فصلنامه علمی– پژوهشی رهیافتی نو در مدیریت آموزشی، سال نهم، شماره ۳، پاییز ۹۷، پیاپی۳۵
شاپا چاپی:۶۳۶۹-۲۰۰۸ شاپا الکترونیکی: X ۷۲۳-۲۴۲۳
http://jedu.miau.ac.ir

طراحی یک مدل تحلیل پوششی داده‌های غیرمحدب (FDH) برای ارزیابی عملکرد دبیرستان‌های شهرستان رستم

مرتضی شفیعی* [۱] شهاب بازیار [۲]

تاریخ دریافت: ۹۴/۲/۶ صص۱۷۴-۱۴۷ تاریخ پذیرش: ۹۶/۵/۸

چکیده

امروزه با وجود فناورشدن مدارس و رشد و پیشرفت تکنولوژی، همچنان نقش مدیریت و ارزیابی کارایی و عملکرد به عنوان عاملی حیاتی و راهبردی در بقای سازمان، کاملاً مشهود است. ارزیابی عملکرد مدارس و در نتیجه آن هدایت مدارس، از مسائل پیچیده در امر آموزش و تعالی که به صورت عینی و کمی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در تحقیقاتی که در این حوزه انجام شده کمتر می-توان به یک تحقیقی عینی، که نتیجه آن ارزیابی و رتبه‌بندی مدارس و ارائه نمره کارایی مدارس باشد؛ دست یافت. از این رو محقق از مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی کارایی مدارس استفاده می‌کند. این مدل امکان ارائه نمره کارایی مدارس و رتبه‌بندی کردن آن‌ها را دارد و به علت استفاده از مدل‌سازی ریاضی اعتبار نتایج بسیار بالاست. لذا در این مقاله محقق به ارائه مدلی ریاضی برای ارزیابی کارایی دبیرستان‌های شهر رستم می‌پردازد. در این تحقیق کاربردی که با روش توصیفی به سنجش کارایی دبیرستان‌های شهرستان رستم می‌پردازد، ۱۵ دبیرستان تحت ارزیابی کارایی قرار می‌گیرد. سپس با استفاده از نظرات متخصصان حوزه تعلیم و تربیت، شاخص‌های ورودی و خروجی مدارس استخراج شده و مدل تحلیل پوششی داده‌ها (FDH[۳]) طراحی می‌گردد. مدل به وسیله نرم-افزار GAMS حل شده و نتایج ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که از بین دبیرستان‌های موجود ۱۰ دبیرستان به صورت کارا و ۵ دبیرستان ناکارا معرفی شدند. در پایان نیز به تحلیل نتایج و رتبه-بندی واحدهای کارا پرداخته شده است.

کلمات کلیدی: ارزیابی عملکرد، تحلیل پوششی داده ها، مدل FDH، ارزیابی مدارس، تحلیل حساسیت

۱- دانشیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
۲- دانشجوی دکتری مدیریت، دانشکده اقتصاد و مدیریت، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران
*- نویسنده مسئول: ma.shafiee277@gmail.com

3 Free Disposal Hull (FDH)

مقدمه

مدرسه رده‌ی عملیاتی برای تحقق اهداف نظام آموزش و پرورش و تجلیگاه فرهنگ و گرایش‌ها و خواسته‌های فرهنگ ایرانی اسلامی است. این مطلب اهمیت ساز و کارها و مدیریت کارا مدارس را به ویژه در بستر فرهنگی ایران دو چندان می‌کند و لزوم وجود روشی سیستماتیک برای نظارت و ارزیابی کارایی و عملکرد مدارس، به ویژه مدارس خصوصی را نشان می‌دهد. اصولا تعلیم و تربیت نیاز به اندیشه، تفکر و یافتن راه‌حل دارد از این رو ارزیابی عملکرد و رتبه‌بندی و تخصیص بودجه به مدارس و سعی در بهبود عملکرد مدارس لازمه ایجاد یک سازمان پویاست. ارزیابی عملکرد مدارس متوسطه موضوعی است که می-تواند به ما در امر ارزشیابی نظام آموزش و پرورش کمک کند. این مساله ما را قادر به کشف سریع نقاط قوت و ضعف یک مدرسه خاص و فرصت‌های آن مدرسه برای بهبود خود می‌کند و امکان برنامه‌ریزی استراتژیک برای بهبود مدارس را مهیا می‌کند (Enayati et al., 2011). ارزیابی عملکرد به طور کلی اطلاعاتی در مورد کمیت و کیفیت نظام آموزشی و به طور اخص مدارس ارائه می‌دهد و ماهیتاً مشخص کننده وضعیت مدارس و نظام آموزش و پرورش است. در این باره سه موضوع کلیدی مطرح است. چه کسی ارزیابی عملکرد می‌کند؟ چرا ارزیابی عملکرد می‌کند؟ و مخاطبان ارزیابی عملکرد چه کسانی هستند؟ در پاسخ به سوال اول می-توان گفت که بسیاری از این ارزیابی عملکرد توسط موسسه‌های خصوصی و یا توسط رسانه‌ها مثلا نشریه اخبار آمریکا و گزارش جهانی، سازمان کودکان در معرض خطر، وال استریت ژورنال و بیزینس[1] صورت می‌گیرد. در باره این که چرا مدارس را ارزیابی عملکرد می‌کنیم قبلا بحث شد اما، باید گفت که هدف اصلی عبارت از تخصیص بهینه امکانات آموزشی و برنامه‌ریزی‌های سازمانی است. همچنین رتبه‌بندی مدارس دارای اهداف فرعی دیگری، نظیر دادن اطلاعات به اولیای دانش‌آموزان به منظور کمک به آن‌ها در انتخاب موسسه آموزشی نیز می‌باشد. عامل مهم دیگری که در ایران کمتر مورد توجه قرار گرفته است، طراحی استراتژی‌های بازاریابی آموزشی بر مبنای عملکرد است. این هدف اشاره به ارتقای کیفیت موسسه‌های آموزشی و ایجاد رقابت و انگیزه بین آنان دارد. و در آخر این که مخاطبان ارزیابی، در حقیقت، دانش آموزان، اولیا، سیاست‌گذاران و رسانه‌های جمعی هستند که هر یک از نتایج ارزیابی و رتبه‌بندی به دلایلی استفاده می‌کنند.

1. The Wall Street Journal

می‌توان نقطه شروع این ارزیابی عملکرد را در اوایل 1978 جستجو کرد، وقتی که چارنز[1]، کوپر[2] و رودز[3] دیدگاه فارل را در خصوص اندازه گیری کارایی، توسعه دادند. آن‌ها این ارزیابی را در مدارس کشور امریکا مورد سنجش قرار دادند. آن‌ها نشان دادند که نتایج ارزیابی عملکرد و کارایی روی تعداد و کیفیت پذیرش متقاضیان نیز تاثیر می‌گذارد و این مساله هم به نوبه خود روی ویژگی کلی مجموعه دانش‌آموزان موسسه، کیفیت برنامه‌های موسسه و سرانجام ارزش مدرک صادر شده توسط موسسه (لازم به ذکر است که این مورد در ایران مصداق ندارد، چون تمامی مدارک به وسیله آموزش و پرورش صادر می‌گردد، در حالی که در برخی از کشورها خود موسسه به صدور مدرک اقدام می‌کند.) تاثیر می‌گذارد (Charnes et al., 1978). همچنین برداشت از نتایج به طور خاص روی نرخ نگهداری و بطور کلی روی پیش‌بینی‌های ثبت‌نام تاثیر می‌گذراند. ثبت‌نام هم به نوبه خود روی درآمدهای مبتنی بر شهریه موسسه و بنابراین بر منابع مالی، بودجه‌های عملیاتی، هزینه‌های سرانه دانش‌آموز و نسبت معلم به دانش‌آموز تاثیر می‌گذارند. لازم به ذکر است که دانش‌آموزان از بیشترین اهمیت در بین ذی‌نفعان آموزش و پرورش برخوردارند. والدین، دیگر گروه کلیدی هستند چرا که آن‌ها هزینه تحصیل فرزندانشان را می‌پردازند و رسانه‌های جمعی از این رتبه‌بندی‌ها برای جلب توجه عموم مردم استفاده می‌کنند (Jahanshahloo et al., 2008).

نکته دیگری که باید در اینجا به آن اشاره نمود این است که اساس توسعه و پیشرفت و ادامه حیات و بقای جوامعو بنگاه‌های اقتصادی و آموزشی در گرو تولید کالا و خدمات، به مفهوم کلی است. در مدارس نیز در حقیقت به امر تولید خدمات پرداخته می‌شود. در حال حاضر این خدمات در مدارس ایران تولید علم، دانش و فرهنگ (تعلیم و تربیت) در چارچوب نظام آموزش و پرورش کشور است. تولید مدارس در حقیقت فرایندی است که در آن مجموعه‌ای از عوامل آموزشی شامل نیروی انسانی (معلمان)، ماشین‌آلات، سرمایه، و مدیریت برای تبدیل این منابع به خدمات آموزشی با ارزش‌افزوده توزیع شده است. ارزیابی عملکرد موجودیت‌های یک سازمان از گذشته‌های دور مورد توجه مدیران و ذی‌نفعان بوده است. از اواخر جنگ جهانی دوم به بررسی و ارزیابی موجودیت‌ها بصورت علمی پرداخته شد. پیچیدگی مسائل، حجم بالای اطلاعات، عوامل خارجی موثر بر عملکرد، رقابت شدید جهانی، محدود بودن منابع تصمیم گیری، تغییرات ناگهانی خط‌مشی‌ها به علت برخورد انفعالی با

1. Charnes
2. Cooper
3 Rohdes

مشکلات از جمله عوامل مهمی هستند که، نیاز مواجه علمی با تحلیل کارایی و عملکرد مدارس را نشان می‌دهند (Shahriari, 2003).

