

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)
و کاربرد آن در اندازه‌گیری کارایی و
بهبود عملکرد مؤسسات آموزشی

تألیف

جواد شاکر اردکانی

سرشناسه	:	شاگرد اردکانی، جواد، ۱۳۵۲ -
عنوان و نام پدیدآور	:	تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و کاربرد آن در اندازه‌گیری کارایی و بهبود عملکرد مؤسسات آموزشی / مولف جواد شاگرد اردکانی.
مشخصات نشر	:	یزد: هومان، ۱۳۹۲.
مشخصات ظاهری	:	۱۶۰ ص.
شابک	:	۹۷۸-۶۰۰-۷۱۷۴-۰۲-۹
وضعیت فهرست نویسی	:	فیا
موضوع	:	تحلیل پوششی داده‌ها
موضوع	:	آموزش عالی -- ارزشیابی
موضوع	:	آموزش و پرورش -- ارزشیابی
رده بندی کنگر	:	۳۳۱/۳۸/ش۲ ۱۳۹۲
رده بندی دیویی	:	۵۱۹/۱
شماره کتابشناسی ملی	:	۳۳۰۰۷۱



انتشارات هومان

تحلیل پوششی داده‌ها و کاربرد آن در
اندازه‌گیری کارایی و بهبود عملکرد مؤسسات آموزشی

شماره شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۷۱۷۴-۰۲-۹

تألیف: جواد شاگرد اردکانی

طراح جلد: سید مهدی توکلی فرد

چاپ اول - زمستان ۱۳۹۲

شمارگان: ۱۰۰۰

قیمت: ۱۰۰۰۰ تومان

حروفچینی، صفحه‌آرایی: انتشارات هومان

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: زیتون

انتشارات هومان: یزد - میدان مارکار - مجتمع تجاری آزادی - طبقه اول

تلفن: ۶۲۸۰۵۲۱، تلفکس: ۶۲۹۰۴۷۵

Web: www.hoomanpress.com-hoomannashr.ir

فهرست مطالب

۱	 پیش‌گفتار
۳	 مقدمه
	فصل اول. مبانی و روش‌های پوششی داده‌ها
۹	 ۱-۱ مقدمه
۱۳	 ۲-۱ ساختار ریاضی DEA
۱۵	 ۳-۱ مزایا و معایب تکنیک DEA
۱۶	 ۴-۱ اصول حاکم بر تحلیل پوششی داده‌ها
۲۰	 ۵-۱ کارایی
۲۱	 ۶-۱ مفهوم کارایی و انواع آن
۲۶	 ۷-۱ نکاتی چند پیرامون سنجش کارایی
۲۸	 ۸-۱ بررسی حالت‌های مختلف کارایی بر حسب تعداد ورودی و خروجی در DEA
۲۸	 ۱-۸-۱ تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) برای حالت یک ورودی و یک خروجی
۲۸	 ۲-۸-۱ تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) برای حالت دو ورودی و یک خروجی
۳۲	 ۳-۸-۱ تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) برای حالت دو ورودی و دو خروجی

۳-۸-۱ تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) برای حالت یک ورودی و دو خروجی.....	۳۷
۴-۸-۱ وزن‌های ثابت در برابر متغیر.....	۴۰
۹-۱ مدل CCR ورودی محور در تحلیل پوششی داده‌ها.....	۴۱
۱-۹-۱ کارایی CCR در تحلیل پوششی داده‌ها (DEA).....	۴۳
۲-۹-۱ مدل CCR و مسئله دوگان.....	۴۹
۳-۹-۱ مدل مرجع و بهبود در کارایی واحدها.....	۵۲
۴-۹-۱ مدل CCR تحلیل پوششی داده‌ها در حالت خروجی-محور.....	۵۴
۱۰-۱ مدل تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در حالت ورودی‌های قابل کنترل و غیرقابل کنترل.....	۵۶
۱۱-۱ مدل BCC ورودی محور در تحلیل پوششی داده‌ها (DEA).....	۵۹
۱-۱۱-۱ کارایی BCC در تحلیل پوششی داده‌ها (DEA).....	۶۵
۲-۱۱-۱ مدل BCC خروجی-محور در تحلیل پوششی داده‌ها (DEA).....	۶۸
۱۲-۱ انواع ناکارآمدی فنی و کارایی مقیاس.....	۶۹
۱۳-۱ مزیت‌ها و معایب DEA در مقایسه با روش.....	۷۱
۱-۱۳-۱ مزیت‌ها.....	۷۱
۲-۱۳-۱ معایب.....	۷۲
فصل ۲: نرم افزار تحلیل گر مرز GAMS	
۱-۲ مقدمه.....	۷۵
۲-۲ چگونه یک برنامه GAMS بنویسیم.....	۷۷
۳-۲ نکاتی در مورد نحوه نوشتن برنامه GAMS.....	۷۷

