رتبه‌بندی آموزشکده‌های فنی و حرفه‌ای مراکز استان‌ها با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)

نویسندگان: دکتر انسیه زاهدی*
جواد نیک‌نفس**

چکیده

ارزیابی عملکرد آموزشکده‌های فنی و حرفه‌ای و بررسی کارایی آنها هدف اصلی این تحقیق است و این موضوع می‌تواند زمینه‌ای برای بهبود کارایی واحدها و نیز تعیین میزان اختصاص بودجه به واحدها باشد. در این مقاله به دنبال پاسخگویی به پرسش‌هایی مانند چگونگی اندازه‌گیری کارایی آموزشکده‌های فنی و حرفه‌ای مراکز استان‌ها و چگونگی ارتقای کارایی واحدهای ناکارا هستیم.

برای ارزیابی عملکرد آموزشکده‌ها می‌توان از روش‌های مختلفی کمک گرفت. یکی از این روش‌ها استفاده از مدل‌های DEA [1] است، در تحلیل پوششی داده‌ها یک واحد

* مدرس دانشکده تربیت دبیر فنی شریعتی
** کارشناس ارشد مدیریت و مدرس مراکز آموزش عالی

1. DEA= Data Envelopment Analysis (تحلیل پوششی داده‌ها)

مجازی از ترکیب خطی DMU [1]ها (در این تحقیق، آموزشکده‌های انتخابی) ساخته شده و سپس واحد مورد بررسی با واحد مجازی سنجش می‌شود و در دو گروه «کارا» و «ناکارا» شناخته می‌شوند. DEA، کارایی نسبی را ارائه می‌کند چون DMUها نه با یک استاندارد تعریف شده از قبل بلکه در مقایسه با یکدیگر ارزشیابی می‌شوند.

روش مطالعه به این صورت است که ابتدا ۲۸ واحد از آموزشکده‌های فنی و حرفه‌ای انتخاب شده و سپس با توجه به نظرهای خبرگان، اقدام به تعیین ورودی‌ها و خروجی‌های مهم شده است. ورودی‌ها عبارتند از: تعداد استادها، تعداد دانشجویان، فضای آموزشی، فضای کار عملی، بودجه و خروجی‌ها شامل تعداد فارغ‌التحصیلان، تعداد قبولی، میانگین معدل، پژوهش استادها و پژوهش دانشجو است.

سپس یکی از مدل‌های DEA (مدل ثانویه CCR[2] اصلاح شده خروجی محور) برای هر آموزشکده فرموله شده است. نتایج حاصل از حل این مدل‌ها مشخص شدن دو گروه کارا و ناکاراست که تعداد آموزشکده‌های کارا ۲۰ عدد و آموزشکده‌های ناکارا ۸ عدد است و آموزشکده‌هایی که ناکارا ارزیابی شده‌اند، نمرات کمتر از یک اخذ کرده‌اند، بنابراین قابل رتبه‌بندی هستند. اما واحدهایی که کارا ارزیابی شده‌اند، همگی نمرهٔ یک گرفته‌اند، بنابراین قابل رتبه‌بندی نیستند. برای رتبه‌بندی این آموزشکده‌ها از مدل اندرسون و پترسون[3] استفاده شده که با توجه به آن و نتایج به دست آمدهٔ قبلی رتبه‌بندی کاملی از کل آموزشکده‌ها ارائه شده است. کاراترین آموزشکده، آموزشکده شهید شمسی‌پور تهران است. این بدان معناست که این آموزشکده نسبت به بقیه آموزشکده‌ها با ورودی‌های کمتر، خروجی‌های بیشتری ارائه نموده است و بیشترین کارایی را دارد.

در ادامه با استفاده از تحلیل حساسیت در مدل اجرا شده، اقدام به ارائه راهکارهایی برای کارا شدن ۸ آموزشکده ناکارا شده است. گردآوری اطلاعات، کتابخانه‌ای و میدانی بوده و با استفاده از برنامه‌ریزی خطی DEA و کمک از متغیرهای مزدوج اطلاعات تحلیل شده است.

---

1. DMU = Decision Making Unit (واحد تصمیم‌گیری)
2. CCR = Charnes, Cooper, Rhodes (1978). "measuring the efficiency of decision making unit" *European journal of operational research*, p. 436.
3. Anderson & Peterson = AP

مقدمه*

در سازمان‌های انتفاعی رسیدن به سود یک هدف اساسی است، بنابراین تولید بیشینه محصول با استفاده از منابع مشخص و محدود، یا تولید یک مقدار ثابت و معین از محصول با کاربرد حداقل منابع و در نتیجه کمینه نمودن هزینه‌های تولید، دارای اهمیت می‌باشد. پس سازمان انتفاعی به دنبال افزایش ستاده خود و همزمان کاهش نهاده‌ها یا داده‌های مورد نیاز است تا از این رهگذر به سودآوری مناسب‌تر برسد. این مقوله همان ادبیات کارایی است که البته در سازمان‌های غیرانتفاعی نیز با کمی تغییرات دارای اهمیت می‌باشد. در این قبیل سازمان‌ها و مؤسسه‌ها، که به طور عمده هزینه‌ها از محل منابع عمومی تأمین مالی می‌شوند، مدیریت همواره در معرض این پرسش اساسی قرار دارد که برای دستیابی به اهداف از پیش تعیین شده چه حجم از منابع مالی، انسانی و فیزیکی را به کار گرفته است. این مقوله، یعنی استفاده کارا از مجموع منابع در دسترس، نه تنها برای مدیران اجرایی قابل اهمیت است، بلکه برای برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیرندگان در زمینه تخصیص منابع و بودجه عمومی نیز اهمیت سرشار دارد. عقلانیت در تخصیص منابع کمیاب بودجه عمومی بین فعالیت‌های رقیب و در بعضی از موارد بسیار همگن، حکم می‌کند که چگونگی استفاده از منابع موجود توسط فعالیت‌ها، واحدها و مؤسسه‌های مختلف همواره مدنظر قرار گیرد. به این ترتیب تخصیص بودجه نه تنها به عنوان ابزاری برای دستیابی به اهداف سازمان بلکه به عنوان وسیله‌ای برای کاهش ناکارایی‌ها و ایجاد تعادل بین مؤسسه‌هایی با اهداف و وظایف همگن به کار گرفته می‌شود.

پیش شرط ضروری برای در نظر گرفتن ملاحظات مربوط به مقوله کارایی در کاربرد منابع بودجه عمومی، آن است که ابتدا میزان کارایی سازمان‌ها یا مؤسسه‌های مورد نظر اندازه‌گیری و محاسبه شوند. تنها در این صورت است که پس از ارزیابی عملکرد سازمان‌ها می‌توان آنها را با یکدیگر مقایسه نمود و نسبت به راهکارهای افزایش کارایی نیز اظهارنظر کرد. روش‌های متعددی برای اندازه‌گیری کارایی سازمان‌ها وجود دارد که هر کدام مبتنی بر شرایط و مفروضات خاص هستند و بالطبع در مقایسه با یکدیگر مزایا و معایبی دارند. کاربرد هر یک از الگوها و

* این مقدمه توسط دکتر غلامرضا گرائی‌نژاد مدیر کل دفتر امور آموزش و پرورش عمومی و فنی و حرفه‌ای ارائه شده است.

روش‌های موجود نیز بستگی به ساختار سازمان‌های مورد مطالعه و داده‌ها و اطلاعات در دسترس دارد.