با توجه به آنچه تاکنون گفته شد، مدارس در حقیقت بنگاه آموزشی هستند که منابع (ورودی‌ها) را برای تولید ستاده (خروجی‌ها) استفاده می‌کنند (Charnes et al., 1978). اگر در مدارس بتوان به طریقی نحوه تبدیل منابع به ستاده را با الگویی به نام تابع تولید تعیین کنیم؛ به راحتی می‌توان کارایی و عملکرد این مدارس را تحلیل کرد. برای این کار روش‌های مختلفی در ادبیات تحقیق وجود دارد، اما مدل تحلیل پوششی داده‌ها از بهترین مدل‌ها برای سنجش تابع تولید و تحلیل کارایی مدارس (واحدهای تصمیم‌گیرنده) است (Mehregan, 2008). با اطلاع از تابع تولید[1] (تابعی که برای هر ترکیب از ورودی‌ها، ماکزیمم خروجی را بدهد)، قادر خواهیم بود عملکرد سازمان را با دقت بالایی ارزیابی کنیم. از جمله مشکلات هر سازمانی اطلاع از تابع تولید است، از این رو روش‌های پارامتری و ناپارامتری مختلفی به ارائه تابع تولید تقریبی برای هر سازمان می‌پردازند. هر یک از این روش‌ها به نوبه خود سودمند و مفید هستند (Shahriari, 2003).

از این رو در این مقاله با استفاده از روش‌های ناپارامتری به تعیین تابع تولید دبیرستان-های شهرستان رستم می‌پردازیم و سپس به وسیله یکی از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، مدل مناسب ارزیابی کارایی این مدارس طراحی شده و پس از حل مدل، به تحلیل نتایج و بررسی آن‌ها پرداخته می‌شود. در این تحقیق به طراحی مدل ریاضی تحلیل پوششی داده‌ها در ۱۵ دبیرستان شهرستان رستم پرداخته می‌شود. هدف اصلی تحقیق شناسایی شاخص-های موثر در ارزیابی کارایی دبیرستان‌های شهرستان رستم، استخراج ورودی و خروجی‌های این مدارس، تعیین میزان کارایی، رتبه‌بندی آن‌ها و در نهایت ارائه راهکارهای مناسب برای بهبود کارایی است.

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

در عصر کنونی، تحولات شگرف دانش مدیریت، وجود نظام ارزشیابی را اجتناب ناپذیر کرده است. به گونه‌ای که فقدان نظام ارزیابی در ابعاد مختلف سازمان، اعم از ارزیابی در استفاده از منابع و امکانات، اهداف، استراتژی‌ها، مدیران و کارکنان، به عنوان یکی از علائم بیماری های سازمان قلمداد می‌کنند. هر سازمان به منظور آگاهی از میزان مطلوبیت و مرغوبیت فعالیت‌های خود، بالاخص در محیط‌های پیچیده و پویا نیاز مبرم به نظام ارزیابی دارد. از سوی دیگر فقدان نظام ارزیابی و کنترل در یک سیستم به معنای عدم برقراری

1 Production Function

ارتباط با محیط درون و برون سازمان تلقی می‌گردد؛ که پیامد آن کهولت و نهایتا مرگ سازمان است. ممکن است بروز پدیده مرگ سازمانی به علت عدم وقوع یکباره آن، از سوی مدیران عالی سازمان‌ها احساس نشود؛ لکن مطالعات لازم برای رشد، توسعه و بهبود فعالیت-های سازمان را غیرممکن میکند و سرانجام این پدیده مرگ سازمان را به دنبال خواهد داشت (Fazli, 2002).

ارزیابی عملکرد فرایندی است که همه سازمان‌ها باید آن را انجام دهند. آن‌ها ممکن است این کار را به صورت سیستماتیک و یا به صورت خیلی سریع، خاص و ویژه انجام دهند. ولی به هر حال شرکت‌ها برای بهبود، باید ارزیابی عملکرد را به هر صورت ممکن انجام دهند (Parker, 2000). فرایندارزیابی عملکرد، فرایندی است که به سازمان این فرصت را می‌دهد که مشکلات را شناسایی کند و عمل صحیح را قبل از این که مشکلات بزرگ شود، انجام دهد (Kueng, 2000). چنان که ملاحظه می‌شود در تمامی تعاریف، ارزیابی عملکرد به عنوان فعالیتی برای بهبود در نظر گرفته شده؛ این ارزیابی نه تنها در سطح کارکنان، بلکه در کل سازمان انجام خواهد شد. ارزیابی عملکرد تا آنجا اهمیت دارد که کوینگ اولین شرط ترقی و پیشرفت و نهایتا دستیابی به برتری کار را توسعه و تکمیل سیستمی برای سنجش عملکرد می داند. تاکنون از روش‌های گوناگونی برای ارزیابی عملکرد استفاده شده است؛ بسیاری از این روش‌ها موفق و بسیاری نیز ناموفق بوده‌اند. اما یکی از مهمترین دلایل عدم موفقیت برنامه‌های ارزیابی، به روشهای اندازه‌گیری و سنجش ارزیابی و استفاده از شیوه های ذهنی ارزیابی‌کنندگان برمی‌گردد. این امر تحت تاثیر جهت‌گیری‌های یک جانبه‌ی گرایشهای نظری دخیل در طراحی نظام ارزیابی عملکرد بوده است (Fazli, 2002). تکنیک‌های ریاضی روش‌هایی هستند که از اثرات ذهنی را کاهش می دهند و به شیوه‌های عینی متوسل می-شوند و در اندازه گیری و سنجش، توانایی تجمیع گرایش‌های مختلف نظری را دارند. تحلیل پوششی داده‌ها یکی از فنون ریاضی جهت ارزیابی عملکرد است که در این مقاله مورد استفاده قرار گرفته است. مزیت روش تحلیل پوششی داده‌ها نسبت به سایر روش‌ها در این است که می‌توان داده‌ها را در طول زمان بررسی کرد و کارایی را در طول زمان افزایش داد. همچنین این روش نیازی به هیچ گونه پیش فرضی درباره مشخصات مرز کارا ندارد (Yu et al.,2013). روش به کار گرفته شده در تحلیل پوششی داده‌ها، بر خلاف روش معمول شاخص عددی، به معرفی وزن‌های از قبل تعیین شده برای عوامل خروجی و ورودی نیاز ندارد. DEA از روش برنامه‌ریزی ریاضی استفاده می کند که می تواند تعداد زیادی متغیر و روابط را به کارگیرد و محدودیت کم بودن تعداد ورودی و خروجی موجود در سایر روش ها را ندارد (Azad et al., 2011).

تحلیل پوششی داده ها یک تکنیک تجزیه و تحلیل ناپارامتریک دادههاست که به طور وسیعی توسط جوامع تحقیقاتی مختلفی مورد استفاده قرار گرفته است. اولین بار فارل در سال ۱۹۵۷ مدلی برای ارزیابی و محاسبه کارایی با یک ورودی و یک خروجی ارائه داد. تقریباً پس از دو دهه چارنز، کوپر و رودز در سال ۱۹۸۷ این تکنیک را برای چند ورودی و چند خروجی تعمیم دادند و آن را تحلیل پوششی دادهها یا CCR نامیدند (Charnes et al., 1978). در سال ۱۹۸۴ بنکر[1]، چارنز و کوپر با تغییر در مدل، مدل جدیدی را عرضه کردند که به BCC معروف شد. تفاوت این دو مدل در نوع بازده به مقیاس آنهاست. مدل CCR دارای بازده به مقیاس ثابت ومدل BCC دارای بازده به مقیاس متغیر است (Banker et al., 1984). از آنجاکه مدل‌های فوق، مجموع مصرف ورودی و مجموع تولید خروجی را بررسی نمی‌کنند، مدل‌هایی تحت عنوان مدل‌های متمرکز مطرح شده‌اند که به بررسی مجموع مصرف ورودی و یا مجموع تولید خروجی می‌پردازند. در مدل متمرکز تنها از یک مدل برنامه‌ریزی خطی برای تصویر کردن همه DMU ها به طور همزمان بر روی مرز کارا استفاده می‌شود، در صورتی که درمدل‌های متداول DEA برای هر DMU یک مدل جداگانه‌ای به کار می‌رود و هرDMU به طور جداگانه بر روی مرز کارا تصویر می‌شود (Toloou et al., 2010). به طور کلی مدل‌های موجود در تحلیل پوششی داده‌ها، از جهت این که واحد تصمیم‌گیرنده توانایی کنترل بر روی ورودی یا خروجی را داشته باشد، به دو گروه ورودی محور و خروجی محور تقسیم می‌شوند. در مدل‌های ورودی محور، با ثابت نگه داشتن خروجی‌ها، ورودی‌ها را کاهش می‌دهند. اما در مدل‌های خروجی محور، با ثابت نگه داشتن ورودی‌ها، خروجی‌ها را حداکثر می‌کنند. مبنای روش در تحلیل پوششی داده‌ها، بر این فرض اساسی قرار دارد که اگر واحد A بتواند خروجی بیشتری نسبت به واحد B ولی با همان میزان ورودی (ورودی مشابه و یکسان) ارائه کند، واحد A از واحد B کاراتر است. در صورتی که واحد A بتواند با میزان مشخصی ورودی، مقدار مشخصی خروجی را ارئه کند، این توقع وجود دراد که سایر واحدهای مشابه نیز بتوانند با همان میزان ورودی، خروجی مشابهی را عرضه کنند و متشابهاً اگر واحد B با مقدار مشخصی ورودی، توانایی تولید میزان معینی خروجی را داشته باشد، باز هم این انتظار وجود داردکه سایر واحدها نیز در این امر توانا باشند. حال می‌توان واحدهای A و B و سایر واحدها را مخلوط و با آن ترکیبی از ورودی‌ها و خروجی‌های واحدها ساخت. اما از آنجا که واحدی با ویژگی‌های این ترکیب وجود ندارد، یک واحد مجازی ساخته می‌شود. پیدا کردن بهترین واحد مجازی از مخلوط کردن تمامی واحدهای واقعی، کار اصلی تحلیل پوششی داده‌هاست.

