکل ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، واحد A ناکارا، واحد A_1 بهبودیافته آن با ماهیت ورودی‌محور و واحد A_2 بهبود یافته آن با ماهیت خروجی‌محور است [۲].

مدل CCR

این مدل، اولین مدل تحلیل پوششی داده‌هاست که Cooper، Charnes، و Rhodes آن را در سال ۱۹۷۸ ارائه کردند. نام مدل



شکل ۲- الگوی بهبود کارایی [۲].

تا بتوانند در چالش‌های پیش رو اقدام مناسب انجام دهند. براساس پژوهش‌های انجام شده، الگوی اندازه‌گیری بهره‌وری دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی را می‌توان به شکل جدول ۱ خلاصه کرد.

تاکنون، پژوهش‌های بسیاری در زمینه تعیین کارایی و بهره‌وری دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی ارائه شده است. با بررسی پیشینه این پژوهش‌ها در ایران و سایر کشورها مشاهده می‌شود، اغلب از روش تحلیل پوششی داده‌ها برای محاسبه این شاخص‌ها استفاده شده است.

روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)

این روش که رویکردی غیرپارامتری دارد و برپایه برنامه‌ریزی ریاضی است، ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده (DMU) مشابه و دارای ورودی‌ها و خروجی‌های چندگانه را امکان‌پذیر می‌سازد. این واحدها می‌توانند شعبه‌های یک بانک، مدرسه‌ها، بیمارستان‌ها، پالایشگاه‌ها، نیروگاه‌های برق، اداره‌های زیر پوشش یک وزارتخانه، کارخانه‌های مشابه یا دانشکده‌های یک دانشگاه باشند [۲].

این روش با مقایسه نسبی واحدهای تصمیم‌گیرنده و براساس ورودی‌ها و خروجی‌های هر کدام، به برآورد کارایی و بهره‌وری آن‌ها می‌پردازد. با استفاده از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، مرزی با نام "مرز کارایی" در نظر گرفته می‌شود. این مرز از واحدهایی با اندازه کارایی ۱ تشکیل شده است. تمام واحدهای تصمیم‌گیری با این مرز بهینه مقایسه می‌شوند. راهکار بهبود واحدهای ناکارا نیز رسیدن به این مرز کارایی است. با استفاده از این روش، افزون بر شناسایی واحدهای ناکارا، پیشرفت واحدها نیز در فاصله زمانی مشخص معین می‌شود. همچنین، به واحد ناکارا اجازه داده می‌شود، کمبود یا ضعف خروجی‌های خود را به کمک سایر خروجی‌ها

مدل محاسبه بهره‌وری Caves را ترکیب کردند تا با استفاده از روش DEA، شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست را به‌طور مستقیم از ورودی‌ها و خروجی‌ها به‌دست آورند. سپس، در سال ۱۹۹۴ این شاخص را به فناوری با بازده به مقیاس متغیر اختصاص دادند [۴].

شاخص تغییرات بهره‌وری خروجی محور مالم‌کوئیست در زمان‌های t و $t+1$ ، به‌شکل معادله (۵) تعریف می‌شود که در آن D تابع فاصله و M شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست است:

$$M_{t,t+1}(y^t, y^{t+1}, x^t, x^{t+1}) = \left[\frac{D^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D^t(y^t, x^t)} \times \frac{D^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D^{t+1}(y^t, x^t)} \right]^{1/2} \quad (5)$$

Fare، Grosskopf، Lindgren و Roos در سال ۱۹۹۲ نشان دادند، شاخص مالم‌کوئیست به دو مؤلفه تغییرات فناوری و تغییرات کارایی تجزیه‌پذیر است. در واقع، فرمول شاخص مالم‌کوئیست در زمان‌های t و $t+1$ با عملیات ساده ریاضی به معادله (۶) تبدیل می‌شود. نام این تجزیه که به FGLR معروف است، از حروف اول نام نویسندگان مقاله گرفته شده است.

