

اولویت‌بندی معیارهای ارزیابی پژوهشی دانشگاه‌ها با رویکرد ترکیبی کریتیک و رگرسیون لجستیک ترتیبی: مطالعه‌ای مبتنی بر داده‌های واقعی

سمیرا ابوطالبی

دکتری تخصصی ریاضی کاربردی؛ استادیار؛

گروه ریاضی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران

دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۱۸

پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۱۰

مقاله برای اصلاح به مدت ۱۵ روز نزد پدیدآوران بوده است.

چکیده:

در سال‌های اخیر، ارزیابی و رتبه‌بندی دانشگاه‌ها به یکی از دغدغه‌های اصلی نهادهای آموزش عالی و سیاست‌گذاران تبدیل شده است. در این میان، معیارهای پژوهشی نقش مهمی در تعیین جایگاه علمی دانشگاه‌ها ایفا می‌کنند. با این حال، یکی از چالش‌های اساسی در این زمینه، تشخیص اهمیت نسبی معیارهای پژوهشی و مدل‌سازی دقیق رابطه آن‌ها با رتبه دانشگاه‌ها است. بسیاری از پژوهش‌ها به استفاده از روش‌های آماری کلاسیک یا تصمیم‌گیری چندمعیاره پرداخته‌اند، اما اغلب فاقد تلفیق دقیق بین وزن‌دهی عینی معیارها و تحلیل تأثیر آن‌ها بر سطوح رتبه‌ای هستند. در این پژوهش، با بهره‌گیری از رویکردی ترکیبی و تحلیل داده‌های واقعی مربوط به عملکرد پژوهشی دانشگاه‌های ایران، گامی در جهت پاسخ به کمبودهای موجود در تلفیق دقیق وزن‌دهی و تحلیل اثر معیارها برداشته شده است. در گام نخست، از روش «کریتیک» به عنوان یک تکنیک عینی و داده‌محور برای تعیین وزن معیارها استفاده شده است. این روش با در نظر گرفتن هم‌زمان پراکندگی و همبستگی معیارها، اهمیت نسبی آن‌ها را بدون دخالت قضاوت ذهنی مشخص می‌سازد. در ادامه، وزن‌های به دست آمده در مدل «رگرسیون لجستیک ترتیبی» به کار گرفته شده‌اند تا تأثیر هر معیار بر احتمال قرارگیری دانشگاه‌ها در سطوح مختلف رتبه‌ای بررسی شود. نوآوری اصلی پژوهش حاضر در ترکیب ساخت یافته دو روش مکمل و تمرکز بر تحلیل ضرایب مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی نهفته است که برخلاف برخی رویکردهای سطحی، تصویری دقیق‌تر از نقش هر معیار ارائه می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که برخی از معیارها برخلاف انتظار دارای تأثیر معناداری بر ارتقاء رتبه دانشگاه‌ها نیستند، در حالی که معیارهایی خاص تأثیر چشمگیری دارند. یافته‌های پژوهش می‌تواند در طراحی سیاست‌های پژوهشی، بهینه‌سازی بودجه پژوهشی، و برنامه‌ریزی برای ارتقای جایگاه علمی

نشریه علمی (رتبه بین المللی)
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران
شاپا(چاپی) ۸۲۲۳-۲۲۵۱
شاپا(الکترونیکی) ۸۲۳۱-۲۲۵۱
نمایه در SCOPUS، LISTA و ISC
<http://jipm.irandoc.ac.ir>
دوره XX | شماره X | صص XX-XX
۱۳XX X

نوع مقاله: پژوهشی

به این مقاله به شکل زیر استناد کنید:

درون متن:

(ابوطالبی، ، زودآیند)

در فهرست منابع:

ابوطالبی، سمیرا. اولویت‌بندی معیارهای ارزیابی پژوهشی دانشگاه‌ها با رویکرد ترکیبی کریتیک و رگرسیون لجستیک ترتیبی: مطالعه‌ای مبتنی بر داده‌های واقعی. پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات.

<http://jipm.irandoc.ac.ir> (دسترسی در روز/ماه/سال)

دانشگاه‌ها مورد استفاده مدیران و تصمیم‌گیران آموزش عالی قرار گیرد. این چارچوب قابل تعمیم به سایر نظام‌های رتبه‌بندی داخلی و بین‌المللی نیز هست.