1 Banker

حال اگر این واحد مجازی از واحد مورد بررسی بهتر باشد، یعنی با ورودی‌های مشابه و مساوی واحد مورد بررسی، خروجی‌های بیشتر را عرضه یا به ازای خروجی‌های مشابه، به ورودی‌های کمتر نیاز داشته باشد، واحد تحت بررسی ناکاراست (Mehregan, 2004).

بر این اساس، این نوع ارزیابی، وسیله‌ای است که می‌تواند کارایی و عملکرد واحدهای مختلف را بر مبنای شاخص‌های تعیین شده، بسنجید. و با استقرار آن در ارتقای کارایی و اثربخشی فعالیت‌ها اثر چشمگیری مشاهده شود (Shafiee et al., 2015). در نتیجه از آنجا که امروزه یکی از شاخص‌های توسعه‌یافتگی کشورها، سهم آن جامعه در تولید دانش است و نیز با توجه به شرکت کشورمان در آزمون‌های بین‌المللی از جمله طرح تیمز، ارزیابی عملکرد نظام‌های آموزشی و ارتقای کارایی آن اهمیت فراوانی دارد.

در تحقیقات و مطالعات گذشته معمولاً در حوزه نظام‌های آموزشی، از معادله رگرسیون برای ارزیابی کارایی و عملکرد هر یک از واحدهای تصمیم‌گیری [1] (مدارس) استفاده می‌شد. در مقابل، DEA بر روی بهینه‌سازی تک تک مشاهدات متمرکز است و وضعیت هر یک از مدارس مشاهده را بررسی می‌کند. معمولاً مدل‌های پارامتریک یک حد وسط کارایی را در نظر گرفته و با تخمین پارامتریک و استفاده از مدل‌های آماری به مقایسه مدارس با حد متوسط می‌پردازند، این مدل‌ها نیازمند یک تابع از پیش تعیین شده (مثل معادله رگرسیون و ...) دارند تا اینکه بین متغیرهای مستقل و وابسته ارتباط برقرار کنند و بتواند کارایی را مورد سجش قرار دهند. علاوه بر آن مدل‌های پارامتریک نیازمند برخی مفروضات اولیه درباره ی توزیع خطاها و نیز بهای ارزش تولیدات دارند، در حالی که DEA به هیچیک از مفروضات فوق نیاز ندارد و اندازه‌ی کارایی را برای هر یک از DMUها در ارتباط با سایر DMUهای مشاهده شده، محاسبه می‌کند. استفاده از DEA به عنوان بهترین راه عملی برای تعیین کارایی یک مدرسه راه جدیدی را برای سازماندهی و تحلیل داده‌های ارزیابی عملکرد ارائه کرده است. توانمندی‌های مدل DEA موجب شده است که در بخش‌های اقتصاد و صنعت به عنوان ابزاری مناسب جهت ارزیابی کارایی استفاده شود. در حوزه‌ی ارزیابی عملکرد دانشگاه‌ها نیز از این مدل استفاده شده، ولی در ارزیابی کارایی مدارس در ایران توجه چندانی در استفاده از این الگو نبوده است. استفاده از DEA در ارزیابی کارایی مدارس که ظاهراً نمی توان کنترلی بر خروجی آن‌ها داشت از چند جهت می‌تواند مفید باشد:

- نتایج بررسی و میزان کارایی می‌تواند معیار مناسبی جهت سنجش مدیران و نظارت بر مدارس باشد.

1.Decision Making Units

- اعلام نتایج به مدیران و قرار دادن تشویق برای مدارس کارا یا بهبود یافته، باعث ایجاد جو رقابت و انگیزش می‌شود.

- نحوه تخصیص بودجه و پیدا کردن نقاط ضعف مدارس و رفع آن‌ها عملی می‌شود.

در ادامه تحقیقاتی که در زمینه ارزیابی کارایی بوسیله تحلیل پوششی داده‌ها در مدارس و نظام‌های آموزشی انجام شده است، مرور می‌شود.

بی‌سنت و بی‌سنت (Bessent et al., 1980)، جهت ارزیابی ۵۵ مدرسه‌ی ابتدایی شهری که دانش‌آموزانی بالغ بر ۶۰۰۰۰ نفر را شامل می‌گردید، از روش DEA استفاده نمودند. و بدین منظور نمرات ریاضی و قرائت را با ۱۴ داده مورد بررسی قرار دادند. از این تعداد ۴ داده مربوط به شرایط خانوادگی و معاشرین دانش‌آموزان، داده‌های مربوط به مدرسه شامل تعداد کارکنان مدرسه به ازاء ۱۰۰ دانش‌آموز، کل مخارج آموزشی به ازاء هر دانش‌آموز و ۵ داده‌ی دیگر مربوط به جو سازمانی هر مدرسه در مواردی چون رضایت شغلی، مراودات اجتماعی بین معلمین، همکاری معلمین و مدیران مدارس و روش‌های فردی آموزش بود. ۳۱ مدرسه از مدارس تحت بررسی کارا بودند و نهایتاً تخصیص منابع و تحلیل متغیرهای کمبود نیز صورت گرفت.

بی‌سنت و همکاران (Bessent et al., 1982) در پژوهشی از DEA جهت ارزیابی ۱۶۷ مدرسه روستایی «هستون» استفاده کردند. که از این تعداد ۷۸ مدرسه کارا ارزیابی می‌شوند. در این تحقیق ۵ شاخص مربوط به مشخصات دانش‌آموزان و ۷ مورد نیز مربوط به مدارس بوده است. همچنین ثابت شد که مدارس غیرکارا منابع کافی داشته ولی به خوبی مورد استفاده و مدیریت قرار نداده‌اند.

زمردیان (Zommorrodian, 1990) در پژوهشی با موضوع تحقیق بر توسعه‌ی کارایی در مدارس ابتدایی ماساچوست[1] غربی، با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده ها ۸۱ مدرسه از مدارس ماساچوست غربی را مورد مطالعه قرار داد. از این تعداد با به کارگیری روش DEA، ۳۷ مدرسه کارا و بقیه ناکارا بودند.

پورتلا و تاناسولیس (Protela and Thanassoulis, 2010) در مطالعه‌ی تجزیه کارایی مدارس به انواع مختلف، به بررسی ۱۲۲ مدرسه انگلستان پرداختند و در آن نوعی از مدل تحلیل پوششی داده-ها را برای ریشه‌یابی علل ناکارایی‌های ناشی از عملکرد دانش‌آموزان، عملکرد مدرسه و عملکرد نوع مدارس ارائه کردند.

1.Massachuset

چرچای و همکاران (Cherchye et al., 2010)، برای مقایسه کارایی مدارس ابتدایی خصوصی و دولتی، یک مدل مناسب تحلیل پوششی داده‌ها طراحی کردند، سپس ملاک‌های چند بعدی که مناسب مقایسه عملکرد آموزشی تجمعی مدارس هستند را ارائه کردند. نتایج تحقیقات آن‌ها نشان می‌دهد زمانی که کنترل برای محیط مدرسه صورت گیرد و برابری لحاظ شود، برتری قابل ملاحظه‌ای میان مدارس وجود ندارد.

