مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، سال بیستم، شماره اول (پیاپی ۷۶)،بهار ۰۲، ص ص ۱۳۷-۱۱۷
شاپا ۷۲۸۶-۲۲۵۱

یک روش تلفیقی اندازه‌گیری کارایی دانشکاران سازمان بر مبنای مدل توانایی انسانی شانون و روش تحلیل پوششی داده‌ها (به همراه مطالعه موردی)

عباس افرازه[۱]، محمد علیمرادی[۲*]

۱- دانشیار، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌های مدیریت، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

۲- کارشناسی ارشد، مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌های مدیریت، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

رسید مقاله: ۲ تیر ۱۴۰۱
پذیرش مقاله: ۱۶ آبان ۱۴۰۱

چکیده

ارزیابی کارایی و رتبه‌بندی دانشکاران شاغل در سازمان‌ها و شرکت‌ها از گذشته، همواره به عنوان عملی چالش‌برانگیز و مهم محسوب شده است. هر دانشکار با توجه به دانش و توانایی‌های خود می‌تواند به سطوح عملکردی معینی دست یابد. در این مقاله روشی تلفیقی از دو مدل «تحلیل پوششی داده‌ها» و «اندازه‌گیری توانایی انسانی شانون» به عنوان یک ابزار رتبه‌بندی و لایه‌بندی برای پشتیبانی از ارزیابی کارایی دانشکاران در مقایسه نسبی با یکدیگر جهت تصمیم‌گیری هرچه بهتر، به‌کار گرفته شده است. در این روش تلفیقی در مرحله اول، جهت اندازه‌گیری دانش دانشکاران، مدل اندازه‌گیری توانایی انسانی شانون به‌کارگرفته شده است. در گام دوم با به‌کارگیری نتایج مرحله اول و روش تحلیل پوششی داده‌ها و ابزارهایی چون بوت‌استرپ، کارایی دانشکاران محاسبه و تخمین‌گر کارایی دانشکاران در کل جامعه مورد بررسی نیز مورد تخمین واقع شده است. از سویی دیگر، این پژوهش ایده‌های مرتبط با رتبه‌بندی و لایه‌بندی را جهت ارزیابی عملکرد دقیق فردی و گروهی دانشکاران ارایه می‌نماید. نتایج حاصل از این روش جامع، بررسی و بهبود کارایی دانشکاران را به‌وسیله فراهم کردن آموزش، پیشرفت استعدادها و توانایی ها، براحتی امکان‌پذیر نموده و به مدیران کمک می نماید که با بینش مناسب نسبت به آینده سازمان و شرایط دانشکاران، به تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری بپردازند.

کلمات کلیدی: ارزیابی کارایی، دانشکاران، اندازه‌گیری دانش، تحلیل پوششی داده‌ها، مدل توانایی انسانی شانون.

۱ مقدمه

امروزه با توجه به فضای پیچیده و رقابتی حاکم بر کسب و کارهای مختلف، خصوصا کسب و کارهای دانش محور و دانش‌بنیان، موضوع کارایی و اثربخشی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار شده است. در این میان کارایی در

* عهده‌دار مکاتبات
آدرس الکترونیکی: Alimoradi.mohammad.68@gmail.com

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jamlu.20.1.117]

حوزه به‌کارگیری نهاده و ستاده و به تبع آن کارایی نیروی انسانی به عنوان یکی از عوامل کلیدی در حوزه کارایی در سازمان‌ها محسوب می‌گردد [۱، ۲]. از این رو، کارایی نیروهای انسانی که نقش دانشکار در سازمان‌های دانش‌محور را نیز ایفا می‌کنند و بدون حضور آن‌ها فضای کسب‌وکار با چالش جدی روبه‌رو می‌شود، بیش از پیش دارای اهمیت است. در این پژوهش، هدف ارایه روشی تلفیقی و جامع به منظور بررسی کارایی دانشکاران در سازمان‌های دانش‌محور مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها و مدل توانایی انسانی شانون می‌باشد. اما کارایی، دارای مفاهیمی گسترده می‌باشد و بیشتر در حوزه‌هایی مانند اقتصاد، مدیریت و مهندسی مطرح می‌گردد. لذا تعاریف متفاوتی از این واژه در پژوهش‌های مختلف ارایه شده است. یکی از تعاریف رایج و پرکاربرد در ادبیات مدیریت، کارایی را انجام فعالیت‌ها به بهترین نحو ممکن یا «انجام درست کارها» بیان می‌نماید [۳].

در مورد واژه دانشکار نیز باید بیان نمود که یک دانشکار یک حل‌کننده مساله است. دانشکار از دانش و اطلاعات جهت افزودن به دانش و اطلاعات عمیق‌تر بهره می‌برد [۴]. لذا با توجه به توضیحات مطرح‌شده می‌توان سه دلیل اصلی اهمیت اندازه‌گیری کارایی دانشکاران به عنوان هدف اصلی این مقاله را مطرح نمود [۵]:

- دانشکاران یک گروه بزرگ و روبه‌رو رشد محسوب می‌گردند. اگر نتوان فهمید که چگونه یک چهارم تا یک سوم نیروهای کاری (معمولا یک چهارم تا یک سوم نیروهای کاری در سازمان، دانشکارند) بهره‌ورتر می‌شوند، مشکلات بسیاری در خصوص وضعیت اقتصادی ایجاد خواهد شد.
- دانشکاران، هزینه‌برترین نیروهایی هستند که شرکت‌ها به‌کار می‌گیرند، لذا به‌صورت مضاعف تاسف‌بار خواهد بود که آن‌ها به اندازه‌ای که می‌توانند بهره‌ور نباشند.
- دانشکاران از نظر اقتصادی بسیار حایز اهمیت هستند. کار تولیدی، کشورها را با هزینه کم نیروی انسانی به حرکت وا می‌دارد، مانند کشور چین. به عبارت دیگر شغل‌هایی که در اقتصاد دانش‌بنیان قرار دارند به‌صورتی کاملا مشخص برای بقای کشورها مهم‌اند.

با عنایت به اهمیت تشریح‌شده در خصوص ارزیابی کارایی دانشکاران در سازمان‌ها مبتنی بر روش و رویکردی جامع که بر اساس مطالعات صورت گرفته دارای خلا تحقیقاتی می‌باشد، در ادامه ادبیات حاکم بر تحقیق مورد بحث و بررسی قرار گرفته و در انتهای مرور ادبیات صورت گرفته، نوآوری و ابتکارات مقاله به‌صورت کامل تشریح می‌شود. سپس در بخش سوم روش تحقیق و در بخش چهارم مقاله نیز روش تلفیقی پیشنهادی به‌صورت کامل تشریح می‌گردد. در بخش ۵، مطالعه موردی که در آن روش تلفیقی پیشنهادی به‌کار گرفته شده است، ارایه و تحلیل کمی و کیفی روی آن انجام می‌شود. در نهایت با توجه به بخش ششم، نتایج حاصل از پژوهش تحقیق و مطالعه موردی انجام شده بیان می‌شود.

۲ مرور ادبیات

مرور ادبیات حاکم بر این پژوهش، مربوط به اندازه‌گیری کارایی نیروی انسانی خصوصا دانشکاران است که در پژوهش‌های مختلف مورد توجه و بررسی واقع شده‌اند:

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jamlu.20.1.117]

در یکی از جدیدترین پژوهش‌های مرتبط صورت گرفته در سال ۲۰۲۱، ندایی و همکاران در قالب یک مطالعه موردی و در بستر تسهیم دانش میان کارکنان، به ارزیابی انفرادی و گروه‌های کاری پرسنل صنعت حفاری در پروژه‌های پارس جنوبی بر اساس روش تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته (۱۱۶ کارمند) و نتایج آن را منتشر نمودند [۶]. در مقاله جدید مرتبط دیگر که توسط اخوان‌خرازیان و همکاران در سال ۲۰۱۹ به چاپ رسیده است، با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و نیز تکنیک درخت طبقه‌بندی و رگرسیون (CART) مدلی جهت ارزیابی و انتخاب افراد برای شغل‌های دانشی و در واقع انتخاب دانشکاران ارایه‌شده است. در حقیقت ترکیب این دو روش موجب استخراج قوانین لازم جهت استخدام دانشکاران شده است [۷]. اخوان‌خرازیان و همکاران در پژوهشی دیگر که در سال ۲۰۱۷ منتشر شده است، این بار به ارزیابی عملکرد کارکنان دانشی بخش تحقیق و توسعه در یک موسسه علمی-تحقیقاتی پرداختند و ۲۵ نیروی دانشکار سازمان مذکور را با استفاده از رویکرد توسعه یافته مدیریت مبتنی بر نتایج و روش تحلیل پوششی داده‌ها مورد ارزیابی قرارداده‌اند. نکته قابل تامل در پژوهش مذکور استفاده از شاخص‌های ساده «مدت زمان انجام کار» و «مدت تاخیر در ارایه کار» به عنوان ورودی در مدل ارزیابی دانشکاران است [۸]. در پژوهشی دیگر که در سال ۲۰۱۵ توسط لیانگ و همکاران صورت گرفت، ارزیابی عملکرد افراد در گروه‌های کاری در قالب یک مطالعه موردی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها بررسی و منتشر شد. در این پژوهش اثرات حاصل از کار فردی و نیز گروهی مورد تحلیل واقع شده است [۹]. در مقاله‌ای که در سال ۲۰۱۳ توسط زدبرنک منتشر شد، ارزیابی عملکرد کارکنان یک شرکت با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها مورد بررسی واقع گردید [۱۰]. در پژوهشی لو و یان‌بای در سال ۲۰۱۲ به ارزیابی و تحلیل کیفیت تدریس اساتید دانشگاه با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها پرداختند [۱۱]. در مقاله‌ای که توسط عثمان و همکاران در سال ۲۰۱۰ به چاپ رسید از مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی و اندازه‌گیری عملکرد نسبی پرستاران در واحد مراقبت‌های ویژه استفاده گردید. مدل در مورد ۳۲ پرستار شاغل در بخش مراقبت‌های ویژه در یکی از شناخته‌شده‌ترین بیمارستان‌های کشور لبنان مورد اعتبارسنجی قرار گرفت و نتایج حاصل از آن تایید شد [۱۲]. در پژوهشی دیگر منوهاران و همکاران در سال ۲۰۰۹ بیان نمودند که چگونه تحلیل پوششی داده‌ها می‌تواند به عنوان یک ارزیابی عادلانه و ابزار رتبه‌بندی برای پشتیبانی از ارزیابی عملکرد به عنوان یک فرآیند درست تصمیم‌گیری به‌کار گرفته شود [۱۳]. در مقاله‌ای که توسط کنگار و همکاران در سال ۲۰۰۸ به چاپ رسید، دو مدل تحلیل پوششی داده‌ها به‌صورت متوالی برای اندازه‌گیری کارایی نسبی مربوط به متقاضیان ترم‌های تحصیلی در رشته‌های مهندسی و مقایسه این کارایی‌ها با موفقیت این دانشجویان در تحصیلات و برنامه مدنظر، ارایه گردید. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری میان متقاضیان پذیرفته‌شده بر اساس روش دستی و متقاضیان رتبه‌بندی‌شده براساس نتایج مدل تحلیل پوششی داده‌ها وجود دارد [۱۴]. در مقاله‌ای دیگر جانسون و ژو، نشان دادند که چگونه با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها می‌توان به‌صورت منصفانه به انتخاب متقاضیان مربوط به استخدام پرداخته و فرآیند تصمیم‌گیری را پشتیبانی نمود [۱۵].