کلیدواژه‌ها: روش «کریتیک»، رگرسیون لجستیک ترتیبی، وزن معیار، تصمیم‌گیری چندمعیاره، ارزیابی عملکرد پژوهشی دانشگاه‌ها

۱. مقدمه

در دهه‌های اخیر، رتبه‌بندی دانشگاه‌ها به عنوان یکی از ابزارهای کلیدی سنجش عملکرد مؤسسات آموزش عالی، اهمیت ویژه‌ای یافته است. جایگاه (رتبه) یک دانشگاه نه تنها بر وجهه علمی و بین‌المللی آن تأثیرگذار است، بلکه نقش تعیین‌کننده‌ای در جذب بودجه، منابع، اعضای هیئت علمی و دانشجویان برتر ایفا می‌کند. نظام‌های رتبه‌بندی متعددی در سطح ملی و بین‌المللی توسعه یافته‌اند که از جمله معتبرترین آن‌ها می‌توان به «کیو.اس»^۱، «تایمز»^۲ و «شانگهای»^۳ اشاره کرد. این نظام‌ها دانشگاه‌ها را بر اساس مجموعه‌ای از ابعاد مختلف، از جمله بهره‌وری پژوهشی، کیفیت انتشارات علمی، عملکرد آموزشی، تعاملات بین‌المللی و همکاری با صنعت، ارزیابی می‌کنند. با این حال، پرسش اساسی آن است که کدام معیارها نقش مهم‌تری در ارتقای جایگاه دانشگاه‌ها دارند؟ پاسخ به این پرسش می‌تواند مسیر روشنی برای سیاست‌گذاری پژوهشی و سرمایه‌گذاری هدفمند در اختیار مدیران دانشگاهی و نهادهای اعتبارسنجی قرار دهد.

بخش عمده‌ای از مطالعات گذشته بر رتبه‌بندی دانشگاه‌ها متمرکز بوده‌اند و کمتر به تحلیل میزان تأثیر معیارهای مؤثر بر این رتبه‌بندی پرداخته‌اند. این در حالی است که ارتقای رتبه دانشگاه بدون شناخت دقیق میزان اثرگذاری معیارها اقدامی ناکارآمد خواهد بود و حتی ممکن است منجر به تصمیم‌های نادرست شود. معیارهایی مانند شاخص‌های کمی پژوهش، کیفیت انتشارات و

¹ Quacquarelli Symonds World University Rankings

² Times Higher Education (THE) World University Rankings

³ Shanghai Ranking

تعاملات علمی به طور همزمان و با درجات اهمیت متفاوت بر رتبه‌بندی دانشگاه‌ها تأثیر می‌گذارند. از این رو، رویکردی داده محور و عاری از قضاوت‌های ذهنی برای سنجش میزان تأثیر واقعی هر معیار، ضروری به نظر می‌رسد.

در بسیاری از مسائل واقعی مانند مدیریت منابع و ارزیابی عملکرد سازمان‌ها، تصمیم‌گیرنده باید چندین معیار را به طور همزمان در نظر بگیرد. تصمیم‌گیری چندمعیاره^۱ یکی از شاخه‌های اصلی تحقیق در عملیات است که به ارزیابی گزینه‌ها بر اساس چند معیار می‌پردازد. یکی از مهم‌ترین مراحل در مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره، تعیین وزن معیارهاست؛ زیرا وزن‌های نامناسب می‌توانند منجر به نتایج و تحلیل‌های نادرست شوند. روش‌های وزنی به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند. دسته اول روش‌های ذهنی که وزن‌ها بر اساس قضاوت خبرگان تعیین می‌شوند (مانند تحلیل سلسله مراتبی^۲ و مجموع وزنی ساده^۳) و دسته دوم روش‌های عینی که وزن‌ها را بر اساس ساختار داده‌ها و بدون دخالت قضاوت انسانی تعیین می‌کنند (مانند «آنتروپی»^۴ و «کریتیک»).

هر یک از این روش‌ها مزایا و محدودیت‌های خود را دارند. با این حال، در شرایطی که هدف کاهش سوگیری انسانی و کشف الگوهای پنهان داده‌هاست، استفاده از روش‌های عینی مناسب‌تر است. روش «کریتیک» به‌ویژه زمانی کاربرد دارد که بخواهیم همبستگی بین معیارها و پراکنندگی درون معیارها را در وزندهی لحاظ کنیم. این روش با استفاده از ضرایب همبستگی و انحراف معیار هر معیار، امکان استخراج اطلاعات ساختار یافته از داده‌ها و تعیین میزان تمایزپذیری معیارها را فراهم می‌کند.