اوکیران (Avkiran, 2011) در تحقیق دیگری به بررسی کارایی‌های فنی و مقیاس دانشگاه‌های استرالیا با روش DEA و با بازده به مقیاس متغییر پرداخته است. یافته‌های تحقیق وی نشان داد که دانشگاه‌های استرالیا در کارایی فنی و مقیاسی در سطح خوبی کارا هستند. تخمین کارایی دانشگاه ها با استفاده ازتحلیل پوششی داده‌ها توسط کواه و همکاران (Kuah et al., 2011) با تعریف ۱۶ ورودی و خروجی و بر پایه تدریس و فعالیت‌های تحقیقاتی، به تخمین کارایی دانشگاه‌ها می پردازد.

حیدری‌نژاد و همکاران (Heidarinezhad et al., 2006) در تحقیقی که انجام دادند به ارزیابی کارایی دانشکده‌ها و گروه‌های آموزشی تربیت بدنی دانشگاه‌های دولتی با DEA در سه وضعیت متفاوت با ماهیت خروجی پرداختند. لازم به ذکر است که آنها از مدل‌های کلاسیک تحلیل پوششی داده‌ها استفاده می‌کنند.

فتحی (Fathi, 2003)، در پژوهشی به ارزیابی کارایی واحدهای دانشگاه آزاد اسلامی با استفاده از مدل پویای تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته است. در این تحقیق محقق به ارزیابی کارایی دانشگاه آزاد اسلامی در طی یک دوره زمانی ده ساله پرداخته و از مدل پویای تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کرده است. در مدل پویای آن‌ها، سه متغیر اصلی شامل امکانات، نیروی انسانی و وضعیت آموزشی و پژوهشی به عنوان ورودی و خروجی مدل در نظر گرفته شده است. لازم به ذکر است که هر یک از متغیرهای فوق به چندین متغیر ورودی و خروجی تقسیم شده‌اند. بر اساس هر یک از متغیرهای تعریف شده، آمار و اطلاعات دانشگاه در طی بیست و یک نیمسال تحصیلی گردآوری و استخراج شده، آنگاه با تعیین ضرایب وزنی با استفاده از تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی برای هر یک از این مجموعه‌ها، در نهایت مدل پویای تحلیل پوششی داده‌ها طراحی و تحلیل گردیده است و ضرایب ورودی‌ها و خروجی-های اصلی در هر نیمسال تعین گردیده است. بر اساس نتایج مدل، وضعیت کارایی دانشگاه در این نیمسال‌ها مشخص شده است. آنگاه عملکرد دانشگاه در هر ترم، به خصوص نیمسال-هایی که ناکارا بوده است، تحلیل گردیده و پیشنهاداتی جهت بهبود کارایی ارائه شده است.

عنایتی و همکاران (Enayati et al., 2011)، به منظور بررسی عملکرد مدارس هوشمند از دیدگاه دبیران شهرستان ساری در سال تحصیلی 2010-2009 تحقیق را انجام دادند. جامعه

آماری مورد مطالعه، کل دبیران دبیرستان‌های هوشمند شهرستان ساری به تعداد ۱۳۰ نفر بود. نمونه‌گیری به صورت سرشماری انجام شد و حجم نمونه معادل حجم جامعه در نظر گرفته شد و با توجه به افت آزمودنی، ۱۱۴ نفر از دبیران مورد بررسی قرار گرفتند. در پژوهش حاضر از پرسشنامه محقق ساخته ۳۵ سؤالی در طیف پنج گزینه‌ای لیکرت و آلفای کرونباخ ۹۵ استفاده شد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که در مدارس هوشمند از ظرفیت-ها و امکانات فناوری برای ارتقای کیفی آموزش بهره‌گیری می‌شود، از انواع شیوه‌های تدریس متناسب با تفاوت‌های فردی دانش‌آموزان استفاده می‌گردد، مشارکت و پشتیبانی والدین در فرآیند یادگیری و هدایت دانش‌آموزان وجود دارد و محیط مناسب ارزیابی مستمر و متناسب با پیشرفت دانش‌آموزان ایجاد می گردد و امکان ترزیابی کارایی و عملکرد محقق می‌شود.

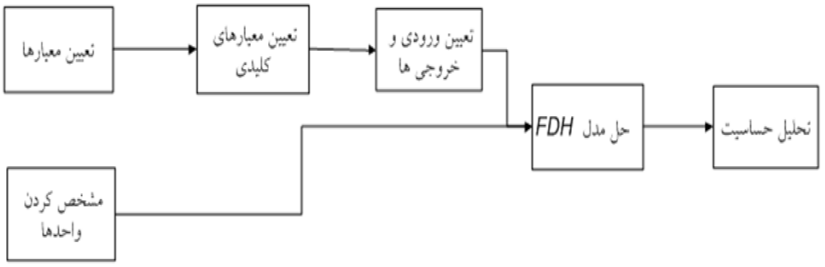
حرمتی و همکاران (Hormati et al., 2011)، در مطالعه-ای با هدف ارزیابی عملکرد دانش‌آموزان نخبه در درس تربیت‌بدنی به تحقیق پرداختند. جامعه آماری پژوهش آن‌ها تمام دانش‌آموزان نخبه مدارس اصفهان است که در مقطع متوسطه تحصیل می‌کنند. نمونه شامل ۷۵۱ دانشجوی دختر و پسر می‌باشد، که به صورت تصادفی ساده انتخاب شده است. جهت تهیه پرسشنامه نگرش از روش آماری تحلیل عاملی و آلفای کرونباخ استفاده گردید. همچنین در بخش تحلیل داده‌ها از آماره‌های توصیفی، میانگین و انحراف معیار و آمار استنباطی، آزمون تی برای گروه‌های مستقل و ضریب همبستگی پیرسون به کار گرفته شده است. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین میانگین در نگرش دانش‌آموزان مربوط به سلامت اجتماعی، خودکارامدی، و علاقه به درس تربیت بدنی است.

عبدی و همکاران (Abdi et al., 2011) در پژوهشی به ارزیابی کارایی مدارس استثنایی پایه پنجم دبستان در استان قزوین با استفاده از مدل پویای تحلیل پوششی داده‌ها پرداختند. در این پژوهش، کارایی مدارس در یک دوره زمانی پنج ساله، هم در مقایسه یک مدرسه با خودش و هم در مقایسه با سایر مدارس اندازه‌گیری شده است. در این مدل ۷ متغییر نهاده‌ای و ۸ متغییر ستاده‌ای تعریف گردیده و آمار و اطلاعات ۱۲ مدرسه تحت بررسی در طی سالهای ۸۲-۱۳۷۸ استخراج گردید. مدل پویای تحلیل پوششی داده‌ها برای مدارس با استفاده از نرم افزار LINDO اجرا شد. سپس عملکرد مدارس برای سال‌هایی که ناکارا بوده است، تحلیل گردید. نتیجه حاصل از تحلیل مدارس ناکارا این بود که این مدارس منابع و داده‌های کافی در اختیار داشته ولی نتوانسته‌اند به نحو مطلوب و بهینه از آن‌ها در جهت تولید ستاده‌ها استفاده کنند. بنابراین تمامی مدارس ناکارا برای رسیدن به مرز کارایی، باید میزان استفاده از نهاده‌های خود را کاهش دهند و نیز میزان ستاده‌های آموزشی خود را افزایش دهند.

با توجه به آنچه گفته شد می‌توان گفت که هر چند استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها در ارزیابی کارایی مدارس و نظام‌های آموزشی دنیا مورد استفاه قرار گرفته است، اما در تمامی این تحقیقات به نوع شاخص‌های ورودی و خروجی مدل توجه خاصی نشده است و از مدل‌های کلاسیک تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شده است. عدم توجه به ماهیت ورودی و خروجی‌های ارزیابی کارایی مدارس باعث طراحی اشتباه مدل و بدست آوردن نتایج نادرست می‌شود. با توجه به تحقیقات انجام شده معمولاً ماهیت ورودی و خروجی مدل به صورت عدد صحیح است. عدد صحیح بودن شاخص‌های ورودی و خروجی باعث می‌شود که محقق نتواند از مدل‌های معمولی DEA استفاده کند. از این رو در این تحقیق با توجه به این نکته، برای اولین بار ماهیت شاخص‌ها در نظر گرفته شده و مدل مناسب تحلیل پوششی داده‌ها (FDH) طراحی گردیده است. با انجام این کار مدل مناسب و نتایج قابل اتکایی به دست می‌آید.