اما در مشابه‌ترین پژوهش‌های انجام گرفته، در مقاله‌ای که توسط پارادی و همکارانش در سال ۲۰۰۲ به چاپ رسیده است، عملکرد تیم‌های دانشکار مورد ارزیابی واقع گردید. در این پژوهش از تحلیل پوششی داده‌ها

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jamlu.20.1.117]

برای بررسی بهره‌وری، کارایی و اثربخشی گروه دانشکاران (تیم‌های طراحی مهندسی) در شرکت بل کانادا استفاده گردید [۱۶]. در پژوهشی مشابه دیگر نیز، عبدلی و همکاران در مقاله‌ای که در سال ۲۰۱۱ به چاپ رساندند، مدل ترکیبی فازی-تحلیل پوششی داده را جهت اندازه‌گیری بهره‌وری دانشکاران بر مبنای کارایی و اثربخشی هزینه‌ای آن‌ها ارایه نمودند [۱۷]. چراغعلی و ضیایی در مقاله‌ای که در سال ۲۰۰۵ منتشر گردید مدلی برای ارزیابی عملکرد دانشکاران شرکت اپکو ارایه کردند. در این پژوهش ابتدا معیارهای ارزیابی شناسایی و سپس به‌وسیله روش تحلیل سلسله مراتبی رتبه‌بندی معیارها را انجام و مدلی را در این زمینه ارایه کردند [۱۸]. نجفی و همکاران نیز در مقاله‌ای در سال ۲۰۱۱ به ارایه روشی تلفیقی برای اندازه‌گیری و پیش‌بینی بهره‌وری دانشکاران با استفاده از تکنیک سری‌های زمانی پرداختند [۱۹]. در سال ۲۰۱۳ افرازه، علیمرادی و گلمحمدی در مقاله‌ای با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و روش فازی به بررسی کارایی ۱۳ نفر از دانشکاران در یک سازمان دانش-محور پرداخته و با استفاده از نتایج حاصل و رتبه‌بندی انجام‌شده میان دانشکاران، راهکارهایی جهت بهبود کارکنان مورد نظر ارایه نمودند [۲۰]. با توجه به مزایای روش تحلیل پوششی داده‌ها، مطالعات نسبتا محدودی در ادبیات که حاوی کاربرد این روش برای ارزیابی عملکرد دانشکاران است، وجود دارد. تحقیقات در حوزه ارزیابی عملکرد نیروی انسانی عمدتا در زمینه‌های عمومی و ورزشی جهت رتبه‌بندی افراد کارا/غیرکارا صورت گرفته است [۱۰].

با توجه به مرور ادبیات انجام شده، بررسی جامع و کمی کارایی دانشکاران موضوعی است که به عنوان شکاف پژوهشی محسوب شده و با توجه به اهمیت آن در شرایط سازمان‌های رقابتی، در این پژوهش مورد توجه قرار گرفته است. به عبارت دیگر می‌توان نوآوری‌های به‌کارگرفته در این مقاله را با عنایت به آخرین و مرتبط‌ترین پژوهش‌های انجام‌شده، به شرح ذیل تشریح نمود:

در پژوهش‌هایی که دانش فردی به عنوان ورودی مدل تحلیل پوششی داده‌ها مد نظر واقع شده، با شاخص‌ها و ورودی‌هایی ساده و اولیه و با استفاده از روش‌هایی مانند طیف لیکرت به ارزیابی توان دانشی فرد پرداخته شده است. اما در این مقاله، با بررسی مدل‌های مختلف اندازه‌گیری دانش و انتخاب مدل برتر، ابتدا به اندازه‌گیری دانش فرد بر مبنای تمامی پارامترهای موثر بر آن پرداخته و نهایتا دانش را مبتنی بر هزینه محاسبه و ارایه می‌نماید که از نگاه مدیران ارشد در سازمان‌های مختلف بسیار حایز اهمیت است. این امر محاسبات در مدل تحلیل پوششی داده‌ها را به‌طور قابل توجهی کاهش داده و از طرفی بدلیل محاسبه دقیق دانش و توانایی فردی، قدرت و دقت ابزار تحلیل پوششی داده‌ها را به مراتب بهبود می‌دهد. با عنایت به تلاش‌های انجام‌شده در حوزه تحلیل پوششی داده‌ها، با بررسی جدیدترین روش‌های موجود در این حوزه در ادبیات، سعی شده است در این پژوهش، رویکردی جامع در زمینه محاسبه کارایی ارایه گردد، به‌طوری‌که روشی جهت رتبه‌بندی و لایه‌بندی دانشکاران نیز در قالب این رویکرد جامع ارایه شده است.

مزیت دیگر پژوهش حاضر نسبت به پژوهش‌های موجود آن است‌که با یک رویکرد متمرکز بر دانشکاران، سعی شده است روشی جامع جهت بررسی کارایی دانشکاران در یک سازمان ارایه گردد تا هر سازمانی که نیاز به بررسی کارایی دانشکاران خود برای نیازهای مختلفی مانند پرداخت مزایا (مقایسه نسبی)، دستیابی به نیازهای

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jamlu.20.1.117]

آموزشی دانشکاران (طبقه‌بندی کارکنان) و ... دارد، بتواند به‌واسطه این رویکرد، دانشکاران را به‌صورت نسبی با یکدیگر مقایسه و یا با دسته‌بندی/لایه‌بندی آنها اقدامات لازم جهت برنامه‌ریزی‌های آتی را صورت دهد.

در واقع هدف اصلی مقاله حاضر استفاده از ترکیب روش‌ها و رویکردهای ثابت‌شده و معتبر به منظور ارایه روشی موثر برای اندازه‌گیری کارایی دانشکاران می‌باشد. این رویکرد به واسطه بکارگیری پارامترهای کمتر با دقت بیشتر نسبت به رویکردهای مشابه استفاده شده، دارای سرعت محاسباتی بیشتری است که به‌واسطه به‌کارگیری مدل اندازه‌گیری دانش و توانایی انسانی شانون (ورودی این مدل تمامی پارامترهایی هستند که در توانایی یک فرد موثراند و خروجی آن تنها یک عدد است که بیانگر دانش و توانایی فرد است) دقیق‌تر از سایر پژوهش‌های موجود، به ارزیابی دانش و توانایی فردی می‌پردازد. ضمنا با توجه به بررسی‌های انجام شده می‌توان ادعا نمود که در این پژوهش برای نخستین بار مباحثی چون بوت‌استرپ (تخمین کارایی در جامعه اصلی)، لایه‌برداری یا لایه‌بندی و مدل اندازه‌گیری توانایی انسانی شانون، در مورد محاسبه و بررسی کارایی دانشکاران به‌کار گرفته شده است که در پژوهش‌های مشابه این نوآوری مدنظر واقع نشده است. در حقیقت در محاسبه کارایی یک دانشکار، استفاده از ابزارهایی چون روش بوت استرپ، تخمین کارایی در جامعه اصلی را بدون نیاز به دسترسی کامل به کل داده‌های جامعه میسر نموده و به کمک آن تعمیم نتایج به تغییرات کارایی در کل جامعه مورد نظر بررسی و تعیین می‌گردد.

۳ روش تحقیق

نظر به آن‌که پژوهش جاری در حوزه ارایه روشی کاربردی جهت بررسی کارایی است؛ لذا مطالعات توصیفی [۲۱] مهم‌ترین روش تحقیق انجام‌شده در این پژوهش است. در این پژوهش از منابع ذیل استفاده شده‌است:

۱. مطالعات کتابخانه‌ای؛
۲. مراجعه به پایگاه‌های اطلاع‌رسانی؛
۳. مرور مقالات مجلات و کنفرانس‌ها؛
۴. جمع‌آوری داده‌ها مربوط به مطالعه موردی و انجام مصاحبه در آن شرکت.

٤ روش تلفیقی پیشنهادی

در این بخش از مقاله به ارایه رویکرد تلفیقی پیشنهادی پرداخته خواهد شد. پیش از ارایه رویکرد تلفیقی مورد نظر، ابتدا مدل‌ها، روش‌ها و ابزارهای مورد استفاده در روش تلفیقی پیشنهادی به تفکیک ارایه و سپس در انتهای این بخش رویکرد پیشنهادی مورد نظر ارایه می‌گردد:

٤-۱ تحلیل پوششی داده‌ها

به‌طور کلی کارایی یک واحد تصمیم‌گیری به دو روش پارامتری و ناپارمتری مورد اندازه‌گیری واقع می‌گردد [۲۲، ۲۳]:

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jamlu.20.1.117]

روش‌های پارامتری: در روش‌های پارامتری ابتدا یک فرم تابعی (معمولا تابع تولید کاب-داگلاس) برای تولید در نظر گرفته می‌شود. در روش‌های پارامتری علاوه بر محدودیت انتخاب تابع تولید، محدودیت‌های دیگری نیز وجود دارد:

اول این‌که واحدهای تصمیم‌گیری باید فقط یک محصول تولیدی داشته باشند، و این درحالی است که ممکن است واحدهای تحت ارزیابی چند محصولی باشند، که در این صورت نیاز به حجم بالایی از محاسبات جهت ورود مقادیر به مدل می‌باشد. دوم اینکه استفاده از روش کمترین مربعات برای برآورد پارامترهای تابع تولید بیان کاملی از نقاط ممکن تولید نمی‌باشد. زیرا تابع تولید بیشترین تولید ممکن به ازای هر ورودی است؛ در حالی‌که تابع محاسبه‌شده از این روش بیشترین تولید ممکن را در هر ورودی به دست نمی‌دهد.