$$M_{t,t+1}(y^t, y^{t+1}, x^t, x^{t+1}) = \frac{D^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D^t(y^t, x^t)} \left[\frac{D^t(y^t, x^t)}{D^{t+1}(y^t, x^t)} \times \frac{D^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} \right]^{1/2} \\ = EC \times TC \quad (6)$$

در معادله (۶) مقدار خارج از گروه تغییرات بازده (EC) نسبتی از دو تابع فاصله را نشان می‌دهد که بیانگر تغییر مقدار کارایی در زمان‌های t و $t+1$ است. مؤلفه دوم، تغییرات فناوری (TC) را در این دوره نشان می‌دهد و در اثر تغییر مرز کارایی ایجاد می‌شود. این مرز، میانگین هندسی تغییرات فناوری در زمان‌های t و $t+1$ است [۴]. درباره شاخص تغییرات کارایی می‌توان گفت:

الف- $EC < 1$: کارایی واحد کمتر شده،

ب- $EC > 1$: کارایی واحد بیشتر شده و

ج- $EC = 1$: کارایی واحد تغییری نکرده است.

برای شاخص تغییرات فناوری نیز سه حالت زیر رخ می‌دهد:

الف- $EC < 1$: فناوری در زمان t نسبت به $t+1$ پسرفت داشته (حرکت مرز کارایی منفی)،

ب- $EC > 1$: فناوری در زمان t نسبت به $t+1$ پیشرفت کرده (حرکت مرز کارایی مثبت) و

نیز از حروف اول نام پیشنهاددهندگان آن گرفته شده است. مبنای شکل‌گیری این مدل، تعریف کارایی به‌شکل نسبت خروجی به ورودی است.

به‌عبارت‌دیگر، در مدل CCR برای محاسبه کارایی، از نسبت مجموع موزون خروجی‌ها به مجموع موزون ورودی‌ها استفاده می‌شود. تعریف کارایی در مدل کسری CCR، حاصل تقسیم ترکیب وزنی خروجی‌ها بر ترکیب وزنی ورودی‌هاست [۲]. ساختار مدل نام‌برده بر اساس این فرض است که تعداد DMUها برابر با n باشد:

$(DMU_1, DMU_2, \dots, DMU_n)$ که از m نوع ورودی برای تولید s نوع خروجی استفاده می‌کنند. بدین ترتیب، ورودی‌های DMU_j را $(X_{1j}, X_{2j}, \dots, X_{mj})$ و خروجی‌های آن را $(Y_{1j}, Y_{2j}, \dots, Y_{sj})$ تشکیل می‌دهند. در ادامه با در نظر گرفتن این داده‌ها، کارایی هر DMU_j به کمک مدل CCR با ماهیت ورودی و خروجی نمایش داده می‌شود.

- مدل CCR ورودی محور:

$$\text{MIN } \theta = \theta_p$$

S.t:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j \leq \theta_p X_{ip}$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j \geq Y_{rp}$$

$$\lambda_j \geq 0$$

$$(i=1, \dots, m, r=1, \dots, s, j=1, \dots, n)$$

(۳)

- مدل CCR خروجی محور:

$$\text{MAX } \phi = \phi_p$$

S.t:

$$\sum_{j=1}^n Y_{rj} \lambda_j \geq \phi_p Y_{rp}$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \lambda_j \leq X_{ip}$$

$$\lambda_j \geq 0$$

$$(i=1, \dots, m, r=1, \dots, s, j=1, \dots, n)$$

(۴)

شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست

در سال ۱۹۵۳ مالم‌کوئیست شاخصی برای تحلیل مصرف ورودی‌ها تعریف کرد که شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست (Malmquist Productivity Index) نام گرفت. سپس در سال ۱۹۸۲، Caves و همکاران آن را برای محاسبه تغییر بهره‌وری در دو دوره زمانی به‌کار بردند. در سال ۱۹۹۲، Fare و همکاران ایده محاسبه کارایی Farrel

میان محدودیت‌های ساختاری نیز، محدودیت واحد کارا حذف می‌شود. نتیجه نهایی پس از محاسبه برای همه واحدها، با یکدیگر مقایسه می‌شود. نتایج خروجی، یعنی جواب بهینه، معین‌کننده رتبه واحدهای کارا از بیش‌ترین به کم‌ترین است [۲].

