

بررسی کارایی واحدهای تحقیق و توسعه فناوری نانو در دانشگاه‌های کشور

حبیب زارع احمد آبادی^{۱*}، محمد علی فرهنگ نژاد^۲، محسن طاهری دمنه^۳

یزد، دانشگاه یزد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، ha_zare_ah@yahoo.com

یزد، دانشگاه یزد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، mafarhang@yahoo.com

یزد، دانشگاه یزد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، mtdemne@gmail.com

چکیده

هدف از این پژوهش بررسی و مقایسه عملکرد دانشگاه‌های کشور براساس کارایی نسبی آن‌ها در زمینه فناوری نانو با به کارگیری معیارهای سنجش عملکرد چندگانه می‌باشد. بدین منظور، از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها در ارزیابی کارایی نسبی مراکز آموزش عالی کشور استفاده شده است. به دلیل دشوار بودن دسترسی به اطلاعات تمامی مراکز آموزشی عالی، مدل مذکور تنها در دانشگاه‌های سراسری وابسته به وزارت علوم، تحقیقات و فناوری مرتبط با ستاد نانوی کشور به کار گرفته شده است. این مدل را می‌توان در بخش اعظمی از سازمان‌های تحقیق و توسعه کشور برحسب نیاز به کار گرفت که روشی جامع و مقیاسی یکسان را جهت ارزیابی عملکرد، پیش روی تصمیم‌گیرندگان قرار می‌دهد. در این ارزیابی، می‌توان مقیاس‌هایی نظیر بودجه سالیانه، تعداد اعضای هیئت علمی و دانشجویان در رشته‌های مرتبط را به عنوان ورودی و تعداد مقالات ملی و بین‌المللی و پایان‌نامه‌های مرتبط را به عنوان خروجی مدل در نظر گرفت. بررسی کارایی نسبی سازمان‌های تحقیق و توسعه، نتایج جامع‌تر و واقعی‌تر را جهت الگو برداری از سازمان‌های کارا و شناخت سازمان‌های غیر کارا توسط سیاست‌گذاران و طراحی مجدد فرآیندهای تحقیق و توسعه در آن‌ها فراهم می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: تحقیق و توسعه، فناوری نانو، ارزیابی عملکرد، تحلیل پوششی داده‌ها، دانشگاه‌های کشور.

۱. مقدمه

امروزه توسعه دانش در جهت ارائه سریع محصولات و خدمات به کارگرفته می‌شود [۲،۱] لذا چرخه حیات محصولات در برخی از اقلام بسیار کوتاه گشته [۳]، تعداد بیشتری از محصولات و خدمات جدید معرفی شده و زمان بین نوآوری‌ها کاهش یافته است. علاوه بر این اغلب نوآوری‌های بنیادی از ترکیب تکنولوژی‌های مربوط به زمینه‌های سنتی علوم شکل گرفته و ابهام، هزینه و تنوع فنی و دانش علمی ثبت شده محصولات و خدمات افزایش می‌یابد [۴]. این نمونه از تغییرات، اهمیت تقویت تحقیق و توسعه را برای رقابتی شدن سازمان‌ها خصوصاً در صنایع با فناوری سطح بالا روشن می‌سازد [۵].

از سویی ارزیابی عملکرد اقدامات تحقیق و توسعه در دهه‌های اخیر به عنوان یکی از مهمترین دغدغه مدیران بدل گشته است [۶]. در عصر جهانی سازی و رقابت شدید، مراکز تحقیق و توسعه در تنگنای شدیدی جهت فعالیت مؤثر و کارا قرار گرفته‌اند. زمانی که بخشی از سرمایه‌های ملی بر روی مراکز تحقیق و توسعه سرمایه گذاری شود، این مراکز مسئول پاسخگویی در قبال عملکرد خود به جامعه هستند [۷]. لذا سیاست‌گذاران و مدیران عالی مسئولیت ارزیابی و مقایسه عملکرد چنین سازمان

^۱ استادیار و عضو هیئت علمی دانشگاه یزد *

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه یزد

^۳ کارشناسی ارشد مدیریت اجرایی، دانشگاه یزد



هایی را در دوره های زمانی مشخص بر عهده دارند. بر این اساس سیستم های ارزیابی عملکرد باید اطلاعات کمی و کیفی مناسبی را برای سیاست گذاران فراهم کنند. این اطلاعات مشخص می کند که آیا اقدامات آنان در مسیر درست صورت می پذیرد یا خیر [۸].

