مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال سیزدهم، شماره چهارم (پیاپی ۵۱)، زمستان ۹۵، ص ص ۱۰۲-۸۵
شاپا ۷۲۸۶-۲۲۵۱

مدلی برای استفاده از آزمون‌های آماری جهت تعیین عرض پنجره و بررسی روند کارایی گروه‌های آموزشی دانشگاه با استفاده از تحلیل پنجره‌ای[1]

علی حمزه‌ای[1]، گلناز شجاعتی[2*]
۱- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرمان، گروه ریاضیات، کرمان، ایران
۲-کارشناس ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحدکرمان، گروه ریاضیات، کرمان، ایران

رسید مقاله: ۲۹ خرداد ۱۳۹۵
پذیرش مقاله: ۲ آذر ۱۳۹۵

چکیده
فرض اساسی در تکنیک تحلیل پنجره‌ای این است که هیچ تغییر تکنیکی در طول پنجره رخ نداده‌باشد اما این فرض در بسیاری از تحقیقات مورد توجه قرار نگرفته است. در این پژوهش با استفاده از آزمون‌های ناپارامتری ویلکاکسون در بین دو دوره و آزمون فریدمن بین چند دوره انتقال مرز در دوره‌های مورد مطالعه بررسی و مشخص شده است. بنابراین طول پنجره‌ها به گونه‌ای انتخاب شده که فرض اساسی تحلیل پنجره‌ای در آن‌ها رعایت شده باشد. در این تحقیق اطلاعات مربوط به پنج گروه آموزشی دانشکده علوم دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان در طول سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۱ جمع‌آوری گردید و پس از اجرای آزمون‌های آماری مشخص شد که در سال ۱۳۸۸ انتقال مرزکارایی رخ داده‌است بنابراین دو پنجره به صورت ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۷و ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۱ به‌دست آمد. سپس دو تحلیل به طول‌های سه و چهار سال انجام و کارایی هر گروه در هر پنجره محاسبه شد. با این روش گروه میکروبیولوژی رتبه یک را به‌دست‌آورد و سپس به ترتیب گروه‌های شیمی، ریاضی، فیزیک و کامپیوتر قرار داشتند. از آنجا که دانشگاه دارای پنج مقطع آموزشی کاردانی، کارشناسی ناپیوسته، کارشناسی پیوسته، کارشناسی ارشد و دکتری است برای تعیین اهمیت نسبی هر مقطع برای دانشگاه از روش AHP فازی استفاده و اوزان به‌دست آمده از این روش برای همگن کردن داده‌ها به‌کار گرفته شد.

کلمات کلیدی: تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای، کارایی در طی زمان، آزمون ویلکاکسون، آزمون فریدمن، انتقال مرز، تحلیل سلسله مراتبی.

۱ مقدمه
ارزیابی عملکرد در مدیریت از اهمیت و کاربرد فراوان برخوردار است. با استفاده از ارزیابی و تحلیل کارایی، مدیر می‌تواند به نقاط ضعف واحد پی ببرد و همچنین زمینه‌های توانمندی و قوت آن‌ها را فراهم کند. نظام

[1] این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی با نام" بررسی روند کارایی گروه‌های آموزشی دانشکده علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان از دو دیدگاه آموزش و پژوهش با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها(سال‌های ۸۵ تا ۹۱)" می‌باشد که در دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان به انجام رسیده است.

* عهده‌دار مکاتبات
آدرس الکترونیکی: Golnaz_shojaati@yahoo.com

آموزشی نیز برای رویارویی با هرگونه تغییر وتحولی نیازمند به ارزیابی می‌باشد و ارزیابی عملکرد گروه‌های آموزشی و پژوهشی، قسمتی از فرآیند دشوار تخصیص منابع در دانشگاه‌ها به شمار می‌آید[۱]. اغلب معیارهای ارزیابی عملکرد سازمان‌ها مبتنی بر سیستم حسابداری و معیارهای مالی هستند به گونه‌ای که نمی‌توان با آن‌ها سازمان‌های خدماتی مانند مدارس و دانشگاه‌ها را ارزیابی کرد[۲] تحلیل پوششی داده‌ها یکی از روش‌های مقبول در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها است. این روش برای مقایسه و ارزیابی کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیرنده ای است که دارای چندین ورودی و خروجی مشابه هستند مانند مدارس، دانشگاه‌ها، بیمارستان‌ها، بانک‌ها و غیره[۳].

۲ بیان مساله

با توجه به اینکه مدل DEA اساسا امکان یک مقایسه ایستا را فراهم می‌کند از این جهت بین مفهوم کارایی و بهره‌وری تفاوت قائل می‌شوند[۴]. مفهوم کارایی ناظر بر یک برش زمانی است و بهره‌وری ناظر بر طول زمان. در سنجش کارایی گفته می‌شود کدام بنگاه کارا عمل می‌کند ولی در مفهوم بهره‌وری بیان می‌شود کدام بنگاه‌ها در طول زمان بهره‌وری عوامل تولید خود را تغییر داده‌اند[۵]. به عبارت دیگر در اندازه‌گیری کارایی، هر واحد تصمیم‌گیری فقط در یک زمان مشخص مورد ارزیابی قرار می‌گیرد ولی در مطالعات واقعی غالبا مشاهدات مربوط به واحدها در طی یک دوره زمانی و به صورت داده‌های سری زمانی می‌باشد. این مطلب برای وقتی‌که بخواهیم کارایی واحد تصمیم‌گیری را در طی یک دوره زمانی بررسی کرده و تغییرات آن را مشخص کنیم بسیار اهمیت دارد. مزیت این کار این است که می‌توان عملکرد واحد را در یک دوره زمانی مشخص با عملکرد همان واحد در یک دوره زمانی دیگر یا با سایر واحدها مقایسه نمود[۶و۷].

برای دستیابی به یک تحلیل مبتنی بر زمان می توان از تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای استفاده کرد؛ فرض اساسی در تکنیک تحلیل پنجره‌ای این است که هیچ تغییر تکنیکی در طول پنجره رخ نداده باشد؛ درواقع برای استفاده از این تکنیک، طول پنجره باید به گونه‌ای انتخاب شود که این فرض درمورد آن برقرار باشد. برای بررسی این فرض دراین پژوهش از تکنیک‌های آماری استفاده شده است.

۳ اهمیت و ضرورت تحقیق

بررسی روند کارایی در طی یک دوره زمانی می‌تواند اطلاعات ذی‌قیمتی را در اختیار مدیران و تصمیم‌سازان قرار دهد. در این روش علاوه براینکه کارایی یک واحد در یک دوره زمانی نسبت به سایر واحدها سنجیده می‌شود؛ می‌توان از تغییرات کارایی یا بهره‌وری خود واحد در طول چند سال مطلع شد و نتیجه تصمیمات مدیریتی اتخاذ شده در یک مقطع زمانی را بر عملکرد طولانی مدت واحد مشاهده کرد تا بدین‌وسیله مدیر بتواند زمینه‌های توانمندی و بهره‌وری بالاتر واحد در آینده را فراهم سازد. براین اساس دراین پژوهش برای بررسی روند کارایی گروه‌های آموزشی دانشگاه آزاداسلامی واحد کرمان در طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۱ از تکنیک تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای استفاده شده است.

۴ پیشینه تحقیق

در تعدادی از پژوهش‌های مربوط به تحلیل پنجره‌ای ، عرض پنجره به صورت تجربی تعیین شده است، به تعدادی از آن‌ها در ذیل اشاره می‌شود:

مهدی ملایی و همکاران [۸] کارایی سازمان‌های تحقیق و توسعه را در طی سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۸۱ ارزیابی کرده و درنهایت به رتبه‌بندی آن‌ها پرداخته‌اند. دراین مقاله ۸ واحد تحقیق و توسعه با ورودی‌های تعداد نیروی انسانی، بودجه پژوهشی و ارزش ریالی تجهیزات و خروجی‌هایی همچون تعداد پروژه‌های خاتمه یافته، تعداد پروژه‌های دردست اجرا، تعداد اختراعات، تعداد سمینارهای برگزار شده و تعداد کتب و مجلات داخلی و بین‌المللی، بر اساس تحلیل پنجره‌ای داده‌ها با عرض ۳ سال برای هر پنجره ارزیابی شده‌اند.

فرزاد کریمی و همکاران [۹] با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های بازه‌ای و تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای به تعیین کارایی زراعت گندم با توجه به دو عامل ریسک و زمان پرداخته‌اند. در این تحقیق کارایی ۸ استان بزرگ کشور در تولید گندم بررسی شده و بهره‌وری هریک از استان‌ها در دوره زمانی ۷۸ تا ۸۳ به‌دست آمده است. عرض پنجره‌ها ۳ سال انتخاب شده است.