بدین ترتیب، مدل AP بر اساس دو گام زیر انجام می‌پذیرد:
- حل کردن مدل CCR برای واحدهای ارزیابی‌شونده به منظور مشخص شدن واحدهای کارا و ناکارا و
- حل کردن مجدد مدل CCR با حذف محدودیت مربوط به واحد کارای ارزیابی‌شونده.

اندازه‌گیری بهره‌وری گروه‌های پژوهشی پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران در سال‌های ۸۹ و ۹۰

تعیین ورودی‌ها و خروجی‌ها

همان‌گونه که پیش‌تر (بخش ۳) نیز گفته شد، برای تعیین بهره‌وری به کمک این روش، باید ورودی‌ها و خروجی‌های واحدهای ارزیابی‌شونده را معین کرد. معمولاً برای داشتن نتایجی استنادپذیر، باید درجه آزادی تعداد واحدهای تصمیم‌گیری انتخابی از حد مشخصی کمتر نباشد تا نتایج اعتبار لازم را داشته باشد. Cooper، Charnes و

ج - $EC = 1$: فناوری در زمان t نسبت به $t+1$ تغییری نکرده است (مرز کارایی بدون تغییر).

در نهایت، باتوجه به آنچه گفته شد و فرمول تجزیه FGLR، برای شاخص بهره‌وری نتایج زیر به دست می‌آید:

- $M > 1$: رشد بهره‌وری،

- $M < 1$: کاهش بهره‌وری و

- $M = 1$: بهره‌وری بدون تغییر.

رتبه‌بندی واحدهای کارا به کمک مدل AP

پس از محاسبه مقدار کارایی با مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها مشاهده می‌شود، امتیاز کارایی تعدادی از واحدها ۱ است. این واحدها را با استفاده از مدل‌های کلاسیک تحلیل پوششی داده‌ها نمی‌توان رتبه‌بندی کرد. در این حالت، باید از روش‌های موجود رتبه‌بندی استفاده کرد که مهم‌ترین آن‌ها روش AP است [۲].

Peterson و Anderson مدل AP را در سال ۱۹۹۳ برای رتبه‌بندی واحدهای کارا ارائه کردند. در این مدل، به منظور رتبه‌بندی DMU_p (واحد کارا) آن را از مجموعه واحدهای تصمیم‌گیری حذف می‌کنند. سپس، مدل روی واحدهای تصمیم‌گیری باقی‌مانده اجرا می‌شود. به عبارت دیگر، واحد کارا تنها در تابع هدف می‌آید. از

جدول ۲- تعریف ورودی‌ها و خروجی‌ها.

ورودی		خروجی	
مقدار هزینه	هزینه مواد و تجهیزات (اداری، شیمیایی) مصرفی، قراردادهای بسته شده با نیروهای غیرهیئت علمی همکار در طرح (خارج از پژوهشگاه)، آزمایش‌ها، پاداش طرح‌های حق‌التحقیقی و صنعتی قرارداد داخلی، حقوق افراد گروه‌های پژوهشی (اعضای هیئت علمی و کارشناسان)، تعمیرات آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌ها، آب، برق، تلفن و سایر هزینه‌ها	دستاوردهای علمی	ISI (۰/۴)، غیر ISI (۰/۲)، علمی پژوهشی (۰/۲)، علمی ترویجی (۰/۱)، ارائه شده در سمینارهای داخلی (۰/۰۵)، ارائه شده در سمینارهای خارجی (۰/۰۵). خارجی (۰/۹) و داخلی (۰/۱). صنعتی، دانشجویی، فنوار و خدمات صنعتی
نیروی پژوهشی	۱- تعداد اعضای هیئت علمی فعال (۰/۴)، ۲- تعداد دانشجویان کارشناسی ارشد (۰/۱۶)، ۳- تعداد دانشجویان دکتری (۰/۲۴) و ۴- تعداد کارشناسان (۰/۲).	۱- تعداد مقاله‌ها (۰/۳) ۱- تعداد اختراعات (۰/۲) ۱- تعداد طرح‌ها (۰/۵)	درآمد حاصل از قراردادهای صنعتی، ابلاغ اعتبارها از وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، برگزاری دوره‌های آموزشی و تجزیه و شناسایی آزمایشگاهی

جدول ۳- مقادیر کارایی و شاخص بهره‌وری مالم کوپست گروه‌های پژوهشی در سال‌های ۸۹ و ۹۰.