۷۸.....	۴-۲ نام‌گذاری‌ها در GAMS
۷۸.....	۵-۲ مراحل تعریف یک مدل به زبان برنامه‌نویسی GAMS
۷۹.....	۱-۵-۲ گام اول: تعریف مجموعه‌ها
۸۰.....	۲-۵-۲ گام دوم: تعریف داده‌های معین
۸۳.....	۳-۵-۲ گام سوم: تعیین متغیرها
۸۴.....	۴-۵-۲ گام چهارم: تعیین معادلات
۸۷.....	۵-۲ گام پنجم: دستور مدل
۸۷.....	۶-۵-۲ گام ششم: دستور حل
۸۸.....	۷-۵-۲ گام هفتم: درج نام‌ها
۸۹.....	۶-۲ پسوندهایی برای مدیریت
۹۰.....	۷-۲ خروجی GAMS
	فصل سوم: تابع تولید آموزشی، متغیرهای ورودی و خروجی و انتخاب مدل
۹۷.....	۱-۳ مقدمه
۹۸.....	۲-۳ تولید آموزش
۱۰۰.....	۳-۳ متغیرهای ورودی و خروجی
۱۰۰.....	۱-۳-۳ متغیرهای ورودی
۱۰۳.....	۲-۳-۳ متغیرهای خروجی
۱۰۳.....	۴-۳ انتخاب مدل

فصل چهارم: کاربردی از تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در موسسات آموزش عالی فنی

۱-۴	مقدمه.....	۱۰۹
۲-۴	تشریح واحدهای تصمیم‌گیری و متغیرهای ورودی و خروجی در دانشکده فنی و حرفه‌ای شهید صدوقی یزد.....	۱۱۲
۳-۴	تشریح واحدهای تصمیم‌گیری در مثال نمونه.....	۱۱۲
۴-۲	تشریح متغیرهای ورودی و خروجی در مثال نمونه.....	۱۱۳
۴-۲-۴	تشریح و تحلیل داده‌های مربوط به متغیرهای ورودی و خروجی در مثال نمونه.....	۱۲۰
۴-۳	مدل‌سازی کارایی فعالیت در این موسسه بر اساس متغیرهای ورودی و خروجی.....	۱۲۱
۴-۴	انتخاب روش کارایی در این مطالعه بر اساس مدل‌های DEA.....	۱۲۳
۴-۵	جهت‌گیری مدل DEA برای سنجش کارایی فعالیت آموزشی در دانشکده فنی و حرفه‌ای شهید صدوقی یزد.....	۱۲۴
۴-۶	مجموعه مرجع.....	۱۲۵
۴-۷	محدودیت وزن و چگونگی توزیع ورودی‌های متغیر و خروجی‌های مجازی.....	۱۲۶
۴-۸	تخصیص منبع.....	۱۲۶
۴-۹	تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از مدل‌های BCC,CCR و متغیرهای غیرقابل کنترل ND.....	۱۲۷
۴-۹-۱	تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از مدل CCR و تعیین رشته‌های	

فوق‌دیپلم فنی کارا و ناکارا.....	۱۲۸
۲-۹-۴ دستورالعمل بهبود کارایی در شش رشته فوق‌دیپلم فنی ناکارای	
دانشکده فنیو حرفه‌ای شهید صدوقی یزد بر اساس مدل CCR.....	۱۳۵
۳-۹-۳ مجموعه مرجع کارا در مدل CCR.....	۱۴۹
۴-۹-۴ تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از مدل BCC و تعیین رشته‌های فنی کارا	
ر ناکارا.....	۱۵۱
۴-۹-۳ مجموعه مرجع کارا در مدل BCC.....	۱۵۲
۴-۹-۶ دستورالعمل بهبود کارایی در رشته‌های فوق‌دیپلم فنی ناکارای	
دانشکده فنی و حرفه‌ای شهید صدوقی یزد بر اساس مدل BCC.....	۱۵۲
۴-۹-۷ کارایی مقیاس متغیر کارایی و بهبود بالقوه ۱۱ رشته فوق‌دیپلم	
فنی در دانشکده فنی و حرفه‌ای شهید صدوقی یزد با استفاده از دو مدل	
CCR و BCC تحلیل پوششی داده‌ها (DEA).....	۱۵۵
۴-۹-۸ تجزیه و تحلیل نتایج حاصل از مدل متغیرهای غیرقابل کنترل (ND) و	
تعیین رشته‌های فوق‌دیپلم فنی کارا و ناکارا.....	۱۵۸
پیوست‌ها.....	۱۶۳
منابع.....	۱۸۱