احسان رجبی[۱۰] مقیاس بهینه فعالیت و پایداری کارایی فنی بانک‌های تجاری ایران را در طول سالهای ۷۰ تا ۸۵ با استفاده از تحلیل پنجره‌ای به‌دست آورده‌است. عرض پنجره‌ها دراین تحقیق ۵ سال درنظرگرفته‌شده و برای ارزیابی مقیاس بهینه فعالیت بانک‌ها عملکرد هریک از آن‌ها را در سه سطح بازده به مقیاس ثابت ، افزایشی و کاهشی بررسی کرده است.

علی فاضلی [۵] به اندازه‌گیری بهره‌وری صنعت آب ایران با رویکرد تحلیل پنجره‌ای پرداخته و علل ناکارایی واحدها را در هر پنجره با تفکیک کارایی فنی و کارایی تخصیص مشخص نموده است.

ابوالحسنی و همکاران [۱۱] کارایی و روند رشد تغییرات بهره‌وری صنعت کاشی و سرامیک ایران را با استفاده از تحلیل پنجره‌ای در سال‌های ۸۶ و ۸۷ ارزیابی کرده‌اند که عرض پنجره‌ها ۴ ماه در نظر گرفته شده و سپس با استفاده از شاخص مالم-کوییست روند تغییرات بهره‌وری بررسی و سپس شاخص مالم کوییست به دو قسمت کارایی تکنیکی و کارایی تکنولوژی تجزیه شده و نتایج برای ۱۰ واحد مورد بررسی مشخص شده است

نقی شجاع و همکاران[۱۲] به اندازه‌گیری بهره‌وری در واحدهای دانشگاهی و رتبه‌بندی آن‌ها پرداخته‌اند و تحلیل پنجره‌ای را با شاخص مالم‌کوییست برای تفکیک بین کارایی تکنولوژی و کارایی مدیریتی ترکیب کرده اند.

چارنز و همکاران [۷] در سال ۱۹۸۴ پژوهشی در عملیات نگهداری هواپیماها در ایالات متحده آمریکا انجام دادند که بهترین حالت از اجرای روش تحلیل پنجره‌ای برای اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیری می‌باشد. برای انجام روش فوق اطلاعات مربوط به ۱۴ پرواز تاکتیکی هواپیمای جنگی در نیروی هوایی آمریکا برای یک دوره هفت‌ماهه به‌دست‌آمد و طول پنجره به اندازه سه ماه انتخاب شد، هر DMU (پرواز) به عنوان یک DMU متفاوت در طی هرماه برای یک دوره متمادی سه ماهه در ابتدای پنجره قرار گرفت، تجزیه و تحلیل به صورت ۴۲

واحد تصمیم‌گیری انجام و سپس پنجره به اندازه یک ماه به جلو شیفت داده شد و تجزیه تحلیل برای دوره سه ماهه بعدی و ۴۲ واحد باقیمانده انجام گرفت و نتایج ارزیابی کارایی به‌دست‌آمد.

وب[۱۳] در مقاله‌ای با عنوان بررسی سطح کارایی بانک‌های بزرگ تجاری انگلستان با کاربرد روش تحلیل پنجره‌ای در دوره ۱۹۹۵- ۱۹۸۲ به این نتیجه رسید که میانگین کارایی بانک‌های انگلستان در سطح پایینی قرار دارد و دردوره زمانی مد نظر میانگین کارایی روند کاهشی را طی نموده است.

هاویانگ و یوچو[۱۴] در مقاله‌ای با کاربرد تحلیل پنجره‌ای داده‌ها اقدام به اندازه‌گیری کارایی بنگاه‌های مخابراتی تایوان در دوره (۲۰۰۵-۲۰۰۱) با فرض بازده به مقیاس متغیر نموده‌اند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد کارایی مقیاس در سطح بالایی قرار دارد اما کارایی تکنیکی در سطح پایینی است و سیاست‌های دولت در خصوصی سازی تاثیر مثبتی در افزایش کارایی و قدرت رقابت این بنگاه‌ها داشته است.

آوکیران [۱۵] تحلیل پنجره‌ای را برای محاسبه کارایی ۱۰ بانک تجاری استرالیا در طول سال‌های ۱۹۸۶ تا ۱۹۹۵به‌کار برده که عرض پنجره در این تحقیق ۳ سال انتخاب شده است.

۴-۱ تشخیص انتقال مرز با استفاده از آزمون‌های آماری پارامتری

در تعدادی از مقالات برای تعیین اینکه در چند دوره زمانی، انتقال مرز رخ داده است یا نه از آزمون‌های آماری توان از اند اما می‌پارامتری استفاده شده است. گرچه این آزمون‌ها به طور مشخص برای تعیین عرض پنجره نبوده اولین و مهم‌ترین مقالات در زمینه استفاده از آزمون‌های آن به عنوان مقدمه تعیین عرض دوره استفاده کرد. آماری برای تشخیص انتقال مرز در تحلیل پوششی داده‌ها مربوط به تحقیقات بنکر است[۱۶]. او در این مقالات را برای تعیین F های خی دو و فرض کرد که تابع توزیع امتیازات کارایی، نمایی ویا نیم نرمال است و آزمون اما این فرض که تابع توزیع امتیازات کارایی نرمال تفاوت بین مرزهای کارایی چند گروه از واحدها پیشنهاد داد. است با چالش روبروست علاوه بر این نتایج این پژوهش‌ها تنها در مورد یک خروجی و چند ورودی کاربرد دارد.

سیمار و ویلسون [۱۷] پیشنهاد دادند که از تکنیک بوت استرپ برای تعیین توزیع نمونه‌ای امتیازات کارایی استفاده شود. اما بیان کردند که استفاده از بوت استرپ احتیاج به محاسبات طولانی کامپیوتری دارد علاوه براین ممکن است تفاوت جدی بین تابع توزیع حقیقی و تخمین بوت استرپ آن وجود داشته باشد. ضمن اینکه نتایج این روش به شدت تحت تاثیر تعداد واحدهای مورد بررسی است و با افزایش تعداد آن‌ها نتایج قابل اعتماد نمی‌باشند.

در مجموع و درحالت کلی فرض نرمال بودن یا نمایی بودن توزیع نمرات کارایی فرض قابل اعتمادی نیست.

۴-۲ تشخیص انتقال مرز با استفاده از آزمون‌های آماری ناپارامتری

استفاده از آزمون‌های ناپارامتری ابتدا توسط گالونی و همکاران پیشنهاد شد و مورد استقبال براکت و همکاران [۱۸] قرار گرفت. همان‌گونه که ذکر شد معمولا توزیع آماری نمرات کارایی درتحلیل پوششی داده‌ها ناشناخته است و گالونی برای مقایسه‌ی مرز کارا در دو گروه از واحدهای تصمیم گیرنده، آزمون ناپارامتری"من- ویتنی" را پیشنهاد نمود. براساس پیشنهادگالونی فرض می‌شود که واحدهای کارا و واحدهای بهبودیافته در هر مجموعه، نمونه‌ای از بینهایت نقطه برروی مرز کارا هستند؛ اگر تفاوت نمرات کارایی دو نمونه از واحدهای کارا نسبت به یک مجموعه امکان ادغام شده معنادار باشد،آنگاه می‌توان پذیرفت که دو مرز کارا باهم متفاوت هستند[۱۸]. در واقع واحدهای بهبودیافته تصویر واحدهای ناکارا بر روی مرز کارا می‌باشند؛ به‌این ترتیب می‌توان دو نمونه را از یکدیگر جداکرد وآن‌ها را به عنوان دو پنجره متفاوت در نظر گرفت. با این فرض نمرات کارایی دو گروه از واحدهای تصمیم گیرنده $B=\{b_1,b_2,...,b_n\}$ و $A=\{a_1,a_2,...,a_m\}$ در گروه خود نسبت به مجموعه امکان همان گروه محاسبه می‌شوند تا واحدهای کارا و ناکارا در هر گروه مشخص شوند. واحدهای بهبودیافته با به‌کارگیری رابطهٔ زیر محاسبه می شوند[۱۹]:

$$\widehat{X}_0=\theta^* X_0-s^{-*}=\sum_{j\in E_0}\lambda_j^* X_j$$
$$\widehat{Y}_0=\theta^* Y_0-s^{+*}=\sum_{j\in E_0}\lambda_j^* Y_j \qquad (۱)$$