بخش قابل توجهی از منابع بودجه عمومی دولت‌ها از جمله در ایران، در واحدها و مؤسسه‌های آموزشی و در سطوح مختلف، از ابتدایی تا آموزش‌های عالی هزینه می‌شود. بنابراین استفاده از الگوهای سازگار با ساختارهای موجود این مؤسسه‌ها و به کارگیری داده‌ها و اطلاعات موجود برای اندازه‌گیری کارایی آنها در برنامه‌ریزی و بودجه‌ریزی و تنظیم الگوی تخصیص منابع بسیار اهمیت دارد. در ساختار فعلی نظام آموزشی کشور، آموزشکده‌های فنی و حرفه‌ای وابسته به وزارت آموزش و پرورش عهده‌دار تربیت بخش بزرگی از تکنسین‌های مورد نیاز بازار کار هستند. این آموزشکده‌ها در طی دو دهه گذشته از نظر تعداد و همچنین میزان فعالیت‌ها، و به طور عمده تعداد دانشجویان، رشد قابل توجهی داشته‌اند. بنابراین در این مقاله تلاش شده است تا با به‌کارگیری الگوهای مناسب، ابزاری برای اندازه‌گیری میزان کارایی آنها معرفی شود و در یک الگوی مقایسه‌ای زمینه‌هایی برای استفاده بهتر از منابع در دسترس و راهکارهایی برای افزایش کارایی آنها مطرح شود.

بیان مسئله

ارزیابی عملکرد سازمان‌ها برای بهبود و اصلاح روندها ضروری است. آموزشکده‌های فنی و حرفه‌ای به عنوان جزئی از نظام آموزش و پرورش تنها در صورت اعمال روش‌های صحیح می‌توانند رسالت خود را به خوبی انجام دهند. این روش‌ها پس از ارزیابی عملکرد آموزشکده‌ها قابل تبیین هستند. اما مشکل؛ نبود معیار جامع اندازه‌گیری کارایی برای آموزشکده‌های فنی و حرفه‌ای و عدم رتبه‌بندی علمی آموزشکده‌های فنی و حرفه‌ای بر حسب معیار کارایی است. همچنین برای اندازه‌گیری کارایی، مشکل چگونگی تعیین ابزار اندازه‌گیری و چگونگی افزایش کارایی به وسیله آن ابزار وجود دارد.

به عنوان سؤال‌های پژوهش می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. چگونه می‌توان کارایی آموزشکده‌های فنی و حرفه‌ای مراکز استان‌ها را اندازه‌گیری نمود؟
۲. آموزشکده‌های فنی و حرفه‌ای مراکز استان‌ها تا چه حد به صرفه عمل می‌کنند؟
۳. آیا می‌توان با مقایسه آموزشکده‌ها و تعیین کاراترین آنها الگوهایی برای دستیابی سایر مراکز به کارایی بالاتر ارائه داد؟
۴. راه‌های ارتقای کارایی واحدهای ناکارا کدامند؟

اهمیت و ضرورت مسئله

آموزشکده‌های فنی و حرفه‌ای در کل کشور برای تربیت نیروی متخصص و فنی که بتواند در بازار کار جایگاه خود را داشته باشد تلاش می‌کنند. بنابراین برای مدیریت این آموزشکده‌ها در کل کشور، داشتن معیار و روش علمی سنجش کارایی ضروری است. با داشتن این معیار می‌توان آموزشکده‌ها را از نقطه کارایی با یکدیگر مقایسه نمود و نقاط قوت و ضعف هر کدام را مشخص نمود. سپس با ارائه راهکارهای لازم در جهت افزایش کارایی واحدهای ناکارا کوشید که در این مرحله با الگو قرار دادن مراکز کارا، موجبات رقابت بین آموزشکده‌ها نیز فراهم می‌آید.

اهداف تحقیق

هدف از انجام این تحقیق را می‌توان به صورت زیر مطرح کرد:

- بررسی کارایی آموزشکده‌های فنی و حرفه‌ای مراکز استان‌ها با تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها
- تعیین میزان انحراف از کارایی در آموزشکده‌های فنی و حرفه‌ای

روش تحقیق

پژوهش حاضر، کاربردی بوده و مراحل آن به صورت زیر شکل گرفته است:

۱. ابتدا با مطالعه ادبیات موضوع و تحقیقات مشابه فهرستی از متغیرهای مهم در تعیین کارایی مراکز آموزشی تهیه شد. سپس با مصاحبه با کارشناسان متخصص در آموزشکده‌های فنی و حرفه‌ای و مطالعه شاخص‌های سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی برای ارزیابی عملکرد آموزشکده‌ها و با توجه به محدودیت‌های مدل DEA که (تعداد خروجی‌ها + تعداد ورودی‌ها) ۲ $\leqslant$ DMUها، مجموعاً ۱۰ متغیر مهم برای بررسی کارایی آموزشکده‌ها در دو دسته داده‌ها و ستاده‌ها تعریف گردید.

۲. در قدم دوم، دپارتمان‌ها با کمک اطلاعات به دست آمده به فرم مناسب DEA (CCR) فرموله شده و حل شد.

۳. در قدم سوم، به کمک مقادیر θ[1] در مدل‌های ثانویه راهکارهای مناسب برای ارتقای سطح کارایی دپارتمان‌های ناکارامد ارائه گردید.

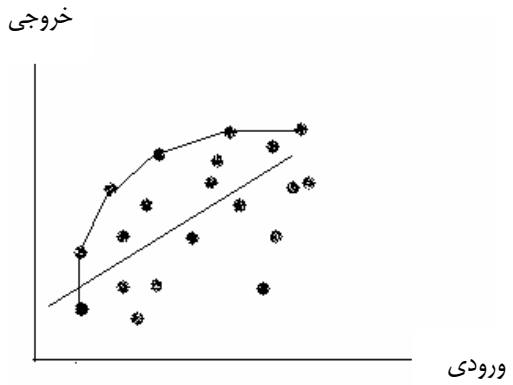
اصول و مفاهیم تحلیل پوششی داده‌ها

اگر یک DMU دارای یک ورودی و یک خروجی باشد کارایی آن از تقسیم ستاده به نهاده حاصل می‌شود. در صورت وجود چند داده و ستاده برای DMU در صورت معلوم بودن ارزش هر یک از نهاده‌ها و ستاده‌ها برای محاسبه کارایی از تقسیم مجموع وزنی ستاده‌ها به مجموع وزنی نهاده‌ها استفاده می‌شود. اما در اغلب موارد ارزش داده‌ها و ستاده‌ها مشخص نیست، در این حالت DEA وزن‌هایی را به داده‌ها و ستاده‌ها اختصاص می‌دهد. این تخصیص وزن به داده‌ها و ستاده‌ها با یک مدل برنامه‌ریزی خطی صورت پذیرفته و به این صورت است که DEA وزن‌ها را طوری تعیین می‌کند که کارایی واحد نسبت به سایر واحدها حداکثر شود.

در تحلیل پوششی داده‌ها یک واحد مجازی از ترکیب خطی DMU ها ساخته شده و سپس واحد مورد بررسی با واحد مجازی سنجش می‌شود و در دو گروه «کارا» و «ناکارا» شناخته

۱. θ، مقداری که از حل مدل ثانویه به دست آمده، و در تحلیل حساسیت مدل مورد استفاده قرار می‌گیرد.

می‌شوند. DEA، کارایی نسبی را ارائه می‌کند چون DMU ها در مقایسه با یکدیگر ارزشیابی می‌شوند نه با یک استاندارد تعریف شده از قبل.