پیش‌گفتار

کتاب حاضر حاصل طرح پژوهشی مؤلف در زمینه چگونگی ارزیابی کارایی و بهره‌وری عملکرد مؤسسات آموزشی با رویکرد تحلیل پوششی داده‌هاست که بر اساس بررسی منابع متعدد و تجربیات چندین ساله تدریس حاصل شده است. به این دلیل که ارائه این کار به علاقه‌مندان این شاخه از علم تحقیق در عملیات چگونگی تالیف آن در زمینه بررسی عملکرد مؤسسات آموزشی و تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی جهت بهبود فعالیت این مؤسسات هر چه بهتر روشن شود.

از آنجا که تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) ابزار قدرتمندی در ارزیابی سیستم‌های با چند ورودی و چند خروجی می‌باشد و سیستم‌های آموزشی نیز دارای این شاخصه هستند.

لذا وجود کتابی که بتواند به درک چگونگی استفاده از مدل‌های DEA در بحث آموزش کمک کند ضروری به نظر می‌رسید و با این هدف اهمیت ویژه داشت که تا حد امکان کتاب در سطحی نگارش شود که قابل درک برای تمامی علاقه‌مندان به بحث آموزش باشد و حالت خودآموز داشته باشد. بدیهی است آنچه در این کتاب ارائه شده عاری از اشکال نیست و کاستی‌هایی در بردارد و بی‌شک، نظرات خوانندگان محترم در بهبود آن سودمند خواهد بود.

در این راستا، خواهشمند است پیشنهادات سازنده خود را از طریق پست الکترونیکی javad.mat52@gmail.com ارسال کنید تا در چاپ‌های بعدی تصحیح شود.

در پایان جا دارد از اساتید دوران تحصیل مخصوصاً دکتر غلامرضا جهانشاهلو، دکتر محمد رضا علیرضایی، دکتر علی دلاور خلفی، پروفسور عبدالحی کامیلی و پروفسور نومانف منصور که نقش بسزایی در ترغیب اینجانب به علم تحقیق داشته‌اند و مخصوصاً تحلیل پوششی داده‌ها و کاربرد آن در بحث آموزش تشکر نمایم.

جواد شاکر اردکانی

زمستان ۱۳۹۲

مقدمه

در صورت و تکنولوژی، با توجه به کمبود منابع، سرمایه، نیروی انسانی و انرژی هم بهر زیاده بودن جمعیت، کنترل کمی و کیفی در همه ی بخش های موسسات، صنایع و غیر صنعتی امری لازم می باشد. استفاده از منابع در دست بشر، همواره مطابق با نیاز او بوده و همواره بر این تصمیم بوده تا با ایجاد راهکارهای مناسب از منابع موجود، حداکثر استفاده را ببرد. محدودیت عواملی چون سرمایه، نیروی انسانی، انرژی و... مدیران را به این فکر واداشت که روشی را برای استفاده بهینه از این عوامل پیدا کنند. آنچه برای سیاستگذاران و صاحب نظران اقتصادی از اهمیت بسیاری برخوردار است، اطلاع از نحوه ی عملکرد واحدهای تحت امر آنها می باشد. پدیدگی اطلاعات، حجم بالای عملکرد، اثرات عوامل بیرونی، اثرات بخش های مختلف بر عملکرد، محدود بودن هر بخش برای اتخاذ تصمیم مناسب، تغییر ناگهانی خود مشی به علت برخورد های انفعالی با مشکلات حاد و غیره، از جمله عواملی است که مدیر بدون برخورد علمی نمی تواند از کارکرد بخش های تحت امر مطلع گردد. در این راستا یکی از مسائل مهم، مساله اندازه گیری کارایی، میزان

بهره‌وری، بهبود کارایی و بهره‌وری است، که برای سیاست‌گذاران و صاحب‌نظران اقتصادی از اهمیت بالایی برخوردار است.