سیستم ارزیابی عملکرد، اصلی اساسی جهت دستیابی به اهداف سازمانی است. در این بین، طراحی و پیاده سازی سیستم ارزیابی عملکرد اقدامات تحقیق و توسعه در سازمان ها، امری مهم به منظور پشتیبانی از تصمیم گیری، انگیزش کارکنان، تحریک یادگیری، کاهش عدم اطمینان و بهبود هماهنگی و ارتباطات است [۹، ۱۰]. در نتیجه، نه فقط اجزای اصلی سیستم نظیر تولید یا تدارکات بلکه تمام اجزای پشتیبان سازمان نظیر فرآیندهای اجرایی و عملکردهای سازمان به عنوان بخشی از سیستم ارزیابی عملکرد شناخته می شوند.

در این بین، فناوری نانو^۱ به عنوان یکی از فناوری های نوین شناخته می شود که دولت ها، شرکت های بخش خصوصی و مراکز پژوهشی، سرمایه گذاری هنگفتی را در زمینه توسعه آن انجام داده اند. فناوری نانو واژه ای است کلی که به تمام فناوری های پیشرفته در عرصه کار با مقیاس نانو اطلاق می شود [۱۱]. بررسی دستاوردهای پژوهشی در عرصه فناوری نانو در مراکز آموزشی و پژوهشی کشور، از مباحث مهمی است که منافع متعددی چون شناخت آثار و نتایج حاصل از آن، دستیابی به شاخص های مناسب برای ارزیابی موفقیت این اقدامات، دستیابی به ابزاری مناسب برای انتشار و به اشتراک گذاری ایده ها، ارتباط با برنامه ها و فعالیت های گسترده تر در حوزه پژوهش، کمک به انتخاب مجموعه ای متعادل از نقاط سنجش کلیدی عملکرد و کمک به تصمیم گیری دقیق در مورد تخصیص منابع را در بر می گیرد. به نظر می رسد با تداوم روند توسعه دانش نانو، بسیاری از برنامه ریزی های صورت گرفته برای آینده سرمایه گذاری در آن دستخوش تغییراتی شده و دولت های جهان با توجه به نیازهای آتی خود به سرمایه گذاری خود روند تصاعدی بخشند. لذا هدف از این پژوهش ارزیابی عملکرد سازمان های تحقیق و توسعه فعال در عرصه فناوری نانو کشور با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده ها بر مبنای کارایی نسبی آن ها و با در نظر گرفتن خروجی های چندگانه است.

۲. ارزیابی عملکرد تحقیق و توسعه

فرآیند ارزیابی و مقایسه فعالیت های تحقیق و توسعه به دلیل ماهیت پیچیده، همراه با ریسک، عدم قطعیت، دوره توسعه طولانی، دشوار بودن تشخیص خروجی های ملموس [۱۲، ۱۳، ۱۴] و وجود پارامترهای گوناگون خروجی در آن ها [۱۵، ۱۶] امری بسیار دشوار است. اما عملکرد سازمان های تحقیق و توسعه را می توان به وسیله ارزیابی کارایی نسبی آنان مورد بررسی قرار داد.

تاکنون پژوهش های اندکی در زمینه ارزیابی عملکرد اقدامات تحقیق و توسعه در سطوح گوناگون و با در نظر گرفتن معیارهای متنوع صورت پذیرفته است. کیم و او^۲ در سال ۲۰۰۲ پژوهشی را در راستای طراحی سیستم سنجش تحقیق و توسعه برای ارزیابی پژوهشگران کشور کره جنوبی انجام دادند [۱۷]. روی و همکارانش^۳ نیز در سال ۲۰۰۳ مدلی را به منظور سنجش کارایی مراکز پژوهشی در هند پیشنهاد نمودند [۱۸]. وانگ و همکارانش^۴ در سال ۲۰۰۵ معیارهای ارزیابی گسترده ای را جهت رتبه بندی و اعطای پاداش به پروژه های تحقیق و توسعه در کشور چین ارائه نمودند [۱۹]. کوشیا^۵ نیز در سال ۲۰۰۱ مدلی ریاضی را با عنوان تابع ارزیابی لابراتوارهای پژوهشی جهت ارزیابی عملکرد مراکز تحقیق و توسعه کشور ایتالیا به کار گرفت

¹ Nanotechnology

² Kim & Oh

³ Roy et al

⁴ Wang et al

⁵ Coccia

[۷]. وی در پژوهش دیگری در سال ۲۰۰۴ تابع عملکردی دوگانه‌ای را ارائه نمود که از روش مستقیم و متد ویلک^۱ در تحلیل‌هایی مجزا استفاده می‌نمود [۲۰].