نمودار ۱. DEA و رگرسیون

در مقایسه بین رگرسیون و تحلیل پوششی داده‌ها می‌توان گفت که در رگرسیون تخمین یک تابع تولید یا معادله رگرسیون الزامی است تا ارتباط بین متغیر مستقل و وابسته معین شود اما در DEA به هر یک از DMU ها اجازه داده می‌شود تا کارایی خود را با توجه به سایر واحدها حداکثر نمایند.

DMU هایی که می‌توانند از نهادهٔ خود حداکثر استفاده را بنمایند بر روی مرز کارایی قرار گرفته و کارایی آنان برابر یک است. این خط شکسته سایر واحدها را پوشانده و برای هر یک از DMU ها منابع و سطوح عدم کارایی داده‌ها و ستاده‌ها مشخص است. و واحد ناکارا می‌تواند با توجه به گروه مرجع، یعنی گروهی که کارایی واحد نسبت به آنها امتیازدهی شده، راهکارهای افزایش کارایی را شناسایی کند (مهرگان، ۱۳۸۳).

تعریف DMU ها

یک واحد تصمیم‌گیری (DMU) نهادی است که داده را به ستاده تبدیل می‌کند. در مدل DEA، واحدهای تصمیم‌گیری می‌بایست همگن باشند و وظایف و اهداف مشابه داشته باشند. تعداد DMU ها، نسبت به ورودی و خروجی‌ها می‌بایست از رابطهٔ زیر پیروی نماید.

(تعداد خروجی‌ها + تعداد ورودی‌ها) ۲ ⩾ تعداد واحدهای مورد بررسی

قلمرو تحقیق مشتمل بر آموزشکده‌های فنی و حرفه‌ای مراکز استان‌ها در کشور است. البته فقط آموزشکده‌های پسرانه مراکز استان‌ها بررسی شده است، که تعداد آنها در سال تحصیلی ۱۳۷۹–۱۳۸۰، ۲۸ مرکز بوده است.

گزینش متغیرها

تکنیک DEA، مستقیماً با در نظر گرفتن نسبت ورودی‌های متنوع (یا منابع) به خروجی‌های متنوع تولید شده (یا خدمات) بهره‌وری را اندازه‌گیری می‌کند (آریانژاد، ۱۳۸۱). بنابراین، متغیرهای مسئله را می‌توان در دو دسته کلی داده‌ها و ستاده‌ها تقسیم نمود. تعیین متغیرهای داده و ستاده در به کارگیری مدل DEA بسیار اهمیت دارد، زیرا نتایج حاصل از حل مدل DEA مبتنی بر نوع داده و ستاده‌های انتخابی است. به طوری که اگر یک متغیر داده یا ستاده عوض شود، نتایج مدل عوض خواهد شد. در نتیجه اگر متغیرهای داده و ستاده درست تعریف شوند، ارزیابی کارایی DMU ها، واقعی‌تر خواهد بود.

داده‌ها

۱. *تعداد استادان.* این متغیر استادان تمام وقت و نیمه وقت را شامل می‌گردد. به عبارتی، این متغیر به عنوان یک داده اساسی آموزشکده‌های فنی مطرح است. این متغیر با نماد V_1 در مدل مشخص می‌شود.

۲. *تعداد دانشجو.* یکی از ورودی‌های مهم آموزشکده‌ها تعداد دانشجو است. این متغیر شامل دانشجویان روزانه و شبانه است، دانشجویان موجود در سیستم آموزشی در سال تحصیلی ۷۹–۸۰ که دانشجویان ورودی جدید را نیز در برمی‌گیرد. این متغیر با نماد V_2 مشخص می‌شود.

۳. *فضای آموزشی.* این متغیر بیان‌کنندهٔ مساحت محیط آموزشی آموزشکده‌هاست که شامل مساحت کل کلاس‌های آموزشکده می‌گردد. این متغیر برحسب متر مربع بوده و متغیری پیوسته است و با نماد V_3 مشخص می‌شود.

۴. *فضای کار عملی.* با توجه به این مورد، یکی از رسالت‌های آموزشکده‌های فنی و حرفه‌ای پرداختن به کار عملی و کارگاهی است و از دانش‌آموختگان این مراکز انتظار کار فنی متناسب با رشته تحصیلی می‌رود. بنابراین این آموزشکده‌ها دارای فضای کار عملی هستند. این متغیر از مجموع مساحت کارگاه‌ها، مساحت آزمایشگاه و مساحت سایت‌های کامپیوتری (رایانه‌ای) و مساحت کتابخانه حاصل می‌شود و با نماد V_4 در مدل مشخص می‌شود.

۵. *بودجه.* اعتباراتی که سالیانه به آموزشکده‌ها تعلق می‌گیرد در قالب اعتبارات فصل اول، اعتبارات سایر فصل‌ها، اعتبارات تجهیزات و اعتبارات تعمیرات است؛ همچنین بعضی آموزشکده‌ها با دریافت شهریه از دانشجویان شبانه مبالغی به دست می‌آورند که صرف فعالیت‌های آموزشکده می‌نمایند. بنابراین این مبلغ نیز یک منبع مورد استفاده و ورودی به آموزشکده تلقی می‌گردد. این متغیر از نوع کمی پیوسته بوده و مقداری بزرگ‌تر از صفر اختیار می‌کند و با نمار V_5 نشان داده شده است.

ستاده‌ها

۱. *تعداد فارغ‌التحصیلان.* یکی از ستاده‌های واحدهای دانشگاهی تعداد دانش‌آموختگان هستند، بنابراین تعداد دانشجویانی که در مقطع کاردانی و کارشناسی فارغ‌التحصیل شده‌اند یکی از ستاده‌های آموزشکده‌های فنی و حرفه‌ای است که با نماد U_1 بیان می‌گردد.

۲. *میانگین معدل فارغ‌التحصیلان.* معدل فارغ‌التحصیلان می‌تواند یکی از ملاک‌های ارزیابی سطح علمی فارغ‌التحصیلان آموزشکده‌ها باشد. این متغیر از تقسیم مجموع معدل فارغ‌التحصیلان در سال ۷۹-۸۰ بر تعداد فارغ‌التحصیلان همان سال به دست می‌آید. به عبارتی

دیگر میانگین معدل فارغ‌التحصیلان را نشان می‌دهد. این متغیر، متغیر کمی پیوسته و در دامنه ۰ تا ۲۰ است و با نماد U_3 مشخص شده است.

۳. *تعداد پذیرفته‌شدگان در مقاطع بالاتر.* قبولی در مقطع کارشناسی در سال تحصیلی ۱۳۷۹-۱۳۸۰برای آموزشکده‌های فنی و حرفه‌ای یک ستاده مهم است که در این متغیر به‌حساب می‌آید. قبولی در مقاطع بالاتر نیز یکی دیگر از ملاک‌های ارزیابی واحدهای دانشگاهی به شمار می‌آید؛ که با نماد U_2 در مدل مشخص می‌شود.

۴. *تعداد طرح‌های پژوهشی دانشجویان.* از آنجا که دانشجویان آموزشکده‌های فنی و حرفه‌ای در رشته‌های فنی فارغ‌التحصیل می‌شوند پس دارای پروژه (طرح)های تحقیقاتی و فنی هستند. این متغیر از مجموع طرح‌های تحقیقاتی دانشجویان و پایان‌نامه‌های آنها تشکیل شده است. این متغیر پوشش‌دهنده وظیفه دوم آموزشکده، (وظیفه پژوهشی) است و با نماد U_5 در مدل به کار می‌رود.