۳-متدولوژی و روش تحقیق

این تحقیق به صورت موردی در ۱۵ دبیرستان شهرستان رستم در سال تحصیلی 2014-2013 انجام گرفته است. تحقیق بر حسب هدف کاربردی و بر اساس شیوه گردآوری داده‌ها و ارائه نتایج از نوع زمینه‌ای موردی (موردکاوی) می‌باشد. روش‌های گردآوری اطلاعات به صورت کتابخانه‌ای و میدانی می‌باشد. در این تحقیق با روش کتابخانه‌ای شاخص‌های مناسب در ارزیابی کارایی مدارس استخراج گردیده است و با طراح یک چک‌لیست به صورت میدانی شاخص‌های مهم ورودی و خروجی در ارزیابی کارایی دبیرستان‌های شهرستان رستم از بین آن‌ها انتخاب گردید. لازم به ذکر است که داده‌ها با استفاده از چک‌لیست و پرسشنامه از خبرگان آموزش و پرورش شهرستان رستم جمع‌آوری شده است. روشی که برای انجام این تحقیق در نظر گرفته شده است شامل شش فاز می‌باشد. ابتدا معیارهای متناسب با موضوع مساله مشخص می‌شوند. سپس همه دبیرستان‌های شهرستان رستم که تحقیق روی آن‌ها بایستی انجام گیرد، مشخص می‌گردند. پس از آن با تهیه چک‌لیست و بر اساس نظر خبرگان، معیارهای کلیدی تعیین می‌شوند. در مرحله بعد معیارها با توجه به ماهیت‌شان به دو دسته ورودی و خروجی‌های مدل تقسیم می‌شوند.پس از آن به کمک مدل FDH کارایی مدارس محاسبه شده و واحدهای کارا و ناکارا مشخص می‌شوند. در ادامه واحدهای ناکارا با استفاده از روش اندرسون-پترسون رتبه‌بندی شده و در نهایت نتایج به دست آمده از حل مدل تحلیل حساسیت می‌شود. الگوریتم اجرای تحقیق در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱: فرآیند اجرای تحقیق

نتایج و تحلیل مدل

در ادامه فازهای انجام تحقیق به طور کامل توضیح داده می‌شود.

۴-۱- فاز اول: تعیین معیارها

با مطالعه منابع در دسترس در این زمینه و مشورت با خبرگان، معیارهای اساسی ارزیابی عملکرد تعریف می‌شوند. معیارهایی که در این تحقیق در نظر گرفته شده اند ۶۳ معیار هستند که از بررسی کتابخانه‌ای تحقیقات پیشین به دست آمده‌اند.

۴-۲- فاز دوم: مشخص کردن مدارس

از آنجا که این تحقیق مطالعه‌ای روی دبیرستان‌های شهرستان رستم است، بایستی این دبیرستان‌ها شناسایی شوند. تعداد دبیرستان‌های شهرستان رستم ۲۲ عدد است. با توجه به این که از این تعداد ۷ مدرسه پیش دانشگاهی ندارند و مطالعه روی آن‌ها امکان‌پذیر نیست لذا تعداد مدارس مورد نظر ۱۵ مدرسه و تمامی ۱۵ مدرسه مورد تحلیل قرار گرفته است. این ۱۵ دبیرستان در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: لیست دبیرستان‌های شهرستان رستم

ردیف	نام دبیرستان	ردیف	نام دبیرستان
۱	امام علی (ع)	۹	فاطمیه
۲	راهیان نور	۱۰	عفت
۳	ارشاد دخترانه	۱۱	حضرت معصومه
۴	ارشاد پسرانه	۱۲	شهید مدرس
۵	فاطمه زهرا	۱۳	مرضیه
۶	شریعتی	۱۴	شهادت

۷	شهید چمران	۱۵	ایثارگران
۸	گلزار دانش		

شایان ذکر است که به علت محرمانه بودن تحقیق، در ادامه تحقیق مدارس با کد نشان داده می‌شوند، و ترتیب کدگذاری به ترتیب جدول فوق نیست.

۴-۳- فاز سوم: تعیین معیارهای کلیدی

در این مرحله با نظرسنجی از خبرگان، از بین ۶۳ معیار مشخص شده معیارهای مهم تعیین شده و مدل روی آن‌ها اجرا می‌شود. بدین منظور پرسشنامه‌ای به صورت چک‌لیست آماده شده و میزان اهمیت هر یک از شاخص‌ها از خبرگان پرسیده شده است. تعداد خبرگان در دسترس برای این کار 20 نفر از کارشناسان خبره آموزش و پرورش شهرستان رستم بوده است که به این 20 نفر پرسشنامه داده شده است. این پرسشنامه ۶۳ سوال داشته که در هر سوال میزان اهمیت یک شاخص با توجه به مقیاس لیکرت[1] مورد سنجش قرار گرفته است. اهمیت شاخص‌ها با واژه‌های بسیار زیاد، زیاد، متوسط، کم و بسیار کم توسط خبرگان علامت زده می‌شود.

پس از جمع بندی فرم ها، معیارها را بر اساس امتیازها مرتب کرده و معیارهایی که امتیاز آن ها ۲۵٪ بالایی امتیازها را شامل می‌شوند به عنوان معیارهای کلیدی مشخص می-شوند. پس از محاسبات، چارک سوم مقدار ۱۳۹/۲۶ را دارد. بنابراین معیارهایی که امتیاز آن‌ها از این عدد بیشتر باشد به عنوان معیارهای کلیدی مشخص می‌شوند. این معیارها در پنج دسته آموزشی، مالی، سیاسی، محیطی و سلامت نقسیم شده‌اند. جدول ۲ شاخص‌ها و دسته‌بندی شاخص‌ها را نشان می‌دهد.

[1].Likert

جدول ۲: لیست ورودی‌ها و خروجی‌ها با زیر معیارها

ورودی	محیطی	تعداد کادر اداری با مدرک کارشناسی
		تعداد کادر اداری با مدرک کارشناسی ارشد و دکتری
		تعداد معلمین با مدرک کارشناسی
		تعداد معلمین با مدرک کارشناسی ارشد و دکتری
		میانگین سابقه کار معلمین
		درد والدین دارای ارتباط با مدرسه
		تعداد متخصصین حوزه تعلیم و تربیت
	آموزشی	تعداد امتحانات هفتگی در طول ترم
		درصد دانش آموزان دارای معدل ۱۷ و بالاتر
	مالی	بودجه تعیین شده برای مدرسه
خروجی	کیفیت تحصیل	تعداد قبول شدگان پایه اول، دوم و سوم در سال تحصیلی ۹۱-۹۲
		تعداد قبول شدگان پایه اول، دوم و سوم در سال تحصیلی ۹۲-۹۳
		تعداد قبول شدگان پایه پیش دانشگاهی در سال تحصیلی ۹۱-۹۲
		تعداد قبول شدگان پایه پیش دانشگاهی در سال تحصیلی ۹۲-۹۳
		تعداد قبول شدگان در ازمون کارشناسی
	معدل کل	معدل کل دانش آموزان در سال تحصیلی ۹۲-۹۱
		معدل کل دانش آموزان در سال تحصیلی ۹۳-۹۲

۴- فاز چهارم: تعیین ورودی و خروجی‌ها

پس از مشخص شدن معیارهای مهم، معیارها به دو دسته ورودی و خروجی نقسیم می-شوند تا بتوان مدل را طراحی و حل کرد. این کار بر اساس ماهیت معیارها و چگونگی تاثیر آن‌ها روی مدارس انجام شده است. مقادیر این معیارها بایستی برای همه مدارس مشخص شده و تعیین گردیده است. لازم به ذکر است که جمع‌آوری اطلاعات با مراجعه حضوری به مدارس انجام شده است. همان طور که در جدول ۲ نشان داده شده است، معیارهای ورودی،

شامل معیارهای محیطی، مالی و آموزشی هستند به گونه‌ای که معیارهای محیطی شامل ۷ زیرمعیار، معیارهای مالی شامل یک زیرمعیار و معیارهای آموزشی شامل ۲ زیرمعیار هستند. معیارهای خروجی نیز کیفیت تحصیل و معدل کل است که به ترتیب دارای ۵ و ۲ زیرمعیار می هستند. بنابراین در طراحی مدل تحلیل پوششی داده‌ها، مدلی با سه ورودی شامل محیطی، آموزشی و مالی و دو خروجی شامل کیفیت تحصیل و معدل کل طراحی می‌گردد. در مرحله بعد باید امتیاز هر شاخص ورودی و خروجی تعیین گردد. در اینجا از زیر شاخص-ها استفاده می‌شود و با ترکیب آن‌ها امتیاز کلی شاخص ورودی و خروجی‌ها تعیین می‌گردد.

برای ترکیب زیر شاخص‌ها ابتدا وزن آن‌ها با استفاده از روش مقایسات زوجی و به کمک ۱۹ متخصص حوزه آموزش و پرورش تعیین شده و با هم ترکیب می‌شوند. با توجه به وزن-های محاسبه شده برای همه زیرمعیارها، می‌توان روابط زیر را برای محاسبه مقادیر ورودی‌ها و خروجی‌ها ارائه داد. این مقادیر در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳ : وزن زیرمعیارها و نحوه سنجش ورودی و خروجی‌های مدل DEA

محیطی	۰.۰۴ (تعداد کادر اداری کارشناس) + ۰.۲۱ (تعداد کادر اداری کارشناس ارشد) + ۰.۰۷ (تعداد معلم کارشناس) + ۰.۳۹ (تعداد معلم کارشناس ارشد) + ۰.۰۹ (میانگین سابقه کار معلمین) + ۰.۱۳ (درصد ارتباط والدین با مدرسه) + ۰.۰۷ (تعداد متخصصین)
آموزشی	۰.۷۵ (تعداد امتحانات هفتگی) + ۰.۲۵ (درصد دانش آموزان معدل ۱۷ و بالاتر)
مالی	بودجه تعیین شده برای مدرسه
کیفیت تحصیل	۰.۰۴ (تعداد قبول شدگان پایه اول، دوم و سوم در سال ۹۲ – ۹۱) + ۰.۱۱ (تعداد قبول شدگان پایه اول، دوم و سوم در سال ۹۳ – ۹۲) + ۰.۱۳ (تعداد قبول شدگان پیش دانشگاهی در سال ۹۲ – ۹۱) + ۰.۲۵ (تعداد قبول شدگان پیش دانشگاهی در سال ۹۳ – ۹۲) + ۰.۴۷ (تعداد قبول شدگان کارشناسی)
معدل کل	۰.۳۳ (معدل کل دانش آموزان در سال ۹۲ – ۹۱) + ۰.۶۷ (معدل کل دانش آموزان در سال ۹۳ – ۹۲)

با تعیین مقادیر زیر معیارها به صورت میدانی و ترکیب آن‌ها با استفاده از اوزان تعیین کننده در مرحله قبل می‌توان امتیاز ورودی و خروجی‌های مدل را به صورت جدول ۴ تعیین کرد.

