دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۹/۲۴
پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۶/۱۱

فصلنامهٔ مدیریت نظامی
سال هفدهم، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۶
ص‌ص ۱۴۱-۱۶۷

ارزیابی عملکرد پژوهشی یک دانشگاه دولتی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای

حمید رضا قمی[۱]، دکتر مرتضی رحمانی[۲]، دکتر مرتضی خاکزار[۳]

چکیده

مراکز آموزش عالی، دارای نقشی راهبردی در توسعهٔ توانمندی‌های جامعه هستند و بررسی عملکرد آن‌ها در ابعاد مختلف، همواره موردتوجه مدیران ذی‌ربط بوده است. هدف از این تحقیق، ارزیابی عملکرد پژوهشی یک دانشگاه دولتی از طریق دانشکده‌های تابعه آن و با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای است؛ بدین منظور، مجموعه‌ای از شاخص‌های پژوهشی معتبر، از ادبیات موجود و نظر خبرگان تهیه و پس از شناسایی شاخص‌های در دسترس دانشگاه، مورد انتخاب قرار گرفته و جهت ترکیب و نیل به شاخص‌های کلان، به‌وسیلهٔ فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، موزون شدند؛ پس‌ازآن، با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای، داده‌های مرتبط با شاخص‌های کلان در دانشکده‌های تابعه دانشگاه، مورد ارزیابی قرار گرفتند. پژوهش حاضر ماهیتی توصیفی داشته، از نظر هدف کاربردی و به لحاظ روش تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، کمّی است. با توجه به ورودی‌ها و خروجی‌های مورد استفاده در پژوهش، نتایج حاصله حاکی از فقدان کارایی نسبی دو دانشکده این دانشگاه است؛ هم‌چنین دانشگاه موردمطالعه به لحاظ پژوهشی در سطح کارا ارزیابی نمی‌شود؛ این یافته بیانگر ضرورت توجه جدّی به تقویت منابع و بسترهای لازم برای رشد فعالیت های پژوهشی در دانشگاه مورد مطالعه می‌باشد.

واژگان کلیدی: ارزیابی عملکرد پژوهشی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

---

۱. دانشجوی دکتری مهندسی صنایع، پژوهشکده توسعه تکنولوژی جهاد دانشگاهی صنعتی شریف
۲. استاد مهندسی صنایع، پژوهشکده توسعه تکنولوژی جهاد دانشگاهی صنعتی شریف، (نویسنده مسئول)
rahmanimr@yahoo.com✉
۳. استادیار مهندسی صنایع، پژوهشکده توسعه تکنولوژی جهاد دانشگاهی صنعتی شریف

مقدمه

ارزیابی عملکرد اثربخش، می‌تواند مزایای فراوانی در بهبود فرآیندهای مختلف دانشگاه‌ها داشته باشد (هادی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۵). اغلب، عملکرد را به‌عنوان «خروجی» و دستیابی به اهداف کمّی تعریف می‌کنند (آرمسترانگ[1]، ۲۰۰۶). به‌منظور ارزیابی عملکرد سازمان‌ها، از معیارهای متعددی استفاده می‌شود؛ معیارهایی همچون اثربخشی[2]، کارایی[3]، بهره‌وری[4]، کیفیت زندگی شغلی، خلاقیت و نوآوری از این دسته‌اند (موکزم[5]، ۲۰۰۹). با توجه به نوع داده‌های در دسترس این پژوهش، معیار «کارایی» موردتوجه قرارگرفته است. بنا به تعریف، نسبت خروجی به ورودی هر سازمان را کارایی آن سازمان گویند (عسکری و چرخ‌کار، ۱۳۹۴).

مراکز آموزش عالی، دارای نقشی راهبردی در آموزش نیروهای تخصصی مورد نیاز جامعه هستند و نتایج عملکرد آن‌ها، نقش حیاتی در نیل به اهداف عالی یک جامعه دارد؛ ازاین‌رو پایش عملکرد آن‌ها بر اساس الگوهای نوین ارزیابی، همواره موردتوجه مسئولین این مجموعه‌هاست (رشیدزاده، ۱۳۹۱). این ارزیابی، در ابعاد مختلف آموزشی، پژوهشی، فرهنگی، دانشجویی، تربیتی و ... انجام می‌پذیرد. در این میان، عملکرد پژوهشی، از موضوعات بسیار مهم و کلیدی در ارزیابی عملکرد دانشگاه‌ها محسوب می‌گردد (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۰).

نظر به لزوم سنجش عملکرد پژوهشی در دانشگاه‌ها و هم‌چنین شناسایی شاخص‌های جامع‌ومانع برای این ارزیابی، پرداختن به طراحی شاخص‌های عملکرد پژوهشی و ارائه روشی برای ارزیابی عملکرد آن، به‌عنوان مسئله تحقیق، موردتوجه قرارگرفته است؛ عدم توجه به سنجش عملکرد پژوهشی، منجر به بروز تصور ذهنی اشتباه در تصمیم‌سازان و تصمیم‌گیران ذی‌ربط گردیده و به هدف‌گذاری نامناسب در حوزه موردمطالعه می‌انجامد؛ بنابراین سؤال اصلی تحقیق پیش‌رو اینست که عملکرد پژوهشی دانشکده‌ها و کل دانشگاه موردمطالعه در چه سطحی است؟ برای پاسخ به این پرسش، بایستی شاخص‌های عملکرد پژوهشی در دانشگاه مورد مطالعه احصاء گردیده و داده‌های موردنیاز هر شاخص به دست آید، تا با به‌کارگیری

1. Armstrong
2. Effectiveness
3. Efficiency
4. Productivity
5. Moxham

روشی مناسب، امکان تجزیه‌وتحلیل داده‌ها فراهم و پاسخ درخوری برای پرسش اصلی تحقیق ارائه شود.

ادبیات و پیشینهٔ تحقیق

سازمان‌ها بایستی پیوسته بهبود عملکرد خود را مدنظر قرار داده و سیستم ارزیابی عملکرد مناسبی را برای شناسایی مشکلات و عارضه‌یابی داشته باشند (جیوتی[1] و همکاران، ۲۰۰۶). نظام ارزیابی عملکرد مناسب، می‌تواند شایستگی‌ها را در جهت پیشرفت یک سازمان، به‌صورت مناسب بکار گیرد (هاگن[2] و همکاران، ۲۰۰۶). ارزیابی عملکرد، در نظام‌های آموزش عالی یکی از عناصر اصلی محسوب می‌شود (خنجرخانی و مرعشی، ۱۳۹۴).

ارزیابی هر فرآیند یا سازمان، مستلزم داشتن معیارها[3] یا شاخص‌هایی[4] است که بتوان بدان وسیله، عملکرد را سنجید (اولیاء و همکاران، ۱۳۸۹). شاخص‌ها، مجموعه‌ای از آماره‌ها و نشانگرهای کمی و کیفی‌اند که وضعیت عوامل و مؤلفه‌ها و اجزای یک فرآیند یا نظام را در ارتباط با محیط، قابل اندازه‌گیری و بررسی می‌نمایند و بر مبنای آن‌ها می‌توان به ارزشیابی و قضاوت مبادرت ورزید (فراستخواه، ۱۳۹۵). به وسیله شاخص‌ها، حجم عظیم داده‌های جمع‌آوری شده در سازمان‌ها «تقطیر» می‌شود (فرانسزچینی[5] و همکاران،۲۰۰۷). شاخص‌های پژوهشی در دانشگاه‌ها، بخش مهم و جدایی‌ناپذیر ارزیابی عملکرد آموزش عالی به شمار می‌روند. در سطح ملی و بین‌المللی، مطالعات وسیعی پیرامون تدوین و ارائه شاخص‌های عملکرد پژوهشی و به تبع آن، ارزیابی مراکز علمی صورت پذیرفته است. در سطح ملی، می‌توان به شاخص‌های پژوهشی شورای عالی انقلاب فرهنگی (۱۳۸۴)، مطالعات مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی (شفیعا، ۱۳۸۰؛ فراستخواه، ۱۳۹۵)، پژوهش‌های وزارت علوم، تحقیقات و فناوری (دفتر نظارت و ارزیابی آموزش عالی، ۱۳۸۰؛ دفتر حمایت و پشتیبانی پژوهش و فناوری، ۱۳۹۶) و در سطح بین‌المللی نیز به نظام‌های رتبه‌بندی دانشگاه‌ها که بخش اعظمی از ارزیابی دانشگاه‌ها را به فعالیت‌های پژوهشی دانشگاه‌ها معطوف نموده‌اند