روش‌های غیرپارامتری: در تلاش برای رفع مشکلات موجود در روش‌های پارامتری، روش‌های غیرپارامتری ایجاد شدند. فارل در سال ۱۹۵۷ اولین روش غیرپارامتری را جهت تعیین کارایی ارایه نمود.

تحلیل پوششی داده‌ها کارایی نسبی برای هر واحد تصمیم‌گیری (شعب بانک، کارکنان، بیمارستان‌ها، مدارس و ...) را به‌وسیله مقایسه داده ورودی و خروجی آن با سایر واحدهای تصمیم‌گیری در یک محیط یکسان، تعریف می‌نماید.

این روش دارای نقاط قوت فراوانی است که در ادامه به برخی از مهم‌ترین آن‌ها اشاره می‌شود [۲۴]:

- بیطرفی (یعنی درجه کارایی را که تابع هدف را در استفاده از داده‌های موجود حداکثر می‌نماید، تعیین می‌کند)؛
- برخلاف روش‌های آماری تحلیل عملکرد، این روش در این معنی که نیاز به یک فرض در مورد شکل تابع مربوط به ورودی‌ها و خروجی‌ها ندارد، یک روش غیرپارامتریک محسوب می‌گردد؛
- منابع ناکارایی می‌تواند برای هر واحد ارزیابی شده تحلیل و تعیین گردد؛
- حجم زیادی از داده‌ها می‌تواند به‌کار گیرد؛
- چند ورودی و خروجی را با داشتن واحدهای اندازه‌گیری مختلف را گرفته و مورد سنجش قرار دهد.

دو مدل اولیه اصلی برای تحلیل پوششی داده‌ها وجود دارد. الف) CCR [۲۵]، ب) BCC [۲۶]. مدل (الف) رویکرد بازده به مقیاس ثابت و مدل (ب) رویکرد بازده به مقیاس متغیر را معرفی می‌نمایند. در تحلیل پوششی داده‌ها هم حداکثرسازی خروجی و هم حداقل‌سازی ورودی امکان‌پذیر است. مدلی که در این پژوهش مد نظر قرار گرفته است، مدل تحلیل پوششی داده‌های خروجی‌محور و با رویکرد بازده به مقیاس ثابت است. علت انتخاب خروجی‌محور بودن، این است که مدیریت در مورد پارامترهای خروجی مدل کنترل داشته و در مورد ورودی دانشکاران این امر مقدور نخواهد بود. اما در مورد رویکرد بازده به مقیاس ثابت نیز باید این نکته را متذکر شد که معمولا در مورد بنگاه‌های بزرگ که دارای پیچیدگی‌های کارکردی خاصی هستند از رویکرد بازده به مقیاس متغیر بهره برده می‌شود اما نظر به مطالعه ادبیات موجود و تحلیل انجام شده روی موضوع مورد بررسی، انتظار می‌رود که با افزایش در ورودی، به همان نسبت افزایش، جهش مثبتی در داده‌های خروجی

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jamlu.20.1.117]

مشاهده گردد. از طرف دیگر با به‌کارگیری رویکرد بازده به مقیاس متغیر، معمولا بسیاری از دانشکاران کارا محسوب خواهند شد که این امر نیز دور از واقعیت خواهد بود.

با توجه به شناخته بودن روابط ریاضی حاکم در تحلیل پوششی داده‌ها در ادامه به‌صورت مختصر به روابط محاسباتی حاکم اشاره خواهد شد:

در مورد مدل‌های مرزی و تحلیل پوششی داده‌ها باید گفت که فعالیت‌های یک انسان به‌واسطه خروجی‌ها و تولیدات فرد به‌صورت یک مجموعه $P \equiv \{(x,y)|x\ can\ produce\ y\}$ تعریف می‌شود، که شامل ترکیب شدنی از ورودی‌ها (x) و خروجی‌ها (y) خواهد بود. افرادی‌که به‌صورت کارا عمل می‌کنند در امتداد مرز بوده در حالی‌که افراد ناکارا دور از مرز P خواهند بود.

مدل CCR مورد استفاده در این پژوهش به شرح معادله (۱) می‌باشد که در آن اندیس r بیانگر خروجی و اندیس i نیز مربوط به ورودی واحد تصمیم‌گیری jo بوده، u و v نیز به ترتیب ضرایب مربوط به خروجی و ورودی هر واحد تصمیم‌گیری می‌باشند. ضمنا در این رابطه ε بی‌نهایت کوچک ارشمیدسی است و جهت جلوگیری از حذف ورودی‌ها و خروجی‌ها در مدل لحاظ می‌شود:

$$
\begin{aligned}
&Max\ \ h_{\cdot} = \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rjo} \qquad (1)\\
&s.t.\\
&\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \le 1\ ,\quad j = 1,\ldots,n,\\
&\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ijo} = 1,\\
&u_r, v_i \ge \varepsilon, \forall r, i.
\end{aligned}
$$

لازم به ذکر است در این پژوهش در بخش مطالعه موردی جهت محاسبه کارایی ساده و متقاطع از نرم‌افزار Frontier Analyst Application استفاده شده است.

٤-۲ فرآیند بوت‌استرپ در تحلیل پوششی داده‌ها

اشکال اساسی تحلیل پوششی داده‌ها این است که هیچ جایی برای خطای تصادفی یا نویز در نظر نمی‌گیرد، چراکه از رویکرد برنامه‌ریزی خطی و غیرآماری برای تخمین مرز استفاده می‌کند. درتعریفی ساده، بوت‌استرپینگ شامل به‌کارگیری انتخاب تصادفی هزاران نمونه کاذب از مجموعه نمونه داده‌ی مشاهده‌شده می‌باشد. این هزاران نمونه کاذب توزیع تجربی تخمین‌گر مورد نظر را شکل می‌دهند. مطالعات گذشته ویژگی‌های آماری تخمین‌گرهای تحلیل پوششی داده‌ها را مورد آزمون و بررسی قرار داده‌اند. در مورد چند ورودی، چند خروجی، بوت استرپ به نظر تنها راه بررسی توزیع نمونه‌ای تخمین‌گرهای تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد [۲۷]. رویکرد «بوت‌استرپ هموار» مربوط به سیمار و ویلسون [۲۸] در این پژوهش استفاده شده است و بسترهای تئوریک این رویکرد را نیز می‌توان در کارها و تلاش‌های گسترده‌ای که توسط آن‌ها انجام گردید،

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jamlu.20.1.117]

به‌خوبی یافت [۲۷-۳۰]. فرض اساسی این رویکرد این است که توزیع بوت‌استرپ شناخته‌شده تقلیدی از توزیع نامعلوم اصلی است، البته در حالتی‌که فرآیند تولید داده معلوم یک تخمینگر سازگار برای فرآیند تولید داده نامعلوم باشد. از این‌رو فرآیند بوت‌استرپ مقادیری که تقلیدی از توزیع تولید شده از فرآیند تولید داده نامعلوم و مشاهده نشده است را تولید خواهد کرد [۲۷, ۲۸, ۳۰].

گام‌های این فرآیند جهت پیاده‌سازی به‌صورت ذیل خواهد بود:

۱. حل مدل تحلیل پوششی داده‌های اصلی و به‌دست آوردن امتیازات کارایی هر دانشکار $\widehat{\theta_1} \dots \widehat{\theta_n}$.

۲. تولید نمونه‌های $\theta_{B1} \dots \theta_{Bn}$ از $\widehat{\theta_1} \dots \widehat{\theta_n}$.

۳. هموار نمودن مقادیر نمونه با استفاده از رابطه ذیل (h یک پارامتر هموارکننده بوده و ε یک عبارت خطای تصادفی است. دشوارترین گام در روند ذکرشده یافتن یک مقدار مناسب برای h است. برای تخمین این پارامتر، معمولا از حداکثرسازی یک تابع درست‌نمایی ارجاع متقابل که توسط فریس و والکر پیشنهادشده استفاده می‌گردد [۳۱]):

$$\theta_i^* = \{\theta_{Bi} + h\varepsilon_i^* \geq 1 or\ 2 - \theta_{Bi} - h\varepsilon_i^*\ if\ \theta_{Bi} + h\varepsilon_i^* < 1\} \quad (2)$$

۴. به‌دست آوردن مقادیر نهایی θ^* به‌وسیله تنظیم مقادیر نمونه هموارشده با استفاده از فرمول (۳):

$$\theta_i^* = \bar{B} + \frac{\left(\theta_i^* - \bar{B}\right)}{\left(1 + h^2 / \sigma_\theta^2\right)^{1/2}} \quad (3)$$

که

$$\bar{B} = \left(1/n\right)\sum_{i=1}^{n}\theta_{Bi} \quad (4)$$

$$\sigma_\theta^2 = \left(1/n\right)\sum_{i=1}^{n}\left(\theta_i - \bar{\theta}\right)^2 \quad (5)$$

۵. تنظیم خروجی‌های اصلی با استفاده از نسبت $\widehat{\theta_i}/\theta_i^*$.

۶. حل دوباره مدل اصلی تحلیل پوششی داده‌ها با استفاده از تنظیم خروجی‌ها برای به‌دست آوردن $\widehat{\theta_k^*}$.

۷. تکرار گام‌های ۲-۶ به تعداد B بار برای ایجاد B مجموعه از تخمین‌ها: به عبارت دیگر هر واحد تصمیم‌گیری (دانشکار) باید B تخمین از تتا داشته باشد. برای این پژوهش، ۲۰۰۰ نمونه برای هر دانشکار تولید شده است.

تمامی توضیحات فوق را می‌توان با استفاده از نرم‌افزار R و به کمک پکیج FEAR انجام داد [۳۲].

