

ارائه الگویی برای ارزیابی عملکرد بخش تحقیق و توسعه گروههای فنی و مهندسی (مطالعه موردی: گروههای فنی و مهندسی دانشگاه یزد)*

حبیب زارع احمد آبادی^۱، سمیه جاویدی^۲ و

محمد حسین طحاری مهرجردی^۳

چکیده: از آنجا که دانشگاهها به عنوان یکی از مهم‌ترین مراکز تولید و تجاری‌سازی علم به حساب می‌آیند، انتظار می‌رود که از منابع در دسترسشان به طور مؤثر و کارا استفاده کنند. از میان گروههای آموزشی دانشگاهها، گروههای فنی و مهندسی به دلیل ماهیتشان نقش بسزایی در خروجیهای تحقیق و توسعه دانشگاه دارند. هدف از این تحقیق به‌کارگیری الگویی برای ارزیابی عملکرد تحقیق و توسعه گروه علوم و مهندسی دانشگاهها در هر دو بخش تولید و انتشار علم با استفاده از سازکار تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای بود. در این بین فعالیتهای تحقیق و توسعه هشت گروه آموزشی فنی و مهندسی دانشگاه یزد استخراج شد که در این خصوص، برای ارزیابی کارایی نسبی آنها در بخش تولید علم از دو ورودی مقدار گرنت تخصیص داده شده به استادان گروه و اعضای پژوهشی گروه آموزشی شامل استادان و دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری و خروجیهای تعداد مقالات، کتب انتشار یافته، طرحهای پژوهشی، پایان‌نامه‌ها و اختراعات و اکتشافات ثبت شده و در بخش انتشار علم از ورودیهای تعداد مقالات، کتب انتشار یافته، طرحهای پژوهشی، پایان‌نامه‌ها و اختراعات و اکتشافات ثبت شده و خروجیهای مبلغ طرحهای پژوهشی، مبلغ قراردادهای آموزشی و مشاوره‌ای و مبلغ پایان‌نامه‌های حمایت شده و ارزش اختراعات تجاری شده استفاده شد. نتایج نشان داد که در بخش تولید علم از هشت گروه آموزشی تحت بررسی تعداد هفت گروه و در بخش انتشار علم تعداد شش گروه در میان گروههای فنی و مهندسی منتخب ناکارا هستند.

واژه‌های کلیدی: کارایی نسبی، تحقیق و توسعه، تحلیل پوششی داده‌ها، تحلیل پوششی شبکه‌ای داده‌ها.

- * این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد با عنوان «ارزیابی کارایی گروههای آموزشی در حوزه تحقیق و توسعه با به‌کارگیری شیوه‌های MCDM و Network DEA (مطالعه موردی گروههای آموزشی دانشگاه یزد)» است که در دانشگاه یزد و با راهنمایی جناب آقای دکتر حبیب زارع به انجام رسیده است.
۱. استادیار دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری دانشگاه یزد، ایران
 ۲. کارشناس ارشد مدیریت صنعتی، جهاد دانشگاهی، یزد، ایران.
 ۳. کارشناس ارشد مدیریت صنعتی، جهاد دانشگاهی، یزد، ایران. hooseintahari@yahoo.com

(دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۳/۲۰)

(پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۱۱/۲۱)

۱. مقدمه

در دهه‌های اخیر، در ادبیات مدیریتی و آکادمیک توجه روز افزونی به موضوع اندازه‌گیری عملکرد کسب و کار شده است، زیرا این امر به ایجاد انگیزش در کارکنان، پشتیبانی از تصمیم‌گیری، بهبود یادگیری سازمانی و ایجاد بهبود مستمر و افزایش ارتباطات و هماهنگی منجر می‌شود [۱ و ۲]. اندازه‌گیری فرایندی است که شامل برنامه‌ریزی سازمان یافته و روشن برای دسته‌بندی و اغلب موارد کمی‌سازی داده‌های در دست بر اساس مفاهیم کلی ذهن محققان است [۳]. یکی از بخشهایی که ارزیابی عملکرد برای آن ضروری به نظر می‌رسد، بخش تحقیق و توسعه نهادها و سازمانهاست. این بخش با به‌کارگیری سرمایه انسانی و با توجه به موجودی دانش، دانش جدیدی را تولید و طرحهای جدید را به تولیدکنندگان ارائه می‌کند [۴]. تحقیق و توسعه یکی از فعالیتهایی است که در مراحل مختلف فرایند نوآوری ممکن است درگیر آن شویم. تحقیق و توسعه فقط منبعی برای ایده‌های جدید نیست، بلکه می‌تواند برای حل مسائل شناسایی شده هم به‌کار رود [۵]؛ به بیان دیگر، فعالیت تحقیق و توسعه فرایندی سازمان یافته شامل ایجاد، تولید، انتشار و به‌کارگیری دانش است [۶، ۷ و ۸]. از آنجا که سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه یکی از مهم‌ترین عناصر پیشرفت علمی و تکنولوژیکی است، هر کشوری که از منابعش به‌صورت ناکارا استفاده کند، جریمه‌اش پیشرفت کندتر است، به‌گونه‌ای که سرمایه‌گذاری بیشتر در چنین شرایطی کمک کمتری در ایجاد پیشرفت خواهد بود [۶ و ۷]. فعالیتهای تحقیق و توسعه علاوه بر فواید مشهود، فواید نامشهود مثل ایجاد ارتباطات غیر رسمی، عضویت در شبکه‌های بین‌المللی و سازگار انتقال دانش و مواردی از این قبیل را در پی دارد. در سالهای ۱۹۸۹ و ۱۹۹۰ کوئن و لوینتال به این نتیجه رسیدند که تحقیق و توسعه موجب افزایش ظرفیت جذب شرکتهای مثل توانایی شناسایی، جذب و استخراج اطلاعات جدید از محیط داخلی یا خارجی خواهد شد و این به تقویت نیروی کاری و بهبود قابلیت‌های سازمان و همچنین، افزایش بهره‌وری و کارایی و مزایای رقابتی در بازار منجر می‌شود [۸].