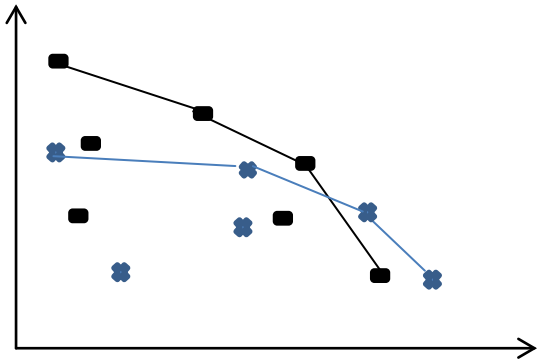
معناداری تفاوت نمرات محاسبه شده برای واحدهای کارا در هر گروه پس از تبدیل به رتبه، با آزمون ناپارامتری من- ویتنی بررسی می‌شود. در این آزمون‌ها فرض صفر زیر مورد آزمون قرار می‌گیرد :

داده‌ها از یک جامعه هستند=H_0

داده‌ها از یک جامعه نیستند=H_1

به‌این‌ترتیب با رد فرض صفر استنباط می‌شودکه واحدهای کارای دو گروه، یعنی نقاط روی مرزهای کارا متعلق به یک جامعه نبوده و مرز کارای دو گروه متفاوت است[۲۰].

سیوشی و گوتو [۲۰] و[۲۱] و فیلد [۲۲] از آزمون من- ویتنی و کراسکال والیس برای مقایسه‌ی دو یا چند گروه استفاده نموده‌اند. امّا موضوع تشخیص انتقال مرز با موضوع تشخیص تفاوت مرزهای کارا در بین دوره‌های متوالی کمی متفاوت است. از آنجایی که از لحاظ آماری مرز یک جامعه شامل بینهایت نقطه درنظرگرفته می‌شود، مقایسه‌ی تفاوت دو یا چند گروه از واحدهای تصمیم‌گیرنده درواقع مقایسه‌ی دو یا چند جامعه‌ی مستقل است. در صورتی‌که در تشخیص وجود انتقال مرز، دو یاچند جامعه‌ی مستقل مورد مقایسه قرار نمی‌گیرند، بلکه بررسی وضعیت یک جامعه در چند دوره‌ی زمانی متوالی مدنظر است. در چنین شرایطی کارایی هر واحد در دو دوره‌ی زمانی متوالی از نوع داده‌های وابسته تلقی می‌شوند و باید از آزمون‌های آماری مربوط به داده‌های وابسته برای تحلیل آن‌ها استفاده کرد[۲۵]. به علاوه این آزمون‌ها، هرچند برای تشخیص انتقال مرز در دوره‌های متوالی مورد استفاده قرار گرفته‌اند، ولی به طور مشخص برای بررسی و تعیین طول مناسب پنجره به کار گرفته نشده‌اند.



شکل ۱. وجود تفاوت بین مرزهای کارایی

رمضانیان و همکاران[۲۵] طی پژوهشی که برای بررسی تغییرات عملکرد کانال‌های توزیع شرکت پارس خزر در طی زمان با استفاده از تحلیل پنجره‌ای انجام داده‌اند با به کارگیری آزمون ناپارامتریک ویل کاکسون در بین دو دوره زمانی و آزمون فریدمن در بیش از دو دوره زمانی، انتقال مرز در بین دوره‌های مورد مطالعه را بررسی و تعیین کرده‌اند، سپس تحلیل پنجره‌ای را با توجه به عرض به‌دست آمده برای هر پنجره به‌کارگرفته‌اند.

در جستجوهای انجام شده مقاله‌ای در زمینه رتبه‌بندی گروه‌های دانشکده با استفاده از تحلیل پنجره‌ای و استفاده از روش‌های آماری برای تعیین عرض پنجره یافت نشد. پژوهش حاضر به بررسی عرض پنجره با استفاده از آزمون‌های ویل‌کاکسون و فریدمن می‌پردازد و سپس با استفاده از عرض پنجره به‌دست آمده، روش تحلیل پنجره‌ای را برای بررسی روند کارایی گروه‌های دانشکده علوم دانشگاه آزاد اسلامی کرمان به کار می‌برد.

۵ مبانی نظری پژوهش

۵-۱ تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای

این مدل برای اولین بار توسط چارنز معرفی شده و بر اساس میانگین متحرک عمل می‌کند[۷]. در این روش با هر واحد در یک دوره متفاوت همانند واحد مستقل برخورد می‌شود در این صورت عملکرد یک واحد در یک دوره خاص در مقابل عملکرد همان واحد در سایر دوره ها،علاوه بر عملکرد سایر واحدها قرار می گیرد[۲۴و۷]. این وضعیت علاوه بر امکان سنجش روندکارایی، باعث افزایش واحدهای مورد بررسی می‌شود؛ این امر هنگام مطالعه نمونه‌هایی با تعداد کم بسیارمفید است. در روش تحلیل پوششی داده‌ها پیشنهاد می‌شود که تعداد واحدهای مورد ارزیابی از دو برابر مجموع ورودی و خروجی‌ها بیشتر باشد. تعداد کم واحدها منجر به کاهش قدرت تفکیک مدل شده و باعث می‌شود که تمام واحدها کارا ارزیابی شوند[۲۴و۲۵]. ازآنجایی که کارایی فنی تمام واحدها در یک پنجره (دوره زمانی انتخاب شده) نسبت به یکدیگر اندازه‌گیری می‌شود، این روش به طور ضمنی فرض می‌کند که هیچ تغییر فنی در هیچکدام از پنجره‌ها وجود ندارد، این مطلب یک مساله کلی در تحلیل پنجره‌ای است. البته با کاهش عرض پنجره این مشکل کاهش می یابد. جهت اعتبار بخشیدن به تحلیل پنجره‌ای عرض پنجره باید طوری انتخاب شود که چشم پوشی از تغییرات فنی منطقی باشد[۵].

۵-۱-۱ فرمولبندی مدل تحلیل پنجره‌ای

برای فرموله کردن، N عدد DMU $(n = ۱,۲,...,N)$ را در نظر بگیرید که در Tدوره $(t = ۱,۲,...,T)$ مشاهده شده است که همه r ورودی را برای تولید s خروجی به کار می برند، بنابر این نمونه دارای $N \times T$ مشاهده می‌باشد. واحد n در دوره t دارای یک بردار ورودی r بعدی $X_{tn} = (x_{۱tn}, x_{۲tn}, ..., x_{rtn})$ و یک بردار خروجی s بعدی است: $Y_{tn} = (y_{۱tn}, y_{۲tn}, ..., y_{stn})$

پنجره در زمان $k(۱ \le k \le T)$ و با عرض W $(۱ \le w \le T-k)$ شروع می‌شود و با k_w نشان داده شده است که دارای $N \times W$ مشاهده است.

ماتریس ورودی‌ها و ماتریس خروجی‌ها به‌ترتیب عبارتند از:

$$X_{kw} = (x_{k_۱}, x_{k_۲}, ..., x_{k_N}, x_{k+۱,۱}, x_{k+۱,۲}, ... x_{k+۱,N}, ... x_{k+w,۱}, ..., x_{k+w,N})$$

$$Y_{kw} = (y_{k,۱}, y_{k,۲}, ..., y_{k,N}, y_{k+۱,۱}, y_{k+۱,۲}, ... y_{k+۱,N}, ..., y_{k+w,۱}, ..., y_{k+w,N})$$

آنگاه مدل DEA پنجره‌ای ورودی محور تحت فرض بازده به مقیاس ثابت به صورت زیر است:

$$\begin{aligned} &Min\theta = \theta'_{kwt} \\ &s.t. \\ &\quad X_{kw}\lambda + \theta X_t' \ge ۰, \\ &\quad Y_{kw}\lambda - Y_t' \ge ۰. \\ &\quad \lambda \ge ۰ \qquad (n = ۱,..., k, N \times W) \end{aligned} \tag{۲}$$

۵-۲ تشخیص عرض پنجره در تحلیل پنجره‌ای

در روش تحلیل پنجره‌ای فرض بر این است که با اغماض از روند تغییر بهره‌وری بنگاه‌ها (در یک پنجره)، امکان تلفیق بین مشاهدات سری زمانی و مقطعی با یک دوره زمانی معقول که در آن امکان تغییر در بهره‌وری را ناچیز فرض می‌کنند (معمولا بین ۲ تا ۵ سال)، وجود دارد. این تلفیق امکان گسترش مشاهدات را فراهم می‌آورد و با فرض استقلال بین مشاهدات کارایی سنجیده می‌شود. در واقع دراین روش فرض می‌شود که تغییر فنی در داخل پنجره‌ها وجود ندارد هرچند بین پنجره‌ها تغییر فنی اتفاق می‌افتد[۲۶].