1. Jyoti
2. Hagan
3. Criteria
4. Index
5. Franceschini

(خسروجردی و زراعت‌کار، ۱۳۹۱) و مطالعات یونسکو (مک و واندرلی[1]، ۲۰۰۵) به عنوان نمونه اشاره نمود. مهم‌ترین شاخص‌های پژوهشی احصاء شده از منابع مذکور در جدول ۱ ارائه گردیده‌اند:

جدول ۱: پر تکرارترین شاخص‌های ورودی و خروجی مورد استفاده در ارزیابی عملکرد پژوهشی دانشگاه‌ها

نوع	عنوان شاخص
ورودی	تعداد اعضای هیئت علمی؛ تعداد شاغلان تحقیقاتی؛ میزان اعتبارات تحقیقاتی؛ دسترسی به بانک‌های اطلاعاتی؛ وضعیت فضای فیزیکی؛ تعداد مدارک علمی موجود در کتابخانه
خروجی	تعداد طرح‌های تحقیقاتی؛ تعداد مقالات منتشر شده در مجلات فارسی و خارجی؛ تعداد مقالات همایشی؛ تعداد پایان‌نامه‌های پژوهشی؛ تعداد اختراعات و اکتشافات ثبت شده؛ تعداد تفاهم‌نامه‌های تحقیقاتی؛ میزان همکاری محققین با محققین خارجی سازمان و بین المللی؛ میزان راهنمایی یا مشاوره پایان‌نامه‌های تحصیلات تکمیلی؛ تعداد کارگاه‌ها و همایش‌های علمی؛ تعداد جوایز، مدال‌ها و افتخارات؛ تعداد آثار منتشر شده (کتاب و ...)؛ میزان تأثیر (h-index)؛ وضعیت نوآوری در تحقیقات؛ تعداد فرصت مطالعاتی؛ میزان کارایی نظام اطلاع‌رسانی دانشگاه

پس از انتخاب شاخص‌های مناسب، نیازمند روش مناسب ارزیابی هستیم؛ در ده‌های گذشته، روش‌های متنوعی برای طرح‌ریزی برنامه‌های ارزیابی عملکرد ارائه‌شده و مطالعات وسیعی نیز در زمینهٔ اثربخشی هر یک از این روش‌ها به‌عمل‌آمده است؛ به لحاظ نظری، مهم‌ترین دلایل عدم موفقیت برنامه‌های ارزیابی، به روش‌های اندازه‌گیری و استفاده از شیوه‌های ذهنی ارزیابی‌کنندگان برمی‌گردد و پیشنهاد برخی از محققان برای رهایی از این نقیصه، استفاده از روش‌های تلفیقی بر پایه مباحث ریاضی است. (اسفندیار و همکاران، ۱۳۹۰). تحلیل پوششی داده‌ها، رویکردی مطرح برای ارزیابی عملکرد مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری[2] مشابه با چند ورودی و چند خروجی مختلف است (خووینی[3] و همکاران، ۲۰۱۷). این روش، دامنه گسترده‌ای از مدل‌های بهینه‌سازی ریاضی است که با به دست آوردن اوزان متغیرهای ورودی و خروجی هر واحد، کارایی نسبی آن را محاسبه می‌کند (حاجیها و قیلاوی، ۱۳۹۱). روش مذکور، نسبت به برخی دیگر از روش‌های ارزیابی عملکرد، نظیر

1. Meek & van der Lee
2. DMU (Design Making Unit)
3. Khoveyni

رویکردهای ترسیمی، کارت امتیازی متوازن، تحلیل سلسله مراتبی، تحلیل نسبت تک یا چند متغیره، روش‌های آماری، مدل‌های شبکهٔ عصبی برتری دارد (انواری رستمی و همکاران، ۱۳۹۵). ارزیابی عملکرد در مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های مرسوم، بدون توجه به زیربخش‌ها یا زیرفرآیندها انجام می‌گیرد و به دلیل ارائه ارزیابی کلی، امکان ارزیابی بخش‌های جزئی‌تر فراهم نمی‌شود؛ برای رفع این نقیصه، مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای توسعه یافتند؛ این مدل‌ها، با فراهم‌آوری ارزیابی بخش‌های جزئی‌تر، امکان ارزیابی بخش‌ها یا زیرفرآیندهای واحد مورد ارزیابی را فراهم می‌آورند که در ادامه مقاله به آن اشاره خواهد شد.

در ادامه، منتخبی از خلاصه تحقیقات خارجی و داخلی انجام پذیرفته در رابطه با ارزیابی عملکرد پژوهشی دانشگاه‌ها به همراه ورودی‌ها و خروجی‌های مورد استفاده، در قالب جدول ۲ ارائه‌شده است.

جدول ۲: شاخص‌های ورودی و خروجی مورد استفاده محققان در ارزیابی عملکرد پژوهشی دانشگاه‌ها

ردیف	عنوان تحقیق	محققان	سال	شاخص‌های ورودی	شاخص‌های خروجی
۱	بررسی کارایی فنی و مقیاس (پژوهشی) دانشگاه‌های استرالیا از طریق تحلیل پوششی داده‌ها	اوکران[1]	۲۰۰۱	تعداد کارکنان تمام وقت دانشگاه؛ تعداد کارکنان پاره وقت	تعداد دانش‌آموختگان تحصیلات تکمیلی؛ نرخ تحقیقات؛ نرخ اشتغال تمام‌وقت دانش‌آموختگان؛ میزان شهریه دانشجویان خارجی
۲	بررسی مقایسه‌ای کارایی پژوهشی دانشگاه‌های وابسته به وزارت علوم چین	لو و لیو[2]	۲۰۰۶	تعداد پژوهشگر؛ تعداد دستیار تحقیق؛ میزان بودجه پژوهشی دولت؛ میزان سایر منابع مالی پژوهشی	تعداد پروژه‌های R & D؛ برنامه‌های کاربردی تحقیق و توسعه و پروژه‌های علم و فناوری؛ مونوگراف‌ها؛ تعداد مقالات منتشر شده در مجلات بین‌المللی؛ تعداد

1. Avkiran
2. Lu & Liu

ردیف	عنوان تحقیق	محققان	سال	شاخص‌های ورودی	شاخص‌های خروجی
					مقالات منتشر شده در مجلات داخلی؛ تعداد جوایز علمی؛ تعداد دستاوردهای تحقیقاتی معتبر؛ تعداد اختراعات؛ میزان درآمد حاصل از انتقال فناوری
۳	تحلیل کارایی پژوهشی در دانشگاه‌های کلیدی چینی	تیان و میاو[1]	۲۰۰۶	تعداد کارکنان حوزه پژوهشی؛ میزان هزینه‌های تحقیق و توسعه در سال جاری	مونوگراف‌ها؛ تعداد مقالات منتشر شده در مجلات بین‌المللی؛ تعداد مقالات منتشر شده در مجلات داخلی؛ تعداد دستاوردهای تحقیقاتی معتبر؛ درآمد حاصل از انتقال تکنولوژی؛ تعداد ثبت اختراعات
۱.	اندازه‌گیری بهره‌وری پژوهشی دانشگاه‌های ایتالیا با استفاده از یک روش بیومتریک ناپارامتری	ابرامو۲ و همکاران	۲۰۰۸	تعداد کارکنان حوزه پژوهش؛ میزان اعتبارات	کمیت انتشارات؛ کیفیت انتشارات؛ سطح سهم علمی نشریات علمی
۲.	تجزیه و تحلیل کارایی بخش‌های	کائو و هانگ۳	۲۰۰۸	تعداد اساتید، تعداد کارکنان، هزینه‌های عملیاتی هر دانشکده	کل پژوهانه، انتشارات شامل تعداد مقالات، کتب و رساله‌ها