ارتقای کارایی و بهره‌وری با استفاده بهینه از عوامل تولید حاصل می‌گردد و در نیل به رشد اقتصادی مستمر و تولید پایدار نقش مهمی را ایفا می‌کند. یکی از ابزارهای مناسب و کارآمد در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها، تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) است که به وسیله (Charnes et. al, ۱۹۷۸) ارائه شد که ارزیابی تکنیک، عنوان یک روش غیرپارامتری به منظور محاسبه کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده (DMUها) استفاده می‌شود.

استفاده از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) علاوه بر تعیین میزان کارایی نسبی، نقاط ضعف سازمان را در شاخص‌های مختلف تعیین کرده و با ارائه میزان مطلوب آنها، خطای سازمان را به سوی ارتقای کارایی و بهره‌وری مشخص می‌کند.

همچنین الگوهای کارا که ارزیابی واحدهای ناکارا بر اساس آنها انجام گرفته‌است به واحدهای ناکارا معرفی می‌شوند برای یک سیستم آموزشی نیز فراهم آوردن شرایط مناسب و ارتقای فرصت بهره‌مندی و آگاهی از کیفیت به منظور ایجاد یک نیروی کار با کیفیت و شایسته که علاوه بر یک بخش لاینفک و الزامی در زمینه توسعه اجتماعی اقتصادی کشور به شمار می‌آید با وجود کمبود منابع در دسترس امری حیاتی می‌باشد. توجه ویژه‌ای که مقامات دولتی و جامعه علمی همواره به بخش آموزش دارند حساسیت این

1- Data Envelopment Analysis(DEA)

2- Decision Making Unit(DMU)

موضوع را با توجه به اینکه که یک ارتباط قوی میان کیفیت آموزش، از طریق اندازه گیری نتایج به دست آمده در آزمون‌های بین المللی رشد اقتصادی کشورها وجود دارد می‌رساند. بخش زیادی از فعالیت‌های پژوهشی در سال‌های اخیر نسبت به تجزیه و تحلیل رفتار مدارس و دانشگاه‌ها با تلاش برای اندازه گیری سطح کارایی شده است، و ارتباط نتایج با منابع را لازم می‌داند.

تجزیه و تحلیل کارایی در زمینه‌های آموزشی پیچیده تر از دیگر بخش‌های تولید به دلیل متغلفیت دشواری این خدمات عبارتند از اندازه گیری خروجی، متوسط مدت اثر با این واقعیت است که تابع تولید ناشناخته است. اثر بعضی عوامل بیرونی و خروجی (دانش آموزان و دانشجویان) مانند ویژگی‌های اجتماعی و اقتصادی یا توانایی‌هایشان به رسمیت شناخته شده است که، ممکن است بیشتر از دیگر انواع پروسه‌های آموزشی مانند (معلمان و اساتید، قیمت تمام شده هر دانش آموز و دانشجو، اندازه کلاس، و غیره) باشد. اگر این عوامل خارج از کنترل مدارس و دانشگاه‌ها رابه حساب آوریم ارزیابی کارایی پیچیده و مشکل تر می‌شود. بررسی متون در این زمینه ما را قادر می‌سازد که تصدیق کنیم، علاوه بر این به یافتن این عوامل بیرونی، بسیاری از خصوصیات مختلف در ارزیابی کارایی برای آنها وجود دارد.

یک واحد آموزشی «کارا» به نظر می‌رسد که از قابلیت افزایش کیفیت آموزشی و خدمات خود، به منظور ارتقای سطح فراگیری دانش آموزان و

دانشجویان و مجهز ساختن آنها به مهارت‌های مکفی، برخوردار باشد، مواردی که همگی سازگار با برآوردهای آموزشی و حرفه‌ای می‌باشند. با این وجود، به هنگام پیاده سازی این مهم، یک واحد آموزشی کارا همچنین می‌بایست کارایی ورودی‌های خود را نیز اقتصادی و به صرفه نماید. سطوح مهارت در این محتوا به طور معمول به وسیله امتحان یا نمرات آزمایشی مشخص می‌گردد. به خود به عنوان خروجی‌های تولید آموزش محسوب می‌شوند. معیارهای امتحانات امتحانی به عنوان تنها رویه‌های سنجشی کیفیت دانش‌آموزان و دانش‌آوران به وسیله اولیا، رسانه‌ها و کادر آموزشی به شمار می‌آیند. منابعی چون سوابق دانش‌آموزان و دانشجویان، تعداد معلمین یا اساتید بر حسب دانش‌آوران یا دانشجویان، تجهیزات آموزشی بر حسب دانش‌آموز و یا دانشجویان، سوابق تدریس دروس، هزینه جاری برای دانش‌آموزان و دانشجویان و غیره نیز به عنوان ورودی‌ها در این زمینه نقش ایفا می‌کنند. انواع ورودی‌ها در بخش آموزش دارای تنوع بیشتری در مقایسه با خروجی‌ها می‌باشند، بنابراین تصمیم در خصوص تعیین ورودی‌های مناسب به عنوان یک فرآیند مشکل‌تر و پرمشقت‌تر مدنظر می‌باشد.