شایان ذکر است که تاکنون چارچوب و معیارهای مشخصی برای ارزیابی کارایی عملکرد تحقیق و توسعه گروه‌های فنی و مهندسی دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی، چه در سطح داخلی و چه در سطح بین‌المللی، شناسایی نشده است. در حال حاضر، در بخش اقدامات پژوهشی به تألیف مقالات پژوهشی، ثبت اختراعات و اقداماتی از این نمونه توجه زیادی می‌شود، در حالی که به مرحله بعدی فرایند تحقیق و توسعه که شامل به‌کارگیری و انتشار کارهای پژوهشی در بخش داخلی و بین‌المللی است، توجه کافی نشده است. مراکز کارآفرینی و مراکز رشد دانشگاهها نیز اغلب توجه‌شان به تحقیقات محققان است و به کاربردی کردن تحقیقات آنها توجه کافی ندارند. اگر بدون توجه کافی به بعد انتشار و به‌کارگیری ایده‌های جدید فقط به بعد توسعه آن توجه شود، در این صورت نمی‌تواند به

بهبود علم و فناوری جامعه منجر شود. بنابراین، به کارگیری روشی که نهاده‌ها و ستانده‌های مراحل مختلف فرایند تحقیق و توسعه را مد نظر قرار دهد و در نهایت، کارایی نسبی عملکرد تحقیق و توسعه گروه‌های فنی و مهندسی را بسنجد، راهکار مناسبی برای حل این مسئله است. هدف از این پژوهش استفاده از تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای در ارزیابی کارایی نسبی عملکرد تحقیق و توسعه گروه‌های فنی و مهندسی در دو مرحله تولید و انتشار علم بود که در این زمینه از گروه‌های آموزشی فنی و مهندسی دانشگاه یزد به منظور بررسی این هدف استفاده شد. در ادامه پس از مرور مبانی نظری در زمینه رویکرد تحلیل پوششی شبکه‌ای داده‌ها^۱ و پیشینه ارزیابی عملکرد فعالیت‌های تحقیق و توسعه، روش تحقیق مورد استفاده در این مقاله تشریح و نتایج تجزیه و تحلیل و در نهایت، یافته‌های به دست آمده از این تحقیق جمع‌بندی و ارائه شده است.

۲. تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای

تحلیل پوششی داده‌ها^۲ به‌عنوان یکی از روش‌های برنامه‌ریزی ناپارامتریک محسوب می‌شود که به‌طور گسترده به منظور ارزیابی کارایی نسبی واحدهای مشابه استفاده می‌شود. با فرض اینکه n واحد تصمیم‌گیری با m ورودی و s خروجی وجود داشته باشد، کارایی نسبی هر یک از واحدهای تصمیم‌گیری با حل مدل برنامه‌ریزی کسری زیر به دست می‌آید [۹]:

$$\text{Max } z = \frac{\sum_{j=1}^n u_j y_j}{\sum_{i=1}^m v_i x_i}$$

$$\frac{\sum_{j=1}^n u_j y_j}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$u_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, s$$

$$v_i \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

که در این مدل y_j مقدار خروجی j ام برای واحد تصمیم‌گیری j ام، x_{ij} مقدار ورودی i ام برای واحد تصمیم‌گیری j ام، u_j وزن تخصیص داده شده به خروجی j ام؛ v_i وزن تخصیص داده شده به ورودی i ام و z به‌عنوان امتیاز کارایی واحد تحت ارزیابی است. در مدل یادشده امتیاز کارایی هر واحد تحت بررسی از تقسیم مجموع موزون خروجیها به مجموع موزون ورودیها به دست می‌آید که این امتیاز کمتر از عدد یک یا مساوی با آن است. در صورتی که این امتیاز برابر با یک شود، آن واحد را کارا و در صورتی که کمتر از یک باشد، آن واحد ناکارا تلقی می‌شود.

1. Network Data Envelopment Analysis

2. Data Envelopment Analysis

هر چند روز به روز بر تعداد مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها افزوده می‌شود و هر یک جنبه تخصصی پیدا می‌کند، ولی مبنای همه آنها تعدادی مدل اصلی است که بنیانگذاران این روش؛ یعنی چارنز، کوپر و رودز آن را طراحی کرده‌اند. هدف از به‌کارگیری این روش دستیابی به کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری مشابه است که دارای چندین ورودی (نهاده) و چندین خروجی (ستانده) مشابه هستند [۱۰]. از جمله این مدل‌ها می‌توان به مدل «چارنز، کوپر و رودز»^۱ (۱۹۷۸) با عنوان CCR اشاره کرد که فرض بازدهی ثابت به مقیاس (CRS) در تحلیل استفاده شده است. همچنین، مدل دیگر مدل ارائه شده توسط «بنکر، چارنز و کوپر»^۲ BCC است که با فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس (VRS) طراحی شده است [۱۱].