در مورد تعریف و اندازه پنجره هیچ نوع تئوری یا منطقی وجود ندارد. در اکثر پژوهش‌هایی که در این زمینه انجام شده از پنجره‌های ۲ تا ۵ ساله استفاده شده است. اولین فرمولاسیون تحلیل پنجره توسط سان در ۱۹۸۸ ارایه شد. حال اگر فرض کنیم n تا DMU وجود دارد که در T دوره زمانی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند آنگاه ρ نشان دهندهٔ طول پنجره و w نیز نماینده تعداد پنجره‌ها می باشد.

تعداد پنجره ها	$W = T - \rho + ۱$
(۳) تعداد واحدها در هر پنجره	$n\rho$
تعداد کل واحدها با توجه به طول پنجره	$n\rho w$

طول پنجره نیز به یکپارچگی نیاز نداشته و در رابطه زیراصلاح می‌شود

$$\rho = \begin{cases} \frac{T+1}{2} \\ \frac{T\pm 2}{2} \end{cases} \qquad (\rho \le T) \qquad (4)$$

حالت اول رابطه (۴) در صورتی به‌کار می‌رود که تعداد دوره‌های زمانی فرد باشند و حالت دوم زمانی اتفاق می‌افتد که تعداد دوره‌ها زوج باشند.

فرض اساسی تحلیل پنجره این است که در بین دوره‌های مورد بررسی دست‌کم به طور جدی تغییر مرز اتفاق نیفتاده باشد [۷] . لذا تعداد دوره‌های موجود در تحلیل باید به گونه‌ای تعیین شوندکه این فرض اساسی رعایت گردد.

اگرچه فرض اساسی تحلیل پنجره‌ای مورد توجه محققین بوده، اما تلاشی برای ارایه یک روش تحلیلی و مستدل نشده و به راه حل‌های تجربی مثل توصیه به کاهش تعداد دوره‌ها و به کارگیری پنجره‌ای با عرض کم بسنده شده است. به عنوان نمونه چارنز و همکارانش پیشنهاد می‌کنند که پنجره‌ای به عرض ۳ یا ۱ دوره‌ی زمانی بهترین کیفیت و ثبات را در نمرات کارایی خواهد داشت[۷]. آسمیلد[۲۴] نیز با هدف حذف احتمال انتقال مرز در بین دوره‌های تحت بررسی پنجره‌ای به طول ۱ را درنظر گرفته است این در حالی است که به‌کارگیری آزمون فرض آماری همراه با رعایت ملاحظاتی می‌تواند یک راه مستدل و تحلیلی برای تعیین عرض پنجره باشد[۲۵].

۵-۳ روش تحلیل سلسله مراتبی

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که با توجه به شاخص‌های مشخص شده به تصمیم‌گیری و انتخاب یکی از گزینه‌های تصمیم می پردازد. این روش در سال ۱۹۸۰ به همت توماس ساعتی ابداع و ارایه گردید. این فرآیند منعکس کننده‌ی رفتار طبیعی و تفکر انسانی است و مسایل پیچیده را براساس آثار متقابل آن‌ها مورد بررسی قرار می‌دهد؛ آن‌ها را به شکلی ساده تبدیل می‌کند و سپس به حل آن‌ها می‌پردازد. به کارگیری این روش مستلزم چهار گام عمده زیر است:

گام ۱ مدل سازی: در این گام مسایل و هدف از تصمیم‌گیری، به صورت سلسله مراتبی از عناصر تصمیم که با هم درارتباط هستند در می‌آیند. عناصر تصمیم شامل شاخص‌های تصمیم‌گیری و گزینه‌های تصمیم است.

گام ۲ قضاوت ترجیحی: مقایسه بین گزینه‌های مختلف تصمیم براساس هرشاخص صورت می‌گیرد و با انجام مقایسات زوجی اهمیت هر شاخص تصمیم مشخص می‌شود.

گام ۳ محاسبات وزن‌های نسبی: وزن و اهمیت عناصر تصمیم نسبت به هم از طریق مجموعه‌ای از محاسبات عددی تعیین می‌شود.

گام۴ ادغام وزن‌های نسبی: این گام به منظور رتبه‌بندی گزینه‌های تصمیم صورت می‌گیرد.

در نهایت با استفاده ازاین روش می‌توان از بین چند گزینه موجود برای تصمیم‌گیری، با توجه به شاخص‌های متفاوت، گزینه بهتر را انتخاب کرد.

۶ روش تحقیق

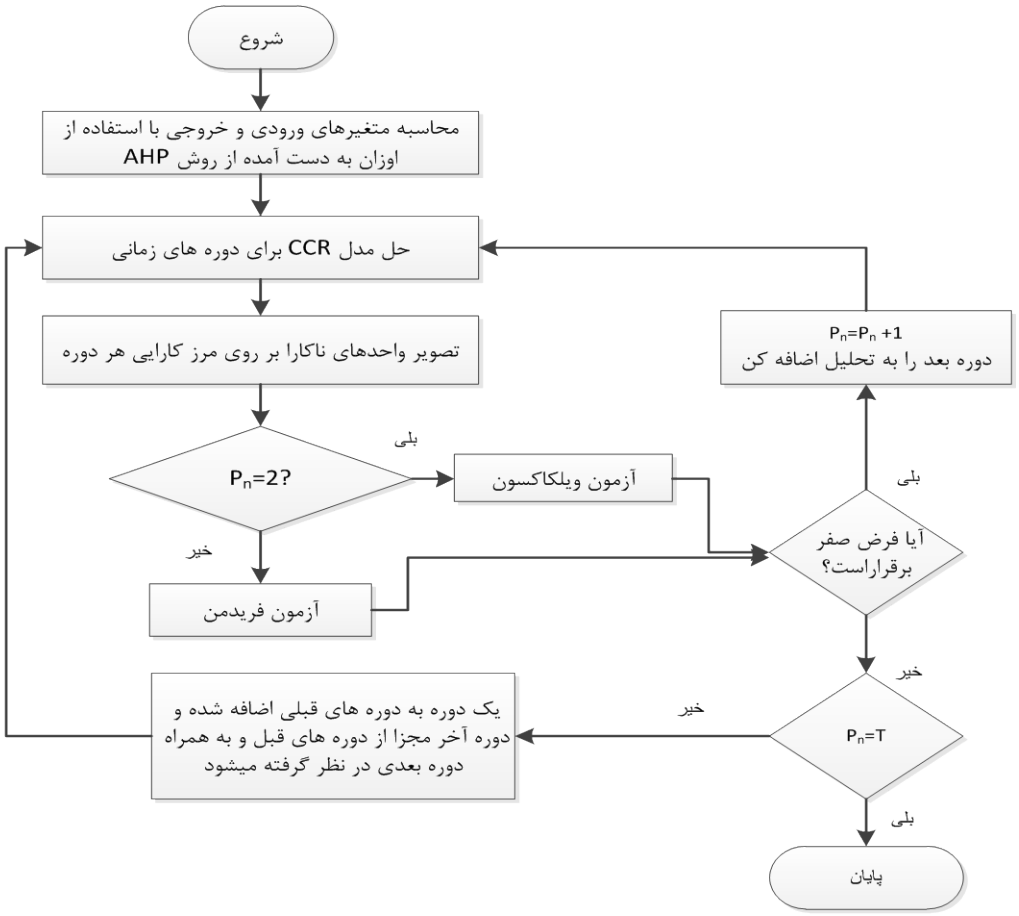
این پژوهش با رویکرد تحلیلی، پژوهشی و با قلمرو مکانی گروه‌های آموزشی دانشکده علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان و محدوده زمانی سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۸۵ انجام شده است.متاسفانه این‌گونه پژوهش‌ها همواره از کمبود اطلاعات و عدم دسترسی آسان به آن‌ها رنج می‌برند. داده‌های این تحقیق از طریق پایگاه داده دانشگاه جمع‌آوری شده است. دانشکده علوم دارای ۵ گروه آموزشی ریاضی، فیزیک، شیمی، کامپیوتر و میکروبیولوژی است که در سطوح مختلف کاردانی، کارشناسی، کارشناسی ناپیوسته، کارشناسی ارشد و دکتری دانشجو می‌پذیرند. به علت اینکه فقط دو گروه ریاضی و شیمی در سال‌های اخیر در مقطع دکتری پذیرش داشته‌اند این مقطع از ارزیابی حذف شده است. دراین پژوهش، ابتدا با توجه به فعالیت گروه‌ها وهمچنین پژوهش‌های قبلی در زمینه ارزیابی عملکرد دانشگاه[۲۶] تعداد دو ورودی و دو خروجی برای گروه‌ها انتخاب شد. ورودی‌ها به صورت تعداد دانشجویان ثبت نام شده در هر سال و همچنین تعداد اعضای هیات علمی هرگروه می باشند. خروجی‌ها نیز شامل تعداد فارغ‌التحصیلان در هر سال و همچنین تعداد مقالات و طرح‌های پژوهشی خاتمه یافته در هر سال می‌باشد. پس از محاسبه تک تک شاخص‌های ورودی و خروجی برای هر گروه، از مدل CCR ورودی محور برای اندازه‌گیری کارایی استفاده شده است. علت انتخاب مدل ورودی‌محور این است که معمولا خود گروه نقش چندانی در تعیین میزان خروجی‌ها، مانند تعداد فارغ التحصیلان ندارد اما می‌تواند ورودی‌های خویش یعنی تعداد دانشجویان ثبت نامی و یا تعداد اساتید را مدیریت کند.