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jamlu.20.1.117]

٤-۳ فرآیند لایه‌بندی در تحلیل پوششی داده‌ها

روش لایه‌بندی، برای جداسازی واحدهای تصمیم‌گیری (در این پژوهش دانشکاران) در یک تحلیل پوششی داده‌ها به سری لایه‌های مرزی کارای تو در تو می‌باشد. لذا سبب ایجاد یک معیار کارایی جدید و توضیح برای ناکارایی واحدهای تصمیم خواهد گشت. این مدل از طریق به‌کارگیری بر روی بیش از ۲۵۰۰۰ مشاهده در مورد مسایل نمونه استخراج شده است [۳۳]. روش انجام کار بدین ترتیب است که: ابتدا مدل اولیه تحلیل پوششی داده‌های موردنظر، برای کل واحدهای تصمیم‌گیری (دانشکاران) انجام‌شده، سپس واحدهای کارا از میان واحدهای تصمیم‌گیری حذف و در دسته اول قرار خواهند گرفت. از میان واحدهای باقیمانده دوباره روش انجام و واحدهای کارا حذف و در دسته دوم قرار خواهند گرفت. این کار تا دسته‌بندی کامل تمامی واحدها صورت می‌گیرد. طبق فرآیند همواره دسته دوم نسبت به دسته اول ناکارا محسوب‌شده ولی نسبت به سایر دسته‌ها کارا می‌باشد. این ایده در تحلیل پوششی داده‌ها توسط بار و همکاران (۲۰۰۰) برای ایجاد یک طبقه‌بندی برای واحدهای ناکارا انجام شد [۳۳]، جانسون و ژو (۲۰۰۳) نیز این ایده را بکار گرفتند و برای نخستین بار آن را لایه‌بندی نامیدند [۱۵].

٤-٤ مدل اندازه‌گیری توانایی انسانی شانون

یکی از روش‌های کمی برای سنجش میزان ارزش اطلاعات و دانش تبادل‌شده بین افراد و پتانسیل (کارایی) انسان، بر مبنای فرمول (۶) که توسط شانون و همکار وی ارایه‌شده است.

$$I = H = -\sum_{i=1}^{N} P_i ld P_i \qquad (۶)$$

در این فرمول سعی شده است که به نوعی، بین ارزش اطلاعات (دانش) با دارنده آن یعنی انسان، ارتباط برقرار کرد. در این فرمول احتمال وقوع i رخداد از N واقعه با P_i مشخص می‌شود. اگر ارزش اطلاعات P_i خیلی کوچک باشد، لگاریتم آن زیاد می‌گردد. وقایعی که بسیار محتمل بوده و زیاد اتفاق می‌افتد، اطلاعات با ارزشی ایجاد نمی‌کنند، به‌جای در نظر گرفتن احتمال P_i لگاریتم باینری آن یعنی ldP_i استفاده می‌شود. در سال ۲۰۰۱ کرفت برای برقرار ارتباط بین کارایی دانش انسان با میزان دریافتی (هزینه‌ای) که سازمان در ارتباط با استفاده از آن قابلیت برای آن فرد هزینه می‌کند، را ایجاد و روابط ریاضی مربوطه را معرفی نمود و مدل شانون را توسعه داده و مدلی به نام مدل اندازه‌گیری توانایی انسانی را ارایه نمود، این مدل با جزییات کامل در کتاب Das Humanpotenzial [۳۴] که به زبان آلمانی نیز منتشریافته است، مورد بررسی و تحلیل واقع شده و در کتاب «مدیریت دانش» تالیف عباس افرازه نیز از این مدل به عنوان یکی از مدل‌های اصلی اندازه‌گیری دانش یادشده است. در این مدل ارزش اندازه‌گیری شده برای دانش بر مبنای ریاضیات و به‌صورت کمی ارایه می‌شود. نیاز است که ارزش توانمندی‌ها و مهارت‌های افراد شاغل در یک شرکت یا سازمان دانسته شود. این مقدار توان بالقوه انسانی (توانایی انسانی $-H$) نامیده می‌شود [۳۵].

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jamlu.20.1.117]

براساس پژوهش انجام‌شده توسط خدیور، الهی و نظافتی در سال ۲۰۰۷ [۳۶] برخی از مهم‌ترین مدل‌های مختلف اندازه‌گیری دانش مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفتند، که بر اساس این ارزیابی نهایتا مدل اندازه‌گیری توانایی انسانی شانون برای انجام این پژوهش انتخاب گردید. چراکه تنها مدلی است که قابلیت اندازه‌گیری دو رویکرد دانش محصول و دانش درون سازمانی را داشته و می‌تواند از این حیث مدلی جامع محسوب شود. از سوی دیگر با توجه به شاخص‌های مورد بررسی و نیاز این پژوهش به مدلی که توانایی خوبی در پیش‌بینی فضای آتی سازمان داشته (جهت دستیابی سازمان به دانشی در مورد خود و آینده خود) و از نظر هزینه (با توجه به به‌کارگیری تحلیل پوششی داده‌ها و مبحث کارایی، وجود مقادیری که مفهوم هزینه را در بر داشته باشند، کارایی دانشکاران را بهتر مورد ارزیابی قرار داده، چراکه پارامتر هزینه در تصمیم‌گیری مدیران ارشد نقشی اساسی داشته و این مدل مبتنی بر این موضوع طراحی شده است) دانش را مورد ارزیابی قرار دهد، تنها دو مدل شانون و مدل تریسی-گامباردلا دارای این ویژگی‌ها بوده‌اند، اما مدل شانون مزیت دیگری دارد که نهایتا سبب برتری همه جانبه آن نسبت به سایر مدل‌ها در پژوهش جاری گردیده و آن قابلیت این مدل در ارزیابی دانش هر انسان شاغل در سازمان است. در واقع به واسطه مفهومی که آقای کرفت در رابطه با این مدل بکار گرفت، می‌توان با انجام محاسباتی منطقی دانش هر فرد را با پیش‌فرض هزینه اندازه گرفته و افراد را با یکدیگر مقایسه نمود.

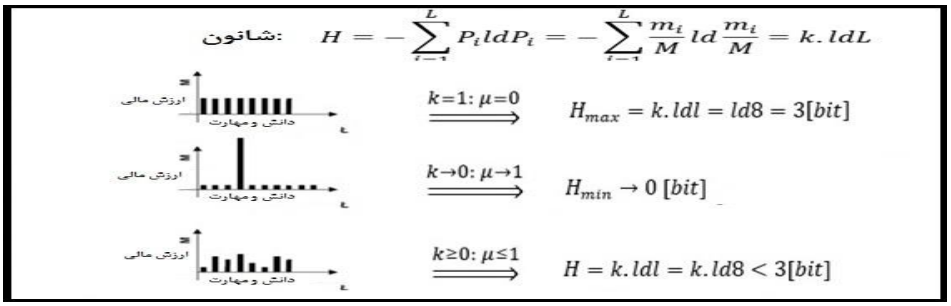
در این مدل که در ادامه در قالب فرمول شماره (۷) و شکل ۱ ارایه‌شده است، نحوه اندازه‌گیری دانش و مهارت‌های کارکنان شرح داده خواهد شد. اما پیش از هرچیزی باید در مورد یک توزیع خاص به نام توزیع-Q این نکته بیان شود که توانایی‌های مورد نیاز دانشکار در قالب حقوق و دستمزد توسط این توزیع نشان داده می‌شود. این توزیع امر نوینی محسوب نمی‌شود بلکه نظام پرداخت حقوق سازمان به هر دانشکار را در قالب خود نمایش می‌دهد و برای هر کارمند یک توزیع-Q وجود خواهد داشت. همان‌طور که در شکل ۱ مشخص شده است کرفت از توزیعی به نام Q برای نمایش توان بالقوه انسانی استفاده می‌کند که به‌واسطه مدل شانون قابل توجیه است به‌طوری‌که که از پارامتر L به عنوان تعداد مهارت‌های هر فرد یا طول محور ذکر شده، k نیز به عنوان ضریب همواری و سطح همواری بین ارزش توانایی‌ها و m به عنوان ارزش پولی هر مهارت (M مجموع ارزش‌های پولی توانایی‌های دانشکار) استفاده شده است. در این توزیع محور افقی مربوط به نوع مهارت و دانش و محور عمودی نیز مربوط به مقدار حقوق دریافتی فرد در ازای آن دانش خاص می‌باشد. همان‌طور که در شکل ۱ مشخص شده است زمانی‌که فرد ترجیح خاصی نسبت به توانایی‌ها و مهارت‌هایش نداشته باشد، فرمول شانون پایین‌ترین مقدار برای مشخصه μ را محاسبه خواهد نمود، این توضیح بدین معنی است که این مشخصه برابر صفر خواهد بود. اما زمانی‌که فرد دارای مهارتی خاص در مقایسه با سایر مهارت‌ها و دانش‌های خود باشد، دارای مشخصه μ بیشتری بوده که حداکثر مقدار آن ۱ خواهد بود. از این امر این‌گونه نتیجه گرفته خواهد شد که او همچون یک قهرمان با رتبه عالی است: او متوجه خواهد شد که این امر سخت و دشوار است که فرد بخواهد در سایر عملکردها عالی‌رتبه باشد و در عین حال این عملکرد بالای خود را نیز حفظ نماید [۳۷]. حال به توضیح در مورد توانایی انسانی (H) که از طریق توزیع-Q قابل استخراج است، پرداخته می‌شود. در مورد فرد اول در شکل ۱ مقدار H بیشترین مقدار ممکن است. این امر این‌گونه تفسیر می‌شود: اگر یک فرد توانایی‌ها و دانش‌های ارزیابی

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jamlu.20.1.117]

شده یکسانی داشته باشد، توسعه آن فرد یا پتانسیل انسانی آن فرد بیشتر خواهد بود. بدین معنی که مهارت‌ها و توانایی‌های چنین فردی که بیشترین پتانسیل برای توسعه را دارد هنوز خاص نشده است. در مورد فرد دوم (با مشخصه μ زیاد) پتانسیل انسانی کم است، چنین فردی در حال حاضر خود را خاص نموده و باید هرکاری انجام دهد تا بتواند آن مهارت خاص خود را حفظ نماید. در واقع چنین فردی پتانسیل توسعه کمی دارد. در حالی‌که معمولا افراد نه به شکل اولی هستند و نه به شکل دومی بلکه یک فرد عادی در قالب توزیع سوم می‌باشند [۳۷].

$$H = -\sum_{i=1}^{L} P_i ld P_i = -\sum_{i=1}^{L} \frac{m_i}{M} ld \frac{m_i}{M} = k.ldL \qquad (۷)$$



شکل ۱. توزیع-Q و مدل اندازه‌گیری توانایی انسانی شانون به‌صورت شماتیک

٤-٥ روش تلفیقی پیشنهادی در پژوهش

این پژوهش در حقیقت به دنبال ارایه یک رویکرد و روش جامع و کامل برای بررسی کارایی دانشکاران می‌باشد. رویکردی که با استفاده از آن، هر سازمان و یا شرکتی براحتی بتواند با پیروی از آن، کارایی و عملکرد کارکنان دانشی (دانشکاران) خود را مورد تحلیل و ارزیابی قرار دهد. در ادامه ابتدا رویکرد پیشنهادی در قالب شکل ۲ نمایش داده شده و سپس توضیحات لازم مربوط به این روش تلفیقی پیشنهادی ارایه می‌گردد.