البته، مدل‌های پایه تحلیل پوششی داده‌ها بر اساس ماهیت مورد استفاده به دو دسته مدل‌های با ماهیت ورودی‌گرا و مدل‌های با ماهیت خروجی‌گرا تقسیم می‌شوند. در صورتی که در فرایند ارزیابی، با ثابت نگه داشتن سطح خروجیها، سعی در حداقل‌سازی ورودیها داشته باشیم، ماهیت الگوی مورد استفاده ورودی محور است. همچنین، در صورتی که در فرایند ارزیابی، با ثابت نگه داشتن سطح ورودیها، سعی در افزایش سطح خروجیها داشته باشیم، ماهیت الگوی مورد استفاده خروجی محور است [۱۲]. در مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها یک واحد تصمیم‌گیری به مثابه یک جعبه سیاه در نظر گرفته می‌شود، به‌گونه‌ای که تعدادی ورودی به آن وارد و تعدادی خروجی از آن خارج می‌شوند. در این مدل‌ها کارایی یک واحد تصمیم‌گیری در مقایسه با دیگر واحدها سنجیده و کارایی نسبی آن تعیین می‌شود و نیز معین می‌شود که برای رسیدن به مرز کارایی چه تغییراتی باید در ورودیها و خروجیها صورت گیرد، اما درون واحدهای تصمیم‌گیری به‌عنوان یک جعبه سیاه باقی می‌ماند و هیچ بررسی درون آنها صورت نمی‌گیرد و فقط به ورودیها و خروجیهای مدل نگاه می‌شود؛ یعنی مدیر واحد نمی‌تواند منبع ناکارایی را درون واحد خود تشخیص دهد و فقط به این نکته پی می‌برد که کارا هست یا نه؟ این برای مواقعی که هدف شناسایی واحدهای تصمیم‌گیری ناکارا و تعیین مقدار ناکارایی آنها باشد، کفایت می‌کند، اما گاهی لازم است ناکارایی فرایندهای داخلی واحدهای تصمیم‌گیری نیز شناسایی شود. در اینجا باید یک درون‌نگری به واحدهای تصمیم‌گیری و فرایندهای درونی آن صورت گیرد، به‌گونه‌ای که بتوان هر کدام از واحدهای تصمیم‌گیری را به شبکه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری جزئی‌تر تبدیل کرد. همچنین، هر کدام از واحدهای تصمیم‌گیری جزئی می‌توانند یک سری منابع تولید شده از سایر واحدهای تصمیم‌گیری جزئی را مصرف یا یک‌سری منابع را تولید کنند و در اختیار مدیران قرار دهند. تحلیل پوششی شبکه‌ای داده‌ها به مدیران هر کدام از واحدهای

1. Charnes, Cooper and Rhodes

2. Banker, Charnes and Cooper

تصمیم‌گیری کمک می‌کند تا تمرکز بیشتری بر استراتژی افزایش کارایی مراحل منحصر بفرد فرایند تولید داشته باشند [۱۳]. مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای کارایی کلی سازمان و کارایی هر کدام از زیرفرایندهای یک سازمان را اندازه‌گیری می‌کند. علاوه بر این، می‌توان کارایی کلی را با استفاده از ارتباطات ریاضی بین کارایی سازمان و کارایی فرایندها تجزیه کرد. در مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای، به جای ساختار سلسله مراتبی فعالیتها، از ساختار شبکه‌ای کمک گرفته شده است [۱۴]. در این پژوهش از یک مدل شبکه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها با فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس و با ماهیت خروجی محور برای ارزیابی عملکرد تحقیق و توسعه گروههای آموزشی مهندسی در دو بخش تولید و انتشار علم استفاده شده است که این مدل به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$E_{jk} = \min \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} + W \right)$$

$$s. t. \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} = 1,$$

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} + W \right) \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} - \left(\sum_{i=1}^m v_i X_{ij} + W \right) \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \left(\sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} + W \right) \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$u_r, v_i, w_p \geq 0$$

در این مدل متغیرها به صورت زیر تعریف می‌شوند:

m: تعداد ورودی مرحله اول (تولید علم)

q: تعداد خروجی مرحله اول (تولید علم)

s: تعداد خروجی مرحله دوم (انتشار علم)

DMUj: واحد تصمیم‌گیری (گروه مهندسی) j ام که (j=1, 2, ..., n)

Xij: ورودی مرحله اول i ام واحد تصمیم‌گیری j که (i=1, ..., m)

Zpj: خروجی مرحله اول p ام واحد تصمیم‌گیری j که (p=1, ..., q)

Yrj: خروجی مرحله دوم r ام واحد تصمیم‌گیری j که (r=1, ..., s)

vi: وزن ورودی مرحله اول i ام

Wp: وزن خروجی مرحله اول p ام

Ur: وزن خروجی مرحله دوم r ام

Ek: کارایی کلی

۳. سابقه پژوهش

تا به حال نظامهای ارزیابی عملکرد متفاوتی برای ارزیابی عملکرد تحقیق و توسعه سازمانها و کشورها به کار گرفته شده است که از جمله آنها می توان به رویکرد تحلیل پوششی دادهها اشاره کرد که به صورت کمی با در نظر گرفتن معیارهایی فرایند ارزیابی را انجام می دهد. در ادامه برخی از تحقیقات انجام شده در این زمینه به اختصار بیان شده است.

در پایان نامه کارشناسی ارشد افزانه [۱۵] یک روش ارزیابی عملکرد واحدهای پژوهشی در چهارچوب آیین نامه ارتقای علمی اعضای هیئت علمی کشور ارائه شده است. در تحقیق سامتی و رضوانی [۲۲] کارایی دانشگاههای بزرگ دولتی ایران با استفاده از روش تحلیل پوششی دادهها بررسی شده است که نهادهای مدل عبارتند از: بودجههای جاری آموزش و بودجههای جاری پژوهش و ستاندهای مدل عبارتند از: تعداد مقاله، کتاب، طرح پژوهشی، تعداد دانش آموختگان و تعداد پایان نامهها. در تحقیق توکلی مقدم و همکارانش [۱۶] روش شناسی به کارگیری تحلیل پوششی دادهها در سازمانهای تحقیقاتی ارائه شده است. در تحقیق قضایی و همکارانش [۱۷] کارایی نسبی مجتمع علوم انسانی دانشگاه یزد در دو بخش عملکرد آموزشی و عملکرد پژوهشی با استفاده از TOPSIS, DEA فازی و AHP بررسی شده است.