برخی از تحقیقات قبلی در خصوص آموزش این گونه به گری می‌نمایند که قابلیت یافتن ارتباطات سیستماتیک و قدرتمند بین ورودی‌ها و خروجی‌های آموزشی وجود ندارد. به طور مثال، نسبت معلم-دانش‌آموز، نسبت استاد-دانشجو و یا نسبت هزینه بر حسب دانش‌آموز یا دانشجو به نظر می‌بایست بر روی آزمایش دانش‌آموزان یا نمرات امتحانی آنها تاثیرگذار

باشند. اما در برخی از موارد این نسبت‌ها از نظر آماری مدنظر نیستند. دو واحد آموزشی، حتی در صورتی که غالب برآوردهای ورودی یا حتی شرایط محیطی آنها یکسان باشد، احتمالاً دارای یک سطح مشابه (کیفیت) از آموزش‌آموزان یا دانشجویان نخواهند بود. چنین موضوعی سبب خواهد شد تا امر ارزیابی عملکرد واحدهای آموزشی در مقایسه با واحدهایی که در بخش‌های دیگر عمل می‌نمایند، مشکل و سخت‌تر باشد. چنین موضوعی غالباً به عنوان یک بحث تعیین تکلیف طبیعت چندبعدی آموزش تلقی می‌شود. در این جا عوامل متعددی وجود دارند که ممکن است دارای جهت‌گیری‌های کاملاً متفاوتی باشند. بر روی آموزش به طرق مختلف تأثیرگذار باشند. در این حالت، هدف از این مطالعه فراهم آوردن اطلاعات منطقی و باارزش در خصوص ارتباطات بین متغیرهای ورودی و خروجی و تأثیرات آنها روی کارایی فعالیت واحدهای آموزشی می‌باشد.

روش‌های قبلی که سعی در تعیین کارایی واحدهای آموزشی نمودند، عمدتاً روش نسبت و روش‌های تجزیه و تحلیل ریاضی چندگانه بودند.

ویژگی اصلی کلیه این تکنیک‌ها مشخص ساختن و اندازه‌گیری اهداف خاص در زمینه کاهش هزینه می‌باشد، موردی که به صورت مشخص در برنامه‌های حقیقی در دست اقدام کاهش هزینه توسط شرکت‌ها مدنظر قرار می‌گیرد. در حقیقت این تفاوت ریشه در کاربرد تکنیک‌های متفاوت ریاضی و در نتیجه ضروریات متفاوت داده‌ای دارد. روش‌های مورد نیاز برای تعریف کارایی به سه دسته تقسیم می‌شوند:

روش‌های نسبی، روش‌های کلی و روش‌های مرجع. در عین حال روش‌های کلی خود به دو دسته تقسیم می‌شوند که عبارتند از:

تحلیل مرزی و روش‌های شاخص. روش‌های تحلیل مرزی شامل تکنیک‌های پارامتری و غیر پارامتری می‌باشند که هر کدام از این روش‌ها دارای مزیت‌ها و معایب هستند.

در این کتاب که حاصل یک کار پژوهشی در زمینه آموزش هست ابتدا چگونگی انترگرایی و بهره‌وری فعالیت در مراکز آموزشی بر اساس تعداد منابع ورودی و خروجی در بحث تحلیل پوششی داده‌ها را نشان می‌دهیم. سپس نرم‌افزار تحلیل‌گر مرز GAMS و شیوه برنامه‌نویسی آن می‌پردازیم. در پایان با یک مثال تجربی شیوه اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری فعالیت در یک موسسه آموزشی را بیان می‌کنیم و دستورالعمل بهبود کارایی و بهره‌وری در واحدهای تصمیم‌گیری ناکارا را با استفاده از این نرم‌افزار بیان می‌کنیم. این کتاب قابل استفاده دانشجویان کارشناسی و کارشناسی ارشد رشته‌های ریاضیات، مهندسی صنایع و گرایش‌های مختلف رشته مدیریت می‌باشد.