با توجه به هدف روش مورد نظر، این رویکرد شامل دو مرحله اصلی است: مرحله اول؛ به‌کارگیری مدل اندازه‌گیری توانایی انسانی شانون: در این مرحله دستیابی به میزان دانش و توانایی انسانی هر دانشکار دنبال می‌شود.

بدین منظور از مدل اندازه‌گیری توانایی انسانی شانون استفاده می‌گردد. برای انجام مرحله اول، لازم است که طبق گام‌های ذیل عمل نماییم تا به خروجی مطلوب دست یافته شود:

۱- دستیابی به نظام پرداخت حقوق به هر یک از دانشکاران در سازمان مورد نظر: این اطلاعات منجر به دستیابی به توزیع Q (طبق مدل اندازه‌گیری توانایی انسانی شانون) خواهد شد.

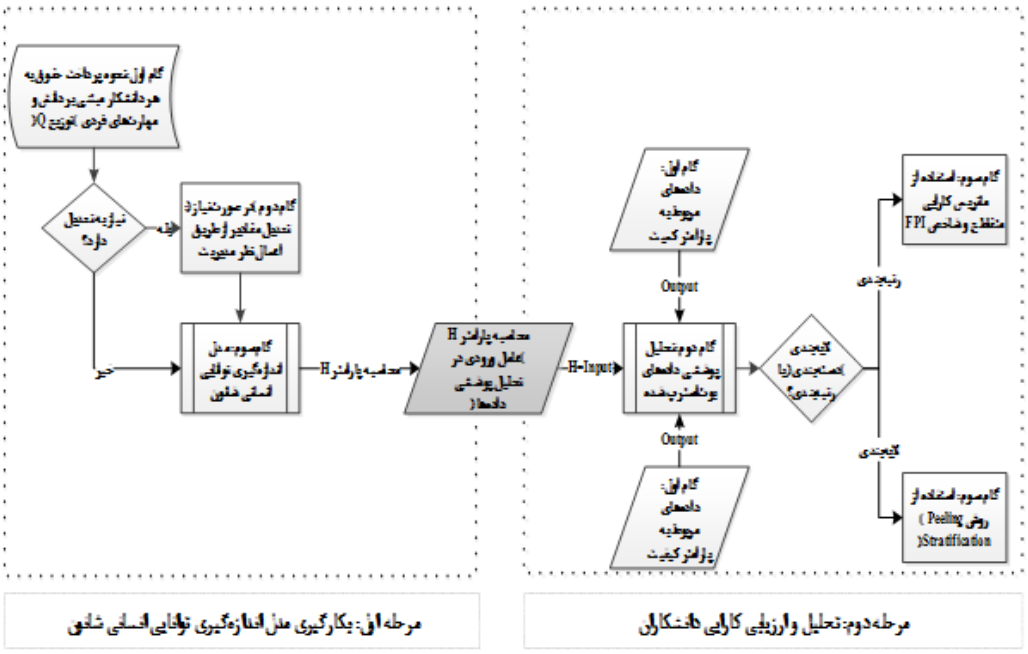
۲- نظر به این‌که در سازمان‌ها و شرکت‌های ایرانی معمولا مبنای یکسانی برای حقوق برای افراد مختلف در نظر گرفته می‌شود و این مبنا چندان منعطف نیست، مشکلات زیادی در مورد پرداخت عادلانه و عوامل انگیزشی ایجاد می‌شود. در این مدل سعی‌شده است که شرایط حاکم بر مدل با شرایط حاکم بر محیط کاری تطبیق بیشتری یافته و در زمینه پرداخت حقوق، ضرایبی جهت تعدیل به‌کار گرفته شود در نتیجه با استفاده از

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jamlu.20.1.117]

متغیرهای زبانی میزان اثرگذاری دانش و مهارت در حقوق دریافتی فرد تعدیل شده و فرد با توجه به شغل خود حقوق متناسب را دریافت خواهد کرد. لذا با توجه به جدول ۱ و پرسش از مدیران مربوطه در سازمان مورد نظر ضرایب موثر به‌کار گرفته می‌شود؛ بدین ترتیب که ابتدا متغیرهای زبانی را مشخص، سپس اعداد فازی را به آن‌ها نسبت داده و در نهایت اعداد فازی به‌دست آمده با توجه به معادله (۸) به اعداد قطعی تبدیل می‌شوند [۳۸]:

$$X = \frac{m_1 + 4m_M + m_2}{6} \qquad (۸)$$



شکل ۲. روش و رویکرد پیشنهادی در پژوهش به‌صورت شماتیک

در نهایت نیز اعداد قطعی شده را از طریق روش مین‌ماکس به بازه [۱،۱-] برده و استانداردشده و سپس با توجه به عدد اختصاص‌یافته میزان پرداخت حقوق طبق رابطه ذیل تغییر می‌نماید:

میزان پرداخت جدید و تعدیل شده = میزان پرداخت اولیه +(میزان پرداخت اولیه * ضریب حاصل)

جدول ۱. متغیرهای زبانی و استانداردسازی آن‌ها

متغیرهای زبانی	اعداد فازی متناظر	امتیاز قطعی	استانداردسازی
خیلی زیاد	(۷،۹،۹)	۸/۶۷	۱
زیاد	(۵،۷،۹)	۷	۰/۵۵
متوسط	(۳،۵،۷)	۵	۰/۰۰۴
کم	(۱،۳،۵)	۳	-۰/۵۴
خیلی کم	(۱،۱،۳)	۱/۳	-۱

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jamlu.20.1.117]

۳- در این گام، لازم است با توجه به مقادیر حاصل از گام‌های ۱ و ۲، مدل اندازه‌گیری توانایی انسانی شانون طبق توضیحات ارایه‌شده جهت محاسبه مقدار توانایی هر دانشکار در رابطه با دانش شغلی مورد نیاز، به‌کارگرفته شده تا پارامتر H حاصل گردد.

مرحله دوم؛ تحلیل و ارزیابی کارایی دانشکاران: در این مرحله هدف، محاسبه کارایی دانشکاران و اعمال لایه‌بندی و رتبه‌بندی بر مبنای کارایی دانشکاران خواهد بود. باید توجه داشت که برای محاسبه کارایی دانشکاران، از روش تحلیل پوششی داده‌ها استفاده خواهد شد. طبق این روش برای محاسبه کارایی نیاز به مقادیری در قالب ورودی-خروجی برای انجام مدل وجود دارد که در ادامه، گام‌های انجام این مرحله تشریح می‌شود:

۱- با توجه به شرایط حاکم بر مسایل مربوط به کارایی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها نیاز است که ورودی‌ها و خروجی‌ها مشخص گردد. با توجه به ادبیات موجود در این زمینه و پژوهشی که توسط مانوهاران و همکاران (۲۰۰۹) انجام شده است، پارامترهایی که در ارزیابی کارایی و عملکرد کارکنان، معمولا به عنوان خروجی استفاده می‌شود، کمیت و کیفیت عملکردی فرد است [۱۳].

طبق مطالب ارایه‌شده، ورودی مد نظر در این رویکرد، استفاده از پارامتر H است که به نحوی دانش و تجربه فرد را در قالب یک عدد مورد محاسبه قرار داده و حجم محاسبات را بسیار کم می‌نماید؛ اما جهت به‌دست آوردن دو خروجی مورد نظر از قواعد ذیل بهره برده می‌شود:

الف) کمیت: با توجه به کارهای واگذار شده به دانشکار در طی دوره مورد بررسی، امتیاز از طریق نسبت مدارک/وظایف تحویل داده شده از دانشکار به مدیریت به کل مدارک/وظایف سپرده شده به دانشکار محاسبه گردیده است.

ب) کیفیت: در مورد پارامتر کیفیت نیز، نحوه امتیازبندی بر اساس نسبت مدارک/وظایف تاییدشده به کل مدارک/وظایف تحویل داده شده خواهد بود.

۲- پس از حصول مقادیر ورودی-خروجی حال نوبت به حل مدل تحلیل پوششی داده‌ها می‌رسد. نهایتا در انتهای این بخش پس از دستیابی به امتیاز کارایی، با استفاده از فرآیند بوت‌استرپ در تحلیل پوششی داده‌ها می‌توان، تخمینی از کارایی هر دانشکار در کل جامعه را به‌دست آورد که یک روش آماری جهت دستیابی به توزیع کل جامعه مربوط به تخمینگر کارایی دانشکاران سازمان می‌باشد.