۵. *تعداد طرح‌های پژوهشی استادان.* علاوه بر دانشجویان، استادان نیز در آموزشکده‌ها و در حین تدریس به تحقیق پرداخته، و تألیف و ترجمه کتاب و مقاله نیز دارند. این متغیر از مجموع تعداد طرح تحقیقاتی، تعداد طرح، تعداد کتب و تعداد مقالات چاپ شده صورت پذیرفته است. و وظیفه پژوهشی آموزشکده‌ها با این متغیر هم لحاظ می‌گردد. این متغیر با نماد U_4 پذیرفته می‌شود.

تبیین مدل پیشنهادی

مدل پیشنهادی، مدل CCR اصلاح شده خروجی محور است. علت استفاده از ثانویه مدل به دست آوردن اطلاعات مفیدتر برای ارائه راهکار کارایی واحد ناکارا (یعنی استفاده از مقدار θ) و نیز برای کم شدن حجم عملیات بوده است. زیرا برای استفاده از نرم‌افزار هرچه تعداد محدودیت کمتر باشد سرعت انجام عملیات بیشتر خواهد بود. که در ثانویه مسئله ۱۰ محدودیت و ۳۹ متغیر وجود دارد.

علت استفاده از CCR اصلاح شده آن است که در مدل غیر اصلاح شده CCR متغیرهای تصمیم غیرمنفی تعریف می‌شوند و این امکان وجود دارد که مقدار یکی از متغیرهای تصمیم صفر شود. مثلاً در جواب بهینه CCR یک مدل اگر $U_۱ = ۳$ ، $V_۲ = \frac{۵}{۲}$ ، $V_۱ = ۰$ باشد وجود $V_۱ = ۰$ موجب می‌شود که ورودی یک در تعیین کارایی مورد توجه قرار نگیرد و در محاسبات حذف شود، بنابراین مقدار متغیرهای تصمیم در مدل از یک مقدار بسیار کوچک مثل (ε) بزرگ‌تر در نظر گرفته می‌شود.

علت خروجی محور بودن مدل نیز آن است که مدیریت کنترل بهتری بر خروجی‌ها داشته و بیشتر تمایل دارد برای بالا بردن کارایی خروجی‌ها را افزایش دهد تا اینکه ورودی‌ها را کم کند. مدل اولیه CCR اصلاح شده خروجی محور به صورت زیر است:

$$\text{Min } Z_o = \sum_{i=1}^{m} v_i x_{i_o}$$

St:

$$\sum_{r=1}^{S} u_r y_{r_o} = 1$$

$$\sum_{r=1}^{S} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \le 0$$

$$u_r \text{ و } v_i \ge \varepsilon$$

میزان ورودی i ام برای واحد j ام	$X_{ij} (i = 1,2,...,m)$
میزان خروجی r ام برای واحد j ام	$y_{rj} (r = 1,2,...,s)$
وزن داده شده به خروجی r ام	$[u_r$ (قیمت خروجی rام)]
وزن داده شده به ورودی i ام	v_i (هزینه ورودی iام)

در صورتی که متغیر متناظر با محدودیت اول مدل بالا را در مسئله ثانویه با θ و متغیرهای متناظر با دیگر محدودیت‌ها را با λ_j بیان شود، مدل ثانویه به صورت زیر خواهد بود.

$$\text{Max } y_0 = \theta - \varepsilon\left(\left(\sum_{r=1}^{s} s_r^+ + \sum_{i=1}^{m} s_r^-\right)\right)$$

St:

$$\sum_{j=1}^{m} \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = \theta y_{r0} - \qquad (r=1,2,\ldots,s)$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{i0} \qquad (i=1,2,\ldots,m)$$

θ آزاد در علامت $\lambda_j, S_r^+, S_i^- \geq 0$ $\qquad (j=1,2,\ldots,n)$

پارامتر θ بیانگر مقدار کاهش نسبی ورودی‌های واحد صفر در حالی که سطح خروجی ثابت است. S_i^- متغیرهای مازاد و S_r^+ متغیرهای کمکی و λ_j متغیر متناظر با محدودیت دوم مدل اولیه است.

مدل برای واحد اول به شکل زیر فرموله شده است.

$$\text{Max } y_o = \theta - \varepsilon(S_1^+ + S_2^+ + S_3^+ + S_4^+ + S_5^+ + S_1^- + S_2^- + S_3^- + S_4^- + S_5^-)$$

St:

$$1025\lambda_1 + 359\lambda_2 + 332\lambda_3 + \ldots + 71\lambda_{28} - S_1^+ = 1025\theta$$

$$32\lambda_1 + 17\lambda_2 + 20\lambda_3 + \ldots + 4\lambda_{28} - S_2^+ = 32\theta$$

$$\vdots \qquad\qquad \vdots$$

$$213\lambda_1 + 96\lambda_2 + 138\lambda_3 + \ldots + 52\lambda_{28} + S_1^- = 213$$

$$3919\lambda_1 + 1212\lambda_2 + 1074\lambda_3 + \ldots + 246\lambda_{28} + S_2^- = 3919$$

$$\vdots \qquad\qquad \vdots$$

$$1872.3\lambda_1 + 915.1\lambda_2 + 488.4\lambda_3 + \ldots + 414.4\lambda_{28} + S_5^- = 1872.3$$

θ آزاد در علامت $\lambda, S^+, S^- \geq 0$

این مدل برای هر یک از واحدها، فرموله شده و با نرم‌افزار win QSP حل شده است.

برای استفاده از مدل اندرسون و پترسون برای رتبه‌بندی واحدهای کارا نیز می‌بایست در مدل اولیه محدودیت مربوط به آن واحد را برداشت تا واحد بتواند مقادیر بیشتر از ۱ کسب نماید و در مدل ثانویه متغیر مربوط به آن واحد را می‌بایست از تمام محدودیت‌ها حذف کرد. که در این مدل این کار مثلاً برای واحد ۵ به صورت حذف λ_5 در تمامی محدودیت‌های مدل صورت پذیرفته است.

$$\ldots + 431\lambda_5 + \ldots$$

$$\ldots + 15\lambda_5 + \ldots$$

$$\vdots$$

$$\ldots + 117\lambda_5 + \ldots$$

این ستون حذف می‌گردد

مدل‌های مذکور با نرم‌افزار Win QSP برای هر یک از ۲۸ واحد تصمیم‌گیری فرموله و حل شده‌اند.

تجزیه و تحلیل نتایج مدل CCR

از مدل CCR با ماهیت خروجی برای ارزیابی کارایی آموزشکده‌های فنی استفاده شده است. برای به دست آوردن مدل کارایی مدل ثانویه (پوششی) CCR به تعداد DMUها (۲۸ بار) اجرا شده است. مدل بیان شده شامل ۳۹ متغیر و ۱۰ محدودیت است.