در تحقیق ونگ و هانگ^۱ [۶] با به کارگیری روش تحلیل پوششی دادهها، کارایی نسبی اقدامات تحقیق و توسعه در ۳۰ کشور بررسی شده است که در آن هزینههای تحقیق و توسعه و نیروهای درگیر در فرایند به عنوان ورودی و پروانه ثبت اختراعهها و انتشارات دانشگاهی نظیر مقالات به عنوان خروجی مدل در نظر گرفته شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، حدود یک سوم از کشورها کارایی مناسب دارند و دو سوم نیز در مرحله افزایش بازده نسبت به مقیاس هستند. در پژوهش اندرسون^۲ و همکاران [۱۸] برای اندازه گیری کارایی انتقال فناوری ۵۴ دانشگاه با استفاده از تحلیل پوششی دادهها، از ورودیهایی همچون کل هزینه صرف شده برای تحقیقات و خروجیهایی همچون

1. Wang & Hunng

2. Anderson

درآمد به دست آمده از مجوزها، توافقنامه‌های تجاری، شرکت‌های راه‌اندازی شده، اختراعات پذیرفته شده و اختراعات منتشر شده استفاده شده است.

جیوتی^۱ و همکاران [۱۹] در مفهوم تحقیق و توسعه برای نخستین بار از دو روش تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی کارایی سازمانهای تحقیق و توسعه در کشور هند استفاده کردند. در این پژوهش به منظور قابلیت اجرا، قابلیت کنترل و کارایی مدل، از میان مجموعه ورودیها و خروجیهای ذکر شده، شش مقیاس خروجی و یک مقیاس ورودی با نظر خبرگان انتخاب شد که شش معیار خروجی شامل مقالات منتشر شده، حق امتیازها، جریان نقدی ایجاد شده، توسعه محصول، فرایند یا فناوری، مدارک دکتری اعطا شده و جوایز کسب شده توسط سازمان و معیار ورودی انتخاب شده نیز بودجه سالیانه تخصیص یافته به هر سازمان بود. در تحقیقی که لیو و لو^۲ [۲۰] انجام دادند، کارایی مؤسسات تحقیق و توسعه در کشور تایوان با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها با رویکرد مبتنی بر شبکه دو مرحله‌ای اندازه‌گیری شد. در این تحقیق از مدل بازده متغیر به مقیاس با رویکرد خروجی محور استفاده شده است. نتایج به دست آمده از اجرای جداگانه دو مدل تحلیل پوششی داده‌ها بدین صورت بود که ۱۷ مؤسسه در مرحله توسعه فناوری و ۱۸ مؤسسه در مرحله انتشار فناوری کارا بودند. در تحقیقی که لو و هانگ^۳ [۸] انجام دادند، فرایند برنامه‌های توسعه فناوری را به صورت دو مرحله توسعه تحقیق و توسعه و انتشار فناوری در نظر گرفتند و سپس، عملکرد برنامه‌های توسعه فناوری را با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های متوالی محاسبه کردند. در مرحله اول توانایی برنامه‌های توسعه فناوری در ایجاد انتشارات، پروانه ثبت اختراعات و کسب فناوری و در مرحله دوم توانایی برنامه‌های توسعه فناوری در انتشار فناوری اندازه‌گیری شد. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که عملکرد تحقیق و توسعه در بخش انتشار فناوری بهتر است. در تحقیقی که گوان و چن^۴ [۲۱] انجام دادند، عملکرد نوآوری در صنایع با فناوری سطح بالا با استفاده از چارچوب شبکه‌ای تحلیل پوششی داده‌ها برای ۲۶ استان کشور چین ارزیابی شده است.

با توجه به مطالعه مقالات مرتبط با تحقیق و توسعه، فرایند تحقیق و توسعه حداقل از دو زیر فرایند اصلی توسعه فناوری و انتشار فناوری تشکیل شده است. بنابراین، ارزیابی عملکرد فعالیت‌های تحقیق و توسعه در هر دو بخش موجب خواهد شد که ضعف‌های واحدها در هر یک از بخشها شناسایی شود و اقدامات لازم برای بهبود عملکرد آنها صورت گیرد. از سوی دیگر، با توجه به

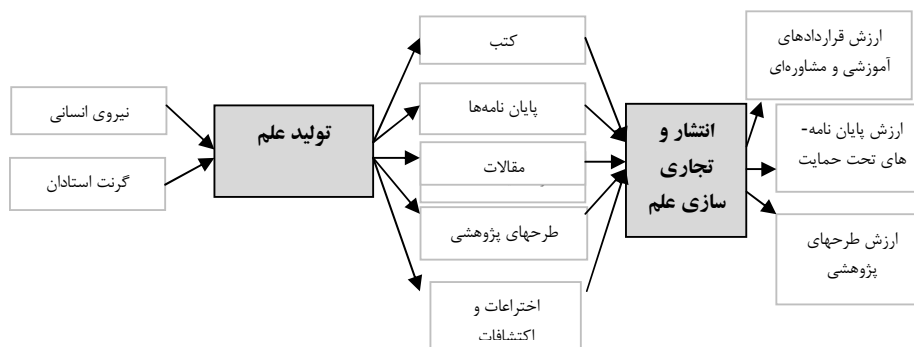
-
1. Jyoti
 2. Liu & Lu
 3. Lu & Hung
 4. Guan & Chen

۹۲ ارائه الگویی برای ارزیابی عملکرد بخش تحقیق و توسعه گروههای فنی و مهندسی ...

مطالعات گذشته در این حوزه، رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها نیز به‌عنوان ابزاری قدرتمند در ارزیابی کارایی واحدهای تحقیق و توسعه شناسایی شده است. همچنین، با توجه به حضور زیر فرایندهایی در حوزه تحقیق و توسعه، به‌کارگیری روش تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای در مقایسه با تحلیل پوششی داده‌های پایه‌ای مناسب‌تر خواهد بود.