۳- در این گام رتبه‌بندی دقیق دانشکاران با استفاده از امتیازات حاصل از کارایی آن‌ها انجام خواهد شد. روش‌های رتبه‌بندی بسیاری در تحلیل پوششی داده‌ها وجود دارد. بنابر مرور ادبیات حاکم در این بخش [۱۳]، در این تحقیق از روش کارایی متقاطع جهت رتبه‌بندی منابع انسانی استفاده شده است. هر تکنیک ممکن است در یک حوزه خاص مفید باشد، اما هیچ روشی نمی‌تواند به عنوان راه‌حل کامل برای نیاز رتبه‌بندی توصیه شود. کاربرد کارایی متقاطع در بسیاری موارد یافته‌شده و می‌تواند به‌صورت موثر برای حل مسایل وابسته به امیتازات کارایی برای رتبه‌بندی مورد استفاده واقع شود [۳۹]، در این پژوهش جهت محاسبه ماتریس کارایی متقاطع از نرم‌افزار Frontier Analyst Application استفاده شده است. کارایی‌های متقاطع یک واحد

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jamlu.20.1.117]

تصمیم‌گیری اطلاعاتی در مورد چگونگی عملکرد آن واحد تصمیم‌گیری با وزن‌های بهینه تحلیل پوششی داده‌های $n-1$ واحد تصمیم‌گیری باقیمانده را در اختیار قرار می‌دهد. کارایی‌های متقاطع همه دانشکاران به‌صورت مشخص در یک ماتریس کارایی متقاطع نشان داده می‌شود. دویل و گرین یک راه موثر را جهت اندازه‌گیری قطعیت کاذب واحدهای تصمیم‌گیری به‌وسیله ارزیابی شاخص مثبت کاذب با استفاده از فرمول شماره (۹) ارایه‌شده در ادامه مطلب به‌کار گرفتند [۴۰]. این شاخص در ارتباط با درصد رشد کارایی است مادامی‌که یک واحد تصمیم‌گیری از ارزیابی زوجی به سمت ارزیابی منفرد حرکت می‌نماید. ارزیابی منفرد همان امتیاز کارایی معمول از یک دانشکار است.

$$FPI_p = (\theta_{pp} - (\Sigma_i\theta_{ip}/n))/ (\Sigma_i\theta_{ip}/n) \quad (۹)$$

که θpp کارایی عادی مربوط به دانشکار p است و $\Sigma i\theta ip/n$ میانگین امتیاز دانشکار p است که از ماتریس کارایی متقاطع به‌دست می‌آید. یک مقدار کم برای FPI برای هر واحد تصمیم‌گیری نشان می‌دهد که زمانی‌که واحد تصمیم‌گیری از ارزیابی زوجی به ارزیابی منفرد حرکت می‌کند، کمترین سود نصیب واحد تصمیم‌گیری می‌گردد. نهایتا ابتدا شاخص FPI به عنوان معیار برای رتبه‌بندی مد نظر واقع شده سپس در صورت برابری از میانگین کارایی متقاطع جهت رتبه‌بندی استفاده خواهد شد.

۳- نهایتا نیز در این‌گام که گام نهایی (موازی با گام قبلی است و در صورت نیاز انجام می‌گردد) مرحله دوم و البته کل روش تلفیقی است، در صورت این‌که سازمان/شرکت نیازمند نوعی رتبه‌بندی لایه‌ای و دسته‌ای بود، روش لایه‌بندی یا لایه‌برداری برمبنای کارایی طبق توضیحات داده شده در بخش مربوطه، صورت خواهد گرفت.

۵ مطالعه موردی

مطالعه موردی این پژوهش شرکت پتونیاست. شرکت مذکور، یک شرکت دانش‌محور در حوزه تولید قطعات و خدمات مهندسی حفاظت کاتدیک، ارتینگ و محافظت از صاعقه محسوب می‌شود. در حقیقت این شرکت در زمینه طراحی، تولید، تأمین، مشاوره و اجرای سیستم‌های حفاظت کاتدیک و ارتینگ در صنایع کلیدی چون نفت و گاز، دریایی، نیروگاهی و ... فعالیت دارد. شرکت مذکور در سال ۱۳۷۱ تأسیس شده و جزء اولین شرکت‌هایی بوده است که به تولید این محصولات خاص در کشور پرداخته و نیاز کشور از واردات را در حوزه مذکور مرتفع نموده است.

به منظور به‌کارگیری روش پیشنهادی، ۱۰ دانشکار از دو واحد مهندسی و طراحی (هر واحد ۵ نفر) انتخاب‌شده است که بنابر نظر مدیریت و جلوگیری از ایجاد تنش در هر واحد و تشابه کار اعضای منتخب از هر واحد، ضرایب اهمیت متناسب با هر واحد و به‌صورت یکسان برای هر ۵ نفر به کمک جدول ۱ جهت تعدیل در پرداخت حقوق انتخاب گردیده است. چراکه در سازمان‌ها و شرکت‌های ایرانی معمولا مبنای یکسانی برای حقوق افراد مختلف در نظر گرفته می‌شود و شرکت پتونیا نیز از این قاعده مستثنی نبوده است. لذا سعی شده است با استفاده از متغیرهای زبانی [۴۱، ۴۲] موجود در جدول ۱ میزان اثرگذاری دانش و مهارت در حقوق دریافتی فرد

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jamlu.20.1.117]

تعدیل‌شده و فرد با توجه به شغل خود حقوق متناسب را دریافت کند. لذا با توجه به پرسش صورت گرفته از مدیران مربوطه در شرکت پتونیا، ضرایب تعدیل به‌کارگرفته شده و میزان پرداخت حقوق طبق قاعده ذیل تغییر می‌نماید:

میزان پرداخت جدید و تعدیل شده=میزان پرداخت اولیه+(ضریب تعدیل*میزان پرداخت اولیه)

لذا در ضرایب مقادیر کاهشی (منفی) و افزایشی (مثبت) در ضرایب دیده می‌شود که با توجه به ضرورت اختصار در مقاله حاضر، مقادیر محاسبه شده و نهایی در جدول ۲ بیان و اعمال شده است.

ستون‌های جدول مذکور بیانگر مهارت‌ها و توانمندی‌های دانشی اعمال شده جهت محاسبه شاخص H بر اساس رابطه حاکم در مدل توانایی انسانی شانون می‌باشد.

لازم به ذکر است که دانش و مهارت موثر در پرداخت حقوق، مربوط به پارامترهای مؤثر در حقوق ثابت ماهانه و به تبع آن روزانه می‌باشد، لذا اگر با توجه به تغییرات اعمال شده در پرداخت روزانه خواسته شود سایر پارامترهای مؤثر در حقوق مانند اضافه کار در نظر گرفته شود قطعا اختلاف حقوق میان افراد به‌دلیل توانمندی-های مختلف و ضرایب اهمیت مختلف تغییر محسوسی خواهد نمود. جدول ۲ حاوی اطلاعات لازم در مورد مرحله اول رویکرد پیشنهادی می‌باشد که البته مقدار محاسبه شده دانش و مهارت هر دانشکار (H) در جدول ۳ آمده است.

جدول ۲. اطلاعات مربوط به دانشکاران و محاسبه متغیرهای مورد نیاز در اندازه‌گیری دانش هر دانشکار

		M ماهیانه-تومان	M روزانه-تومان	لیاقت‌های فردی	قدرت کار با نرم‌افزارهای مرتبط	دوره‌های آموزشی مرتبط	سابقه کاری	زبان خارجی	تحصیلات	مقادیر مربوطه به تومان در روز است	
				۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۵۵	۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	مهندسی	تعدیل
				-۰/۵۴	۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	-۰/۵۴	طراحی	
										دانشکار	
۷۲۳۴۷۴	۲۴۱۱۵/۸	۱۳۰۰	۲۳۵۰	۲۵۰۰	۵۰۰۰	۱۰۵۰	۵۵۰۰	۱	واحد مهندسی		
۷۷۰۲۵۶	۲۵۶۷۵/۲	۱۳۵۰	۲۴۰۰	۲۷۰۰	۵۷۰۰	۱۰۰۰	۵۳۰۰	۲			
۷۵۲۸۸۰	۲۵۰۹۶	۱۳۰۰	۲۳۵۰	۳۱۰۰	۵۰۰۰	۱۱۰۰	۵۵۰۰	۳			
۷۴۶۴۳۶	۲۴۸۸۱/۲	۱۳۵۰	۲۵۰۰	۲۸۰۰	۵۱۰۰	۹۵۰	۵۵۰۰	۴			
۷۹۰۲۰۶	۲۶۳۴۰/۲	۱۴۵۰	۲۶۰۰	۳۰۰۰	۵۸۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰۰	۵			
۶۰۵۷۳۶	۲۰۱۹۱/۲	۱۵۰۰	۳۲۰۰	۳۰۰۰	۶۰۰۰	۱۳۰۰	۶۰۰۰	۶	واحد طراحی		
۶۳۳۷۶۲	۲۱۱۲۵/۴	۱۵۵۰	۳۳۰۰	۲۹۰۰	۷۰۰۰	۱۲۰۰	۵۸۰۰	۷			
۶۰۹۰۵۴	۲۰۳۰۱/۸	۱۴۰۰	۳۵۰۰	۳۲۰۰	۵۵۰۰	۱۲۵۰	۵۸۰۰	۸			
۵۸۷۶۸۲	۱۹۵۸۹/۴	۱۴۵۰	۳۴۰۰	۳۰۰۰	۵۶۰۰	۱۰۰۰	۵۴۰۰	۹			
۶۱۹۵۴۲	۲۰۶۵۱/۴	۱۵۰۰	۳۷۰۰	۲۹۰۰	۵۴۰۰	۱۰۵۰	۶۹۰۰	۱۰			

تشریح ورودی‌ها و خروجی‌ها و نحوه محاسبه هریک بر اساس رویکرد پیشنهادی در قالب جدول ذیل تشریح شده است:

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jamlu.20.1.117]

جدول ۳. ورودی‌ها و خروجی‌ها و نحوه محاسبه در رویکرد پیشنهادی در قالب مطالعه موردی

ورودی/خروجی	شاخص	نحوه محاسبه
ورودی	H (خروجی مدل شانون)	براساس مدل توانایی انسانی شانون
خروجی	کمیت فعالیت‌های دانشکار	نسبت تعداد مدارک و امور انجام شده به مدارک و امور واگذارشده
خروجی	کیفیت فعالیت‌های دانشکار	نسبت تعداد مدارک و امور تاییدشده به مدارک و امور ارایه‌شده توسط دانشکار

در جدول ۴ مقادیر کارایی ساده مبتنی بر شاخص‌های ورودی و خروجی تشریح شده محاسبه‌شده و برای هر دانشکار الگوهای موجود از میان سایر دانشکاران در حوزه کارایی در صورت وجود قرار گرفته است و مشخص شده است که هر دانشکار چند بار به عنوان الگو برای سایر دانشکاران مطرح شده است. اما نکته بسیار مهم در این جدول این است که برای هر دانشکار به‌واسطه روش بوت‌استرپ تخمینی از کارایی در کل جامعه دانشکاران شرکت در نظر گرفته شده است. به‌واسط این تخمین می‌توان کارایی دانشکاران در کل شرکت را مد نظر قرار داده و مدیریت براساس آن به تصمیم‌گیری‌های آتی شرکت بپردازد (در این پژوهش تخمین انجام شده در فاصله اطمینان ۹۵ درصد برای توابع فاصله‌ای به‌کار رفته است).