به دلیل اینکه مقیاس یک بعدی امکان بررسی اهداف چندگانه را نداشته و در نتیجه از ارائه اطلاعات کامل و مرتبط به مدیران یا ذینفعان درباره عملکرد تحقیق و توسعه ناتوان است مقیاس‌های چند بعدی جهت ارزیابی عملکرد تحقیق و توسعه پیشنهاد می‌گردد [۲۱، ۱۹، ۱۸، ۱۷]. چن و همکارانش^۲ در سال ۲۰۰۴ با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها و مقیاس‌های ورودی و خروجی منتخب در ارزیابی ۳۱ شرکت کامپیوتری تایوان از تحلیل پوششی داده‌ها با سنجش ورودی‌ها و خروجی‌های منتخب استفاده نمودند [۲۲].

جهت انتخاب مدلی مناسب برای سنجش تحقیق و توسعه، بروان و گوبلی^۳ (۱۹۹۲) مقیاس‌های کمی را دارای ارجحیت بیشتری نسبت به مقیاس‌های کیفی می‌دانند. مقیاس‌های کمی به راحتی قابل فهم بوده و به سهولت امکان مقایسه دارند. ضمن اینکه چارچوب منطقی تحلیل کمی امکان فهم بهتری از عملکرد تحقیق و توسعه ارائه می‌کند. مقیاس‌های کیفی یا ذهنی به دلیل فقدان قابلیت قیاس، به صورت بالقوه معیارهایی غیرقابل اطمینان هستند در حالیکه مقیاس‌های کمی و ساختار یافته، دقت بالایی داشته و امکان مقایسه را فراهم می‌کنند [۲۳]. تعدادی از روش‌های کمی و کیفی نظیر تحلیل نسبت، تجزیه و تحلیل مالی، نرخ بازدهی سرمایه پروژه‌ها، انطباق پروژه‌ها با استراتژی شرکت، چک لیست، امتیازدهی، کارت امتیازی متوازن و تحلیل پوششی داده‌ها به وسیله محققین مختلف جهت ارزیابی عملکرد سازمان‌های تحقیق و توسعه ارائه شده‌اند. بررسی مناسب سیستم ارزیابی عملکرد تحقیق و توسعه نیازمند توجه ویژه به ابعاد پایه‌ای زمینه‌های سنجش، شامل مراحل فرآیند تحقیق و توسعه مورد ارزیابی (نظیر تحقیقات بنیادی، کاربردی و توسعه محصول) [۲۴]، اهداف سیستم ارزیابی عملکرد [۲۵]، ساختار سازمانی واحدهای تحقیق و توسعه [۲۶]، نوع عدم اطمینان در پروژه‌ها [۲۷] و استراتژی محصول و تکنولوژی دنبال شده توسط سازمان [۲۷] می‌باشد. ارزیابی و مقایسه عملکرد سازمان‌های تحقیق و توسعه فرآیندی پیچیده است به نحوی که به معیارهایی جهت ارزیابی خروجی‌های چندگانه مطابق با اهداف عینی هر فعالیت تحقیق و توسعه و همچنین روش‌هایی جهت ارائه اطلاعات دقیق و مورد نیاز به تصمیم‌گیرندگان نیاز است. به علاوه اینکه استانداردهای عملکردی در سازمان‌ها با توجه به زمینه‌های تحقیق و توسعه متفاوت بوده و امکان مقایسه آن‌ها با معیارهای گوناگون وجود ندارد. بر این اساس مدلی که امکان مقایسه عملکرد سازمان‌های تحقیق و توسعه بر مبنای کارایی نسبی آن‌ها را فراهم سازد مورد نیاز است.

ارزیابی و مقایسه سازمان‌های تحقیق و توسعه باید منصفانه و نتایج باید ارائه‌کننده عملکرد واقعی و دقیق سازمان‌ها بوده و در برگیرنده کمیت و کیفیت ورودی‌ها و خروجی‌های هر سازمان باشد. در زمینه تحقیق و توسعه، عملکرد سازمان‌ها عموماً برپایه مقالات منتشر شده، حق امتیازها، تولید جریان نقد خارجی، توسعه محصول، فرآیند یا تکنولوژی، رشد و توسعه منابع انسانی، جوایز کسب شده و سایر عوامل سنجیده شده و در هنگام مقایسه، مجموعه تمامی این عوامل خروجی مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۳. تحلیل پوششی داده‌ها^۴

تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها روش برنامه‌ریزی ریاضی برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده‌ای است که چندین ورودی و چندین خروجی دارند. در سال ۱۹۵۷، فارل^۵ به اندازه‌گیری کارایی واحدهای تولیدی اقدام کرد که شامل یک ورودی

¹ Wilks method

² Chen et al

³ Brown and Gobeli

⁴ Data Envelopment Analysis

⁵ Farrell

ورودی و یک خروجی بود. چارنز^۱، کوپر^۲ و رودز^۳ دیدگاه فارل را توسعه داده و الگویی را ارائه کردند که توانایی اندازه گیری کارایی با چندین ورودی و خروجی را داشت. این الگو، تحت عنوان تحلیل پوششی داده‌ها، نام گرفت که شامل مجموعه ای از تکنیک‌های برنامه ریزی خطی است که مرز کارا را با استفاده از داده های مشاهده شده بنا می کند و آنگاه به ارزیابی و اندازه گیری کارایی واحد تصمیم ساز می پردازد [۲۸].

تکنیک DEA در حوزه های گوناگون نظیر خدمات بهداشتی، آموزشی (مدارس و دانشگاه ها)، ساخت و تولید، کامپیوتر و صنایع وابسته، سرمایه گذاری روی فناوری اطلاعات، بانک ها، هتل ها، تکنولوژی های حذف اتلاف، تحلیل کارایی ساختمان های سبز و خرید کالا استفاده می گردد [۲۲، ۲۹، ۳۰، ۳۱]. تنها برخی از محققین از این تکنیک در ارزیابی عملکرد زمینه های گوناگون تحقیق و توسعه بهره برده اند [۳۳، ۳۲، ۲۲].

تحلیل پوششی داده‌ها به دلیل انعطاف و انتخاب بهینه‌ی ضرایب ورودی و خروجی‌های هر واحد، جایگاه مناسبی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها به وجود می آورد. تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی را براساس دو معیار ورودی محور معطوف به حداقل سازی استفاده از نهاده‌ها با فرض ثابت بودن ستانده‌ها، و معیار خروجی محور معطوف به حداکثرسازی ستانده‌ها با فرض ثابت بودن مقادیر نهاده‌ها مورد ارزیابی قرار می دهد [۲۸]. اگر رویکرد افزایش کارایی معطوف به حداقل‌سازی نهاده‌ها با فرض ثبات ستانده‌ها باشد، تکنیک DEA، مدل CCR ورودی محور و در صورتی که معطوف به حداکثرسازی ستانده‌ها با فرض ثابت بودن مقادیر نهاده‌ها باشد، تکنیک DEA، مدل CCR خروجی محور را بدین منظور پیشنهاد می کند. این مدل ها از خانواده‌ی مدل‌های برنامه‌ریزی خطی است که با استفاده از روابط زیر برای تک تک واحدهای مورد ارزیابی، کارایی را سنجیده و بر اساس نتایج بدست آمده از حل این مدل، پیشنهادهای لازم را ارائه می دهد. با توجه به ماهیت ورودی ها و خروجی های این پژوهش، از مدل CCR خروجی محور در ارزیابی کارایی واحدها استفاده شده است. مدل مذکور در رابطه (۱) ارائه گردیده است.

$$\text{Min } Z_0 = \theta$$

St :

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq \theta y_{r0} \quad (r = 1, 2, \dots, s)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq x_{i0} \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