۴. روش پژوهش

هدف از این پژوهش ارزیابی کارایی عملکرد تحقیق و توسعه گروههای فنی و مهندسی دانشگاه یزد با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای بود. گروههای فنی و مهندسی دانشگاه یزد عبارت‌اند از: مهندسی برق، مهندسی صنایع، مهندسی عمران، مهندسی کامپیوتر، مهندسی معدن، مهندسی مکانیک، مهندسی مواد و مهندسی نساجی. ابتدا با مرور تحقیقات پیشین و بهره‌گیری از دیدگاههای خبرگان ذی‌ربط، شاخصهای مؤثر بر کارایی عملکرد تحقیق و توسعه گروههای آموزشی فنی و مهندسی شناسایی شد. سپس، با استفاده از این شاخصها، ورودیها که ماهیتاً نشان‌دهنده منابع به‌کار گرفته شده و خروجیها که نشان‌دهنده موفقیت و سطح عملکرد واحدهای تصمیم‌گیری هستند، مشخص شد. در مجموع، به‌منظور ارزیابی کارایی وضعیت تحقیق و توسعه گروههای فنی و مهندسی در دو بخش تولید و انتشار علم، دو شاخص به‌عنوان ورودی و پنج شاخص به‌عنوان خروجی مرحله اول برای مدلهای تحلیل پوششی داده‌ها انتخاب شد. همچنین، برای مرحله دوم پنج شاخص به‌عنوان ورودی و سه شاخص به‌عنوان خروجی این مرحله استفاده شد. در شکل ۱ ورودیها و خروجیهای عملکرد تحقیق و توسعه گروههای آموزشی فنی و مهندسی در دو مرحله تولید و انتشار علم نشان داده شده است.



شکل ۱: نهاده‌ها و ستانده‌های مؤثر در ارزیابی عملکرد تحقیق و توسعه گروههای فنی و مهندسی

در مرحله بعد با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) وزن ورودیهای مرحله اول و خروجیهای مرحله دوم با توزیع پرسشنامه بین تعدادی از خبرگان دانشگاه یزد به دست آمد. همچنین، برای محاسبه وزن خروجیهای مرحله اول از آیین نامه تخصیص پژوهانه (گرت) استادان به دست آمد. ورودیها و خروجیها با استفاده از اوزان به دست آمده در مرحله قبل موزون و سپس، وارد مدل تحلیل پوششی داده ها شدند و کارایی عملکرد تحقیق و توسعه این گروهها سنجیده شد. در واقع، ارزیابی کارایی عملکرد تحقیق و توسعه به سه صورت سنجیده شد. در مرحله اول (مرحله تولید علم) و مرحله دوم (مرحله انتشار علم) با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده های پایه و برای محاسبه کارایی کلی، از مدل تحلیل پوششی داده های شبکه ای استفاده شد. گفتنی است که دوره زمانی این متغیرها مربوط به سال ۱۳۸۸ است و اطلاعات لازم در این زمینه از منابع اطلاعاتی دانشگاه یزد به دست آمده است.

۵. نتایج و یافته ها

بعد از مشخص شدن ورودیها و خروجیهای هر یک از مراحل تولید و انتشار علم، از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی برای محاسبه اوزان ورودیهای مرحله اول و خروجیهای مرحله دوم استفاده شد که نتایج به دست آمده از این مرحله در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱: وزن ورودیهای مرحله اول و خروجیهای مرحله دوم با استفاده از روش AHP

خروجیهای انتشار و تجاری سازی علم		ورودیهای مرحله تولید علم			
۰/۳۲	طرح پژوهشی	۰/۸۳	استادان	۰/۷۵	نیروی انسانی
		۰/۱۷	دانشجویان ارشد و دکتری		
۰/۶۱	پایان نامه های حمایت شده	۰/۲۵			گرت استادان
۰/۰۷	قراردادهای آموزشی و مشاوره ای				

همان طور که در جدول ۱ مشخص است، از میان ورودیهای مرحله تولید علم، شاخص نیروی انسانی با وزنی معادل ۰/۷۵ بیشترین اهمیت را دارد. همچنین، برای خروجیهای مرحله انتشار علم، شاخص پایان نامه های حمایت شده با وزنی معادل ۰/۶۱ بیشترین اهمیت را دارد. همچنین، وزن نرمال شده خروجیهای مرحله تولید علم، که با استفاده از آیین نامه تخصیص پژوهانه استادان حاصل شده است، در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲: وزن خروجیهای مرحله اول

۰/۰۷	ISI	مقاله	۰/۱۵	تصنیفی	کتاب
۰/۰۶	ISC		۰/۱	تالیفی	
۰/۰۵	علمی - پژوهشی		۰/۰۷	ترجمه ای	
۰/۰۴	علمی - ترویجی		۰/۱	تصحیح	
۰/۰۲	کنفرانس بین‌المللی		۰/۰۳	تجدید چاپ	
۰/۰۱	کنفرانس ملی		۰/۰۶	دکتری	
۰/۰۲	درون سازمانی	طرح پژوهشی	۰/۰۲	کارشناسی ارشد	پایان‌نامه
۰/۱	برون سازمانی		۰/۱		اختراع یا اکتشاف

با توجه به جدول ۲، بنا بر آیین‌نامه تخصیص پژوهانه استادان در بخش کتاب کتابهای تصنیفی، در بخش پایان‌نامه پایان‌نامه‌های دکتری، در بخش مقاله مقاله‌های ISI و در بخش طرح پژوهشی طرحهای برون سازمانی از امتیاز بالایی برخوردار هستند. بعد از جمع‌آوری اطلاعات مربوط به ورودیها و خروجیهای هر یک از این مراحل از منابع اطلاعاتی دانشگاه، ورودیها و خروجیها با استفاده از اوزان به‌دست آمده در مرحله قبل موزون و سپس، وارد مدل تحلیل پوششی داده‌ها شدند و کارایی عملکرد تحقیق و توسعه این گروهها سنجیده شد. مقادیر موزون شده هر یک از ورودیها و خروجیهای ترکیبی برای هر یک از گروههای آموزشی در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳: مقادیر موزون داده‌ها و ستانده‌های هر یک از گروههای فنی و مهندسی