وضعیت شاخص بهره‌وری	شاخص مالم کوپست	تغییرات		کارایی سال		گروه پژوهشی
		کارایی	فناوری	۹۰	۸۹	
افزایشی	۱/۲۲۹	۱/۲۳۲	۰/۹۹۸	۰/۹۹۵	۰/۸۰۷	۱
کاهشی	۰/۸۲۹	۰/۸۷۵	۰/۹۴۷	۰/۸۷۵	۱	۲
کاهشی	۰/۹۸۲	۰/۸۲۳	۱/۱۹۳	۰/۷۹۷	۰/۹۶۹	۳
کاهشی	۰/۸۷۴	۰/۸۸۸	۰/۹۸۴	۰/۷۱۹	۰/۸۱۰	۴
کاهشی	۰/۹۷۴	۱	۰/۹۷۴	۱	۱	۵
افزایشی	۱/۰۱۸	۱/۰۴۴	۰/۹۷۵	۰/۷۳۳	۰/۷۰۲	۶
کاهشی	۰/۹۲۲	۰/۹۵۰	۰/۹۷۱	۰/۹۰۶	۰/۹۵۴	۷
کاهشی	۰/۹۳۹	۱	۰/۹۳۹	۱	۱	۸
افزایشی	۱/۰۷۶	۱/۰۹۸	۰/۹۸۰	۰/۷۸۴	۰/۷۱۵	۹
افزایشی	۱/۰۰۷	۱/۰۳۸	۰/۹۷۱	۰/۴۰۷	۰/۳۹۲	۱۰
افزایشی	۱/۶۴۰	۱	۱/۶۴۰	۱	۱	۱۱
افزایشی	۱/۴۱۳	۱/۱۷۷	۱/۲۰۱	۰/۷۸۲	۰/۶۶۵	۱۲
افزایشی	۱/۴۵۸	۰/۹۵۹	۱/۵۲۰	۰/۷۰۴	۰/۷۳۴	۱۳
-	۰	۰	۰	۰	۰	۱۴

جدول ۴- کارایی گروه‌های پژوهشی و رتبه‌بندی آن‌ها در سال‌های ۸۹ و ۹۰ براساس مدل AP.

رتبه‌بندی	مقدار کارایی		گروه پژوهشی
	سال ۸۹	سال ۹۰	
۴	۸	۰/۹۹۴	۱
۶	۴	۰/۸۷۵	۲
۷	۵	۰/۷۹۷	۳
۱۱	۷	۰/۷۱۹	۴
۲	۱	۱/۱۲	۵
۱۰	۱۱	۰/۷۳۳	۶
۵	۶	۰/۹۰۶	۷
۳	۳	۱/۰۰۱	۸
۸	۱۰	۰/۷۸۴	۹
۱۳	۱۳	۰/۴۰۷	۱۰
۱	۲	۱/۷۷۹	۱۱
۹	۱۲	۰/۷۸۲	۱۲
۱۲	۹	۰/۷۰۴	۱۳
۱۴	۱۴	۰	۱۴

Rhodes در ساخت مدل تحلیل پوششی داده‌ها به معادله‌ای تجربی در ارتباط با تعداد واحدهای ارزیابی‌شونده و تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها رسیده‌اند [۳]، معادله (۷):

$$\text{تعداد واحدهای ارزیابی‌شونده} \leq 3 \times (\text{تعداد ورودی‌ها} + \text{تعداد خروجی‌ها}) \quad (۷)$$

در عمل، استفاده نکردن از معادله (۷) موجب می‌شود، تعداد زیادی از واحدها روی مرز کارایی قرار گیرند، یعنی دارای امتیاز کارایی ۱ شوند [۳]. بنابراین، باتوجه به در نظر گرفتن ۱۴ گروه پژوهشی به‌عنوان واحدهای تصمیم‌گیری، دو ورودی (هزینه و نیروی پژوهشی) و دو خروجی (دستاورد های علمی و درآمد) انتخاب شد تا معادله (۷) برقرار شود. جدول ۲ ورودی‌ها و خروجی‌ها را به همراه ضریب‌های اهمیت متناظر هر یک نشان می‌دهد.