1. Tian & Miao
2. Abramo
3. Kao & Hung

ردیف	عنوان تحقیق	محققان	سال	شاخص‌های ورودی	شاخص‌های خروجی
	دانشگاه: یک مطالعه تجربی			(کارکنان پاره‌وقت، تلفن و ....)، سرانه فضای کالبدی دانشکده	
۳.	کارایی نسبی ۱۰۹ واحد دانشگاهی چین در زمینهٔ پژوهش	جونز و یو	۲۰۰۸	نسبت کارکنان تمام‌وقت به دانشجویان، نسبت تعداد اساتید با مدرک دانشیاری یا بالاتر به تعداد کارکنان، تعداد دانشجویان تحصیلات تکمیلی	شهرت دانشگاه، تعداد کل انتشارات، میزان انتشارات پژوهشی و تعداد استناد
۴.	رویکرد تحلیل پوششی داده‌های دو سطحی در ارزیابی پژوهشی	منگ[1] و همکاران	۲۰۰۸	تعداد کارکنان؛ سطح امکانات؛ هزینه‌های پژوهشی	خروجی‌های مستقیم پژوهشی؛ گرنت تحقیقاتی خارجی؛ تربیت دانشمند
۵.	ارزیابی بازده نسبی ورودی- خروجی تحقیقات در موسسات آموزش عالی در چین	هو[2]	۲۰۰۹	کارکنان آموزش و پژوهش؛ کارکنان تحقیق و توسعه؛ هزینه‌های علم و فناوری در سال جاری؛ هزینه‌های پروژه‌های تحقیقاتی در سال جاری	مونوگراف‌ها؛ تعداد مقالات علمی؛ درآمد حاصل از انتقال تکنولوژی در سال جاری؛ تعداد جوایز سطح ملی

1. Meng
2. Xu

ردیف	عنوان تحقیق	محققان	سال	شاخص‌های ورودی	شاخص‌های خروجی
۶	تحلیلی تجربی بر کارایی پژوهشی دانشگاه‌های استانی چین	لی و رن[1]	۲۰۰۹	میزان بودجه آموزشی؛ میزان بودجه پژوهشی؛ تعداد کارکنان آموزش و پژوهش	تعداد اختراع ثبت شده؛ درآمد حاصل از انتقال تکنولوژی؛ مونوگراف‌ها؛ تعداد مقالات علمی؛ درآمد حاصل از اختراعات؛ تعداد جوایز ملی
	پژوهشی در زمینه بهره‌وری علم و فناوری در دانشگاه‌های چین بر اساس DEA	لیو[2]	۲۰۰۹	کارکنان تمام وقت حوزه تحقیق و توسعه؛ تعداد دانشمندان و مهندسین؛ هزینه های علم و فناوری در سال جاری	دستاوردهای مستقیم پژوهشی (مانند مقالات، اختراعات و ...)؛ تعداد جوایز علمی؛ دستاوردهای تحقیق غیر مستقیم (مانند درآمد انتقال تکنولوژی در سال جاری)
	ارزیابی کارایی پژوهشی دانشگاه‌های چینی بر اساس DEA	ها و هی[3]	۲۰۱۱	تعداد کارکنان تحقیق و توسعه؛ میزان کمک‌های پژوهشی	مونوگراف‌ها؛ تعداد مجلات علمی؛ تعداد جوایز علمی؛ میزان درآمد حاصل از انتقال تکنولوژی
	ارزیابی کارایی دانشگاه‌ها با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها	تساکای[4] و همکاران	۲۰۱۱	بودجه دانشگاه؛ تعداد پژوهشگران؛ سطح علمی پژوهشگران؛ تعداد دانشجویان پژوهش‌گر؛ اعتبار	تعداد دانش‌آموختگان پژوهش‌محور؛ تعداد مقالات منتشر شده؛ تعداد جوایز علمی؛ تعداد ایده‌ها

1. Li & Ren
2. Luo
3. Hu & He
4. Tse Kuah

ردیف	عنوان تحقیق	محققان	سال	شاخص‌های ورودی	شاخص‌های خروجی
				پژوهشی تخصیص یافته	
	سنجش بهره‌وری در مؤسسه آموزش عالی شهرستان سیرجان با استفاده از DEA و شاخص بهره‌وری عوامل کل مالم کوئیست	یزدی و احمدی	۱۳۹۰	تعداد کادر علمی، تعداد دروس ارایه شده، تعداد کتب موجود، تعداد آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌های در حال بهره برداری	تعداد دانش‌آموختگان، تعداد مقالات و کتب و طرح‌های پژوهشی
	بررسی روند کارایی گروه‌های آموزشی دانشکده علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای	شجاعتی	۱۳۹۳	تعداد دانشجویان ثبت‌نام شده در هر سال، تعداد اعضای هیأت علمی هر گروه	تعداد دانش‌آموختگان، تعداد مقالات و طرح‌های پژوهشی خاتمه‌یافته در هر سال
	بررسی کارایی نسبی عملکرد پژوهشی واحدهای پژوهشی با استفاده از تحلیل پوششی	سلیمان پورو همکاران	۱۳۹۵	تعداد اعضای هیأت علمی	تعداد مقالات، گرنت جذب شده، تعداد کنفرانس‌های برگزار شده

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

ردیف	عنوان تحقیق	محققان	سال	شاخص‌های ورودی	شاخص‌های خروجی
	داده‌ها (مطالعهٔ موردی: دانشگاه ارومیه)				
	ارزیابی مانایی دانشکده‌های دانشگاه با استفاده تلفیق مدل سیستم مانا و تحلیل پوششی داده‌ها (مطالعه موردی: دانشگاه شهید بهشتی)	موتمنی و همکاران	۱۳۹۵	تعداد دانشجویان، تعداد اساتید، تعداد کتب کتابخانه	تعداد دانش‌آموختگان، مقالات و کتب چاپ شده

ارزیابی عملکرد دانشگاه‌ها با روش تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای نیز در سال‌های اخیر مورد توجه محققان قرار گرفته است؛ جدول ۳ به ارائه منتخبی از پژوهش‌های انجام پذیرفته با این روش می‌پردازد:

جدول ۳: تحقیقات مرتبط با ارزیابی عملکرد دانشگاه‌ها با روش تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای

ردیف	عنوان تحقیق	محققان	سال	تعداد Sub-DMU	نوع مدل
۱	تحلیل پوششی داده شبکه‌ای: مدلی برای ارزیابی کارایی و بهره‌وری در دانشگاه	محلاتی رایینی و حسین‌زاده سلجوقی[1]	۲۰۱۰	به تعداد دانشکده‌ها	موازی
۲	بررسی کارایی در تحلیل پوششی داده شبکه‌ای دو مرحله‌ای بازخوردی	لیانگ[2] و همکاران	۲۰۱۱	دو	سری

1. Mahallati Rayeni & Hosseinzadeh Saljooghi
2. Liang

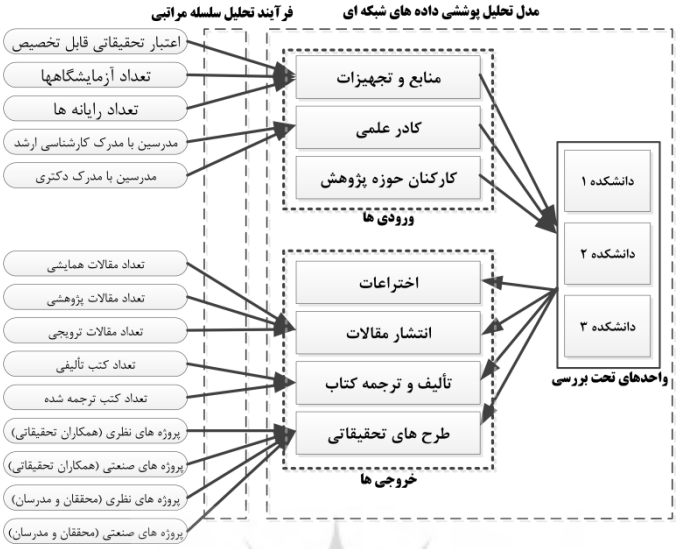
ردیف	عنوان تحقیق	محققان	سال	تعداد Sub-DMU	نوع مدل
۳	تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای: برنامه کاربردی برای تحلیل عملکرد دانشگاهی	صانعی منفرد و صافی	۲۰۱۳	دو	سری-موازی
۴	رویکرد برنامه‌ریزی چند هدفه برای ارزیابی فعالیت‌های علمی و پژوهشی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای	دسپوتیس۱ و همکاران	۲۰۱۵	دو	سری
۵	مثالی برای تحلیل پوشش داده شبکه ای، ارزیابی کارایی واحدهای اجرایی دانشگاه	چوداکوسکی۲	۲۰۱۵	سه	موازی-سری
۶	تحلیل پوششی داده‌ها برای اندازه‌گیری کارایی همکاری بین دانشگاه و صنعت: شواهدی از دانشگاه های چین	یو۳ و همکاران	۲۰۱۵	دو	موازی
۷	چارچوبی برای سنجش عملکرد دانشگاه‌ها با استفاده از ساختار گسترش یافته تحلیل پوششی داده شبکه‌ای	کاشیم۴ و همکاران	۲۰۱۵	ده	موازی
۸	تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای پویا برای ارزیابی بیمارستان‌های دانشگاهی	استلاد۵ و همکاران	۲۰۱۶	سه	سری-موازی
۹	مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای با ورودی کمی و کیفی، و کاربرد آن در تحلیل خدمات پژوهشی دانشگاه‌های استرالیا	لی و ورتینگتن۶	۲۰۱۶	دو	سری