Y	Z	X	دانشکده فنی و مهندسی
۱۱۹/۳۸۷	۲/۹۹	۳۳/۲۵۸	گروه مهندسی برق
۳۲/۹۴	۱/۶۲	۱۹/۸۲۱	گروه مهندسی صنایع
۱۹۵/۴۱	۴/۲۶	۲۶/۳۴۳	گروه مهندسی عمران
۲۰۷/۸۹۵	۱/۴۵	۱۳/۱۸۵	گروه مهندسی کامپیوتر
۲۹۳/۱۳۱	۳/۲۳	۱۸/۰۷۸	گروه مهندسی معدن
۴۴/۰۳۷	۶/۱	۳۰/۰۵۸	گروه مهندسی مکانیک
۵۴/۴۳۱	۰/۷۴	۵/۶۴۷	گروه مهندسی مواد
۳۰/۹۳۹	۱/۵۷	۱۴/۲۹۷	گروه مهندسی نساجی

در این تحقیق مدل بازده به مقیاس خروجی محور (BCC-O) از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها به‌کار گرفته شده است. دلیل انتخاب مدل خروجی محور آن است که گروههای آموزشی بیشتر سیاستگذاری و هدفشان بر حداکثر کردن خروجیهاست و هدفشان کاهش ورودیها نیست. از این رو،

برای ارزیابی آنها مدل‌های خروجی محور مناسب‌تر است. مدل بازده به مقیاس نیز برای این انتخاب شده است که دلیلی دال بر بازده ثابت به مقیاس در کارکرد فعالیت‌های تحقیق و توسعه گروه‌های آموزشی وجود ندارد و بنابراین، لازم است تا مقدار بازده به مقیاس آزاد گذاشته شود. نتایج کارایی و رتبه‌بندی هر یک از گروه‌های فنی و مهندسی برای مراحل تولید، انتشار و تجاری‌سازی علم و کارایی کلی در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴: محاسبه میزان کارایی عملکرد در هر یک از مراحل تولید علم و انتشار علم و در حالت کلی

ارزیابی کلی		مرحله ۲ (انتشار علم)		مرحله ۱ (تولید علم)		گروه فنی و مهندسی
رتبه	کارایی	رتبه	کارایی	رتبه	کارایی	
۶	۰/۱۵	۷	۰/۱۵	۱	۱	گروه مهندسی مکانیک
۱	۱	۱	۱	۲	۰/۸۸	گروه مهندسی معدن
۳	۰/۶۷	۳	۰/۶۷	۳	۰/۸	گروه مهندسی عمران
۵	۰/۳۳	۴	۰/۵۱	۴	۰/۶۵	گروه مهندسی مواد
۲	۰/۸۵	۱	۱	۵	۰/۵۴۲	گروه مهندسی کامپیوتر
۷	۰/۱۲	۸	۰/۱۴	۶	۰/۵۴۱	گروه مهندسی نساجی
۴	۰/۴۱	۵	۰/۴۲	۷	۰/۴۹	گروه مهندسی برق
۸	۰/۱۱	۶	۰/۱۵۲	۸	۰/۴	گروه مهندسی صنایع

شایان ذکر است که در مجموع ۲۴ مدل مختلف تحلیل پوششی داده‌ها (۸ مدل برای ارزیابی کارایی مرحله تولید علم، ۸ مدل برای ارزیابی کارایی مرحله انتشار علم و ۸ مدل برای ارزیابی کارایی کلی) طراحی و با ورود به نرم افزار LINGO کارایی آنها سنجیده شد. در روش تحلیل پوششی داده‌ها نتیجه کارایی یک گروه آموزشی در مقابل مقدار زیاد یا کم در ورودیها یا خروجیها، به عملکرد دیگر واحدها بستگی دارد و عملکرد واحدها در مقایسه با یکدیگر به صورت نسبی سنجیده می‌شود. در اینجا لازم است کارایی عملکرد تحقیق و توسعه گروه‌های آموزشی در هر یک از بخش‌های تولید علم و انتشار علم و حالت کلی ارائه شود. ستون‌های دوم، چهارم و ششم جدول ۴ میزان کارایی هر یک از گروه‌های آموزشی و ستون‌های سوم، پنجم و هفتم جدول مذکور رتبه‌های هر یک از گروه‌های آموزشی را در هر یک از مراحل نشان می‌دهد. همان طور که از نتایج کارایی پیداست، نمرات کارایی گروه‌های آموزشی در بازه صفر و یک قرار دارد. گروه‌های آموزشی دارای کارایی یک گروه‌های آموزشی کارا و گروه‌های دارای کارایی پایین‌تر از یک ناکارا تلقی می‌شوند. در مرحله اول؛ یعنی تولید

۹۶ ارائه الگویی برای ارزیابی عملکرد بخش تحقیق و توسعه گروههای فنی و مهندسی ...