رابطه ۱: مدل پوششی CCR خروجی محور

۴. روش تحقیق

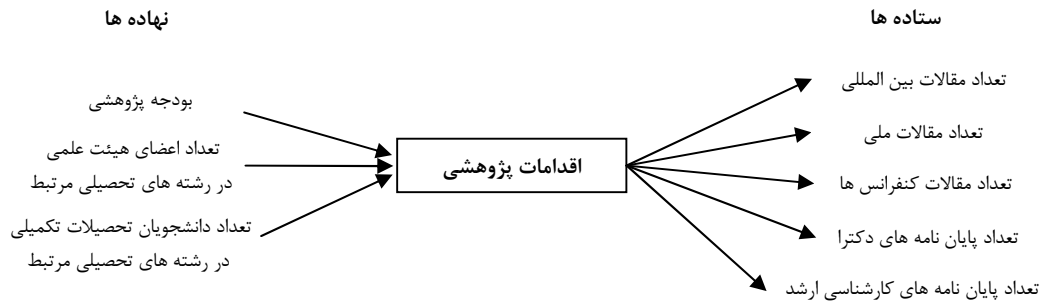
پژوهش صورت گرفته از نوع کاربردی بوده و روش گردآوری داده ها به صورت پیمایشی می باشد. برای جمع آوری داده‌های تحقیق علاوه بر استفاده از منابع کتابخانه‌ای، از آمار منتشر شده توسط ستاد انوی کشور [۳۴]، سازمان سنجش آموزش کشور [۳۵]، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری [۳۶] و مجلس شورای اسلامی [۳۷] نیز استفاده شده است. لازم به ذکر است آمار مورد استفاده در این پژوهش از گزارش های سال ۱۳۸۸ سازمان های مذکور استخراج گردیده اند. در این پژوهش به منظور ارزیابی کارایی ۳۵ دانشگاه وابسته به وزارت علوم، تحقیقات و فناوری کشور در عرصه فناوری نانو از تکنیک تحلیلی پوششی داده‌ها استفاده شده است. به دلیل ماهیت ذهنی و در برخی موارد دشواری جمع آوری داده ها به منظور کاربردی نمودن و ساده سازی مدل از مقیاس های ورودی و خروجی کمی استفاده شده است. لذا بودجه پژوهشی سالیانه، تعداد اعضای

¹ Charnes

² Cooper

³ Rhodes

هیئت علمی و دانشجویان تحصیلات تکمیلی در رشته های مرتبط در سال ۱۳۸۸ به عنوان ورودی و دستاوردهای پژوهشی شامل مقالات بین المللی، داخلی، کنفرانس ها، پایان نامه های دکترا و کارشناسی ارشد در سال ۱۳۸۸ به عنوان خروجی مدل استفاده شده است. کارایی نسبی این واحدها بر اساس مدل CCR خروجی محور و با استفاده از نرم افزار WinQSB مورد ارزیابی قرار گرفته است. ورودی ها و خروجی های مدل DEA در نمودار (۱) مشخص گردیده است.



نمودار ۱: ورودی ها و خروجی های مدل تحلیل پوششی داده ها

۵. نتایج تحقیق

نتایج حاصل از ارزیابی کارایی ۳۵ دانشگاه کشور در سال ۱۳۸۸ در زمینه دستاوردهای پژوهشی فناوری نانو در جدول (۱) ارائه شده است. همانگونه که در این جدول ملاحظه می شود دانشگاه های تربیت مدرس، صنعتی شیراز، کاشان، کردستان و محقق اردبیلی روی مرز کارا قرار دارند بدین معنا که با توجه به ورودی ها، امتیاز مطلوب تری را در مورد خروجی ها نسبت به دیگر واحدها اخذ نموده اند ضمن اینکه سایر دانشگاه ها (۳۰ دانشگاه) ناکارا بوده اند. واحدهای کارا می توانند به عنوان واحدهایی مرجع برای دیگر واحدها قرار گرفته و امکان تعیین میزان خروجی ها و ورودی های هدف برای رسیدن به مرز کارایی میسر می شود. واحدهای مرجع هر دانشگاه نیز در ستون آخر جدول (۱) ارائه گردیده است.

جدول ۱: رتبه بندی دانشگاه های مورد مطالعه با استفاده از مدل CCR خروجی محور و معرفی واحد های مرجع

ردیف	نام دانشگاه	کارایی	رتبه	واحد های مرجع
۱	اراک	۰.۵۶۸	۱۶	۲۹، ۲۱، ۲۳، ۲۸
۲	اصفهان	۰.۵۵۳	۱۷	۲۹، ۲۸، ۷
۳	امام خمینی (ره)	۰.۶۷۲	۱۳	۳۳، ۲۸
۴	بوعلی سینا همدان	۰.۱۳۶	۳۰	۲۹، ۲۸، ۷
۵	پیام نور	۰.۴۳۸	۲۱	۲۸
۶	تبریز	۰.۳۱۱	۲۲	۲۱، ۲۸، ۷
۷	تربیت مدرس	۱	۱	۷
۸	تربیت معلم تهران	۰.۲۴۹	۲۶	۲۱، ۳۳، ۲۸، ۷
۹	تهران	۰.۷۸۷	۱۲	۲۸، ۷
۱۰	خواجه نصیرالدین طوسی	۰.۱۴۴	۲۹	۲۸، ۷
۱۱	رازی کرمانشاه	۰.۸۰۴	۱۱	۲۹، ۲۸، ۷
۱۲	الزهرا (س)	۰.۸۱۲	۱۰	۲۸
۱۳	سمنان	۰.۲۲۲	۲۷	۲۸
۱۴	شاهد	۰.۰۳۵	۳۵	۳۳، ۲۸
۱۵	شهرکرد	۰.۰۴۲	۳۴	۲۸