1. Despotis
2. Chodakowska
3. Yu
4. Kashim
5. Stella de
6. Lee & Worthington

روش‌شناسی تحقیق

هدف از این تحقیق، ارزیابی عملکرد پژوهشی یک دانشگاه دولتی، از طریق سنجش کارایی پژوهشی دانشکده‌های تابعه این دانشگاه است. نظر به اینکه تحقیق حاضر با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای به ارزیابی پژوهشی واحدهای منتخب دانشگاه پرداخته و نهایتاً وضعیت موجود را نمایش می‌دهد، یک تحقیق کاربردی و به لحاظ ماهیت، توصیفی محسوب شده و از آن‌جایی که داده‌ها و ابزار بکار گرفته شده، کمّی می‌باشد؛ می‌توان گفت این تحقیق به لحاظ تجزیه و تحلیل داده‌ها، پژوهشی کمّی است. قلمرو زمانی این پژوهش بین سال‌های ۱۳۹۲ الی ۱۳۹۶ می‌باشد. در این تحقیق، ابتدا مجموعه‌ای از شاخص‌های پژوهشی معتبر، به روش کتابخانه‌ای و با استفاده از کتب، پایان‌نامه‌ها، مقالات و نظرات خبرگان تهیه و پس از شناسایی شاخص های در دسترس دانشگاه مورد انتخاب قرار گرفته و جهت ترکیب و نیل به شاخص‌های کلان، با همکاری ۱۳ نفر از خبرگان آشنا به حوزه پژوهشی دانشگاه که به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب گردیده بودند، به‌وسیلهٔ فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، وزن‌دهی شدند. مقادیر شاخص‌های ورودی و خروجی در اوزان به دست آمده ضرب و شاخص‌های هم‌جنس نیز با یکدیگر ترکیب و به عنوان ورودی‌ها و خروجی‌های مدل منتخب تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ایِ ورودی‌محور و خروجی‌محور مورد استفاده قرار گرفتند.

از نرم‌افزار Expert choice که ابزاری مناسب برای تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره بر اساس روش AHP می‌باشد جهت تحلیل پرسشنامه‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و از نرم‌افزار محاسبات ریاضی Maple که یک محیط محاسبهٔ عددی و هم‌چنین زبان برنامه‌نویسی برای حل مسائل ریاضی است، جهت تحلیل داده‌های مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای استفاده گردید. جامعه آماری تحقیق مشتمل بر ۳ دانشکده تابعه دانشگاه مورد مطالعه می‌باشد. شکل ۱ مدل کلی پژوهش را نشان می‌دهد.



شکل ۱: مدل کلی تحقیق

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[1]

اساس این روشِ تصمیم‌گیری، بر مقایسات زوجی نهفته است. تصمیم‌گیری با فراهم آوردن درخت سلسله مراتب تصمیم آغاز می‌شود. درخت سلسله مراتب تصمیم عوامل مورد مقایسه و گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان می‌دهد. سپس یک سری مقایسات زوجی انجام می‌گیرد. این مقایسات، وزن هر یک از فاکتورها را در راستای گزینه‌های رقیب مشخص می‌سازد؛ در نهایت منطق فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به گونه‌ای ماتریس‌های حاصل از مقایسات زوجی را با یکدیگر تلفیق می‌سازد تا تصمیم بهینه حاصل آید (همتی، المئی، ۱۳۹۳).

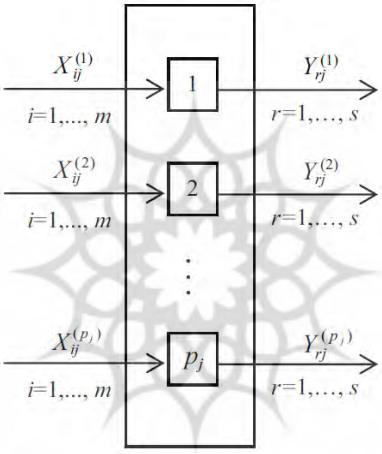
تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای[2]

تحلیل پوششی داده ها، به عنوان روشی مؤثر و فراگیر، برای ارزیابی مجموعه ای از واحدهای تصمیم‌گیری متشکل از چندین ورودی و خروجی شناخته می‌شود. در روش‌های معمول DEA، واحد تحت بررسی، به عنوان یک جعبه سیاه[3] محسوب می‌شود و بخش‌های مختلف

1.AHP: Analytic Hierarchy Process
2. Network data envelopment analysis
3. black box

درون سیستم مورد بررسی قرار نمی گیرند (کائو، ۲۰۱۴)؛ این در حالی است که برخی از واحدهای تصمیم‌گیری از چندین بخش یا مرحله تشکیل شده‌اند و یک شبکه از زیرفرآیندها را ایجاد می‌کنند و نتایج ارزیابی با روش‌های مرسوم DEA، ممکن است مانع تحلیل داده‌های زیربخش‌ها یا زیرفرآیندها و به دست آمدن اطلاعات مدیریتی با ارزش شود (خسروی و شاهرودی، ۱۳۹۳)؛ برای ارزیابی کارایی این نوع واحدها، بسته به نوع ساختار واحد تحت بررسی، از مدل‌های مختلف تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای استفاده می‌شود.

در تحقیق حاضر از مدل سیستم چند مؤلفه‌ای شبکه‌ای[1] (کائو، ۲۰۱۷)، استفاده شده است. ساختار عمومی مدل فوق مطابق شکل ۲ است:



شکل ۲: ساختار مدل چند مؤلفه‌ای شبکه‌ای (کائو، ۲۰۱۷)

همان‌طور که در شکل ۲ ملاحظه می‌شود، $DMU\ j$ دارای P_j بخش بوده و هر کدام از این بخش‌ها، دارای $X_i\ (i=1,\ldots,m)$ تا ورودی و $Y_r\ (r=1,\ldots,s)$ تا خروجی است. کل ورودی و خروجی بخش‌ها به صورت زیر می‌باشد:

$$X_{ij}=\sum_{k=1}^{P_j} X_{ij}^{(k)} \quad i=1,\ldots,m$$
$$Y_{rj}=\sum_{k=1}^{P_j} Y_{rj}^{(k)} \quad r=1,\ldots,s \qquad (۱)$$

این مدل خاص، با فرض یکسان بودن تعداد ورودی‌ها و خروجی‌ها در هر کدام از زیر

1. Multi-Component Systems

واحدهای تصمیم‌گیری[1]، امکان مقایسه بخش‌های با خروجی و ورودی مشابه و یکسان را فراهم می‌کند، صورت ریاضی ورودی‌محور بازده ثابت به مقیاس این مدل بدین شرح است:

$$E_0 = \max \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r\, Y_{r0}}{\sum_{i=1}^{m} v_i\, X_{i0}}$$
$$s.t:$$
$$\sum_{r=1}^{s} u_r\, Y_{rj}^{(k)} - \sum_{i=1}^{m} v_i\, X_{ij}^{(k)} \le 0,\ k = 1,..., P_j\ ,\ j = 1,..., n \qquad (۲)$$
$$u_r\ , v_i \ge \varepsilon \quad \forall r, i$$

در این مدل، تابع هدف به دنبال بیشینه کردن ضرایب وزنی تخصیص یافته به خروجی‌ها با توجه به ورودی‌ها می‌باشد، محدودیت این مدل نشان می‌دهد که مرز تولید[2] بر اساس بخش‌های تمام واحدهای تصمیم‌گیری ساخته شده است. $X_{ij}^{(k)}\ \ k = 1,..., P_j$، ورودی iام بخش kام از واحد jام و $Y_{rj}^{(k)}\ \ k = 1,..., P_j$، خروجی rام بخش kام از واحد jام می‌باشد؛ $v_i\ \ (i = 1,..., m)$ و $u_r\ \ (r = 1,..., s)$ به ترتیب ضرایب وزنی خروجی‌ها و ورودی‌ها و ε، عدد ارشمیدسی کوچک مثبت می‌باشد. پس از حل مسأله بهینه‌سازی ۲، داریم:

$$E_0 = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r^{*}\, Y_{r0}}{\sum_{i=1}^{m} v_i^{*}\, X_{i0}}$$
$$E_0^{(k)} = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r^{*}\, Y_{r0}^{(k)}}{\sum_{i=1}^{m} v_i^{*}\, X_{i0}^{(k)}},\ k = 1,..., p_0 \qquad (۳)$$