نتایج میزان نمره کارایی آموزشکده‌ها با استفاده از مدل پوششی (ثانویه) CCR اصلاح شده خروجی محور در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. نتایج حاصل از حل مدل CCR

واحد مورد ارزیابی	نمره کارایی	مجموعه مرجع	واحد مورد ارزیابی	نمره کارایی	مجموعه مرجع
شهید مهاجر اصفهان	۱	۱	شهید چمران کرمان	۰/۸۹۶۸	۲۴و۱۲و۵ و۳
شهید مفتح همدان	۰/۹۵۲۲	۲۵و۱۷و۱۲و۵ و۳	امام خمینی گلستان	۱	۱۶
الغدیر زنجان	۱	۳	خرم‌آباد	۱	۱۷
امیرکبیر اراک	۰/۸۳۹۴	۲۵و۲۱و۱۷و۱۶و۱۲و۵	بروجرد	۱	۱۸
رازی اردبیل	۱	۵	امام محمد باقر (ع) ساری	۰/۹۱۳۴	۲۵و۲۴و۱۲و۳
شهید چمران رشت	۱	۶	شهید صدوقی یزد	۱	۲۰
شهرکرد	۱	۷	شماره ۲ تبریز	۱	۲۱
شهید بابایی قزوین	۰/۸۷۴۲	۲۶و۲۵و۲۱و۱۳و۱۲و۱۰و۷	شهید رجایی کاشان	۰/۹۵۹۵	۲۵و۱۷و۱۲و ۵ و۳
شماره یک تبریز	۰/۸۷۷۴	۲۵و۲۴و۱۲و۷	شهید منتظری مشهد	۱	۲۳
شهید بهشتی ارومیه	۱	۱۰	شماره یک زاهدان	۱	۲۴
ایلام	۱	۱۱	امام خمینی میبد	۱	۲۵
انقلاب اسلامی تهران	۱	۱۲	شهید بهشتی اردکان	۱	۲۶
شهید شمسی‌پور تهران	۱	۱۳	تربیت دبیر صومعه‌سرا	۱	۲۷
شهید چمران اهواز	۰/۹۶۴۲	۲۶و۲۵و۱۳و۱	بندر عباس	۱	۲۸

همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود از مجموع ۲۸ آموزشکده، تعداد ۲۰ تای آنها کارا معرفی شده‌اند و نمره کارایی ۱ را اخذ کرده‌اند و نیز ۸ واحد تصمیم‌گیری بعد از حل مدل ناکارا معرفی شده‌اند که به ترتیب امتیاز کارایی آنها عبارتند از: ۱۴، ۲۲، ۲، ۱۹، ۱۵، ۹، ۸ و ۴

ارائه راهکارهایی برای کارا شدن آموزشکده‌های ناکارا

همان‌طور که قبلاً اشاره شد برای مقایسه کارایی نسبی از مدل CCR خروجی محور اصلاح شده استفاده شد که این مدل به شکل ثانویه (پوششی) تهیه و اجرا شده است.

در این مدل θ مقداری را به ما نشان می‌دهد که با استفاده از آن می‌توانیم واحد مجازی برای واحد مورد نظر ساخته و در نتیجه راهکارهایی برای افزایش کارایی واحد تا رسیدن به مرز کارایی ارائه دهیم.

بنابراین، می‌توان از ضرب θ در خروجی‌های واحد ناکارا، خروجی‌های واحد مجازی را به دست آورد. در آن صورت با تغییر خروجی‌های واحد ناکارا به مقادیر واحد مجازی، واحدی خواهیم داشت که کارا ارزیابی می‌شود.

به طور مثال آموزشکده شهید مفتح همدان دارای θ=۱/۰۵۰۲ است. که نمرهٔ کارایی آن از $\frac{1}{\theta}$ به مقدار ۰/۹۵۲۲ به دست آمده است. بنابراین خروجی‌های مجازی برای آموزشکده شهید مفتح همدان به صورت زیر محاسبه می‌شود:

خروجی‌های مجازی واحد مذکور = خروجی‌های واقعی*مقدار θ

$$\begin{aligned} 359 &\quad 377.0218 \\ 17 &\quad 17.8534 \\ 1.0502\times 13.46 = &\quad 14.1357 \\ 7 &\quad 7.3514 \\ 30 &\quad 31.506 \end{aligned}$$

بنابراین برای کارا شدن آموزشکده شهید مفتح همدان باید خروجی‌های واحد را به مقادیر مشخص شده در خروجی‌های مجازی افزایش داد. مثلاً معدل از ۱۳/۴۶ می‌بایست به ۱۴/۱۴ افزایش یابد و سایر خروجی‌ها نیز به همین ترتیب افزایش یابند تا واحد کارا شود. جدول ۲ مقدار تغییری را که باید ستاده‌های واحدها داشته باشند تا کارا شوند، بیان کرده است. برای مثال آموزشکده شهید مفتح همدان می‌بایست تعداد فارغ‌التحصیلانش را ۱۸ نفر افزایش دهد. هر کدام از تعداد قبولی، تعداد طرح پژوهشی استادان، تعداد طرح پژوهشی دانشجویان را یک نفر افزایش

دهد و میانگین معدل نیز از ۱۳/۴۶ می‌بایست به ۱۴/۱۴ افزایش یابد تا آموزشکده شهید مفتح همدان کارایی را به دست آورد. این تحلیل را می‌توان برای تک‌تک آموزشکده‌های ناکارا بیان کرد.

این روش برای هر یک از واحدهای ناکارا انجام شده و مقادیر بهبود آنها در جدول ۲ آمده است. به این صورت که واحدهای ناکارا می‌بایست خروجی خود را به مقادیر بیان شده افزایش دهند تا به مرز کارایی برسند.

جدول ۲. میزان بهبود لازم برای کارا شدن آموزشکده‌های ناکارا

واحدهای ناکارا	θ	ستاده‌ها				
	مدل CCR خروجی محور	تعداد فارغ‌التحصیلان U_1	تعداد قبولی U_2	میانگین معدل U_3	پژوهشی استادان U_4	پژوهشی دانشجویان U_5
شهید مفتح همدان	۱/۰۵۰۲	۳۵۹ (۳۷۷/۰۲۱۸)	۱۸ (۱۷/۸۵۳۴)	۱۳/۴۶ (۱۴/۱۳۵۷)	۷ (۷/۳۵۱۴)	۳۰ (۳۱/۵۰۶)
امیرکبیر اراک	۱/۱۹۱۳	۳۱۵ (۳۷۵/۲۵۹۵)	۲۰ (۲۳/۸۲۶)	۱۴/۲۴ (۱۶/۹۶۴۱)	۲ (۲/۳۸۲۶)	۱۵ (۱۷/۸۶۹۵)
شهید بابایی قزوین	۱/۱۴۳۹	۲۹۸ (۳۰۴۰/۸۸۲۲)	۱۰ (۱۱/۴۳۹)	۱۳/۴۸ (۱۵/۴۱۹۷)	۱۱ (۱۲/۵۸۲۹)	۲۵ (۲۸/۵۹۷۵)
شهیدرجایی کاشان	۱/۱۳۹۷	۸۳۸ (۹۵۵/۰۳۸۶)	۳۱ (۳۵/۳۳۰۷)	۱۴/۳ (۱۶/۲۹۷۷)	۱۳ (۱۴/۸۱۶۱)	۳۱ (۳۵/۳۳۰۷)
شهید چمران اهواز	۱/۰۳۷۱	۳۸۴ (۳۹۸/۲۴۶۴)	۱۷ (۱۷/۶۳۰۷)	۱۴/۰۷ (۱۴/۵۹۱۹)	۱۰ (۱۰/۳۷۱)	۱۱ (۱۱/۴۰۸۱)
شهیدچمران کرمان	۱/۱۱۵	۱۱۷۵ (۱۳۱۰/۱۲۵)	۲۸ (۳۱/۲۲)	۱۵/۲ (۱۶/۹۴۸)	۱۱ (۱۲/۲۶۵)	۲۶ (۲۸/۹۹)
امام محمد باقر (ع) ساری	۱/۰۹۴۸	۷۰۸ (۷۷۵/۱۱۸۴)	۲۴ (۲۶/۲۷۵۲)	۱۳/۱۲ (۱۴/۳۶۳۷)	۱۱ (۱۲/۰۴۲۸)	۱۱ (۱۲/۰۴۲۸)
شماره یک تبریز	۱/۰۴۲۲	۴۴۴ (۴۶۲/۷۳۶۸)	۲۳ (۲۳/۹۷۰۶)	۱۵/۱ (۱۵/۷۳۷۲)	۵ (۵/۲۱۱)	۱۱ (۱۱/۴۶۴۲)

رتبه‌بندی آموزشکده‌های کارا با مدل ابرکارایی

در مدل‌های DEA، بعضی واحدها کارا معرفی شده و امتیاز کارایی برابر ۱ می‌گیرند و بعضی دیگر واحدهای ناکارا هستند که امتیاز کارایی کمتر از ۱ می‌گیرند. بنابراین واحدهای ناکارا قابل رتبه‌بندی هستند. اما واحدهای کارا را به وسیله مدل‌های کلاسیک نمی‌توان رتبه‌بندی کرد.