۲۸	۱۵	۰.۵۸۹	شهادت باهنر کرمان	۱۶
۲۱، ۲۸، ۷	۲۸	۰.۱۷۸	شهادت بهشتی	۱۷
۲۹، ۲۱، ۲۸، ۷	۳۲	۰.۱۱۶	شهادت چمران اهواز	۱۸
۲۱، ۲۸، ۷	۲۳	۰.۲۹۸	شیراز	۱۹
۲۸	۲۵	۰.۲۶۳	صنعتی شاهرود	۲۰
۲۱	۱	۱	صنعتی شیراز	۲۱
۲۱، ۲۸، ۷	۹	۰.۸۵۹	صنعتی اصفهان	۲۲
۲۸، ۷	۷	۰.۹۱۴	صنعتی امیرکبیر	۲۳
۲۸	۳۳	۰.۰۷۶	صنعتی سهند تبریز	۲۴
۲۸، ۷	۸	۰.۸۷۲	صنعتی شریف	۲۵
۲۹، ۲۸، ۷	۱۸	۰.۵۵۰	علم و صنعت	۲۶
۲۱، ۲۸، ۷	۲۰	۰.۴۸۸	فردوسی مشهد	۲۷
۲۸	۱	۱	کاشان	۲۸
۲۹	۱	۱	کردستان	۲۹
۲۹، ۲۸	۱۴	۰.۶۲۰	گیلان	۳۰
۲۸	۶	۰.۹۳۴	لرستان	۳۱
۲۸، ۷	۳۱	۰.۱۲۵	مازندران	۳۲
۳۳	۱	۱	محقق اردبیلی	۳۳
۳۳، ۲۸	۱۹	۰.۵۰۶	یاسوج	۳۴
۲۱، ۲۸، ۷	۲۴	۰.۲۹۳	یزد	۳۵

با توجه به ضرایب کارایی تعیین شده در جدول (۱)، اولویت بندی واحدهای غیرکارا مشخص گردیده است. در این تحقیق جهت اولویت بندی واحدهای کارا از روش تعداد دفعات استفاده شده است. در این روش واحدهایی که تعداد دفعات بیشتری به عنوان الگو یا مرجع سایر واحدهای ناکارا قرار گرفته اند دارای اولویت بالاتری می باشند. در جدول (۲) اولویت بندی نهایی واحدهای کارا مشخص گردیده است.

جدول ۲: رتبه بندی واحدهای کارا براساس تعداد دفعات انتخاب به عنوان واحد مرجع

رتبه	نام دانشگاه	تعداد دفعات مرجع
۱	کاشان	۳۰
۲	تربیت مدرس	۱۷
۳	صنعتی شیراز	۹
۴	کردستان	۷
۵	محقق اردبیلی	۵

۶. نتیجه گیری

در این پژوهش که با هدف ارزیابی عملکرد دانشگاه های کشور در سال ۱۳۸۸ عرصه فناوری نانو و به کمک تکنیک تحلیل پوششی داده ها صورت پذیرفت، ضمن بررسی عوامل ورودی و خروجی مدل، کارایی نسبی هر دانشگاه به وسیله مدل CCR خروجی محور مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور دستیابی به نتایج مؤثر و مفید در تکنیک DEA باید انتخاب مقیاس های ورودی و خروجی با دقت صورت گیرد. مقیاس های خروجی باید منعکس کننده مهم ترین اهداف سازمان بوده و امکان مقایسه دانشگاه ها را فراهم نمایند. در این پژوهش به منظور قابلیت اجرا، قابلیت کنترل و کارایی مدل، ۵ مقیاس خروجی و ۳ مقیاس ورودی با

نظر خبرگان و با در نظر گرفتن امکان دسترسی به داده ها انتخاب گردید. معیارهای انتخاب شده معیارهایی هستند که اطلاعاتی معتبر برای تصمیم گیرندگان درباره عملکرد پژوهشی دانشگاه های کشور در عرصه فناوری نانو گردآوری نموده و امکان مقایسه را بدون هرگونه انحراف فراهم می کنند. ۵ معیار خروجی شامل مقالات و پایان نامه ها در واقع بیانگر مهم ترین اهداف مراکز پژوهشی می باشند. ۳ معیار ورودی انتخاب شده نیز بودجه پژوهشی تخصیص یافته به هر دانشگاه در هر سال، تعداد اعضای هیئت علمی در رشته های تحصیلی مرتبط و تعداد دانشجویان تحصیلات تکمیلی در رشته های تحصیلی مرتبط است. براساس نتایج به دست آمده در این پژوهش از مجموع ۳۵ دانشگاه وابسته به وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، دانشگاه های کاشان، تربیت مدرس، صنعتی شیراز، کردستان و محقق اردبیلی به عنوان واحدهای کارا شناخته شده و سپس براساس تعداد دفعات انتخاب به عنوان واحد مرجع رتبه بندی گردیدند. سایر دانشگاه های مورد بررسی نیز به عنوان واحدهای ناکارا شناخته شده و رتبه بندی هر یک به وسیله ضرایب کارایی صورت پذیرفته و واحدهای مرجع هر یک معرفی گردیده است.