E_0، برابر کارایی کل سیستم؛ X_{i0}، ورودی iام واحد تحت بررسی؛ Y_{r0}، خروجی rام واحد تحت بررسی؛ u^{*} و v^{*}، به ترتیب ضرایب وزنی بهینه خروجی و ورودی بدست آمده از حل مساله بهینه‌سازی و $E_0^{(K)}$، کارایی بخش kام می‌باشد. از آن‌جایی که هر یک از بخش‌ها به صورت مستقل عمل نموده و ارتباطی نیز بین بخش‌ها در نظر گرفته نشده است؛ میانگین وزنی بخش‌ها برابر کارایی کل سیستم خواهد شد، که از جنبه ورودی یا خروجی‌محور نیز قابل تأیید است (کائو، ۲۰۱۷). رابطه ۴، ضریب وزنی بخش kام در مدل شبکه‌ای را محاسبه می‌نماید:

1. Sub-DMU
2. production frontier

$$\omega^{(k)} = \frac{\sum_{i=1}^{m} v_i^* X_{i0}^{(k)}}{\sum_{i=1}^{m} v_i^* X_{i0}} \qquad (۴)$$

میزان کارایی کل بخش‌ها، که کارایی کل سیستم نیز محسوب می‌شود، از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\begin{aligned}\sum_{k=1}^{p_0} \omega^{(k)} E_0^{(K)} &= \sum_{k=1}^{p_0} \left(\frac{\sum_{i=1}^{m} v_i^* X_{i0}^{(k)}}{\sum_{i=1}^{m} v_i^* X_{i0}} \times \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r^* Y_{r0}^{(k)}}{\sum_{i=1}^{m} v_i^* X_{i0}^{(k)}} \right) \\ &= \sum_{k=1}^{p_0} \left(\frac{\sum_{r=1}^{s} u_r^* Y_{r0}^{(k)}}{\sum_{i=1}^{m} v_i^* X_{i0}} \right) \\ &= \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r^* Y_{r0}}{\sum_{i=1}^{m} v_i^* X_{i0}}\end{aligned} \qquad (۵)$$

رابطه ۵ نشان می‌دهد که کارایی کل می‌تواند به میانگین حسابی اوزان بخش‌ها تجزیه شود. مدل ۲، می‌تواند به حالت خروجی‌محور نیز تبدیل شود؛ در این حالت تابع هدف به فرم زیر تبدیل شده و محدودیت‌ها تغییر نمی‌کنند.

$$\frac{1}{E_0} = \min \frac{\sum_{i=1}^{m} v_i X_{i0}}{\sum_{r=1}^{s} u_r Y_{r0}} \qquad (۶)$$

برای محاسبه وزن بخش kام در حالت خروجی‌محور نیز از رابطه ۷ استفاده خواهیم نمود:

$$\omega^{(k)} = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r^* Y_{r0}^{(k)}}{\sum_{r=1}^{s} u_r^* Y_{r0}} \qquad (۷)$$

بدیهی است در حالت خروجی‌محور، کارایی کل به صورت زیر خواهد بود:

$$\begin{aligned}\sum_{k=1}^{p_0} \omega^{(k)} \left(\frac{1}{E_0^{(K)}} \right) &= \sum_{k=1}^{p_0} \left(\frac{\sum_{r=1}^{s} u_r^* Y_{r0}^{(k)}}{\sum_{r=1}^{s} u_r^* Y_{r0}} \times \frac{\sum_{i=1}^{m} v_i^* X_{i0}^{(k)}}{\sum_{r=1}^{s} u_r^* Y_{r0}^{(k)}} \right) \\ &= \frac{\sum_{i=1}^{m} v_i^* X_{i0}}{\sum_{r=1}^{s} u_r^* Y_{r0}} \\ &= \frac{1}{E_0}\end{aligned} \qquad (۸)$$

در این مقاله، هر یک از بخش‌ها به عنوان دانشکده، و دانشگاه مورد مطالعه نیز به عنوان یک واحد تصمیم‌گیری در نظر گرفته شده است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این بخش، ابتدا نسبت به ارائه مقدار وزن‌های حاصل از تحلیل شاخص‌های ورودی و خروجی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی که از طریق تحلیل پرسشنامه مقایسات زوجی به دست آمده‌اند، پرداخته می‌شود (جدول ۴). وزن‌دهی شاخص‌ها، به منظور ترکیب شاخص‌های هم‌جنس و نیل به شاخص‌های کلان صورت پذیرفته است. مقادیر وزن‌های به دست آمده در مقادیر شاخص‌های ورودی و خروجی ضرب می‌شوند و شاخص‌های هم‌جنس با یکدیگر ترکیب شده و ترکیب موزون آن‌ها به عنوان ورودی‌ها و خروجی‌های تحلیل پوششی داده‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد (جداول ۵ تا ۱۰). در جداول ۱۱ و ۱۲، نتایج حل مدل سیستم چند مؤلفه‌ای شبکه‌ای ارائه شده است.

جدول ۴: اوزان شاخص‌های ورودی و خروجی مدل استخراجی از نرم‌افزار Expert Choice

شاخص ورودی	وزن	نرخ ناسازگاری	شاخص خروجی	وزن	نرخ ناسازگاری
اعتبار تحقیقاتی قابل	۰/۲۲۵		پروژه‌های نظری (همکاران	۰/۱۳۳	
تعداد آزمایشگاه‌ها	۰/۲۳		پروژه‌های صنعتی (همکاران	۰/۱۵۰	
تعداد رایانه‌ها	۰/۰۸۲		پروژه‌های نظری (محققان و	۰/۱۲۲	
مدرسان با مدرک	۰/۱۶۹		پروژه‌های صنعتی (محققان و	۰/۱۳۶	
مدرسان با مدرک دکتری	۰/۱۸۰	۰/۰۸	تعداد اختراعات	۰/۱۳۱	۰/۰۵
تعداد کارکنان حوزه پژوهش	۰/۱۱		تعداد کتب تألیفی	۰/۱۰۲	
			تعداد کتب ترجمه شده	۰/۰۷۰	
			تعداد مقالات همایشی	۰/۰۵۲	
			تعداد مقالات پژوهشی	۰/۰۶۳	
			تعداد مقالات ترویجی	۰/۰۴۱	

با توجه به نرخ ناسازگاری کمتر از ۰/۱، این وزن‌ها قابل استفاده بوده و مشکل عدم سازگاری ندارند. در ادامه، مقادیر شاخص‌ها با وزن‌های استخراج شده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ترکیب شده و به منظور کاهش تعداد شاخص‌های ورودی و خروجی و هم‌چنین قابل ادراک‌تر بودن جواب‌ها، شاخص‌های هم‌جنس مبتنی بر بررسی ادبیات با یکدیگر ترکیب شدند؛ در نهایت سه شاخص اصلی «منابع و تجهیزات»، «کادر آموزشی» و «کارکنان حوزه پژوهش» به عنوان شاخص‌های ورودی و چهار شاخص اصلی «طرح‌های تحقیقاتی»، «اختراعات»، «تألیف و ترجمه کتاب» و «انتشار مقالات» به عنوان شاخص‌های خروجی مدل در نظر گرفته شدند.