برای رتبه‌بندی واحدهای کارا از مدل اندرسون و پترسون (AP) یا همان ابرکارایی[1] استفاده می‌شود.

با توجه به نتایج حل مدل CCR، ۲۰ واحد کارا معرفی شده‌اند. هر یک از واحدها انتخاب شده و محدودیت مربوط به آن واحد حذف شده و دوباره مدل حل شده و کارایی آن معین می‌شود. حذف این محدودیت باعث می‌شود که مدل بتواند مقادیر بیش از یک را نیز اختیار کند.

به عنوان مثال، آموزشکده رازی اردبیل که در CCR، نمره کارایی ۱ گرفته است انتخاب شده و چون از مدل ثانویه استفاده می‌شود، بنابراین متغیر ۵ از مجموعه محدودیت‌ها حذف می‌گردد که عبارت است از:

$$\begin{array}{c} \ldots + 431\lambda_5 + \ldots \\ \ldots + 15\lambda_5 + \ldots \\ \vdots \\ \ldots + 117\lambda_5 + \ldots \end{array}$$

سپس مدل بدون متغیر ۵ ($\lambda_۵$) حل می‌گردد تا مدل بتواند مدل کارایی بالاتر از ۱ حاصل نماید. که در مورد آموزشکده رازی اردبیل، θ=۰/۵۷۱۲ است و مقدار کارایی از $\frac{1}{\theta}$ حاصل می‌گردد که برابر می‌شود با ۱/۷۵۰۷

این روش برای تمامی واحدهای کارا اجرا شده و مقادیر کارایی آنها در جدول ۳ آورده شده است. که با توجه به آن می‌توان رتبه‌بندی کاملی از کل آموزشکده‌ها ارائه داد.

1. SUPER EFFICIENCY

جدول ۳. رتبه‌بندی کامل با مدل اندرسون و پترسون

نام آموزشکده	نمره کارایی CCR	θ در مدل AP	نمره کارایی مدل AP	رتبه آموزشکده
شهید شمسی‌پور تهران	۱	۰/۳۴۱۳	۲/۹۲۹۹	۱
الغدیر زنجان	۱	۰/۳۸۴۲	۲/۶۰۲۸	۲
بندرعباس	۱	۰/۴۳۲۶	۲/۳۱۱۶	۳
ایلام	۱	۰/۵۰۵۶	۱/۹۷۷۸	۴
امام خمینی میبد	۱	۰/۵۷۱۲	۱/۷۵۰۷	۵
شماره ۲ تبریز	۱	۰/۵۸۹۳	۱/۶۹۶۹	۶
امام خمینی گلستان	۱	۰/۶۶۰۷	۱/۵۱۳۵	۷
شهید بهشتی ارومیه	۱	۰/۶۷۷۹	۱/۴۷۵۱	۸
بروجرد	۱	۰/۶۹۱۶	۱/۴۴۵۹	۹
شهید صدوقی یزد	۱	۰/۶۹۸۷	۱/۴۳۱۲	۱۰
رازی اردبیل	۱	۰/۷۲۵۴	۱/۳۷۸۵	۱۱
شماره ۱ زاهدان	۱	۰/۷۲۶۸	۱/۳۷۵۸	۱۲
تربیت دبیر صومعه‌سرا	۱	۰/۷۷۲۰	۱/۲۹۵۳	۱۳
انقلاب اسلامی تهران	۱	۰/۷۸۴۶	۱/۲۷۴۵	۱۴
خرم‌آباد	۱	۰/۸۲۵۸	۱/۲۱۰۹	۱۵
شهر کرد	۱	۰/۸۴۲۹	۱/۱۸۶۳	۱۶
شهید منتظری مشهد	۱	۰/۸۵۳۰	۱/۱۷۲۳	۱۷
شهید بهشتی اردکان	۱	۰/۹۰۹۰	۱/۱۰۰۱	۱۸
شهید مهاجر اصفهان	۱	۰/۹۱۲۵	۱/۰۹۵۸	۱۹
شهید چمران رشت	۱	۰/۹۹۸۹	۱/۰۰۱۱	۲۰
شهید چمران اهواز	۰/۹۶۴۲			۲۱
شهید رجایی کاشان	۰/۹۵۹۵			۲۲
شهید مفتح همدان	۰/۹۵۲۲			۲۳
امام محمد باقر (ع) ساری	۰/۹۱۳۴			۲۴
شهید چمران کرمان	۰/۸۹۶۸			۲۵
شماره ۱ تبریز	۰/۸۷۷۴			۲۶
شهید بابایی قزوین	۰/۸۷۴۲			۲۷
امیرکبیر اراک	۰/۸۳۹۴			۲۸

همان‌طور که در جدول بالا آمده کاراترین آموزشکده، آموزشکده شهید شمسی‌پور تهران است. این بدان معناست که این آموزشکده نسبت به بقیه آموزشکده‌ها با ورودی‌های کمتر، خروجی‌های بیشتری ارائه نموده و بیشترین کارایی را دارد. نمرهٔ کارایی بقیه آموزشکده‌ها به وضوح در این جدول آمده است.

استفاده از تحلیل ربعی برای تشریح اختلاف کارایی

در بررسی ارتباط بین نمرهٔ کارایی و سطوح مختلف عملکرد می‌توان از تحلیل ربعی که ابتدا توسط «ای دبلیو بی سنت» ابداع شده است، بهره گرفت (zomo, 1990). در این نظام تحلیلی، عملکرد هر یک از آموزشکده‌ها در مقایسه با کارایی در چهار وضعیت قرار می‌گیرند.

۱. کارایی بالا، عملکرد مطلوب (مصرف کم داده یا عرضه بالای ستاده)

مانند آموزشکده شهید شمسی‌پور (واحد ۱۲)، همان‌طور که در نمودار آمده هم دارای نمره کارایی یک است و هم در خروجی تعداد فارغ‌التحصیلان نمرهٔ بالایی دارد.

۲. کارایی بالا، عملکرد ضعیف (مصرف کم داده یا عرضه پایین ستاده)

مانند آموزشکده شهید چمران رشت (واحد ۶)، همان‌طور که در نمودار آمده دارای نمرهٔ کارایی یک است اما در خروجی تعداد فارغ‌التحصیلان نمرهٔ خیلی بالایی ندارد پس می‌توان نتیجه گرفت آنچه باعث بالا بودن نمره کارایی آن شده است متغیرهای دیگر هستند نه تعداد فارغ‌التحصیلان.