مدل به کارگرفته شده در این پژوهش را می توان در بخش اعظمی از سازمان های تحقیق و توسعه کشور برحسب نیاز به کار گرفت که روشی جامع و مقیاسی یکسان را جهت ارزیابی عملکرد، پیش روی تصمیم گیرندگان قرار می دهد. بررسی کارایی نسبی سازمان های تحقیق و توسعه، نتایج جامع تر و واقعی تر را جهت الگو برداری از سازمان های کارا و شناخت سازمان های غیر کارا توسط سیاست گذاران و طراحی مجدد فرآیندهای تحقیق و توسعه در آن ها فراهم می نماید. پیشنهاد می شود در تحقیقات آتی از مدل های موزون و با در نظر گرفتن وزن هر یک از ورودی ها و خروجی ها به ارزیابی کارایی واحدها پرداخت. ضمن اینکه در این ارزیابی ها میتوان از سایر مقیاس های ورودی و خروجی اقدامات تحقیق و توسعه برحسب نیاز سازمان ها و با مجزا نمودن اقدامات آموزشی، پژوهشی و توسعه ای نیز استفاده نمود.

مراجع

- [۱] Bayus, B.L., 1998. An analysis of product lifetimes in a technologically dynamic industry. *Management Science*, 44, 763-775.
- [۲] Wind, J. and Mahajan, V., 1997. Issues and opportunities in new product development: an introduction to the special issue. *Journal of Marketing Research*, 34, 1-12.
- [۳] Nevens, T.M., Summe, G. L. and Uttal, B., 1990. Commercializing Technology: What the Best Companies Do. *Harvard Business Review*, 68, 154-163.
- [۴] Tidd, J., Bessant, J. and Pavitt, K., 2005. *Managing innovation – integrating technological, market and organisational change*, 3rd edition, John Wiley & Sons, Chichester.
- [۵] Germeraad, P., 2001. The changing role of R&D. *Research-Technology Management*, 44, 15-20.
- [۶] Kerssen-van Drongelen, I.C. and Bilderbeek, J., (1999). R&D performance measurement: more than choosing a set of metrics. *R&D Management*, 29, (1), 35-46.
- [۷] Coccia, M. (2001), "A basic model for evaluating R&D performance: theory and application in Italy", *R&D Management*, Vol. 31 No. 4, pp. 453-64.
- [۸] Cook, T.J., Vansant, J., Stewart, L. and Adrian, J. (1995), "Performance measurement: lessons learned for development management", *World Development*, Vol. 23 No. 8, pp. 1303-15.
- [۹] Shank, J.K., Govindarajan, V., 1993. *Strategic Cost Management: The New Tool for Competitive Advantage*. The Free Press, New York.
- [۱۰] Schumann, P.A., Ransley, D.L., Prestwood, D.C.L., 1995. Measuring R&D performance. *Research-Technology Management* 38 (3), 45-54.

[۱۱] وب سایت مدیریت فناوری نانو، دسترسی در تاریخ ۱۳۸۹/۰۱/۲۲، www.nano-atu.ir

- [۱۲] Chiesa, V. and Masella, C. (1996), "Searching for an effective measure of R&D performance", *Management Decision*, Vol. 34 No. 7, pp. 49-57.