در حالت کلی فرض می‌شود که داده‌های T سال یا دوره زمانی در دسترس بوده و P_n نیز به معنای تعداد دوره‌های موجود در nامین تحلیل باشد. در ابتدا کارایی هریک از واحدها در دوره مربوط به خودش به‌دست می‌آید و در همین دوره تصویر واحدهای ناکارا روی مرز کارایی نیز مشخص می‌شود. در اینجا مرز کارا به عنوان جامعه مورد بررسی قرار می‌گیرد و واحدهای کارا (که خود روی مرز قرار دارند) به همراه تصویر واحدهای ناکارا تشکیل یک نمونه از این جامعه نامتناهی را می‌دهند. در مرحله بعد واحدهای دوره بعدی با واحدهای دوره قبل ادغام شده و کارایی این واحدهای ادغام شده محاسبه می‌گردد. دوباره به همان ترتیب ذکر شده یک نمونه متناهی از این جامعه جدید به‌دست می‌آید. حال با استفاده از آزمون‌های ناپارامتری میانگین این دو جامعه با یکدیگر مقایسه شده و فرض صفر امتحان می‌شود، اگر فرض صفر رد شد یعنی واحدهای ادغام شده از یک جامعه آماری نبوده‌اند و این به معنای تغییرمرز کارایی در بین دوره‌های مفروض است. اگر فرض صفر رد نشد یعنی تغییر مرزکارایی در بین این دوره‌ها رخ نداده و می‌توان آن‌ها را در یک پنجره به همراه یکدیگر قرار داد. در نهایت اگر دو دوره با یکدیگر مقایسه شوند از آزمون ویلکاکسون و اگر بیش از دو دوره با یکدیگر مقایسه شوند از آزمون فریدمن استفاده می‌شود. به این ترتیب دوره‌های زمانی پی در پی که انتقال مرز کارا بین آن‌ها اتفاق

نیفتاده تشکیل پنجره‌هایی می‌دهند که الزاما عرض برابر ندارند. نمره‌های کارایی در این پنجره‌ها به دلیل رعایت فرض اساسی تحلیل پنجره‌ای، قابل مقایسه بوده و می‌تواند مورد تحلیل قرار بگیرد.

در این پژوهش بعد از اینکه ورودی‌ها و خروجی‌ها در هر سال برای هر گروه محاسبه شد ابتدا مدل CCR ورودی محور برای ۵ گروه حل و گروه‌های ناکارا در سال ۸۵ مشخص شدند، سپس تصویر این واحدهای ناکارا با استفاده از رابطه (۱) روی مرز کارایی به دست آمد. واحدهای کارا به همراه تصویر واحدهای ناکارا تشکیل یک جامعه نمونه را می‌دهند.

در مرحله بعد کارایی گروه‌ها در سال ۸۵ و۸۶ به‌دست آمد و بار دیگر تصویر واحدهای ناکارا روی مرز کارایی با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد. سپس آزمون ویلکاکسون برای بررسی فرض صفر روی این دو دوره استفاده می‌شود. اگر فرض صفر رد نشد یعنی تغییر کارایی بین سال‌های ۸۵ و ۸۶ رخ نداده و می‌توان این دو سال را در یک پنجره به‌حساب آورد. شکل زیر روند اجرای مدل را به صورت یک الگوریتم مناسب توضیح می‌دهد:



شکل ۲. چارچوب پژوهش

۶-۱ استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی(AHP)

همان‌گونه که اشاره شد ارزیابی نهایی روی ۵ گروه دردوره‌های مختلف انجام شده‌است که تقریبا تمام آن‌ها دارای مقاطع مختلفی مانند کاردانی، کارشناسی ناپیوسته، کارشناسی و کارشناسی ارشد هستند. باید توجه کرد که اهمیت هرکدام از این مقاطع برای گروه متفاوت است و بالتبع منابع متفاوتی نیز با توجه به این اهمیت برای آن‌ها درنظر گرفته می‌شود. به عنوان مثال تعداد و مرتبه علمی اساتیدی که به مقطع کارشناسی ارشد تخصیص داده می‌شوند با اساتید مقطع کاردانی متفاوت است.

همچنین از دیدگاه پژوهشی نیز میزان پژوهشی که در کارشناسی‌ارشد انجام می‌پذیرد بسیار با مقاطع دیگر تفاوت دارد. برای ترکیب‌کردن اطلاعات هر مقطع با مقطع دیگر باید آن‌ها را همگن نمود. به‌این ترتیب که می‌توان به هر مقطع، وزنی را که نشان‌دهنده اهمیت نسبی آن برای دانشگاه می‌باشد،اختصاص داد[۲۶].

در این تحقیق سعی شد اوزان مورد نظر با توجه به محل انجام تحقیق و نظر مدیران و کارشناسان خود واحد و با استفاده از روش AHP محاسبه شود. برای یافتن ماتریس مقایسات زوجی در تکنیک AHP یک پرسشنامه خبره با استفاده از مقیاس لیکرت، با ۶ سوال پنج گزینه‌ای در دو بخش آموزش و پژوهش طراحی شد. در این مقایسه‌ها از قضاوت‌های شفاهی استفاده می‌شود به گونه ای که اگر مقطع الف با مقطع ب مقایسه شود تصمیم‌گیرنده خواهد گفت که اهمیت الف بر ب یکی از حالات زیر است:

۱- کاملا مهم‌تر ۲- اهمیت خیلی قوی ۳- اهمیت قوی ۴- کمی مهم‌تر ۵- اهمیت یکسان

این قضاوت‌ها توسط توماس ساعتی به مقادیر کمی بین ۱ تا ۹ تبدیل شده‌اند[۲۸].

برای بررسی قابلیت اطمینان پرسشنامه تست آلفای کرونباخ انجام شد که برابر با ۸/. به دست آمد در نتیجه پایایی پرسشنامه مطلوب می‌باشد.

ماتریس مقایسات زوجی پس از مشورت با صاحبنظران و کارشناسان گروه توسط مدیران دانشگاه پر شد و پس از محاسبه میانگین حسابی تمام پرسشنامه‌ها به صورت دو ماتریس ، در بعد آموزش و در بعد پژوهش به‌دست آمد و وزن‌های مربوط به آن‌ها محاسبه شد. وزن آموزشی و وزن پژوهشی با توجه به درصد اهمیت این دو بخش در واحد کرمان، اعمال گردید و در نهایت وزن‌های هر دوره بعد از گرد کردن به صورت جدول ۱ به‌دست آمد:

جدول ۱. اوزان مقاطع تحصیلی

مقطع تحصیلی	کاردانی	کارشناسی ناپیوسته	کارشناسی	کارشناسی ارشد
وزن	۰/۴	۱/۵	۲/۵	۵/۵

وزن آموزش ۰/۸ و وزن پژوهش ۰/۲ به‌دست آمده است. چنانکه مشاهده می‌شود اهمیت فعالیت‌های آموزشی در این واحد چهار برابر فعالیت‌های پژوهشی است.

در نهایت نرخ ناسازگاری ماتریس مقایسات زوجی آموزش برابر ۰/۰۴۵۴ و برای ماتریس پژوهش برابر ۰/۰۹۰۴ به دست آمد و بر اساس نظریه توماس ساعتی، چون این نرخ کم‌تر از ۰/۱ است قابل قبول می‌باشد[۲۷].