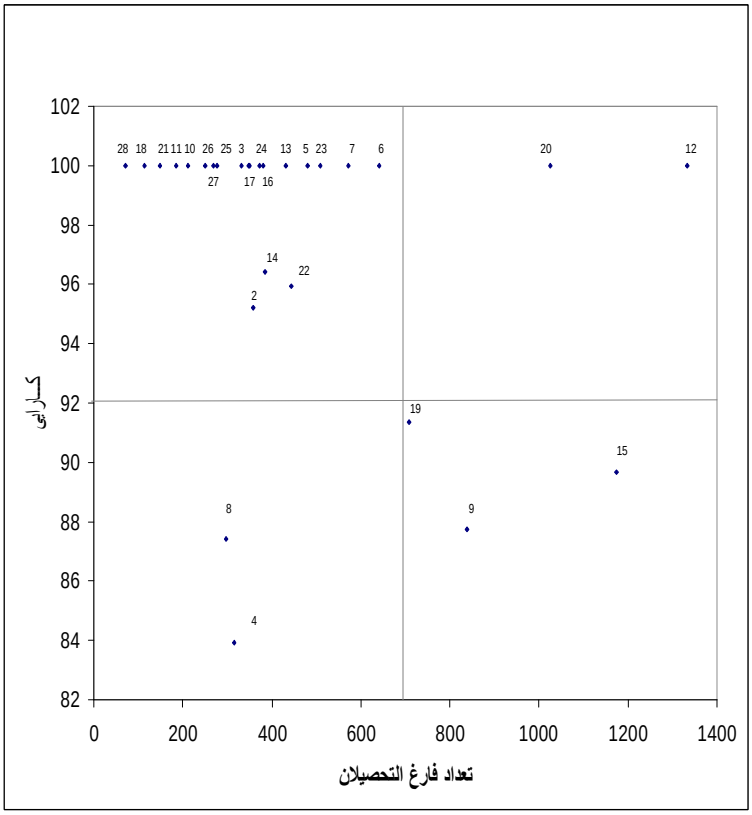
۳. کارایی پایین، عملکرد مطلوب (مصرف بالای داده یا عرضه بالای ستاده)

مانند آموزشکده شهید چمران کرمان (واحد ۱۵)، همان‌طور که در نمودار آمده دارای نمره کارایی پایین است اما در خروجی تعداد فارغ‌التحصیلان نمرهٔ خیلی بالایی دارد پس می‌توان نتیجه گرفت یکی از متغیرهایی که باعث پایین بودن نمره کارایی آن گشته است، متغیر تعداد فارغ‌التحصیلان نیست.

۴. کارایی پایین، عملکرد ضعیف (مصرف بالای داده یا عرضه کم ستاده)

مانند آموزشکده امیرکبیر اراک (واحد ۴)، همان‌طور که در نمودار آمده دارای نمرهٔ کارایی پایین است در خروجی تعداد فارغ‌التحصیلان نیز نمرهٔ خیلی پایینی دارد. پس می‌توان نتیجه گرفت یکی از متغیرهایی که باعث پایین بودن نمرهٔ کارایی آن گشته است، متغیر تعداد فارغ‌التحصیلان است.

می‌توان نسبت کارایی را با هر یک از داده‌ها و ستاده‌ها برای آموزشکده‌ها بررسی نمود اما به علت مفصل بودن آن یک نمونه به ازای یک ستاده (رابطه کارایی و تعداد فارغ‌التحصیلان) مورد بررسی قرار گرفت و مشخص است که به ازای ۱۰ ورودی و خروجی قابل بیان و تشریح است.



نمودار ۲. تحلیل ربعی کارایی و تعداد فارغ‌التحصیلان

نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌ها می‌توان به سؤالات مطرح شده به صورت زیر پاسخ داد:

جواب به این سؤال که چگونه می‌توان کارایی آموزشکده‌های فنی و حرفه‌ای مراکز استان‌ها را اندازه‌گیری نمود؟ می‌توان گفت که کارایی آموزشکده‌های فنی و حرفه‌ای با استفاده از مدل ثانویه اصلاح شده خروجی محور مدل‌های CCR اندازه‌گیری شده است. نتایج حاصل از حل مدل CCR، ۲۰ واحد را کارا معرفی نمود و ۸ واحد نیز ناکارا معرفی شدند. کاراترین آموزشکده، آموزشکده شهید شمسی‌پور تهران است. این بدان معناست که این آموزشکده نسبت به بقیه آموزشکده‌ها با ورودی‌های کمتر، خروجی‌های بیشتری ارائه نموده است و بیشترین کارایی را دارد. نمره کارایی بقیه آموزشکده‌ها به ترتیب در جدول ۳ آمده است. البته نتایج، مانند هر تحقیق دیگری، به داده‌ها ارتباط دارد و باید توجه داشت که داده‌های استفاده شده در این مدل مربوط به سال تحصیلی ۷۹-۸۰ است. می‌توان مدل را با داده‌های به روز اجرا نمود و نیز باید توجه داشت که مدل DEA کارایی واحدها را نسبت به هم سنجش می‌کند، بنابراین اگر تعداد آموزشکده‌ها کم یا زیاد شود نتایج حاصل نیز تغییر خواهد کرد.

در مورد سؤال آموزشکده‌های فنی و حرفه‌ای مراکز استان‌ها تا چه حد به صرفه عمل می‌کنند، به این صورت می‌توان پاسخ گفت که میزان نمرهٔ حاصل شده از حل مدل‌های کلاسیک دو دسته آموزشکده کارا و ناکارا معرفی می‌نمایند. بنابراین در آموزشکده‌های ناکارا، رتبه‌بندی واحدها بر اساس میزان کارایی امکان‌پذیر است و می‌توان میزان به صرفه عمل کردن آنها را نسبت به یکدیگر سنجید. در مورد آموزشکده‌های کارا نیز از مدل اندرسون پترسون کمک گرفته شده است و واحدهای کارا نیز رتبه‌بندی شده‌اند، بنابراین با استفاده از ترکیب نتایج مدل CCR و مدل AP رتبه‌بندی کاملی از ۲۸ واحد تصمیم‌گیری ارائه شد که نتایج در جدول ۳ آمده است.

پاسخ به سؤال‌های آیا می‌توان با مقایسه آموزشکده‌ها و تعیین کاراترین آنها الگوهایی برای دستیابی سایر مراکز به کارایی بالاتر ارائه داد و راه‌های ارتقای کارایی واحدهای ناکارا کدامند، به شرح زیر است:

در اندازه‌گیری کارایی نسبی، واحدها نسبت به یکدیگر سنجیده می‌شوند. گروه مرجع واحدهای کارا خود آن واحد و گروه مرجع واحدهای ناکارا تعدادی از واحدهای دیگر شناسایی می‌شوند. با استفاده از مقادیر قیمت سایه که از حل مدل‌ها حاصل شده است، گروه مرجع واحد ناکارا مشخص شده و می‌توان با استفاده از همان مقادیر، راهکارهایی برای کارایی آن واحد ارائه نمود. اما در اینجا برای ارائه راهکارهایی در جهت ارتقای کارایی واحدهای ناکارا از مقدار θ در مدل ثانویه استفاده شده است. و چون مدل خروجی محور بوده است از حاصل ضرب θ در مقادیر واقعی خروجی واحد ناکارا، مقادیر خروجی‌هایی که واحد ناکارا می‌بایست حاصل کند تا به نمرهٔ کارایی صد در صد برسد، به دست آمده است.

پیشنهادات کاربردی

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش پیشنهادهای زیر را می‌توان برای بهبود سطح کارایی آموزشکده‌ها ارائه نمود:

۱. با توجه به نتایج حاصل از حل مدل‌های DEA می‌توان در سطح آموزشکده‌ها اقدام به هدف‌گذاری نمود. به این صورت که میزان بهبود لازم در هر یک از متغیرها را به عنوان یک هدف برای آموزشکده‌های ناکارا می‌توان تعریف کرد.

۲. میزان کارایی آموزشکده‌های فنی و حرفه‌ای می‌تواند به‌عنوان یکی از معیارهای تخصیص منابع به آموزشکده به کار گرفته شود. از جمله این منابع می‌توان به بودجه اشاره نمود.