جدول ۵: مقادیر موزون نهایی شاخص‌های ورودی برای دانشکده ۱

شاخص	وزن	مقدار	شاخص	مقدار موزون
اعتبار تحقیقاتی قابل تخصیص	۰/۲۲۵	۱۳/۵	منابع و تجهیزات	۲۳/۷۷
تعداد آزمایشگاه‌ها	۰/۲۳	۲/۰۷		
تعداد رایانه‌ها	۰/۰۸۲	۸/۲		
مدرسان با مدرک	۰/۱۶۹	۷/۴۳۶	کادر آموزشی-	۷/۹۷۶
مدرسان با مدرک دکتری	۰/۱۸	۰/۵۴		
تعداد کارکنان حوزه پژوهش	۰/۱۱	۰/۲۲	تعداد کارکنان	۰/۲۲

جدول ۶: مقادیر موزون نهایی شاخص‌های ورودی برای دانشکده ۲

شاخص	وزن	مقدار	شاخص	مقدار موزون
اعتبار تحقیقاتی قابل	۰/۲۲۵	۱۳/۵	منابع و تجهیزات	۲۳/۵۴
تعداد آزمایشگاه‌ها	۰/۲۳	۱/۸۴		
تعداد رایانه‌ها	۰/۰۸۲	۸/۲		
مدرسان با مدرک	۰/۱۶۹	۱۰/۳۰۹	کادر آموزشی- پژوهشی	۱۱/۷۴۹
مدرسان با مدرک دکتری	۰/۱۸	۱/۴۴		
تعداد کارکنان حوزه پژوهش	۰/۱۱	۰/۲۲	تعداد کارکنان حوزه پژوهش	۰/۲۲

جدول ۷: مقادیر موزون نهایی شاخص‌های ورودی برای دانشکده ۳

شاخص	وزن	مقدار	شاخص	مقدار موزون
اعتبار تحقیقاتی قابل تخصیص	۰/۲۲۵	۱۳/۵	منابع و تجهیزات	۲۲/۳۹
تعداد آزمایشگاه‌ها	۰/۲۳	۰/۶۹		
تعداد رایانه‌ها	۰/۰۸۲	۸/۲		
مدرسان با مدرک کارشناسی‌ارشد	۰/۱۶۹	۸/۲۸۱	کادر آموزشی- پژوهشی	۹/۱۸۱
مدرسان با مدرک دکتری	۰/۱۸	۰/۹		
تعداد کارکنان حوزه پژوهش	۰/۱۱	۰/۲۲	تعداد کارکنان	۰/۲۲

جدول ۸: مقادیر موزون نهایی شاخص‌های خروجی برای دانشکده ۱

شاخص	وزن	مقدار موزون	شاخص نهایی	مقدار موزون
پروژه‌های نظری (همکاران تحقیقاتی)	۰/۱۳۳	۰/۹۳۱	طرح‌های تحقیقاتی	۲۲/۵۶۹
پروژه‌های صنعتی (همکاران تحقیقاتی)	۰/۱۵	۲۱		
پروژه‌های نظری (محققان و مدرسان)	۰/۱۲۲	۰/۳۶۶		
پروژه‌های صنعتی (محققان و مدرسان)	۰/۱۳۶	۰/۲۷۲		
تعداد اختراعات	۰/۱۳۱	۰/۶۵۵	اختراعات	۰/۶۵۵
تعداد کتب تألیفی	۰/۱۰۲	۴/۵۹	تألیف و ترجمه کتاب	۴/۸۷
تعداد کتب ترجمه شده	۰/۰۷	۰/۲۸		
تعداد مقالات همایشی	۰/۰۵۲	۵/۶۱۶	انتشار مقالات	۷/۵۷۳
تعداد مقالات پژوهشی	۰/۰۶۳	۱/۲۶		
تعداد مقالات ترویجی	۰/۰۴۱	۰/۶۹۷		

جدول ۹: مقادیر موزون نهایی شاخص‌های خروجی برای دانشکده ۲

شاخص	وزن	مقدار موزون	شاخص نهایی	مقدار موزون
پروژه‌های نظری (همکاران تحقیقاتی)	۰/۱۳۳	۸/۳۷۹	طرح‌های تحقیقاتی	۱۰/۹۱۱
پروژه‌های صنعتی (همکاران تحقیقاتی)	۰/۱۵	۱/۵		
پروژه‌های نظری (محققان و مدرسان)	۰/۱۲۲	۰/۴۸۸		
پروژه‌های صنعتی (محققان و مدرسان)	۰/۱۳۶	۰/۵۴۴		
تعداد اختراعات	۰/۱۳۱	۰/۵۲۴	اختراعات	۰/۵۲۴
تعداد کتب تألیفی	۰/۱۰۲	۳/۷۷۴	تألیف و ترجمه کتاب	۴/۵۴۴
تعداد کتب ترجمه شده	۰/۰۷	۰/۷۷		
تعداد مقالات همایشی	۰/۰۵۲	۸/۱۶۴	انتشار مقالات	۱۶/۳۲۴
تعداد مقالات پژوهشی	۰/۰۶۳	۶/۹۳		
تعداد مقالات ترویجی	۰/۰۴۱	۱/۲۳		

جدول ۱۰: مقادیر موزون نهایی شاخص‌های خروجی برای دانشکده ۳

شاخص	وزن	مقدار موزون	شاخص نهایی	مقدار موزون نهایی
پروژه‌های نظری (همکاران تحقیقاتی)	۰/۱۳۳	۸۱/۱۳۳	طرح‌های تحقیقاتی	۸۳/۵۷۳
پروژه‌های صنعتی (همکاران تحقیقاتی)	۰/۱۵	۰		
پروژه‌های نظری (محققان و مدرسان)	۰/۱۲۲	۲/۴۴		
پروژه‌های صنعتی (محققان و مدرسان)	۰/۱۳۶	۰		
تعداد اختراعات	۰/۱۳۱	۰/۳۹۳	اختراعات	۰/۳۹۳
تعداد کتب تألیفی	۰/۱۰۲	۵/۲۰۲	تألیف و ترجمه کتاب	۵/۳۴۲
تعداد کتب ترجمه شده	۰/۰۷	۰/۱۴		
تعداد مقالات همایشی	۰/۰۵۲	۱۱/۲۳۲	انتشار مقالات	۲۰/۰۸
تعداد مقالات پژوهشی	۰/۰۶۳	۶/۵۵۲		
تعداد مقالات ترویجی	۰/۰۴۱	۲/۲۹۶		

اگرچه روش تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای نیازی به نرمال‌سازی داده‌ها ندارد، ولی تحقیقات پیشین نشان دهنده این موضوع است که نرمال‌سازی داده‌ها، دقت جواب‌ها را بالاتر برده و نتایج را قابل استنادتر می‌کند (آذر و ترکاشوند، ۱۳۸۵). بنابراین مقادیر شاخص‌های نهایی ورودی و خروجی با استفاده از رابطه ۹، نرمال شدند. برای نرمال‌سازی داده‌ها در این مقاله، هر یک از شاخص‌های ورودی (خروجی) بر مجموع شاخص‌های هم‌نام در ورودی (خروجی) هر کدام از بخش‌ها (دانشکده‌ها) تقسیم شدند.

$$A_i = \frac{a_i}{\sum_{i=1}^{n} a_i} \qquad (۹)$$

در رابطه بالا، A_i مقدار نرمال شدهٔ شاخص، a_i مقدار عددی شاخص و $\sum_{i=1}^{n} a_i$ مجموع عددی شاخص‌های هم‌نام در ورودی (خروجی) هر کدام از بخش‌ها (دانشکده‌ها) است.

در مرحله بعدی داده‌های نرمال‌شدهٔ نهایی، در مدل سیستم چند مؤلفه‌ای شبکه‌ای وارد شده و به کمک نرم‌افزار Maple مورد تحلیل قرار می‌گیرند. نتایج حاصل از تحلیل این داده‌ها به‌شرح جداول ۱۱ و ۱۲ ارائه شده است.

جدول ۱۱: نتایج حل مدل شبکه‌ای و کارایی دانشکده‌ها

دانشکده تحت ارزیابی	ورودی‌محور		خروجی‌محور	
	$\omega^{(k)}$	$E_0^{(k)}$	$\omega^{(k)}$	$E_0^{(k)}$
۱	۰/۳۳	۰/۹۹	/۳۳ ۰	۰/۹۹
۲	۰/۳۳	۰/۹۸	/۳۳ ۰	۰/۹۷
۳	۰/۳۲	۱	/۳۲ ۰	۱

جدول ۱۱، وزن محاسبه شده ($\omega^{(k)}$) و میزان کارایی ($E_0^{(k)}$) هر دانشکده را در دو حالت ورودی و خروجی‌محور نشان می‌دهد. با توجه به اوزان به دست آمده، ارزش هر دانشکده از منظر مدل، نسبتاً یکسان به دست آمده و میان تحلیل هر دو مدل ورودی و خروجی‌محور نیز تفاوت محسوسی مشاهده نگردید. نظر به این‌که میزان کارایی واحدهای کارا بایستی برابر یک

باشد تا این قبیل واحدها بر روی مرز کارایی قرار گیرند، ملاحظه می‌شود که دانشکده سوم به این میزان از کارایی دست یافته و سایر دانشکده‌ها از منظر پژوهشی کارا نگردیده‌اند.