به عنوان نمونه مقادیر به‌دست آمده برای ورودی و خروجی‌ها و درجه کارایی گروه‌ها در سال ۸۵ به شکل جدول شماره ۲ به صورت زیر است.

جدول ۲. کارایی گروه‌ها در سال ۸۵

نام گروه	دانشجویان ثبت‌نام شده	هیات علمی	پژوهش	فارغ التحصیلان	درصدکارایی
ریاضی	۴۸/۲۹	۳۶	۱۵	۴۱ /۶۷	۱۰۰
شیمی	۴۷/۴۸	۲۲	۱۰	۳۰/ ۷۵	۱۰۰
میکروبیولوژی	۴۰/ ۴۵	۲۳	۲	۲۷/ ۶۸	۹۴/۴
فیزیک	۱۰	۵	۱	۰	۱۰۰
کامپیوتر	۱۴/۴	۱۲	۱	۰	۶۹/ ۴

کارایی گروه‌ها در سال‌های ۸۵و ۸۶ نیز با هم به‌همین ترتیب به‌دست آمد و ورودی و خروجی‌های اصلاح شده جایگزین شد. در این مرحله آزمون ویلکاکسون به کار رفت تا مشخص شود که آیا داده‌های سال‌های ۸۵ و۸۶ به همان جامعه آماری سال ۸۵ تعلق دارند یا خیر. این آزمون با استفاده از نرم افزار SPSS به صورت جدول ۳ به اجرا درآمد:

جدول۳. نتایج آزمون ویلکاکسون

	۸۵-۸۶
Z	-۱^{b}/۰۶۹
Asymp.Sig(2-tailed)	۰/۲۸۵

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

فاصله اطمینان با خطای ۰/۰۵ در نظرگرفته شده است واز آنجا که $P-Value$=۰/۲۸۵ شده است، فرض صفر در سطح خطای ۰ درصد، رد نمی‌شود؛ پس دو نمونه از یک جامعه انتخاب شده‌اند و این یعنی در پنجره ۸۶-۸۵ تغییر تکنولوژی رخ نداده است. در مرحله بعد نمرات کارایی گروه‌های دانشکده در سال ۸۷ برای ارزیابی به نمرات پنجره ۸۶-۸۵ اضافه شد و چون بیش از دو نمونه برای ارزیابی وجود داشت از آزمون فریدمن استفاده شد نتایج آزمون‌های انجام شده به طور خلاصه در جدول ۴ آورده شده است:

جدول ۴. مراحل تعیین عرض پنجره ها

تصمیم نهایی	مقدار بحرانی	آزمون	دوره
پذیرش H_0	۰/۱۸	ویلکاکسون	۱۳۸۵-۱۳۸۶
پذیرش H_0	۰/۴۶۵	فریدمن	۱۳۸۵-۱۳۸۶-۱۳۸۷
رد H_0	۰/۰۳۷	فریدمن	۱۳۸۵-۱۳۸۶-۱۳۸۷-۱۳۸۸
پذیرش H_0	۰/۶۵۵	ویلکاکسون	۱۳۸۸-۱۳۸۹
پذیرش H_0	۰/۰۸	فریدمن	۱۳۸۸-۱۳۸۹-۱۳۹۰
پذیرش H_0	۰/۰۶	فریدمن	۱۳۸۸-۱۳۸۹-۱۳۹۰-۱۳۹۱

۷ یافته‌های تحقیق

همان‌گونه که در جدول ۴ ملاحظه می‌شود نتیجه تحلیل، به‌دست آوردن دو پنجره با عرض‌های ۳ سال و چهارسال است که می‌توان مطمئن بود در طول آن‌ها هیچ تغییر کارایی رخ نداده است اما بین سال ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ یک تغییر مرز کارایی وجود دارد. با توجه به اینکه در پنجره اول تعداد ۵ گروه در طول ۳ سال مورد ارزیابی قرار می‌گیرند بنابر فرمول (۳) تعداد واحدهای مورد بررسی دراین پنجره ۱۵ واحد خواهد بود؛ به همین ترتیب برای پنجره دوم به طول چهارسال، تعداد ۲۰ واحد بررسی خواهد شد. حال مدل تحلیل پوششی داده‌های ورودی محور را می‌توان یکبار برای ۱۵ واحد تصمیم ساز پنجره اول و بار دیگر برای ۲۰ واحد تصمیم ساز پنجره دوم اجرا کرد.

میزان کارایی هر گروه در هر پنجره به صورت جدول ۵ است. با توجه به جدول و نمرات کارایی به دست آمده در هر پنجره گروه میکروبیولوژی در دوره هفت ساله از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۱ بهترین عملکرد را داشته و گروه کامپیوتر نیز دارای بدترین عملکرد بوده است.

جدول ۵. نمرات کارایی در هر پنجره

رتبه	میانگین	۱۳۹۱	۱۳۹۰	۱۳۸۹	۱۳۸۸	۱۳۸۷	۱۳۸۶	۱۳۸۵	ریاضی
	۷۴/۳۴					۶۵/۴	۵۷/۶	۱۰۰	پنجره ۱
	۸۹/۲	۴۰	۱۰۰	۶۹/۸	۹۴/۸				پنجره ۲
۳	۷۶/۱								میانگین شیمی
	۹۰/۹					۷۲/۷	۱۰۰	۱۰۰	پنجره ۱
	۹۲/۶۲	۸۰٫۸	۱۰۰	۸۹/۷	۱۰۰				پنجره۲
۲	۹۱/۷۶								میانگین میکروبیولوژی
	۸۹/۷					۹۲/۷	۸۵/۶	۹۰/۷	پنجره۱
	۹۶/۱۵	۸۵/۵	۱۰۰	۱۰۰	۹۹/۱				پنجره۲
۱	۹۲/۹۳								میانگین فیزیک
	۴۳/۹					۲۹/۷	۱۹/۶	۱۹/۶	پنجره۱
	۶۰/۵۷	۶۱/۸	۳۳/۸	۴۶/۷	۱۰۰				پنجره۲
۴	۵۲/۲								میانگین کامپیوتر
	۱۹/۳					۱۹/۵	۲۸/۸	۹/۶	پنجره۱
	۶۷/۱۷	۱۰۰	۷۶/۸	۴۹/۴	۴۲/۵				پنجره۲
۵	۴۳/۲۴								میانگین

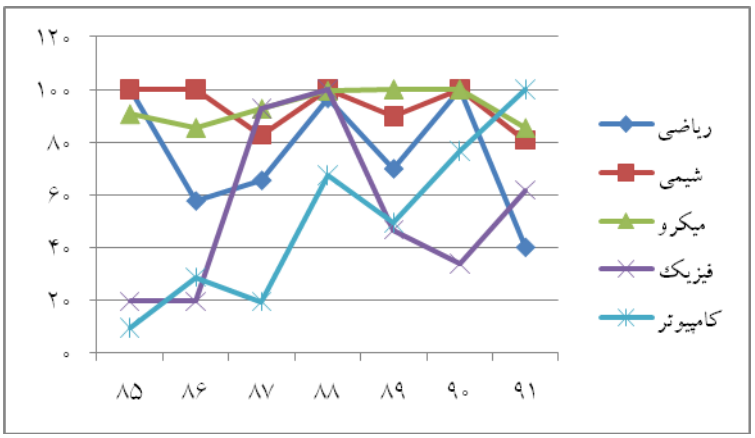
۷-۱ تحلیل روند کارایی

با توجه به جدول ۵ امتیازات کارایی در هر پنجره نشان دهنده‌ی روند کارایی در طول دوره است و امتیاز هر ستون نشان دهنده‌ی کارایی یک ساله می باشد. در شکل ۳ تغییرات کارایی گروه‌ها در طول هفت سال مشخص

شده است. به عنوان مثال کارایی گروه میکروبیولوژی در طول این دوره تقریبا پایدار بوده و به کارایی گروه شیمی نزدیک است. کارایی گروه ریاضی دارای نوسان بسیار است و در یک دوره به زیر ۴۰ درصد رسیده ؛ با توجه به داده‌ها نیز مشخص می‌شود که در سال ۸۶ میزان دانشجویان ثبت نام شده دراین گروه افزایش یافته است؛ به‌خصوص در مقطع کارشناسی ناپیوسته، و این امر باعث کاهش کارایی این گروه دراین سال شده است. در سال ۹۱ نیز کارایی این گروه به شدت کاهش پیدا کرده است با توجه به داده‌ها مشخص می‌شود که میزان فارغ‌التحصیلان در این سال به شدت کاهش داشته؛ از جدول ۵ نیز مشخص است که این گروه باید سطح فعالیت‌های خود را برای رسیدن به کارایی افزایش دهد.