- [۱۳] Bremser, W.G. and Barsky, N.P. (2004), "Utilizing the balanced scorecard for R&D performance measurement", *R&D Management*, Vol. 34 No. 3, pp. 229-37.
- [۱۴] Loch, C.H. and Tapper, U.A.S. (2001), "Implementing a strategy-driven performance measurement system for an applied research group", *The Journal of Product Innovation Management*, Vol. 19, pp. 185-98.
- [۱۵] Brown, M.G. and Svenson, R.A. (1998), "Measuring R&D productivity", *Research and Technology Management*, Vol. 41 No. 6, pp. 30-5.
- [۱۶] Jain, R.K. and Triandis, H.C. (1997), *Management of Research and Development Organizations: Managing the Unmanageable*, 2nd ed., John Wiley & Sons, New York, NY.
- [۱۷] Kim, B. and Oh, H. (2002), "An effective R&D performance measurement system: survey of Korean R&D researchers", *Omega*, Vol. 30, pp. 19-31.
- [۱۸] Roy, S., Nagpaul, P.S. and Mohapatra, K.J. (2003), "Developing a model to measure the effectiveness of research units", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 23 No. 12, pp. 1514-29.
- [۱۹] Wang, K., Wang, C.K. and Hu, C. (2005), "Analytic hierarchy process with fuzzy scoring in evaluating multidisciplinary R&D projects in China", *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 52 No. 1, pp. 119-29.
- [۲۰] Coccia, M. (2004), "New models for measuring the R&D performance and identifying the productivity of public research institutes", *R&D Management*, Vol. 34 No. 3, pp. 267-80.
- [۲۱] Karlsson, M., Trygg, L. and Elfstrom, B.O. (2004), "Measuring R&D productivity: complementing the picture by focusing on research activities", *Technovation*, Vol. 24, pp. 179-86.
- [۲۲] Chen, T., Chien, C.F., Wang, J.T. and Lin, M.H. (2004), "Using DEA to evaluate R&D performance of the computers and peripherals firms in Taiwan", *International Journal of Business*, Vol. 9 No. 3.
- [۲۳] Brown, W.B. and Gobeli, D. (1992), "Observations on the measurement of R&D productivity: a case study", *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 39 No. 4, pp. 325-31.
- [۲۴] Chiesa, V., Frattini, F., Lazzarotti, V. and Manzini, R. (2006b), "Differentiating performance measurement along the R&D process", paper presented at the 13th International Product Development Management Conference, Milan, 11-12 June.
- [۲۵] Kerssen-van Drongelen, I.C. and Cook, A. (1997), "Design principles for the development of measurement systems for research and development processes", *R&D Management*, Vol. 27 No. 4, pp. 345-57.
- [۲۶] Nixon, B. (1998), "Research and development performance measurement: a case study", *Management Accounting Research*, Vol. 9, pp. 329-55.
- [۲۷] Davila, T. (2000), "An empirical study on the drivers of management control systems' design in new product development", *Accounting, Organizations and Society*, Vol. 25, pp. 383-409.
- [۲۸] مهرگان، محمدرضا، (۱۳۸۳). مدل های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان ها (تحلیل پوششی داده ها)، انتشارات دانشگاه تهران - دانشکده مدیریت.
- [۲۹] Chen, A., Hwang, Y. and Shao, B. (2005), "Measurement and sources of overall and input inefficiencies: evidences and implications in hospital services", *European Journal of Operational Research*, Vol. 161, pp. 447-68.
- [۳۰] Korhonen, P.J. and Luptacik, M. (2004), "Eco-efficiency analysis of power plants: an extension of data envelopment analysis", *European Journal of Operational Research*, Vol. 154, pp. 437-46.
- [۳۱] Paradi, J.C. and Schaffnit, C. (2004), "Commercial branch performance evaluation, and results communication in a Canadian bank – a DEA application", *European Journal of Operational Research*, Vol. 156, pp. 719-35.
- [۳۲] Kocher, M.G., Luptacik, M. and Sutter, M. (2006), "Measuring productivity of research in economics: a cross-country study using DEA", *Socio-Economic Planning Sciences*, Vol. 40, pp. 314-32.
- [۳۳] Leitner, K.H., Linzatti, M.S., Stowasser, R. and Wagner, K. (2005), "Data envelopment analysis as method for evaluating intellectual capital", *Journal of Intellectual Capital*, Vol. 6 No. 4, pp. 528-43.

- [۳۴] وب سایت ستاد ویژه توسعه فناوری نانو، دسترسی در تاریخ ۱۳۸۹/۰۱/۲۰، www.nano.ir.
- [۳۵] وب سایت سازمان سنجش آموزش کشور، دسترسی در تاریخ ۱۳۸۹/۰۱/۲۵، www.sanjesh.org.
- [۳۶] وب سایت وزارت علوم تحقیقات و فناوری کشور، دسترسی در تاریخ ۱۳۸۹/۰۱/۲۶، www.msrt.ir.
- [۳۷] وب سایت مجلس شورای اسلامی، دسترسی در تاریخ ۱۳۸۹/۰۲/۲۸، www.majlis.ir.