نتایج به‌دست آمده از اجرای مدل

به‌منظور ارزیابی کارایی عملکرد گروه‌های پژوهشی پژوهشگاه

جدول ۵- شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست سال‌های ۸۹ و ۹۰ پژوهشکده‌ها.

پژوهشکده	کارایی سال ۸۹	کارایی سال ۹۰	شاخص مالم‌کوئیست	وضعیت شاخص بهره‌وری
الف	۰/۸۹۶	۰/۸۴۶	۰/۹۷۹	کاهشی
ب	۰/۹۱۴	۰/۹۱۰	۰/۹۶۳	کاهشی
ج	۰/۷۰۲	۰/۷۳۰	۱/۲۴۱	افزایشی
د	۰/۴۶۶	۰/۴۹۵	۰/۹۵۷	کاهشی
کل پژوهشگاه	۰/۷۴۴۶	۰/۷۴۵۴	۱/۰۳۵	افزایشی

در سال ۹۰ گروه‌های پژوهشی ۵، ۸ و ۱۱ گروه‌های کارا هستند. همچنین، در این دو سال گروه‌های پژوهشی ۱، ۶، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۳ شاخص مالم‌کوئیست افزایشی یعنی رشد بهره‌وری داشتند. در این میان، برای گروه‌های ۱، ۶، ۹ و ۱۰ رشد بهره‌وری ناشی از افزایش کارایی بود. در حالی که، این رشد برای گروه‌های پژوهشی ۱۱ و ۱۳ به دلیل پیشرفت فناوری اتفاق افتاد. در نهایت، برای گروه پژوهشی ۱۲ هر دو عامل افزایش کارایی و پیشرفت فناوری در افزایش بهره‌وری مؤثر بود.

باتوجه به جدول ۴ مشاهده می‌شود، در سال ۸۹ به ترتیب گروه‌های ۵، ۱۱ و ۸ بهترین رتبه‌ها و گروه‌های ۱۰ و ۱۴ کم‌ترین رتبه‌ها را به خود اختصاص دادند. در سال ۹۰ نیز به ترتیب گروه‌های ۱۱، ۵ و ۸ گروه‌های اول تا سوم‌اند و گروه‌های ۱۰ و ۱۱ رتبه‌های سیزدهم و چهاردهم را به دست آوردند. همچنین، براساس اطلاعات جدول ۵ مشاهده می‌شود، در میان پژوهشکده‌ها، پژوهشکده ج رشد بهره‌وری دارد و سایر پژوهشکده‌ها با کاهش بهره‌وری روبه‌رو هستند. در مجموع، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران در سال‌های ۸۹ و ۹۰ شاهد شاخص بهره‌وری افزایشی و رشد بهره‌وری بوده است.

پلیمر و پتروشیمی ایران از مدل CCR خروجی محور استفاده شد که نتایج آن در جدول ۳ آمده است. علت انتخاب مدل مزبور این است که معمولاً مدیران سازمان‌های دولتی بر خروجی‌ها نسبت به ورودی‌ها کنترل بیشتری دارند. بنابراین، به سادگی می‌توانند برای افزایش کارایی، به جای کاهش مقدار ورودی‌ها، خروجی‌ها را افزایش دهند. همچنین، به منظور امانت‌داری و جلوگیری از انتقال اطلاعات درون‌سازمانی به بیرون، از حروف الف تا د به جای نام پژوهشکده‌ها و از اعداد ۱ تا ۱۴ به جای گروه‌های پژوهشی استفاده شده است. در ادامه، مقادیر کارایی گروه‌های پژوهشی پس از استفاده از مدل AP برای گروه‌های کارا و رتبه‌بندی آن‌ها در سال‌های ۸۹ و ۹۰ در جدول ۴ آمده است.