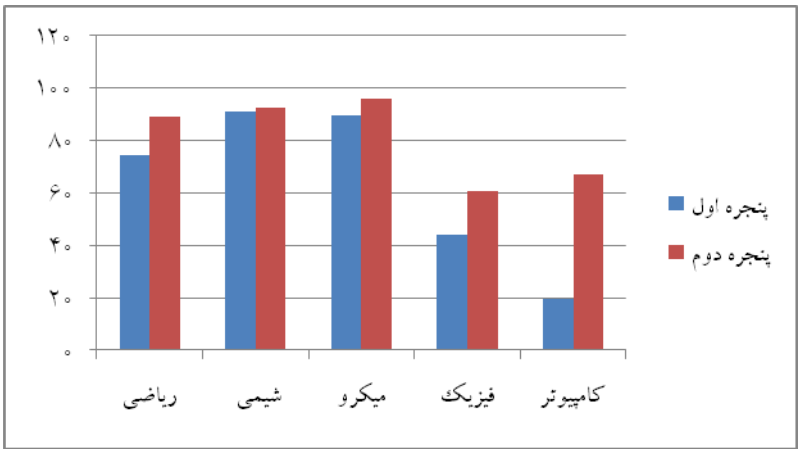
گروه ریاضی در طی این هفت سال ، دو سال کارایی صددرصد داشته است، گروه شیمی سه سال، گروه میکروبیولوژی دو سال، گروه فیزیک یک سال و گروه کامپیوتر هم یک سال. اما وقتی روند کارایی گروه‌ها بایکدیگر مقایسه می‌شود می‌توان به میزان بهره‌وری آن‌ها پی‌برد به عنوان مثال، گرچه گروه کامپیوتر فقط در یک سال کارایی داشته است اما دارای روند افزایشی بوده و از ناکارایی در سال ۸۵ طی یک روند افزایشی به کارایی در سال ۹۱ رسیده است. درواقع مزیت تحلیل پنجره‌ای بر تحلیل مقطعی، بررسی روند کارایی است که در این بررسی ریاضی رتبه ۳ را در بین ۵گروه به خود اختصاص داده است. در سال ۸۷ کارایی گروه فیزیک افزایش کارایی چشمگیری داشته است چرا که اولین گروه دانشجویان مقطع کاردانی در این سال فارغ‌التحصیل شده‌اند. این گروه در سال ۸۵ پذیرش دانشجو را آغاز کرده است اما قبل از آغاز پذیرش دارای کادر آموزشی بوده تا بتواند درس فیزیک را در سایر گروه‌ها پوشش دهد.

در شکل۳ میزان کارایی هر گروه در هر سال مشخص شده است. نوسان موجود در روند کارایی گروه‌های کامپیوتر و فیزیک در شکل نیز مشهود است. این گروه‌ها به‌ترتیب در سال‌های۸۶ و ۸۵ پذیرش دانشجو داشته‌اند و از لحاظ خروجی دراین سال‌ها ضعیف عمل کرده‌اند؛ با این حال گروه کامپیوتر در طول ۷ سال توانسته است به کارایی دست یابد.



شکل ۳. روند کارایی در طی ۷سال

منظر دیگری که می‌توان کارایی گروه‌ها را مورد تحلیل قرار داد مقایسه میانگین کارایی دو پنجره است. با توجه به محاسبات انجام شده مشخص شد که در سال ۸۸ یک تغییر تکنولوژیکی در فعالیت گروه‌ها رخ داده است؛ با مقایسه میانگین کارایی دو پنجره می‌توان تاثیر این تغییر را در هر گروه بررسی کرد. میانگین کارایی در گروه ریاضی و در پنجره اول برابر با ۷۴/۳۴ و در پنجره دوم ۸۹/۲ است و این نشان‌دهنده تاثیر مثبت تغییرات بر روی بهره‌وری و فعالیت این گروه است. در شکل ۴ تفاوت کارایی بین دو پنجره نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که تغییرات تکنولوژیکی اعمال شده در سال ۸۸ در همه گروه‌ها باعث افزایش میانگین کارایی شده است.



شکل ۴. مقایسه کارایی در دو پنجره

۷-۲ بررسی کارایی مدیریت

کارایی فنی را می‌توان به صورت زیر به دو جزء کارایی مدیریت و کارایی مقیاس تقسیم کرد[۲۵].

(۵) کارایی مدیریت × کارایی مقیاس= کارایی فنی

برای مشخص شدن بازده به مقیاس در هر یک از گروه‌ها بر اساس روش فار و گروسکوف هردو مدل BCC و CCR مورد استفاده قرار گرفت، تفاوت نتیجه این دو مدل نشان دهنده بازده به مقیاس متغیر است. در جدول ۶ نوع بازده به مقیاس گروه‌ها نیز مشخص شده است.

جدول ۶. بازده به مقیاس هر گروه

	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱
ریاضی	MPSS	IRS	DRS	DRS	DRS	MPSS	IRS
شیمی	MPSS	MPSS	DRS	MPSS	DRS	MPSS	IRS
میکرو	IRS	IRS	DRS	DRS	MPSS	MPSS	IRS
فیزیک	IRS	IRS	IRS	MPSS	IRS	IRS	IRS
کامپیوتر	IRS	IRS	IRS	IRS	IRS	IRS	MPSS

حال در مقایسه جدول ۶ با شکل ۳ و جدول ۵ می‌توان به نکات زیر اشاره نمود:

گروه ریاضی در سال ۸۵ و ۹۰ در مقیاس بهینه بوده است و با توجه به جدول ۵ در این سال‌ها دارای کارایی فنی صددرصد است و این به معنای کارایی مدیریت در این سال‌هاست؛ چراکه واحد تصمیم ساز وقتی دارای کارایی فنی صددرصد است که از لحاظ مدیریت و مقیاس نیز کارا باشد.[۳۰].

همین مطلب برای گروه شیمی هم در سال‌های ۸۵-۸۶-۸۸ و ۹۰ برقرار است. گروه میکروبیولوژی نیز درسال‌های ۸۹ و ۹۰ کارایی مدیریت داشته است. می‌توان نتیجه گرفت که مقیاس و سطح فعالیت‌های دانشکده بیشتر از کارایی مدیریت بر روند عملکرد آن تاثیرمی‌گذارد. در این خصوص لازم است گروه‌ها به تعداد دانشجویان ورودی توجه کنند و به نسبت تعداد فارغ التحصیلان اقدام به پذیرش دانشجو بنمایند. از طرفی چون دانشجویان ارشد باعث بالارفتن شاخص پژوهش خواهند شد توجه بیشتر به بالا بردن پذیرش در سطح ارشد برای بالا بردن کارایی توصیه می شود. با توجه به مقادیر ورودی و خروجی، روند کاهشی تعداد دانشجویان ثبت نام شده از سال ۸۸ به بعد کاملا مشهود است. فقط دو گروه فیزیک و کامپیوتر که تازه تاسیس هستند افزایش ثبت نام داشته‌اند. تعداد آثار پژوهشی نیز از سال ۸۸ به بعد روند افزایشی داشته که این افزایش در گروه شیمی بسیار زیاد بوده است.

۸ نتیجه و جمع‌بندی

در مطالعات واقعی غالبا مشاهدات مربوط به واحدها در طی یک دوره زمانی و به صورت داده‌های سری زمانی می‌باشند لذا، برای بررسی روند کارایی در طی زمان از تکنیک تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای استفاده می‌شود. فرض اساسی در تحلیل پنجره‌ای این است که هیچ تغییر تکنیکی در طول پنجره رخ نداده باشد تا بتوان نمرات کارایی در دوره‌های مختلف را با هم مقایسه کرد. برای بررسی این فرض دراین پژوهش - مطابق شکل ۲- از آزمون‌های آماری ناپارامتری استفاده شده است. پس‌از آن، برای بررسی روند کارایی گروه‌های آموزشی دانشگاه آزاد اسلامی کرمان از این تحلیل آماری استفاده و طبق جدول ۴، مشخص شد که در سال ۱۳۸۸ یک تغییر مرز کارایی رخ داده است؛ با استفاده ازهمین امر دو پنجره بکی به طول سه سال (از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۷) و دیگری به طول چهار سال (از سال ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۱) یافت شد؛ سپس کارایی تک تک گروه‌ها در سال‌های این پنجره‌ها محاسبه و با توجه به جدول ۵ مشخص شدگروه میکروبیولوژی در دوره هفت ساله از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۱ بهترین عملکرد را داشته و سپس به ترتیب گروه‌های شیمی، ریاضی، فیزیک و کامپیوتر قرار دارند. از طرفی گروه کامپیوتر علیرغم کارایی ضعیف در سال‌های ابتدایی، یک روند افزایشی در این هفت سال داشته و در سال ۹۱ به کارایی رسیده است. میانگین کارایی گروه‌ها در پنجره اول برابر با ۷۵/۶ و در پنجره دوم ۸۱/۱ بوده است که این امر نشان دهنده اثرات مثبت تغییر تکنولوژیکی رخ داده در سال ۸۸ می باشد.