جدول ۴: مقدار ورودی و خروجی‌های مدارس برای مدل DEA

کد دبیرستان	محیطی	آموزشی	مالی	کیفیت تحصیل	معدل کل
DMU_1	۰/۸۸۶۳	۴/۵۲۵	۱۵	۹/۸۹	۱۱/۶۷
DMU_2	۰/۱۶۲۵	۰/۷۵	۳۰	۲۱/۴۲	۱۳/۶۷
DMU_3	۰/۹۳۴۵	۳/۹۲۵	۲۵	۲۷/۹۱	۱۶/۶۷
DMU_4	۲/۷۹	۳/۸	۳۰	۱۳/۷۴	۱۳/۶۷
DMU_5	۰/۲۰۳۵	۰/۳۱۲۵۲	۲۵	۱۵/۸۵	۱۴/۶۷
DMU_6	۰/۲۰۴۴	۱/۵	۳۰	۱۰/۱۳	۱۳
DMU_7	۰/۸۵۳۲	۰/۲۸۷۵۲	۱۰	۳۰/۰۹	۰/۶۷۵۱۶
DMU_8	۰/۰۵۷۳	۰/۰۸۷۵۳	۸	۳۱/۵۴	۱۶/۳۴
DMU_9	۴/۵۵	۳/۰۲۵	۱	۳۰/۳۶	۱۶/۶۷
DMU_{10}	۰/۶۴۷۲	۳/۷۸	۱۴	۳۶/۱	۰/۳۳۵۱۷
DMU_{11}	۰/۱۴۵۴	۱/۵	۲۰	۳۷/۷۵	۰/۸۳۵۱۷
DMU_{12}	۰/۵۰۳۴	۱/۵۵	۲۵	۲۸/۲۹	۰/۰۰۵۱۷
DMU_{13}	۰/۴۹۲۳	۱/۵	۱۵	۱۶/۸۵	۱۲/۶۷
DMU_{14}	۰/۳۱۶۲	۳/۷۷۵	۷	۵/۲۵	۰/۵۰۵۱۵
DMU_{15}	۰/۳۳۶۳	۳/۷۷۵	۸	۵/۲۹	۱۴/۶۷

۴-۵- فاز پنجم: حل مدل FDH

همان طور که مشاهده می‌شود،اکثر شاخص‌ها و زیر شاخص‌های ورودی و خروجی به صورت عدد صحیح هستند. عدد صحیح بودن آن‌ها باعث می‌شود که نتوان از مدل‌های کلاسیک تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کرد. از این رو در این مقاله از یکی از مدل‌های معروف با شاخص‌های عدد صحیح به نام FDH استفاده می‌شود. همچنین از آنجا که تغییر خروجی‌ها آسان نیست و ورودی‌ها را می‌توان راحت‌تر کم کرد، از مدل ورودی‌محور استفاده می‌شود. این مدل‌ها به دو دسته FDH_C و FDH_V تقسیم می‌شوند که در ادامه این مدل‌ها معرفی می‌گردند.

۴-۵-۱- مدل FDH_C

این مدل با قبول اصولی شامل شمول مشاهدات، بی‌کرانی اشعه، امکان‌پذیری و کمینه‌ی درون‌یابی ساخته می‌شود. مجموعه امکان تولید[1] مدل FDH_C به صورت رابطه زیر تعریف می‌شود.

$$PPS = \bigcup_{j=1}^{n} \{(X,Y) \mid X \geq \lambda_j \times X_j \& Y \leq \lambda_j \times Y_j \& \lambda_j \geq 0\}$$

در حقیقت مجموعه مولد تولید این مدل اجتماع تعداد متناهی از مخروط‌های محدب است. توجه شود که اجتماع چند مجموعه محدب همواره مجموعه محدب نیست.

۴-۵-۲- مدل FDH_V

این مدل شامل اصول شمول مشاهدات، امکان‌پذیری و کمینه‌درون‌یابی است. با این اصول مجموعه امکان تولید به صورت رابطه زیر ساخته می‌شود.

$$PPS = \bigcup_{j=1}^{n} \{(X,Y) \mid X \geq X_j \& Y \leq Y_j\}$$

[1].Production Possibility Set

بر اساس مجموعه امکان تولید، مدل ریاضی مدل FDH به صورت زیر حاصل می‌شود:

$$Min \quad \theta$$

S.t.

$$\sum_{j=1}^{n} x_j \lambda_j \leq \theta x_0$$

$$\sum_{j=1}^{n} y_j \lambda_j \geq y_0$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = \lambda_j \in \{0,1\}$$

که در آن λ ها متغیرهای دودویی و θ متغیری آزاد و پیوسته است.

با توجه به مقدار ورودی و خروجی‌های مدل که در جدول ۴ نشان داده شده است، اکنون این مقادیر وارد مدل FDH فوق شده و مدل تحلیل پوشش داده‌ها به صورت FDH طراحی می‌گردد. مدل در نرم‌افزار GAMS وارد شده و حل می‌گردد. نتایج این تحلیل در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵: نتایج تحلیل کارایی دبیرستان‌های شهرستان رستم

ردیف	کد دبیرستان	مدل FDH ورودی محور	واحد الگو
1	DMU_1	۰/۷۳۴۱۷	DM U_7
2	DMU_2	۱/۰۰۰۰۰	DM U_2
3	DMU_3	۰/۵۸۲۸۰	DM U7

4	DMU_4	۰/۹۹۴۷۴	DMU10
5	DMU_5	۰/۸۰۰۰۰	DMU11
6	DMU_6	۱/۰۰۰۰۰	DMU11
7	DMU_7	۱/۰۰۰۰۰	DMU7
8	DMU_8	۱/۰۰۰۰۰	DMU8
9	DMU_9	۱/۰۰۰۰۰	DMU9
10	DMU_{10}	۱/۰۰۰۰۰	DMU10
11	DMU_{11}	۱/۰۰۰۰۰	DMU11
12	DMU_{12}	۰/۹۶۷۷۴	DMU11
13	DMU_{13}	۱/۰۰۰۰۰	DMU13
14	DMU_{14}	۱/۰۰۰۰۰	DMU_{14}
15	DMU_{15}	۱/۰۰۰۰۰	DMU_{15}

همان طور که در جدول مشاهده می‌شود از ۱۵ مدرسه ۱۰ مدرسه کارا بوده و ۵ مدرسه ناکارا هستند. مدارسی که مقدار کارایی یک دارند توانسته‌اند نسبت به مدارس ناکارا از پارامترهای ورودی به طور بهینه استفاده نموده و مقدار خروجی مناسبی را تولید کنند. کد مدارس کارا عبارتند از: واحدهای دبیرستانی ۲، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱۴ و ۱۵. همچنین کد دبیرستان‌ها ناکارا عبارتند از: ۱، ۳، ۴، ۵ و ۱۲. در مدل‌های تحلیل پوششی

داده‌ها می‌توان مدارس ناکارا را بر اساس امتیازشان رتبه‌بندی کرد. طبق نتایج مشاهده شده در بین مدارس ناکارا رتبه‌بندی کارایی به صورت زیر است:

$$DMU_4 \gg DMU_{12} \gg DMU_5 \gg DMU_1 \gg DMU_3$$

همان طور که مشاهده می‌شود، با استفاده از مدل و تحلیل‌های فوق امکان رتبه‌بندی واحدهای کارا وجود ندارد. از این رو در این تحقیق برای رتبه‌بندی مدارس کارا از روش اندرسون-پیترسون (AP) استفاده می‌شود. در این روش به ترتیب هر یک از مدارس کارا از مدل حذف می‌شوند و بر اساس میزان تاثیر در مجموعه امکان تولید رتبه‌بندی می‌شوند. در واقع بدین صورت عمل می‌شود که یک مدرسه از مدارس کارا حذف شده و طبیعتاً با حذف این مدرسه مقداری از مجموعه امکان تولید از بین می‌رود. واحدی رتبه بالاتر دارد که با حذف شدنش مقداری بیشتری از مجموعه را از بین ببرد. بنابراین می‌توان گفت که پس از حل مدل مورد نظر با نرم‌افزار هر چقدر مقدار محاسبه شده برای واحد کارا بزرگ‌تر باشد رتبه واحد بالاتر است. در جدول ۶ نتایج حل مدل اندرسون-پیترسون مشاهده می‌شود.