در نهایت، میانگین مقادیر کارایی و شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست گروه‌های پژوهشی پژوهشکده‌ها به عنوان مقدار کارایی و شاخص مالم‌کوئیست هر پژوهشکده و متوسط مقادیر متناظر پژوهشکده‌ها به عنوان شاخص‌های مدنظر کل پژوهشگاه در نظر گرفته شد (جدول ۵).

تحلیل نتایج

بر اساس جدول ۳، در سال ۸۹ گروه‌های پژوهشی ۲، ۵، ۸ و ۱۱ و

مراجع

- ۳- دباغ رحیم، برادران شرکا حمیدرضا، بررسی کارایی و بهره‌وری بیست و چهار دانشگاه جامع دولتی ایران، نشریه آموزش عالی ایران، ۲، ۳۳-۱، پاییز ۱۳۸۸.
- ۴- شجاع نقی، فلاح جلودار مهدی، درویش متولی محمدحسین، اندازه‌گیری بهره‌وری در واحدهای دانشگاهی و رتبه‌بندی آن‌ها براساس مدل‌های تحلیل

- ۱- مرادیان محسن، زمانی نژاد علیرضا، کاربرد شاخص‌های اندازه‌گیری بهره‌وری مراکز تحقیقاتی، موسسه فرهنگی و اطلاع‌رسانی تیان، ۱۳۸۷.
- ۲- فارسجانی حسن، آرمان محمدحسین، حسین‌بیگی علیرضا، جلیلی اعظم، ارائه مدل تحلیل پوششی داده‌ها با رویکرد ورودی-خروجی محور، چشم انداز مدیریت صنعتی، شماره ۱، ۵۶-۳۹، بهار ۱۳۹۰.

- ۸- یزدی الهام، احمدی یوسف، سنجش بهره‌وری مؤسسات آموزش عالی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها، فصلنامه راهبردهای آموزش، شماره ۳، ۱۳۶-۱۲۹، پاییز ۱۳۹۰.
- ۹- حسین‌زاده لطفی فرهاد، آریان‌زاد میربهادر، ابن‌الرسول سیداصغر، نجفی سیداسماعیل، ارزیابی بهره‌وری در واحدهای مجتمع نیروگاهی با استفاده از شاخص مالم‌کوئیست، فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج، شماره ۱۰، زمستان ۱۳۸۸.
- ۱۰- خدایاری عباس، امیرتاش علی‌محمد، مظفری امیراحمد، کاربرد روش تحلیل پوششی داده‌ها برای تعیین بهره‌وری و رتبه‌بندی دانشکده و گروه‌های آموزشی تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، نشریه مدیریت ورزشی، شماره ۳، ۱۳۲-۱۱۷، پاییز ۱۳۸۸.
- پوششی داده‌ها و شاخص مالم‌کوئیست، فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی، شماره ۳، ۱۷۶-۱۵۹، پاییز ۱۳۸۹.
- ۵- ملایی مهدی، جهانشاهی حسن، قاضی‌زاده سیدضیال‌الدین، اندازه‌گیری رشد تغییرات بهره‌وری مراکز تحقیقاتی با استفاده از شاخص مالم‌کوئیست، سومین همایش ملی تحلیل پوششی داده‌ها، ۱۳۹۰.
- ۶- دباغ رحیم، مقایسه بهره‌وری پژوهشی با بهره‌وری کل در دانشگاه‌های دولتی ایران، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۱۶، ۱۰۴-۷۵، ۱۳۹۰.
- ۷- اسدی عباس، اصلانی محمود، ارزیابی کارایی پژوهشی گروه‌های آموزشی با استفاده از مدل DEA (مطالعه موردی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری)، فصلنامه رهبری و مدیریت آموزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار، شماره ۴، ۷۲-۵۵، زمستان ۱۳۸۸.