در انتها کارایی فنی به دو بخش کارایی مدیریت و کارایی مقیاس تقسیم شد و با استفاده از مقایسه کارایی مقیاس و کارایی فنی، کارایی مدیریت نیز بررسی شده است.

۹ پیشنهادات اجرایی تحقیق

پیشنهادهای اجرایی تحقیق با توجه به نتایج به‌دست آمده عبارتند از:

۱. توجه دانشگاه به درجه کارایی گروه‌ها و منابع در اختیار آن‌ها قبل از اعلام ظرفیت برای پذیرش دانشجویان جدید
۲. سرمایه‌گذاری بیشتر در پذیرش دانشجویان ارشد برای بالاتر بردن شاخص پژوهش و امتیاز کارایی
۳. طراحی برنامه جامع ثبت، ضبط و گزارش گرفتن از داده‌های آموزشی و پژوهشی هر گروه به عنوان ورودی سیستم ارزیابی عملکرد
۴. اعمال سیستم تشویق و ترغیب گروه‌ها برای رسیدن به کارایی آموزشی و پژوهشی به صورت توأم
۵. توجه به تخصیص بودجه آموزشی و پژوهشی بر اساس رتبه‌بندی به دست آمده و امتیازات کارایی
۶. توجه به نقاط ضعف هر گروه در سال‌های گذشته و تلاش برای اصلاح آن‌ها در جهت افزایش بهره‌وری

۱۰ پیشنهاد برای تحقیقات آینده

۱. اجرای روش تحلیل پنجره‌ای و تلفیق آن با تابع فاصله مالم کوییست و تفکیک درجه کارایی به دست آمده به کارایی تکنولوژی و کارایی مدیریتی برای گروه‌های آموزشی دانشگاه
۲. مشخص کردن توزیع آماری نمرات کارایی و مقایسه آن با توزیع نرمال و استفاده از آزمون‌های پارامتری در صورت نرمال بودن
۳. بررسی وضعیت گروه‌های آموزشی در سال ۸۸ و مشخص نمودن تغییرات مدیریتی اعمال شده در آن سال و تلفیق آن با نتایج این پژوهش

منابع

[۱] فرضی‌پور، (۱۳۸۴). ارزیابی کارایی معاونت‌های پژوهشی واحدهای دانشگاه آزاداسلامی به کمک تحلیل پوششی داده‌ها. مجموعه مقالات اولین کنفرانس مدیریت، ۱(۱)، ۱۰۰-۹۵.

[۲] مقیسه، ع.، (۱۳۷۷). بازده به مقیاس در تحلیل پوششی داده‌ها.پایان نامه کارشناسی ارشد. تهران: دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم پایه.

[۳] کردرستمی، س.، امیرتیموری، ع، معصوم‌زاده، ع.، (۱۳۹۴). ارزیابی عملکرد نیروی انسانی و شعب بانک صادرات گیلان با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها. مجله تحقیق در عملیات درکاربردهای آن، ۱۲(۲)، ۱۳۷-۱۲۵.

[۵] فاضلی، ع.، (۱۳۹۰). اندازه گیری بهره‌وری صنعت آب با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها. سومین کنفرانس ملی تحلیل پوششی داده‌ها. فیروزکوه.

[۶] هفشجانی، ک.، (۱۳۸۳). ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم گیری با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها. فصلنامه علمی تخصصی‌مدیریت.۵(۲)،۱۵-۲۳.

[۸] ملایی، م.، جهانشاهی، ح.، حسینی، ع.، (۱۳۹۰). ارزیابی کارایی مراکز تحقیق و توسعه با رویکرد تحلیل پنجره‌ای داده‌ها. سومین همایش ملی تحلیل پوششی داده‌ها، فیروزکوه.

[۹] کریمی، ف.، پیراسته ح.، زاهدی، ک.، (۱۳۸۷). تعیین کارایی زراعت گندم با توجه به دو عامل زمان و ریسک با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های بازای و تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای. اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۱۶(۶۴)، ۸۵-۷۹.

[۱۰] رجبی، ا.، (۱۳۸۹). مقیاس بهینه فعالیت و پایداری کارایی فنی بانک‌های تجاری ایران با کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها در دوره ۱۳۸۵-۱۳۷۰. مجله دانش و توسعه (علمی پژوهشی)، ۸۴، ۲۰-۱۵.

[۱۱] ابوالحسنی، ا.، شاهی،ع.، صفرزارع، ف.، (۱۳۹۰). ارزیابی کارایی و روند رشد تغییرات بهره‌وری صنعت کاشی و سرامیک ایران. دو فصلنامه اقتصاد و توسعه منطقه‌ای، ۱۸(۲)، ۳۰-۲۳.

[۱۲] شجاع، ن.، فلاح جلودار، م.، درویش متولی، م.، (۱۳۸۸). اندازه گیری بهروه‌وری درواحدهای دانشگاهی ورتبه‌بندی آن‌ها با استفاده از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص مالم کوییست. مدلسازی اقتصادی، ۳، ۱۵۹-۱۷۶.

[۲۳] امامی میبدی، ع.، (۱۳۷۹).اصول اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری،تهران،انتشارات موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی.

[۲۵] رمضانیان، م.، یاکیده، ک.، اویسی عمران، ا.، اسماعیلپور، ر.، (۱۳۹۱). بررسی تغییرات عملکرد کانال‌های توزیع شرکت پارس خزر در طی زمان با استفاده از تحلیل پنجره. چشم انداز مدیریت صنعتی، ۸، ۱۶۷-۱۸۳.

[۲۶] حمزه‌ای، ع.، شجاعتی، گ.، (۱۳۸۸). طراحی هفت طرح برای ارزیابی عملکرد آموزشی و پژوهشی دانشگاه با استفاده از تحلیل پوشش داده‌ها گروه‌های آموزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان،دومین کنفرانس ملی تحلیل پوششی داده‌ها، رشت.

[۲۷] قدسی پور. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران.

[4] Sengupta, J., (1996). Dynamic aspects of data envelopment analysis. Economic Notes.

[7] Charnes, A., (1989). A development study of data envelopment analysis in measuring the efficiency of maintenance units in the U.S air force. Annals of operation research, 2(1), 95-112.

[13] Webb, R., (2003). Levels of Relative Efficiency in Large UK Banks: A DEA Window Analysis. International Journal of the Economic of Business, 10 (3), 305-322.

[14] Hsu-HaoYang, C. Y., (2009). Using DEA window analysis to measure efficiencies of Taiwan's integrated telecommunication firms. Telecommunications Policy, 33, 98–108.

[15] Avkiran, N. K., (2004). Investigating technical and scale efficiencies of Australian. Universities through data envelopment analysis. Socio Economic Planning Sciences, 35, 57-80.

[16] Banker, R., (1993). Maximum likelihood Consistency and Data envelopment analysis: a statistical foundation. Management Science, 39, 1265- 1275.

[17] Simar, I., (1998). Sensivity analysis of efficiency score:how to bootstrap in nonparametric frontier models. Management Science, 44, 41-69.

[18] Brocket, A., (1996). Using rank statistics for determining programmatic efficiency diffrence in DEA. Management Sciency, 42(3), 466-472.

[19] Tone, K., Cooper, W. W., Seiford, L. M., (2007). Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models. Applications References and DEA- Solver Software. 2nd edition. New York, Springer.

[20] Sueyoshi, T., Goto, M., Ueno, T., (2012). Performance analysis of us coal-fired power plants by measuring three DEA efficiencies. Energy Policy, 38(4), 1675-1688.

[21] Sueyoshi, T., Goto, M., (2001). Methodological comparison between two unified (operational and environmental) efficiency measurements for environmental assessment. European Journal of Operational Research, 210(3), 684-693.

[22] Field, A. B., (2005). Discovering Statistics Using SPSS. SAGE Publications.

[24] Asmild, M., (2004).Combinig DEA window analysis with the Malmquist index approach in a study of Canadian Banking Industry. Productivity analysis, 21, 67-89.