جدول ۶: نتایج رتبه‌بندی واحدهای کارا

اولویت	DMU_9	DMU_2	DMU_{11}	DMU_{10}	DMU_{14}	DMU_7	DMU_8	DMU_{13}	DMU_{15}	DMU_6
نمره AP	۸/۱۲	۱/۵۲	۱/۴۸	۱/۲۹	۱/۲	۱/۱۶	۱/۰۵	۰/۸۳	۰/۷۸	۰/۷۳

طبق جدول ۵ مرجع یا الگوی هر مدرسه ناکارا در ستون آخر مشخص شده است. مرجع هر واحد ناکارا یک واحد کارا است که برای کارا شدن واحد ناکارای مورد نظر، بایستی ورودی‌ها و خروجی‌های خود را با مقادیر واحد ناکارا هماهنگ کند. به طور مثال مرجع مدرسه (۱)، مدرسه (۷) است. بدین منظور برای کارا شدن (۱)، بایستی ورودی‌ها و خروجی‌های این مدرسه برابر مقادیر متناظر برای مدرسه (۷) شوند. همان طور که مشاهده می-شود بعضی از مدارس مانند (۷) مرجع چندین مدرسه می-هستند. در جدول ۷ تعدادی که مدارس کارا، مرجع بقیه مدارس هستند نشان داده شده است.

جدول ۷ : تعداد الگو یا مرجع بودن

اولویت	DMU_9	DMU_2	DMU_{11}	DMU_{10}	DMU_{14}	DMU_7	DMU_8	DMU_{13}	DMU_{15}	DMU_6
تعداد ارجاع	۱	۱	۴	۲	۱	۳	۱	۱	۱	۰

۴-۶- فاز ششم: تحلیل حساسیت مدل

در این مرحله مدل حل شده و نتایج آن تحلیل حساسیت می‌شود و با حذف تعدادی از ورودی و خروجی‌ها به صورت مرحله به مرحله تاثیر معیار حذف شده روی مدل بررسی می-شود. در این قسمت هدف آن است که مشخص شود حذف ورودی‌ها و خروجی‌ها به طور مستقل چه تاثیری روی نتایج دارد. در واقع بایستی مشخص گردد که با حذف یک ورودی یا یک خروجی نتایج چه تغییری می‌کنند. جدول ۸ نتیجه حل مدل را پس از حذف ورودی اول که معیارهای محیطی است، نشان می‌دهد.

جدول ۸ : حل مجدد مدل با حذف ورودی اول

ردیف	کد دبیرستان	مدل FDH ورودی محور	واحد الگو
1	DMU_1	۰/۶۶۶۶۷	DMU_7
2	DMU_2	۱/۰۰۰۰۰	DMU_2
3	DMU_3	۰/۵۸۲۸۰	DMU_7
4	DMU_4	۰/۶۰۱۹۷	DMU_7
5	DMU_5	۰/۸۰۰۰۰	DMU_9
6	DMU_6	۱/۰۰۰۰۰	DMU_6
7	DMU_7	۱/۰۰۰۰۰	DMU_7
8	DMU_8	۱/۰۰۰۰۰	DMU_8
9	DMU_9	۱/۰۰۰۰۰	DMU9
10	DMU_{10}	۱/۰۰۰۰۰	DMU10
11	DMU_{11}	۱/۰۰۰۰۰	DMU11
12	DMU_{12}	۰/۹۶۷۷۴	DMU_9
13	DMU_{13}	۱/۰۰۰۰۰	DMU_{13}
14	DMU_{14}	۰/۸۰۱۳۲	DMU_{11}
15	DMU_{15}	۰/۸۰۱۳۲	DMU_{11}

با حذف این ورودی مشاهده می‌شود که مقدار کارایی بعضی از مدارس تغییری کرده و بنابراین این ورودی روی نتایج تاثیر دارد. طبق نتیجه حاصل شده مشخص گردیده است که با حذف ورودی اول دو مدرسه ۱۴ و ۱۵ دیگر کارا نیستند و ناکارا شده‌اند. در جدول ۹ نتیجه رتبه بندی مدارس پس از حذف ورودی اول مشاهده می شود.

جدول ۹ : رتبه‌بندی مدارس با حذف ورودی اول

اولویت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
کد	۹	۲	۱۱	۷	۱۳	۸	۱۰	۶	۱۲	۱۵	۱۴	۵	۱	۴	۳

حال پس از بازگرداندن ورودی اول، ورودی دوم که معیارهای آموزشی می‌باشد، حذف شده و نتیجه در جدول ۱۰ مشاهده می‌شود. پس از حذف ورودی دوم تغییرات قابل ملاحظه‌ای در نتایج مشاهده گردید. مهم‌ترین نتیجه کاهش تعداد مدارس کارا از ۱۰ عدد به هفت عدد است.

جدول ۱۰ : حل مجدد مدل با حذف ورودی دوم

ردیف	کد دبیرستان	مدل FDH ورودی محور	واحد الگو
1	DMU_1	۰/۷۳۴۱۷	DMU_7
2	DMU_2	۰/۵۱۲۷۹	DMU_{10}
3	DMU_3	۰/۴۸۰۷۹	DMU_7
4	DMU_4	۰/۹۴۸۷۵	DMU_{10}
5	DMU_5	۰/۵۴۳۸۴	DMU_7
6	DMU_6	۰/۶۲۹۶۴	DMU_{10}
7	DMU_7	۱/۰۰۰۰۰	DMU_7
8	DMU_8	۱/۰۰۰۰۰	DMU_8
9	DMU_9	۱/۰۰۰۰۰	DMU_9
10	DMU_{10}	۱/۰۰۰۰۰	DMU_{10}
11	DMU_{11}	۱/۰۰۰۰۰	DMU_{11}
12	DMU_{12}	۰/۵۸۷۸۳	DMU_{10}
13	DMU_{13}	۰/۸۱۷۰۱	DMU_7
14	DMU_{14}	۱/۰۰۰۰۰	DMU_{14}
15	DMU_{15}	۱/۰۰۰۰۰	DMU_8

با توجه به جدول فوق مشاهده می‌شود که با حذف ورودی دوم مدارس ۲، ۶، و ۱۳ نیز ناکارا شده‌اند. پس از حذف این ورودی، رتبه‌بندی مدارس دوباره انجام گردیده است که در جدول ۱۱ مشاهده می‌شود.

جدول ۱۱: رتبه‌بندی مدارس با حذف ورودی دوم

اولویت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
کد	۹	۱۰	۱۴	۸	۷	۱۵	۱۱	۴	۱۳	۱	۶	۱۲	۵	۲	۳

به همین صورت ورودی سوم نیز به صورت حذف شده و نتایج بررسی می‌شوند. از آنجایی که تنها عامل مالی این تحقیق، شاخص ورودی سوم است، طبق نظر متخصصان این عامل قابل حذف نمی‌باشد. پس از بررسی ورودی‌ها بایستی تاثیر خروجی‌ها نیز بررسی گردد. بنابراین ابتدا خروجی اول را که کیفیت تحصیل است حذف کرده و نتایج مشاهده می‌شود. با بررسی نتایج مشخص می‌شود که در مقادیر کارایی تغییری ایجاد نشده است. پس از آن خروجی دوم حذف می‌شود. نتیجه حل مدل پس از حذف خروجی دوم نشان می‌دهد که نتایج به مقدار جزئی برای مدرسه ۵ تغییر کرده که باعث تغییر در رتبه‌بندی مدارس می‌شود. در جدول ۱۲ نتیجه حل مدل پس از حذف خروجی دوم که معدل کل است، نشان داده شده است. رتبه‌بندی مدارس نیز در این حالت در جدول ۱۳ نشان داده شده است.