جدول ۱۲: نتایج حل مدل شبکه‌ای و کارایی دانشگاه

نوع مدل	v_1^*	v_2^*	v_3^*	u_1^*	u_2^*	u_3^*	u_4^*	E_0
ورودی‌محور	۲/۷۷	۰	۱	۰	۲/۰۲	۰/۸۵	۰/۸۹	۰/۹۸
خروجی‌محور	۲/۷۷	۰	۱	۰	۲/۰۲	۰/۸۵	۰/۸۹	۰/۹۸

جدول ۱۲، ضرایب وزنی بهینه ورودی و خروجی و هم‌چنین کارایی پژوهشی کل دانشگاه را در دو حالت ورودی‌محور و خروجی‌محور ارائه می‌دهد. بیش‌تر بودن میزان ضرایب وزنی شاخص‌های ورودی (v^*ها)، نشان‌دهنده ضرورت اهمیت بیشتر به شاخص مربوطه و کم‌تر بودن میزان ضرایب وزنی شاخص‌های خروجی (u^*ها)، نشان‌دهنده ضرورت اهمیت بیش‌تر به شاخص خروجی مربوطه می‌باشد. در این جدول با توجه به مفهوم کارایی، از منظر پژوهشی شاهد ناکارایی پژوهشی دانشگاه مورد مطالعه در هر دو مدل ورودی و خروجی‌محور (۰/۹۸) می‌باشیم. برای نیل به کارایی از منظر مدل ورودی‌محور، بایستی ساز و کاری پیش‌بینی شود تا به جذب منابع بیشتر و ارتقاء ورودی‌های مدل بیانجامد و برای نیل به کارایی پژوهشی از منظر خروجی‌محور، بایستی سیاست‌های حوزه پژوهشی دانشگاه معطوف به افزایش مشوق‌های پژوهشی جهت رشد فعالیت‌های پژوهشی گردد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادهای آتی

نتایج حاصل بیان‌گر آن است که با توجه به مقدورات موجود، به لحاظ ورودی و خروجی محور، دانشکده‌های شماره یک و دو، پائین‌تر از سطح کارا قرار دارند. با توجه به اطلاعات به دست آمده، دانشکده سوم نسبت به سایر دانشکده‌ها توانسته است در سطح کارای پژوهشی قرار گیرد. بنابراین می‌توان عملکرد دانشکده مذکور را در دوره ارزیابی، برای دو دانشکدهٔ دیگر قابل الگوبرداری دانست.

تحلیل پوششی داده‌ها، بهترین مقادیر وزنی را نیز برای ورودی‌ها و خروجی‌ها تعیین می‌کند؛ این مقادیر نشان می‌دهد که با چه اولویتی از شاخص‌ها می‌توان به حداکثر کارایی دست یافت و آن را حفظ کرد. طبق مقادیر بدست آمده از این مدل در جدول ۱۲، نسبتی که

دانشگاه باید طبق آن به ورودی و خروجی‌های خود اهمیت دهد مشخص شده است. در بخش ورودی‌ها، دانشگاه باید در وحله اول بر میزان بودجه و اعتبارات پژوهشی و توسعه زیرساخت‌های پژوهشی، در اولویت دوم به تقویت افزایش کارکنان حوزۀ پژوهش متمرکز شود. در بعد شاخص‌های خروجی، دانشگاه باید در وحله اول به سیاست‌گذاری لازم برای افزایش تعداد اختراعات بپردازد و در اولویت دوم، به حمایت از انتشارات مقالات علمی مدرسان اهتمام ورزد و در اولویت سوم، اقدامات لازم را برای تقویت کمی و کیفی حوزه نشر معمول دارد. ضریب بالا در شاخص طرح‌های تحقیقاتی نشان‌دهندۀ وضعیت مناسب این شاخص نسبت به سایر خروجی‌هاست.

عملکرد پژوهشی دانشگاه موردمطالعه با توجه به مقدورات موجود، در سطح کارا ارزیابی نمی‌شود؛ به عبارتی از منظر مدل خروجی‌محور، با توجه به امکانات و برنامه‌های فعلی، سطح فعالیت‌های پژوهشی دانشگاه قابل قبول نیست و از منظر ورودی‌محور نیز شاهد ناکافی بودن منابع تخصیص یافته در حوزه پژوهشی می‌باشیم. چنانچه مسئولین مربوطه در حوزۀ پژوهشی، انتظار بیشتری از دانشگاه دارند، بایستی به تقویت منابع و بسترهای لازم برای رشد فعالیت‌های پژوهشی در دانشگاه مورد مطالعه اهتمام ورزند و ضمن تخصیص منابع و امکانات بیشتر به این حوزه، مشوق‌های لازم را برای رشد فعالیت‌های پژوهشی بکار گیرند.

با توجه به یافته‌های تحقیق، پیشنهاد می‌شود برای پژوهش‌های آتی، از پنجره‌های زمانی[1] نیز در ارزیابی کارایی واحدهای منتخب دانشگاه استفاده نمود؛ در این حالت، امکان مقایسه عملکرد به صورت دوره‌ای فراهم می‌گردد. هم‌چنین ارزیابی کارایی سایر فعالیت‌های دانشگاه در قالب مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای، امکان دورنمایی از عملکرد کلی دانشگاه را در حوزه‌های مختلف فراهم می‌سازد.

فهرست منابع

ابراهیمی، علیرضا؛ ساعتی، صابر و رئیسی، صدیق (۱۳۹۰). ارزیابی عملکرد پژوهشی اساتید با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها، کاربردی در دانشکده صنایع دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران

1. Time Windows

جنوب. *فصلنامه تحقیق در عملیات در کاربردهای آن (ریاضیات کاربردی)*، ۸(۲): ۷۱-۸۰.

اسفندیار، محمد؛ فلاح‌جلودار، مهدی و درویش‌متولی، محمد حسین (۱۳۹۰). طراحی مدل تلفیقی برای ارزیابی عملکرد کارکنان دانشگاه‌ها با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و مجموعه‌های فازی (مطالعه موردی). *فصلنامه مدیریت*، ۸(۲۲): ۲۴-۳۵.

انواری رستمی، علی‌اصغر؛ کلاته‌رحمانی، راحله؛ آقایی، محمدعلی و آذر، عادل (۱۳۹۵). ارزیابی عملکرد شرکت با استفاده از نسبت‌های مالی: کاربردی از تحلیل پوششی داده بوت استرپ شده. *نشریه مهندسی صنایع و مدیریت شریف*، ۱-۳۲(۲/۱): ۱۰۱-۱۰۹.

اولیاء، محمدصالح. مدرسی، سیدناصر. بهجت، محسن و شهوازیان، سلاله. (۱۳۸۹). آشنایی با سیستم‌های ارزیابی عملکرد. تهران: انتشارات نص.

آذر، عادل و ترکاشوند، علیرضا (۱۳۸۵). ارزیابی عملکرد آموزشی و پژوهشی با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها: گروه‌های آموزشی دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس. *مدرس علوم انسانی*، ۱۰(۴۴): ۱-۲۴.

حاجیها، زهره و قیلاوی، منا (۱۳۹۱). استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها برای سنجش کارایی شرکت‌های تولیدی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل مبتنی بر گزارش‌گری مالی، فصلنامه علمی-پژوهشی مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۳(۱۲): ۱۱۱-۱۳۰.

خسروجردی، محمود و زراعت‌کار، ندا (۱۳۹۱). مروری بر نتایج هفت نظام رتبه‌بندی دانشگاه‌های جهان. *فصلنامه علمی-پژوهشی پردازش و مدیریت اطلاعات*. ۲۸(۱): ۷۱-۸۴.

خسروی، محمدرضا و شاهرودی، کامبیز (۱۳۹۳). کاربست مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای در سنجش کارایی بخش انتقال نیروی صنعت برق ایران. *نشریه مدیریت صنعتی*. ۶(۲): ۲۶۳-۲۸۲.

خنجرخانی، مسعود و مرعشی، سیدمنصور (۱۳۹۴). روایتی نو از ارزشیابی در عرصه آموزش بر اساس مبانی هرمنوتیک فلسفی. *فصلنامه علمی- پژوهشی آموزش در علوم انتظامی*، ۳(۱۱): ۶۱-۸۰.

دفتر حمایت و پشتیبانی پژوهش و فناوری (۱۳۹۶). عملکرد پژوهش و فناوری دانشگاه‌ها، مؤسسات پژوهشی و پارک‌های علم و فناوری در سال ۱۳۹۳. تهران: مرکز نشر دانشگاهی.