علم از هشت گروه آموزشی تحت بررسی، گروه آموزشی مهندسی مکانیک توانسته است حداکثر کارایی؛ یعنی یک را از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها به دست آورد و رتبه اول را در میان گروههای آموزشی در این بخش کسب کند. در این مرحله (تولید علم) گروههای آموزشی مهندسی معدن، عمران، مواد، کامپیوتر، نساجی، برق و صنایع با نمرات کارایی به ترتیب ۰/۸۸، ۰/۸، ۰/۶۵، ۰/۵۴۲، ۰/۵۴۱، ۰/۴۹ و ۰/۴ درصد به‌عنوان گروههای آموزشی ناکارای دانشگاه یزد در بخش تولید علم شناخته شده‌اند و در رتبه‌های بعدی قرار دارند. برای مثال، کارایی ۰/۸۸ درصد برای گروه آموزشی معدن نشان می‌دهد که این گروه آموزشی در بخش تولید علم می‌تواند فقط با استفاده از ۸۸٪ منابع موجود (نیروی انسانی و گرنت استادان)، همین سطح از خدمات را به عنوان ستاده‌های گروه آموزشی (کتاب، پایان‌نامه، مقالات، اختراعات و طرحهای پژوهشی) ارائه دهد. در مرحله انتشار علم از هشت گروه آموزشی تحت بررسی، تعداد دو گروه آموزشی؛ یعنی گروههای آموزشی مهندسی معدن و مهندسی کامپیوتر توانسته‌اند با استفاده از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها حداکثر کارایی؛ یعنی یک را به‌دست آورند. در این میان، گروههای آموزشی مهندسی عمران، مواد، برق، صنایع، مکانیک و نساجی با کارایی به ترتیب ۰/۶۷، ۰/۵۱، ۰/۴۲، ۰/۱۵۲، ۰/۱۵ و ۰/۱۴ درصد، به‌عنوان گروههای آموزشی ناکارا در بخش انتشار علم شناخته شده‌اند و در رتبه‌های بعدی قرار دارند. از نکات مورد توجه این است که عملکرد تحقیق و توسعه گروه مهندسی مکانیک در بخش انتشار علم در رتبه هفتم قرار دارد، در صورتی که این گروه آموزشی در بخش تولید علم کارا بود و در رتبه اول قرار داشت. در حالت ارزیابی کلی هم گروه آموزشی مهندسی معدن با کارایی یک در رتبه اول قرار دارد و گروههای آموزشی مهندسی کامپیوتر، عمران، برق، مواد، مکانیک، نساجی و صنایع با کارایی به ترتیب ۰/۸۵، ۰/۶۷، ۰/۴۱، ۰/۳۳، ۰/۱۵، ۰/۱۲ و ۰/۱۱ درصد در رتبه‌های بعدی قرار دارند. بر این اساس، می‌توان گفت که گروه آموزشی معدن با استفاده کارا از منابع انسانی و گرنت استادان توانسته است در مجموع عملکرد مناسبی در بخش گروههای فنی و مهندسی دانشگاه یزد داشته باشد و از این نظر نسبت به سایر گروهها برتری داشته است.

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

ارزیابی عملکرد بخش تحقیق و توسعه گروههای آموزشی فنی و مهندسی به دلیل اهمیتی که در رشد و پیشرفت عملکرد مؤسسات آموزشی دارد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. شیوه‌های رایج ارزیابی عملکرد عموماً سطح خروجیهای منتج از عملکرد سازمان را مد نظر قرار می‌دهند، در حالی که با یک رویکرد سیستمی به‌راحتی می‌توان دریافت که دستیابی به خروجیها فقط با بهره‌برداری از ورودیها و استفاده از فرایندهای مناسب امکان‌پذیر است و بنابراین، توجه صرف به خروجیها در ارزیابی

و مدیریت عملکرد ما را به اشتباه خواهد انداخت. در این تحقیق از روش تحلیل پوششی شبکه‌ای داده‌ها به عنوان ابزاری مؤثر برای ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیری که از دو زیرفرایند اصلی تشکیل شده و دارای ورودیها و خروجیهای مشابه است، استفاده شده است تا عملکرد تحقیق و توسعه گروههای فنی و مهندسی دانشگاه یزد در مراحل تولید علم، انتشار و تجاری سازی علم و کارایی کلی ارزیابی شود. نتایج به‌دست آمده از ارزیابی این گروهها در مرحله اول (تولید علم) حاکی از آن است که از هشت گروه تحت بررسی فقط گروه مهندسی مکانیک کارا شده است؛ یعنی اینکه سایر گروهها نتوانسته‌اند حداکثر استفاده از منابع خود (ورودیهای مرحله تولید علم) در دستیابی به ستادهای خود (خروجیهای مرحله تولید علم) را داشته باشند. نتایج به‌دست آمده از مرحله دوم (انتشار و تجاری سازی علم) نیز حاکی از آن است فقط دو گروه مهندسی معدن و مهندسی کامپیوتر توانسته‌اند در این مرحله کارایی یک را به دست آورند. نتایج به‌دست آمده از محاسبه کارایی کلی بدین معناست که از نظر کارایی کلی فقط گروه مهندسی معدن کارا شده است. مسئولان ذی‌ربط می‌توانند با دسته‌بندی گروههای آموزشی به دو دسته کارا و ناکارا و قرار دادن گروههای آموزشی کارا به‌عنوان الگو، برای افزایش کارایی و عملکرد بهینه گروههای آموزشی ناکارا برنامه‌ریزی کنند. از سوی دیگر، گروههای آموزشی ناکارا با استفاده از برنامه‌ریزی به‌منظور بهبود ورودیهای تأثیرگذار، متناسب با اولویت آنها و نیز بهره‌گیری از تجارب گروههای آموزشی الگو می‌توانند مسیر بهبود مناسبی را برای تعالی عملکرد خود تدارک ببینند. در این خصوص، برنامه‌ریزی بهتر برای استفاده از ورودیها در گروههای آموزشی مختلف با استفاده از آموزش مستمر نیروی انسانی و افزایش بودجه تحقیقاتی از پیشنهادهای این پژوهش است. با توجه به اینکه تحقیقات بسیار اندکی در حوزه ارزیابی کارایی گروههای آموزشی صورت گرفته است، نقطه مثبت این پژوهش نسبت به تحقیقات مشابه داخلی که در حوزه ارزیابی عملکرد گروههای آموزشی صورت گرفته است، ارزیابی عملکرد تحقیق و توسعه در دو بخش تولید و انتشار علم و کارایی کلی است که از نظر روش با پژوهشهای خارجی صورت گرفته همچون تحقیقات لیو و لو (۲۰۰۹)، لو و هانگ (۲۰۱۰) و گوان و چن (۲۰۱۰) مطابقت می‌کند. با توجه به اینکه اطلاعات این بررسی مربوط به چند سال قبل است و همچنین، با در نظر گرفتن اینکه به‌دلیل محدودیت اطلاعات، همه معیارهای تحقیق و توسعه در ارزیابی لحاظ نشده است، پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده با در نظر گرفتن ورودیها و خروجیهای بیشتر و به روزتر برای دو مرحله تولید و انتشار علم، عملکرد بخش تحقیق و توسعه گروههای آموزشی فنی و مهندسی ارزیابی شود. علاوه بر این، پیشنهاد می‌شود که از مدل به‌کار رفته در این پژوهش برای ارزیابی عملکرد تحقیق و توسعه سایر گروههای آموزشی نیز استفاده شود.