۳. با توجه به میزان کارایی آموزشکده‌ها می‌توان در سیاستگذاری‌های مختلف تصمیم بهتری اخذ کرد. مثلاً در تصویب پذیرش دانشجوی جدید، استخدام هیئت علمی و...

می‌توان به قابلیت آموزشکده توجه داشت و در صورتی که باعث بهبود عملکرد می‌شوند، اقدام به اجرای آنها نمود.

۴. با ارزیابی سالانه آموزشکده‌های فنی و حرفه‌ای با استفاده از مدل DEA می‌توان روند کارایی را در یک سال تحصیلی مشخص نمود و با میزان تغییرات در کارایی اقدامات لازم را برای هر سال تحصیلی انجام داد.

پیشنهادهای پژوهشی

پیشنهادهای زیر جهت پژوهش‌های آینده ارائه می‌گردد که امید است مورد توجه پژوهشگران قرار گیرد:

۱. در این بررسی از مدل خروجی محور استفاده شده و برای بهبود عملکرد آموزشکده‌های ناکارا ارتقای خروجی‌ها به مقدار لازم پیشنهاد شده است. این موضوع که چطور می‌توان هر یک از این متغیرها را بهبود بخشید می‌تواند موضوع پژوهش‌های آتی باشد یعنی:

الف) چطور می‌توان معدل دانشجویان را تا یک نمرهٔ بیشتر ارتقا داد.

ب) چطور می‌توان طرح‌های پژوهشی دانشجویان را بهبود بخشید.

ج) راهکارهای افزایش طرح‌های پژوهشی استادان کدام است.

د) چه راهکارهایی وجود دارد که به وسیله آن بتوان تعداد قبولی دانشجویان را در مقاطع تحصیلی بالاتر افزایش داد.

۲. با توجه به اینکه عوامل محیطی مختلفی بر داده‌ها و ستاده‌های آموزشکده‌ها تأثیر می‌گذارند، تحقیقی برای شناسایی عوامل محیطی اثرگذار بر داده‌ها و ستاده‌های آموزشکده‌ها صورت گیرد و با استفاده از مدل DEA که شرایط محیطی را نیز در مدل تأثیر می‌دهد، اقدام به رتبه‌بندی آموزشکده‌ها شود.

۳. میزان داده‌ها و ستاده‌ها می‌تواند ثابت و معین نباشد نظیر کیفیت آموزشی، بنابراین می‌توان با استفاده از DEA فازی برای انعکاس شرایط واقعی و انتخاب ورودی‌ها و خروجی‌های فازی اقدام به ارزیابی کارایی نمود که می‌تواند موضوع پژوهشی در آینده باشد.

۴. برای بررسی کارایی و رتبه‌بندی آموزشکده‌ها می‌توان از سایر روش‌های رتبه‌بندی مانند برنامه‌ریزی آرمانی و یا تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده کرد.

منابع

الف) فارسی

آریانژاد، میر بهادر قلی و سید جعفر سجادی (۱۳۸۱). *برنامه‌ریزی خطی*، انتشارات دانشگاه علم و صنعت، تهران چاپ اول.

آموزشکده‌های فنی و حرفه‌ای در یک نگاه، وزارت آموزش و پرورش، معاونت آموزشی، دفتر امور مدارس عالی فنی و حرفه‌ای، انتشارات بربط- ونوس.

امامی میبدی، علی (۱۳۷۹). *اصول اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری*، مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی.

خاکی، غلامرضا (۱۳۸۱). *روش تحقیق با رویکردی به پایان‌نامه‌نویسی*، انتشارات بازتاب، چاپ اول.

دفت، ریچارد (۱۳۸۱). *تئوری و طراحی سازمان*، مترجمان علی پارسائیان و محمد اعرابی، چاپ دوم، تهران.

سایمون، هربرت ای. (۱۳۷۱). *رفتار اداری (بررسی در فراگردهای تصمیم‌گیری در سازمان اداری)*، مترجمان محمدعلی طوسی، نشر آموزش مدیریت دولتی، چاپ اول.

سند ملی توسعه آموزش و پرورش در برنامه پنجساله چهارم، معاونت برنامه‌ریزی و توسعه مدیریت دفتر آمار، برنامه‌ریزی و بودجه آبان‌ماه ۸۳، وزارت آموزش و پرورش.

عیسی‌خانی، احمد (۱۳۸۱). *طراحی مدل ریاضی ارزیابی کارایی گروه‌های آموزشی دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)*، به راهنمایی عادل آذر، (رسالهٔ کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی)، دانشگاه تربیت مدرس.

فتحی هفشجانی، کیومرث (۱۳۸۱-۱۳۸۲). *ارزیابی کارایی واحدهای دانشگاه آزاد اسلامی با استفاده از تحلیل پوششی داده توسعه مدل پویا- مطالعه موردی واحد تهران جنوب*، به راهنمایی مصطفی شکری، (رسالهٔ دکتری، مدیریت صنعتی)، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

فلاح جلودار، مهدی (۱۳۸۳). *مقایسه مدل‌های رتبه‌بندی در DEA*، به راهنمایی جهانشاهلو، (رساله کارشناسی ارشد ریاضی)، دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات.

قدرتی، حسن (۱۳۷۷-۱۳۷۸). *تحلیل ریاضی مدلهای DEA، رگرسیون و شاخص عملکرد در ارزیابی کارایی مدارس کاشان*، به راهنمایی عبدالرضا گودرزی، (رساله دکتری مدیریت صنعتی)، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

محب‌علی، داوود (۱۳۷۵). *شیوه‌های علمی ارتقاء بهره‌وری*، تهران، مرکز آموزش مدیریت دولتی، چاپ اول.

مهرگان، محمدرضا (۱۳۸۳). *مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها (تحلیل پوششی داده‌ها) دانشکده مدیریت دانشگاه تهران*، تهران.

ب) انگلیسی

Anderson, P., Peterson, N.C. (1993). “A Procedure For Ranking Efficient Units In data Envelopment Analysis”, *Management Science*, Vol 39, No 1.

Banker, R.D., Charnes A. & Cooper W.W. (1986). “Some models for estimating technical and scale In-efficies in data envelopment analysis”. *Management science*, Vol 30, No 9.

Beasley, J.E. (1990). Comparing university Department, Omega, Vol 18, No 2.

Beasley, J.E. (1995). "Determining Teaching and Research efficiencies", *Journal of Operation Research society.*

Bowlin, W.F. (1998). “Measuring Performance: An Introduction to Data Envelopment Analysis”. *Journal of cost Analysis.*

Charnes, A., Cooper, W., Lewin, A., Seiford, L.M. (1995). Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Application. Kluwer Academic Publisher.

Charnes, A., Cooper, W.W., Rohdes, E. (1978). "Measuring The Efficiency of Decision Making Units". *European Journal of operational Research* 2(6), 249-444.

Jahan Shohloo, R. & Alirezaee, M.R. “Measuring the Efficience of Academic units at the Teacher Training University”, institute of mathematics, Teacher training university Tehran Iran.

Wholey, D.R., Bryce, C.L. and Sleeper, S. (2000) “Organization and Efficiency, Working paper.

Zhu, Toe (2003). Quantitative Models for performance Evaluation and Benchmarking, Kluwer Academic Publisher.

Zomorrodian, M.R. (1990). “Guidelines for improving Efficiency In Elementary Schools in western Massachusetts, A Data Envelopment Analysis Approach” Ed. D. University of Massachusetts.