دفتر نظارت و ارزیابی آموزش عالی (۱۳۸۰). شاخص‌های نظارت و ارزیابی دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی و پژوهشی. وزارت علوم تحقیقات و فناوری.

رشیدزاده، فتح‌اله (۱۳۹۱). ارزیابی عملکرد دانش‌آموختگان دانشگاه افسری امام علی(ع). *فصلنامه علمی-پژوهشی مدیریت نظامی*، ۱۲(۴۵): ۱۱-۴۴.

سلیمان پور، مقصود؛ فولادی، سمیرا و جهانگشای رضایی، مصطفی (۱۳۹۵). بررسی کارایی نسبی عملکرد پژوهشی واحدهای پژوهشی با استفاده از تحلیل پوششی داده ها (مطالعه موردی: دانشگاه ارومیه)، تهران: کنفرانس بین‌المللی مهندسی صنایع و مدیریت.

شجاعتی، گلناز (۱۳۹۳). بررسی روند کارایی گروه‌های آموزشی دانشکده علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای، لاهیجان: ششمین کنفرانس بین‌المللی تحلیل پوششی داده‌ها.

شفیعا، محمدعلی (۱۳۸۰). شاخص‌های مناسب برای ارزیابی کیفیت عملکرد در آموزش عالی، تهران: مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی.

عسکری، علی و چرخکار، محمدجواد (۱۳۹۴). تعیین و ارزیابی شاخص‌های کارایی نسبی ادارات امور مالیاتی شهر و استان تهران با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها. *فصلنامه علمی-پژوهشی پژوهشنامه مالیات*، ۲۳(۲۷): ۳۵-۶۲.

فراستخواه، مقصود (۱۳۹۵). شاخص‌های آموزش عالی. تهران: انتشارات مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی.

موتمنی، علی‌رضا؛ عادلی، مجید و رحمانی، نغمه (۱۳۹۵). ارزیابی مانایی دانشکده‌های دانشگاه با استفاده تلفیق مدل سیستم مانا و تحلیل پوششی داده ها (مطالعه موردی: دانشگاه شهید بهشتی)، تهران: پنجمین کنفرانس بین‌المللی حسابداری و مدیریت و دومین کنفرانس کارآفرینی و نوآوری‌های باز.

هادی‌نژاد، فرهاد؛ احمدی، محمد و قاسمی، مهدی (۱۳۹۵). طراحی الگوی ارزیابی عملکرد دانشجویان با رویکرد بازخورد ۳۶۰ درجه (مورد مطالعه: ارزیابی عملکرد دانشجویان دانشگاه افسری امام علی(ع)). *فصلنامه علمی-پژوهشی مدیریت نظامی*، ۱۶(۶۳): ۱-۳۳.

همتی، مهناز و المئی، علی‌رضا (۱۳۹۳). ارزیابی عملکرد مراکز آموزش فنی حرفه‌ای استان گیلان با رویکرد کارت امتیازی متوازن و به‌روش تحلیل سلسله مراتبی، *نشریه علمی-پژوهشی مدیریت فردا*. ۱۳(۳۹): ۸۹-۱۰۰.

هیئت نظارت و ارزیابی فرهنگی و علمی شورای عالی انقلاب فرهنگی (۱۳۸۴). شاخص‌های ارزیابی آموزش عالی در جمهوری اسلامی ایران. تهران: شورای عالی انقلاب فرهنگی.

یزدی، الهام و احمدی، یوسف (۱۳۹۰). سنجش بهره‌وری مؤسسات آموزش عالی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها، *فصلنامه راهبردهای آموزش در علوم پزشکی*، ۴(۳): ۱۲۹-۱۳۶.

Abramo, G., D Angelo, C., & Pugini, F. (2008). The measurement of Italian

universities research productivity by a non parametric-bibliometric methodology. *Scientometrics*, *76*(2), 225˚244.

Armstrong, M. (2006). *Performance Management: Key Strategies and Practical Guidelines*. Great Britain: Kogan Page.

Avkiran, N. K. (2001). Investigating technical and scale efficiency of Australian universities through data envelopment analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, *35*, 57˚80.

Despotis, D. K., Koronakos, G., & Sotiros, D. (2015). A multi-objective programming approach to network DEA with an application to the assessment of the academic research activity. *Procedia Computer Science*, *55*, 370-379.

Franceschini, F., Galetto, M., Maisano, D. (2007). *Management by Measurement*. springer.

Hagan, C, M., konopaske, R., bernardin, H.J. (2006). Predicting assessment center performance with 360-degree, top-down, and customer-based competency assessments. *Human resource management*, *45*(3), 357-390.

Hu, Q., & He, W. (2011). Evaluation of scientific research efficiency of 985 program universities based on DEA. *Science & Technology Progress and Policy*, *28*(19), 135˚139.

Johnes, J., Yu, L. (2008). Measuring the research performance of Chinese higher education institutions using data envelopment analysis. *China Economic Review*, *19*(4), 679-696.

Jyoti, t., Banwet, D.K. & Deshmukh, S.G. (2006). Balanced scorecard for performance evaluation of R& D organization: A conceptual model. *Journal of Scientific & Industrial Research*, *65*(11), 879-886.

Kao, C. (2014). Network data envelopment analysis: A review. *European Journal of Operational Research*, *239*(1), 1-16.

Kao, C. (2017). Network Data Envelopment Analysis. Springer

Kao, C., Hung, H.T. (2008). Efficiency analysis of university departments: An empirical study. *Omega*, *36*(4), 653-664.

Kashim, R., Kasim, M. M., & Rahman, R. A. (2015). A framework for performance measurement in university using extended network data envelopment analysis (DEA) structures. *In AIP Conference Proceedings* 1691(1)

Khoveyni, M., Eslami, R. & Yang, G. (2017). Negative data in DEA: Recognizing congestion and specifying the least and the most congested decision making units. *Computers & Operations Research*, *79*, 39–48.

Lee, B. L., & Worthington, A. C. (2016). A network DEA quantity and quality-orientated production model: An application to Australian university research services. *Omega*, *60*, 26-33.

Li, Q. B., & Ren, Z. X. (2009). Empirical analysis on scientific research efficiency of Chinese provincial universities 2002˚2006: Based on the DEA model. *Journal of Shanxi University of Finance and Economics (Higher Education Edition)*, 1, 001.

Liang, L., Li, Z. Q., Cook, W. D., & Zhu, J. (2011). Data envelopment analysis efficiency in two-stage networks with feedback. *IIE Transactions*, *43*(5), 309-322.

Lu, G., & Liu, L. (2006). Comparative study on scientific research efficiency of universities affiliated with Ministry of Education in different regions. *Fudan Education Forum*, *4*(2), 55˚59.

Luo, H. (2009). Research on efficiency of science and technology system in China universities based on DEA. Dissertation. Soochow University.

Mahallati Rayeni, M., & Hosseinzadeh Saljooghi, F. (2010). Network data envelopment analysis model for estimating efficiency and productivity in universities. *Journal of Computer Science*, *6*(11), 1235-1240.

Meek, V. L., & van der Lee, J. J. (2005). Performance indicators for assessing and benchmarking research capacities in universities. *Background Paper prepared for the Global University Network for Innovation–Asia and the Pacific, UNESCO-Bangkok*.

Meng, W., Zhang, D., Qi, L., & Liu, W. (2008). Two-level DEA approaches in research evaluation. *Omega*, *36*(6), 950-957.

Monfared, M. A. S., & Safi, M. (2013). Network DEA: an application to analysis of academic performance. *Journal of Industrial Engineering International*, *9*(15), 1-10.

Moxham, C. (2009) Performance measurement: Examining the applicability of the existing body of knowledge to nonprofit organizations. *International Journal of Operations & Production Management*, *29*(7), 740-763.

Tian, D., & Miao, Y. (2006). Efficiency analysis on Chinese key universities: 2001˚2003. *Research in Higher Education of Engineering*, 4, 83˚86.

Xu, J. (2009). An Evaluation of relative input-output efficiency of research in higher education institutions in China: A data envelopment analysis. *Tsinghua Journal of Education*, *30*(2), 76˚80.

Yu, Y., Shi, Q. F., & Wu, J. (2015). Network DEA Approach for Measuring the Efficiency of University-Industry Collaboration Innovation: Evidence from China. *In ISSI*, 600-601.