مراجع

1. Chiesa, V., Frattini, F., Lazzarotti, V. and Manzini, R. (2007), How do measurement objectives influence the R&D performance measurement system design? Evidence from a multiple case study, *Management Research News*, Vol. 30, pp. 187-202.
2. Chiesa, V., Frattini, F., Lazzarotti, V. and Manzini, R. (2009), Performance measurement of research and development activities, *European Journal of Innovation Management*, Vol. 12, pp. 25-61.
3. Roy, S., Nagpaul, P. S. and Mohapatra, P. K. J. (2003), Developing a model to measure the effectiveness of research units, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 23, pp. 1514-1531.
۴. ربیعی، مهناز (۱۳۸۴)، نقش تحقیق و توسعه در توسعه اقتصادی کشورها، فصلنامه رشد فناوری، شماره ۱۵، صص. ۳۵-۴۰.
5. Valderrama, T. G., Mendigorri, E. M. and Bordoy, D. R. (2008), Abalanced scorecard framework for R&D”, *European Journal of Innovation Management*, Vol. 11, pp. 241-281.
6. Wang, E. C. and Hunng, W. (2007), “Relative efficiency of R&D activities: A cross-country study accounting for environmental factors in the DEA approach”, *Research Policy*, Vol. 36, pp. 260-273.
7. Wang, E. C. (2007), R&D efficiency and economic performance: A cross country analysis using the stochastic frontier approach, *Journal of Policy Modeling*, Vol. 29, pp. 345-360.
8. Lu, W. M. and Hung, S. W. (2010), Exploring the operating efficiency of technology development programs by an intellectual capital perspective –A case study of Taiwan, *Technovation*, Vol. 31, pp. 374-383.
9. Kulatunga, U., Amaratunga, D. and Haigh, R. (2007), Performance measurement in the construction research and development, *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 56, pp. 673-688.
10. Charnes, A., Cooper, W. W. and Rhodes, E. (1978), Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, pp. 429-444.
11. Bal, H., Orkcü, H. H. and Celebioglu (2010), Improving the discrimination power and weights dispersion in the data envelopment analysis, *Computers & Operations Research*, Vol. 37, pp. 99-107.
۱۲. مهرگان، محمد رضا (۱۳۸۵)، مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمانها، انتشارات مدیریت دانشگاه تهران.
13. Lewis, H. F. and Sexton, T. R. (2004), “Network DEA: Efficiency analysis of organizations with complex internal structure, *Computers & Operations Research*, Vol. 31, pp. 1365-1410.
14. Hsieh, L. F. and Lin, L. H. (2010), A performance evaluation model for international tourist hotels in Taiwan-An application of the relational network DEA, *International Journal of Hospitality Management*, Vol. 29, pp. 14-24.
۱۵. افزاره، عباس (۱۳۸۵)، ارائه یک روش ارزیابی عملکرد واحدهای پژوهشی در چهارچوب آئین‌نامه ارتقاء علمی اعضاء هیئت علمی کشور (با تأکید بر اطلاعات پژوهشی سال ۱۳۸۳)، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشکده مهندسی صنایع.

حبیب زارع احمدآبادی، سمیه جاویدی و محمد حسین طحاری مهرجردی ۹۹

۱۶. توکلی مقدم، رضا، صادق عمل نیک، محسن و رفعتی، محمد علی (۱۳۸۳)، متدولوژی بکارگیری تحلیل پوششی داده‌ها در سازمانهای تحقیقاتی، نشریه دانشکده فنی، شماره ۱، صص. ۱۷۵-۱۸۵.
۱۷. قضایی، عباس، میرغفوری، سیدحبیب اله، زارع احمدآبادی، حبیب، شاکری، فاطمه و طاهری دمنه، محسن (۱۳۸۸)، تحلیل کارایی نسبی مجتمع علوم انسانی دانشگاه یزد با استفاده از DEA، Topsis، فازی و AHP، مجله آموزش عالی، شماره ۲، صص. ۹۵-۱۱۸.
18. Anderson, T. R., Daim, T. U. and Lavoie, F. F. (2007), Measuring the efficiency of university technology transfer, *Technovation*, Vol. 27, pp. 306-318.
19. Jyoti Banwet, D.K. and Deshmukh, S.G. (2008), Evaluating performance of national R&D organizations using integrated DEA-AHP technique, *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 57, pp. 370-388.
20. Liu, J. S. and Lu, W. M. (2009), DEA and ranking with the network-based approach: A case of R&D performance, *Omega*, Vol. 38, pp. 453-464.
21. Guan, J. and Chen, K. (2010), Measuring the innovation production process: A cross-region empirical study of China's high-tech innovations, *Technovation*, Vol. 30, pp. 348-358.
۲۲. سامتی، مرتضی و رضوانی، محمد علی (۱۳۸۰)، بررسی کارایی دانشگاه‌های بزرگ دولتی ایران با استفاده از روش DEA، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۵۹، صص. ۱۱۷-۱۴۷.