جدول ۱۲: حل مجدد مدل با حذف خروجی دوم

ردیف	کد دبیرستان	مدل FDH ورودی محور	واحد الگو
1	DMU_1	۰/۷۳۴۱۷	DMU_7
2	DMU_2	۱/۰۰۰۰۰	DMU_{10}
3	DMU_3	۰/۵۸۲۸۰	DMU_7
4	DMU_4	۰/۹۹۴۷۴	DMU_{10}
5	DMU_5	۰/۶۷۱۱۵	DMU_7
6	DMU_6	۱/۰۰۰۰۰	DMU_{10}
7	DMU_7	۱/۰۰۰۰۰	DMU_7
8	DMU_8	۱/۰۰۰۰۰	DMU_8
9	DMU_9	۱/۰۰۰۰۰	DMU_9
10	DMU_{10}	۱/۰۰۰۰۰	DMU_{10}
11	DMU_{11}	۱/۰۰۰۰۰	DMU_{11}

12	DMU_{12}	۰/۹۶۷۷۴	DMU_{10}
13	DMU_{13}	۱/۰۰۰۰۰	DMU_{7}
14	DMU_{14}	۱/۰۰۰۰۰	DMU_{14}
15	DMU_{15}	۱/۰۰۰۰۰	DMU_{8}

جدول ۱۳: رتبه‌بندی مدارس با حذف خروجی دوم

اولویت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
کد	۹	۱۱	۱۰	۲	۷	۸	۱۳	۶	۱۴	۱۵	۴	۱۲	۱	۵	۳

۵- نتیجه‌گیری

تحقیقاتی که در حوزه ارزیابی کارایی و عملکرد مدارس و نظام‌های اموزشی در دنیا انجام شده است؛ بیشتر از مدل‌های کلاسیک استفاده کرده و به ماهیت ورودی و خروجی‌های مدل کمتر توجه کرده است. اساس این تحقیق تمرکز بر مدل ریاضی برای ارزیابی کارایی مدارس و توجه به ماهیت اصلی ورودی و خروجی مدل است. لذا این تحقیق برای اولین بار از مدل FDH در ارزیابی کارایی مدارس استفاده کرده است. ابتدا تمامی شاخص‌ها از ادبیات تحقیق استخراج گردیده و سپس با استفاده از نظرات متخصصان شاخص‌های اصلی در ارزیابی، استخراج گردید. نتایج وارد مدل می‌شود و پس از حل نتایج ارائه می‌شوند. نتایج نشان می-دهد که مدارس ۲، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱۴ و ۱۵ با مقدار کارایی ۱ کارا شدند. و بقیه مدارس ناکارا هستند. رتبه‌بندی مدارس در جداول قبل ارائه شده است. با توجه به نتایج ارائه شده، مدارس کارا باید با حفظ وضعیت موجود سعی در کاهش ورودی‌ها و افزایش خروجی‌ها کنند تا بتوانند وضعیت موجود را حفظ کرده و در عرصه رقابت با بقیه مدارس موفق شوند. مدارس ۷، ۱۱ و ۱۰ بیشترین ارجاع را داشته‌اند. در حقیقت این بدین معنی است که این مدارس بیشتر به عنوان الگو قرار گرفته و بقیه مدارس خود را با آنان مقایسه می‌کنند. داشتن الگو به واحدهای ناکارا این امکان را می‌دهد؛ که بتوانند با تنظیم ورودی و خروجی‌های خود با واحدهای الگو، بتوانند کارایی خود را افزایش دهند. نکته دیگر این که کارا بودن و فاصله داشتن با الگوهای کارا باعث می‌شود که مدارس کمتر بتوانند خود را به واحد تحت بررسی برسانند. لذا واحد تحت بررسی از موقعیت مناسب‌تری در رقابت برخوردار است. تحلیل‌های به دست آمده از این مدل، محققان را هدایت می‌کند تا با طراحی و حل مداوم مدل فوق،

تغییرات مدارس را در نظر داشته و بر اساس آن تغییرات راهکارها و برنامه‌های مدیریتی خود را تنظیم نمایند. بر اساس نتایج تحقیق، پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

پیشنهاد می-شود که مدارس کارا بر روی پارامترهای ورودی خود برنامه‌ریزی کنند و سعی کنند که با تعیین مقادیر بهینه برای این پارامترها آن‌ها را در حد مطلوب (حداقل) نگه دارند تا مدارس کارا همیشه کارایی خود را حفظ کنند. پیشنهاد می‌شود مدارس ناکارا نیز با برنامه‌ریزی روی پارامترهای ورودی خود و استفاده بهینه از آن‌ها تلاش کنند که به مقدار کارایی واحد مرجع خود برسند و کارا شوند.

با توجه به اینکه مدرسه ۹ رتبه اول را کسب کرده است تمامی مدارس بایستی این مدرسه را به گونه‌ای الگوی خود قرار داده و با صحبت با سرپرستان این مدرس مشخص کنند که آن ها چه راهکارهایی انجام داده اند که توانسته‌اند بهترین مدرسه باشند. در نهایت با برنامه‌ریزی مشخص، تلاش کنند که راهکارها را عملی کنند. همچنین هم واحدهای کارا و هم واحدهای ناکارا باید با تمرکز بر خروجی‌های خود، در جهت افزایش آن‌ها تلاش و برنامه-ریزی کنند تا امکان افزایش کارایی محقق گردد.

References

- Abdi, Mohammad, Fathi Hafshejani, Kiyamorts (2011). "Evaluation of the Effectiveness of Vocational Secondary Schools in Qazvin Province Using the Dynamic Data Envelopment Analysis Model"
- Avkiran, N., (2011), Investigating technical and scale efficiencies of Australian universities through data envelopment analysis, Socio-Economic Planning Sciences, 35(1):57-80
- Azad E., Ketabi S., Soltani E., Bagherzadeh M.; (2011)., "efficiency analysis and resource allocation in the different wards of the SHariati hospital in Esfahan using DEA"; Health Information Management, Vol. 8, Issue 7, PP. 938–947.

- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale efficiencies in data envelopment analysis. Management Science, 30, 1078
- Bessent A and Bessent W (1980). “Determining the comparative efficiency of schools through data envelopment analysis” Eductational administration quatry1:57-75.
- Bessent A, Bessent W, Kennington J and Reagan B (1982). “An application of mathematical programming to assess productivity in the Houston independent school district”. Management science 28(12):1355-1367.
- Charnes A & Cooper, W.W & Rohdes, E. (1978). "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", European Journal of Operational Research, Vol. 2, No. 6, pp. 429-444
- Cherchye L, De Witte K, Ooghe E., Nicaise I., (2010). Efficiency and Equity in Private and Public Education: A Nonparametric Comparison. European Journal of Operation Research, 202(2): 563-573.
- Enayati, Taraneh, Zameni, Farshideh, Behnamfar, Reza and Jafarpour Somayeh., (2011), "The Performance of Intelligent Schools in Sari City from the Viewpoint of Secretaries, National Conference on Electronic City, Hamedan, Islamic Azad University, Hamedan".
- Fathi Hafshejani, Kiumars (2003), Doctoral dissertation "Efficiency Evaluation of Islamic Azad University using Data Envelopment Analysis; Case Study: South Tehran Branch".
- Fazli, S., (2002), “Performance Evaluation Model for Management in Government Organizations - A DEA approach”, Ph.D Thesis, Tarbiyat Modares University.
- Heidarinezhad, Sedigheh, Mozaffari, Amir Mohammad and Mohicher, Ali (2006). "Evaluation of the efficiency of colleges and faculties of physical education at the University of the State in three different situations with the nature of the output." Quarterly Olympics, 14, No. 2. Page 17-7.
- Hormati, Yashar; Dadkhah; Rezvan; Abdullah Zadeh, Firouz and Sadeghzadeh, Maryam (2011). "Evaluation of the Performance of Elite Students in Isfahan Schools toward Physical Education Course Unit". The First National Conference on New Achievements in the Development of Sport and Physical Education, Gorgan, Islamic Azad University.
- Jahanshahloo, Gholamreza; Hosseinzadeh Lotfi, Farhad and Nikoo Maram, Hashem (2008). "Data Envelopment Analysis and Applications". First Printing, Islamic Azad University, Science and Research Branch.
- Kuah, Chuen Tse, Kuan Yew Wong, (2011). “Efficiency Assessment of Universities through DEA”. Department of Manufacturing and Industrial Engineering, Faulty of Mechanical Engineering, University Technology Malaysia, 81310 UTM Skudai, Malaysia.
- Kueng, P. (2000).” Process Performance Measurement System: a tool to support process- based organizations”. Total Quality Management, 11, pp. 67-85.

- Mehregan M.R., (2004) "Quantitative models for performance evaluation of organizations-DEA"; Management Department of Tehran University, Tehran.
- Mehregan, Mohammad Reza (2008). "Organizational Performance Evaluation: A Quantitative Approach Using Data Envelopment Analysis." Publications at the Faculty of Management, University of Tehran.
- Parker, C. (2000), Performance Measurement, Work Study, (vol. 49, no. 2) pp. 63- 66.
- Protela A.S,Thanassoulis E (2001). “Decomposing school- type efficiency”,European of operational research,.132(1):1-12.
- Shafiee, Morteza., Hosseinzadeh Lotfi, Farhad., Saleh, Hilda., Ghaderi, Mehdi., (2015). “A mixed integer bi-level DEA model for bank branch performance evaluation by Stackelberg approach” Journal of Industrail Engineering International, 12(1): 81-91.
- Shahriari, Sultan Ali (2003). "Presentation of a fuzzy DEA model to evaluate the relative performance of Tehran's humanities faculties." Master's thesis in Industrial Management, Faculty of Management, University of Tehran.
- Toloou M., Joshaghani S. ;(2010). "Centralized output gaining and centralized input allocation models in data envelopment analysis"; Industrial Management Journal, Vol. 2. Issue 5, PP. 59–82.
- Yu M.M., Chern Ch.Ch. Hasio B.; (2013). "Human resource rightsizing using centralized data envelopment analysis: Evidence from Taiwan's airports"; Omega, Vol. 41, Issue 1, PP. 119–130.
- Zommorrodian, M.R. (1990). “Guide lines for improving efficiency in elementary schools Western Massachusetts”, pp: 10-45.