با توجه به داده‌های حاصل از ماتریس کارایی متقاطع و ضریب FPI تشریح‌شده در روش پیشنهادی، نهایتا طبق جدول ۵ رتبه‌بندی دانشکاران انجام می‌گیرد. براساس این نتایج انتخاب بهینه دانشکار شماره ۶ یک کاندیدای خوب در عملکرد در ابعاد مختلف است. این متدولوژی به تصمیم‌گیرنده اجازه می‌دهد که دانشکاران را براساس عملکرد کلی آن‌ها رتبه‌بندی نماید. انتخاب بهینه ممکن است لزوما دارنده بیشترین مقدار در ستون میانگین ماتریس کارایی متقاطع نباشد، اما می‌تواند بهترین در سایر الزامات ناملموس تصمیم‌گیرنده باشد.

جدول ٤. محاسبه کارایی و نتایج حاصل از بررسی کارایی

دانشکار	H	کمیت	کیفیت	امتیاز کارایی	حد پایین	حد بالا	الگوها	مرجع
۱	۲/۰۴۷	۰/۷۵	۱	۱۰۰	۰/۹۱۹	۰/۹۹۹	۱	۴
۲	۲/۰۱۹	۰/۵۷	۰/۷۵	۷۶/۵۶	۰/۷۰۷	۰/۷۶۴	۱و۳	–
۳	۲/۰۵۵۳	۰/۸۳	۰/۹	۱۰۰	۰/۹۳۸	۰/۹۹۷	۳	۳
۴	۲/۰۴۶	۰/۸	۰/۷۵	۹۳/۶۰	۰/۸۷۶	۰/۹۳۴	۶و۷	–
۵	۲/۰۳۹	۰/۸۳	۰/۶	۹۶/۵۳	۰/۹۰۸	۰/۹۶۴	۷	–
۶	۲/۴۰۴	۱	۱	۱۰۰	۰/۹۳۱	۰/۹۹۷	۶	۳
۷	۲/۳۶۳	۱	۰/۷۵	۱۰۰	۰/۹۴۰	۰/۹۹۷	۷	۴
۸	۲/۳۹۸	۰/۸	۱	۸۸/۲۴	۰/۸۲۴	۰/۸۸۱	۱و۳	–
۹	۲/۳۷۹	۱	۰/۸	۹۹/۷	۰/۹۳۷	۰/۹۹۵	۶و۷	–
۱۰	۲/۳۷۰	۰/۷۵	۱	۸۶/۳۹	۰/۷۹۴	۰/۸۶۳	۱	–

درصورت نیاز به دستبه‌بندی کارکنان دانشی از منظر کارایی، به عنوان آخرین گام از رویکرد پیشنهادی می‌توان از روش لایه‌برداری در رویکرد پیشنهادی جهت رتبه‌بندی دسته‌ای دانشکاران استفاده نمود. با توجه به روش لایه‌برداری و امتیازات کارایی محاسبه شده در جدول ۴، در لایه/دسته اول دانشکاران ۱، ۳، ۶ و ۷ قرار می‌گیرند. پس از اجرای دوباره مدل تحلیل پوششی داده‌ها (بدون حضور دانشکاران لایه اول)، در لایه/دسته دوم نیز دانشکاران ۴، ۸، ۹ و ۱۰ قرار داده می‌شوند که حایز امتیاز کارایی ۱۰۰ درصد شده‌اند. در نهایت نیز با توجه به

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jamlu.20.1.117]

اینکه دانشکاران ۲ و ۵ باقیمانده‌اند، مجددا مدل برای آن‌ها اجرا می‌گردد که به دلیل تشابه این دو دانشکار از نظر کارایی و دستیابی به کارایی ۱۰۰ درصد، هر دو در لایه/دسته سوم واقع می‌شوند.

جدول ۵. رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیری

دانشکار	کارایی معمولی	میانگین کارایی متقاطع	FPI	رتبه‌بندی
۶	۱۰۰	۹۶/۵۹	۹۹	۱
۳	۱۰۰	۹۶/۳۱	۹۹	۲
۱	۱۰۰	۹۴/۱۸	۹۹	۳
۷	۱۰۰	۹۰/۳۳	۹۹	۴
۹	۹۹/۷۰	۹۱/۳۰	۹۸/۷۰	۵
۵	۹۶/۵۳	۸۶/۳۷	۹۵/۵۳	۶
۴	۹۳/۶۰	۸۸/۹۶	۹۲/۶۰	۷
۸	۸۸/۲۴	۸۳/۷۰	۸۷/۲۴	۸
۱۰	۸۶/۳۹	۸۱/۳۶	۸۵/۳۹	۹
۲	۷۶/۵۶	۷۲/۲۱	۷۵/۵۶	۱۰

با توجه به محاسبات ارایه‌شده بر اساس جدول ۴ و ستون‌های امتیاز کارایی، حد پایین و بالا، تخمین کارایی دانشکاران منتخب در کل دانشکاران شرکت مورد محاسبه و مقایسه قرار گرفته است (در صورتی‌که داده‌های سایر دانشکاران در دسترس نباشد این روش و مقایسه کارایی بیشتری خواهد داشت). همچنین در جدول مذکور، الگوهای بهبود کارایی هر فرد در مقایسه با سایرین مشخص شده است که از ابزارهای پرکاربرد در مدیریت سرمایه‌های انسانی محسوب می‌شود. اما در قالب جدول ۵ و ستون میانگین کارایی متقاطع نیز، هر ۱۰ دانشکار مورد مقایسه نسبی با یکدیگر واقع شده و از مقام اول تا دهم مورد رتبه‌بندی و ارزیابی دقیق عملکردی قرار گرفته‌اند.

پس از ارایه نتایج تشریح شده، شرکت مورد نظر از نتایج این پژوهش استقبال کرده به‌طوری‌که نتایج این پژوهش نسبت به روش‌های ارزیابی گذشته این شرکت نظر به اذعان مدیران امر مطلوب‌تر و دقیق‌تر بوده است که این امر به‌دلیل ارزیابی دقیق و جامع مبتنی بر محاسبات کمی این نوع رویکرد بوده است که سعی نموده است رتبه‌بندی و دسته‌بندی را به‌صورت جامع و عادلانه اعمال نماید.

٦ نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش در ادامه در سه بخش ارایه می‌شود؛ بخش اول در قالب مقایسه با پژوهش‌ها و تحقیقات پیشین ، بخش دوم در قالب نتایج حاصل از به‌کارگیری رویکرد پیشنهادی در شرکت مورد مطالعه و بخش آخر نیز در قالب مزیت‌ها و نوآوری‌های کلان پژوهش حاضر:

الف) نظر به مرور ادبیات صورت گرفته در بخش دوم این مقاله و مطرح نمودن شکاف‌های پژوهشی و نقاط قوت و مزیت‌های پژوهش حاضر نسبت به تحقیقات و مقالات منتشرشده پیشین، با توجه به نتایج حاصل از ارایه و

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jamlu.20.1.117]

به‌کارگیری رویکرد تلفیقی و پیشنهادی مقاله حاضر، وجوه بهبود و تکمیل‌یافته نسبت به پژوهش‌های گذشته عبارتند از:

- استفاده از مدل‌های اندازه‌گیری دانش و نیز محاسبه دانش و مهارت مبتنی بر هزینه در بررسی کارایی دانشکاران سازمان برای نخستین بار؛
- حذف خطاهای تصادفی و نویز در پژوهش‌های مشابه (به عبارتی محدودیت‌های آماری) در محاسبه کارایی دانشکاران با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و همچنین ایجاد امکان تخمین کارایی دانشکاران در جامعه اصلی بدون دسترسی کامل به کل داده‌ها با بکارگیری روش بوت‌استرپ؛
- کاهش حجم محاسبات و افزایش دقت/سرعت با به‌کارگیری همزمان مدل توانایی انسانی و تحلیل پوششی داده‌ها نسبت به سایر تحقیقات مشابه در خصوص دانشکاران؛
- استفاده از رویکردی جامع به‌واسطه ترکیب نمودن جدیدترین و بهترین ابزارهای کمی معتبر در راستای رتبه‌بندی، لایه‌بندی و مقایسه نسبی دانشکاران نسبت به یکدیگر در جهت ارتقای عملکردی و انگیزشی دانشکاران کارا و ناکارای سازمان.

ب) نتایج حاصل از رویکرد پیشنهادی در شرکت پتونیا به ذی‌نفعان مربوطه ارائه و مورد استقبال قرار گرفت و بیان شد که رویکرد مذکور می‌تواند مبنای جامعی برای ارزیابی عملکرد کارکنان دانشی در مقایسه با یکدیگر باشد. این رویکرد می‌تواند به‌راحتی با سیستم پایگاه داده منابع انسانی موجود یکپارچه شده و به سامانه پرداخت حقوق و مزایا متصل گردد. از سویی دیگر توسط ذی‌نفعان سازمانی مطرح گردید که روش تلفیقی مذکور در سیستم پاداش و انگیزش شغلی بسیار کارا خواهد بود که با ایجاد شفافیت و رقابت سالم موجب بهبود کارایی پرسنل دانشی و نیز سازمان خواهد شد. چراکه این رویکرد می‌تواند فرآیند ارزیابی و رتبه‌بندی را به‌صورت ساده‌تر، سریع‌تر، قابل اعتمادتر، با امکان ثبت بهتر مستندات مربوطه و با پرهیز از خطاهای انسانی ارایه نماید. لذا ایجاد سامانه یکپارچه مذکور به عنوان یک ماژول نرم‌افزاری در بستر سامانه‌های حقوق و دستمزد در سازمان‌ها می‌تواند که پرداخت‌های مبتنی بر کارانه، پاداش و ... را تسهیل نموده و ارتقا دهد.

ج) با توجه به دو بخش قبلی، در حقیقت تمرکز اصلی این مقاله در واقعی‌تر، دقیقتر و جامع‌تر شدن روش پیشنهادی نسبت به روش‌های پیشین در حوزه تحلیل و ارزیابی کارایی دانشکاران در سازمان‌ها می‌باشد، به همین منظور از تحلیل پوششی داده‌ها، مدل اندازه‌گیری توانایی انسانی، بوت‌استرپ، رتبه‌بندی و لایه‌بندی که به خوبی می‌تواند مشکلات موجود در داده‌های واقعی و رویکردهای گذشته را مرتفع نماید، استفاده نموده است. به عبارت دیگر این مقاله نشان می‌دهد که رویکرد پیشنهادی می‌تواند به عنوان یک ابزار مؤثر جهت ارزیابی/دسته‌بندی کارایی دانشکاران در مقایسه با یکدیگر با استفاده از مفهوم امتیازات کارایی نسبی و مدل اندازه‌گیری دانش به‌کار رود. همچنین این روش مدیران ارشد را یاری می‌نماید تا اثر هر یک از طرح‌ها و تصمیمات استراتژیک مدیریتی را به‌واسطه مقایسه رتبه‌ها و دسته‌ها قبل و بعد از تصمیم، بررسی کنند. به عبارت دقیق‌تر این رویکرد جامع می‌تواند مدیریت منابع انسانی و نظام پرداخت حقوق و مزایا، شایسته گزینی،

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jamlu.20.1.117]

جانشین‌پروری و مواردی از این دست را دچار تحول و مبتنی بر عملکرد و کارایی نماید. رویکردی که با استفاده از ابزارهایی چون تحلیل پوششی داده‌ها، مدل اندازه‌گیری توانایی انسانی شانون و بوت استرپینگ با بیشترین دقت و کیفیت لازم در کمترین زمان ممکن، مقایسه درستی از عملکرد کارکنان دانشی سازمان‌ها، خصوصا سازمان‌های دانش‌محور را فراهم می‌نماید.

منابع

[1] Kazaz, A., E. Manisali, and S. (2008). Ulubeyli, Effect of basic motivational factors on construction workforce productivity in Turkey. Journal of civil engineering and management, 14(2), 95-106.

[2] Pasban, M. and Nojedeh S.H. (2016). A Review of the Role of Human Capital in the Organization. Procedia-social and behavioral sciences, 230, 249-253.

[3] Asmild, M., et al., (2007). Measuring overall efficiency and effectiveness using DEA. European Journal of Operational Research, 178(1), 305-321.

[4] Mohanta, G., V. Kannan, and K. Thooyamani, (2006). Strategies For Improving Productivity Of Knowledge Workers-An Overview. Strength Based Strategies, 77-84.

[5] Davenport, T.H., (2008). Improving knowledge worker performance, in From Strategy to Execution. Springer, 215-235.

[6] Nedaei, H., S.G. Jalali Naini, and A. Makui, (2021). A DEA approach to measure teammate-adjusted efficiencies incorporating learning expectations: An application to oil & gas wells drilling. International Journal of Industrial Engineering & Production Research, 32(1), 47-64.

[7] Akhavan Kharazian, M., M.M. Shahbazi, and M. Fatehi, (2019). Exploring the optimum pattern for knowledge workers selection using DEA and CART compilation approach. Journal of Production and Operations Management, .10(1), 65-82.

[8] Akhavan Kharazian, M., M.M. Shahbazi, and M. Fatehi, (2017). Performance Evaluation of Knowledge Workers at R&D department in Outsourcing Conditions. Journal of Production and Operations Management, 8(1), 139-156.

[9] Liang, N., et al., (2015). Performance evaluation of Individuals in workgroups with shared outcomes using DEA. INFOR: Information Systems and Operational Research, 53(2), 78-89.

[10] Zbranek, P., (2013). Data Envelopment Analysis As A Tool For Evaluation Of Employees' Performance. Acta Oeconomica et Informatica, 16(1), 12-21.

[11] Lu, T. and W. YanBai, (2012). The Study of the DEA Method Model for University Teaching Quality Assessment and Benefit Analysis. Physics Procedia: 2012 International Conference on Solid State Devices and Materials Science, 1187-1191.

[12] Osman, I.H., L.N. Berbary, and Y. Sidani, (2010). Data Envelopment Analysis Model for the Appraisal and Relative Performance Evaluation of Nurses at an Intensive Care Unit. Springer Science & Business Media, 3(5), 1039-1062.

[13] Manoharan, T.R., C. Muralidharan, and S.G. Deshmukh, (2009). Employee Performance Appraisal Using Data Envelopment Analysis: A case study. Research and Practice in Human Resource Management, 17, 92-101.

[14] Kongar, E., M. Baral, and T. Sobh, (2008). Are We Accepting the Right Students to Graduate Engineering Programs: Measuring the Success of Accepted Students via Data Envelopment Analysis, in 2008 ASEE Annual Conference & Exposition.

[15] Johnson, S.A. and J. Zhu, (2003). Identifying best applicants in recruiting using data envelopment analysis. Socio-econ. Plann. Sci, 37(2), 125-139.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jamlu.20.1.117]

[16] Paradi, J.C., S. Smith, and C. Schaffnit-Chatterjee, (2002). Knowledge Worker Performance Analysis Using DEA: An Application to Engineering Design Teams at Bell Canada. Ieee Transactions On Engineering Management, 49(1), 161-172.
[17] Abdoli, A., J. Shahrabi, and J. Heidary, (2011). Representing a Composing Fuzzy-DEA Model to Measure Knowledge Workers Productivity based upon their Efficiency and Cost Effectiveness. J. UCS, 17(10), 1390-1411.
[18] Cheraghali, M. and M. Ziaei, (2005). Development of a system for measuring the performance of scientists in IPCO, in Third International Management Conference.
[19] Najafi, A., A. Afrazeh, and S. Fatemi Ghomi, (2011). Providing an integrated method for measuring and predicting the productivity of knowledge worker based on time series technique, Case Study of Pars Khodro Company. Iranian Journal of Information Processing and Management (JIPM), 26(2), 301-334.
[20] Afrazeh, A., M. Alimoradi, and S. Golmohammadi, (2013). Evaluating the efficiency of scientists and providing solutions to improve efficiency in knowledge-based organizations with Data Envelopment Analysis (DEA) with a case study, in The Second National Conference on Modern Management Sciences.
[21] Grimes, D.A. and K.F. Schulz, (2002). Descriptive studies: what they can and cannot do. The Lancet, 359(9301), 145-149.
[22] Ferrier, G. and C.K. Lovell. (1987). Parametric and nonparametric efficiency measurement. in Southern Economic Association meetings, Washington, DC.
[23] Jarzębowski, S., (2013). Parametric and non-parametric efficiency measurement–the comparison of results. Metody Ilościowe w Badaniach Ekonomicznych, 14(1), 170-179.
[24] Ramanathan, R., (2003). An introduction to data envelopment analysis: a tool for performance measurement, in Sage Publications India Private Ltd. New Delhi.
[25] Charnes, A., W.W. Cooper, and E. Rhodes, (1978). Measuring the efficiency of decision making units. European journal of operational research, 2(6), 429-444.
[26] Banker, R.D., A. Charnes, and W.W. Cooper, (1984), Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. Management Science, 30(9), 1078-1092.
[27] Simar ,L. and P.W. Wilson, (2000). Statistical inference in nonparametric frontier models: The state of the art. Journal of productivity analysis, 13(1), 49-78.
[28] Simar, L. and P.W. Wilson, (1998). Sensitivity analysis of efficiency scores: How to bootstrap in nonparametric frontier models. Management science, 44(1), 49-61.
[29] Simar, L. and P.W. Wilson, (1999). Performance of the Bootstrap for DEA Estimators and Iterating the Principle. Unpublished Manuscript, Institut de Statistique, Universite´ de Louvain.
[30] Simar, L. and P.W. Wilson, (2000). A general methodology for bootstrapping in non-parametric frontier models. Journal of applied statistics, 27(6), 779-802.
[31] Ferris, M.C. and M.M. Voelker, (2000). Slice models in general purpose modeling systems. Optimization Methods and Software, 17, 1009-1032.
[32] Wilson, P.W., (2008). < i> FEAR</i>: A software package for frontier efficiency analysis with< i> R</i>. Socio-economic planning sciences, 42(4), 247-254.
[33] Barr, R.S., M.L. Durchholz, and L. Seiford, (2000). Peeling the DEA Onion: Layering and Rank-Ordering DMUs Using Tiered DEA, Southern Methodist University Technical Report: USA.
[34] Kreft, H.-D., (2001), Das Humanpotenzial., Germany: VWF, Verlag für Wiss. und Forschung.
[35] Kreft, H.-D., (2001). How to measure human potential and how to use it on smartcards, Helsinki.
[36] Khadivar, A., S. Elahi, and N. Nezafati, (2007). Review, Classification and Comparison of Knowledge Measurement Models, in Fifth International Conference on Industrial Engineering (IE).
[37] Kreft, H.-D., (2004). Human potential: How knowledge can be measured, EconWPA.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jamlu.20.1.117]

[38] Kwong, C.-K. and H. Bai, (2003). Determining the importance weights for the customer requirements in QFD using a fuzzy AHP with an extent analysis approach. Iie transactions, 35(7), 619-626.
[39] Serrano-Cinca, C., Y. Fuertes-Callén, and C. Mar-Molinero, (2005) Measuring DEA efficiency in Internet companies. Decision Support Systems, 38(4), 557-573.
[40] Doyle, J. and R. Green, (1994). Efficiency and cross-efficiency in DEA: Derivations, meanings and uses. Journal of the Operational Research Society, 567-578.
[41] Baghban, A., et al., (2012). Evaluation and ranking of contractors and promotion of inefficient contractors with Gray Data Envelopment Analysis approach - a case study of Mapna Group contractors. Journal of Operational Research and Its Applications, 9(2), 21-38.
[42] Roohbakhsh, A., M. Mashhadi, and M. Kazemi, (2015). Evaluation and ranking of the most appropriate criteria for selecting a logistics service provider with a quality performance approach and Fuzzy AHP. Journal of Operational Research and Its Applications, 12(2), 61-78.

[Downloaded from jamlu.lahijan.iau.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jamlu.20.1.117]