از سوی دیگر، با توجه به اینکه می‌توان رتبه دانشگاه‌ها را در قالب سطوح ترتیبی (مثلاً خیلی بالا، بالا، متوسط و پایین یا خیلی قوی، قوی، متوسط و ضعیف) تعریف کرد، مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی ابزاری مناسب برای تحلیل داده‌ها خواهد بود. این مدل امکان برآورد احتمال

¹ Multiple Attribute Decision Making (MCDM)

² Analytical Hierarchy Process (AHP)

³ Simple Additive Weighting (SAW)

⁴ Entropy

قرارگیری هر مشاهده در سطوح مختلف طبقه‌بندی را براساس مجموعه‌ای از متغیرهای مستقل فراهم می‌سازد.

در پژوهش حاضر، روش «کریستیک» با مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی ترکیب شده است تا اهمیت نسبی هر معیار پژوهشی در جایگاه دانشگاه‌ها به صورت داده‌محور و منسجم محاسبه شود. در این چارچوب، ابتدا وزن معیارهای پژوهشی به‌عنوان متغیرهای مستقل با روش «کریستیک» تعیین شده و سپس این وزن‌ها به مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی وارد می‌شوند تا نقش هر معیار در پیش‌بینی سطوح رتبه‌ای دانشگاه‌ها تحلیل گردد. در همین راستا، مسئله اصلی این پژوهش، تعیین اهمیت نسبی معیارهای ارزیابی عملکرد پژوهشی دانشگاه‌ها با بهره‌گیری از رویکرد ترکیبی مبتنی بر وزن‌دهی عینی (روش «کریستیک») و تحلیل رگرسیون لجستیک ترتیبی است.

۲. پیشینه پژوهش

رتبه‌بندی دانشگاه‌ها یکی از ابزارهای کلیدی در ارزیابی کیفیت آموزش عالی و سیاست‌گذاری‌های کلان محسوب می‌شود. نتایج این رتبه‌بندی‌ها می‌تواند نقش تعیین‌کننده‌ای در تصمیم‌گیری‌های مرتبط با تخصیص منابع، ارتقای جایگاه علمی دانشگاه‌ها و افزایش رقابت میان مؤسسات آموزشی داشته باشد. در این فرآیند، تعیین وزن معیارهای مورد استفاده اهمیت بسیار بالایی دارد؛ زیرا تغییر در وزن‌دهی معیارها می‌تواند نتایج نهایی رتبه‌بندی را به میزان قابل توجهی تحت تأثیر قرار دهد.

نظام‌های رتبه‌بندی بین‌المللی همچون «کیو.اس»، «تایمز» و «شانگهای» دانشگاه‌ها را براساس مجموعه‌ای از شاخص‌ها از جمله بهره‌وری پژوهشی، کیفیت انتشارات علمی، میزان استنادها، ارتباط با صنعت و تعاملات بین‌المللی رتبه‌بندی می‌کنند. در ایران نیز نظام‌هایی مانند «پایگاه استنادی علوم جهان اسلام»^۱ معیارهایی مشابه شامل نسبت مقالات به اعضای هیئت علمی، سرانه تولیدات دانشجویان تحصیلات تکمیلی، سهم مقالات منتشرشده در مجلات چارک اول^۲، میانگین ضریب

^۱ Islamic world Science citation Center (ISC)

^۲ Quartile 1

تأثیر، میزان همکاری با صنعت و تعداد مقالات بین‌المللی را برای ارزیابی عملکرد پژوهشی دانشگاه‌ها به کار می‌گیرند (وحدت زاد و دیگران ۱۳۹۶).

در سطح بین‌المللی، در نظام «یو-مالتیرنک»^۱، معیارهایی مانند نمره استناد نرمال شده، درصد مقالات در ۱۰ درصد برتر استنادی و شاخص میان‌رشته‌ای بودن به عنوان شاخص‌های اصلی پژوهش در نظر گرفته شده‌اند. از سوی دیگر، تایمز بر معیارهایی مانند نسبت مقالات به اعضای هیئت علمی، میزان همکاری‌های بین‌المللی و تأثیر استنادی تأکید ویژه‌ای دارد. این تفاوت‌ها بیانگر آن است که انتخاب معیارها و وزن‌دهی به آن‌ها در نتایج رتبه‌بندی تأثیر زیادی دارد. (Osareh et al. 2023)

مطالعات متعددی به بررسی روش‌های نوین وزن‌دهی و اولویت‌بندی در ارزیابی پژوهشی دانشگاه‌ها پرداخته‌اند. در یک دسته از این پژوهش‌ها، بر استفاده از روش‌های ترکیبی برای افزایش دقت ارزیابی تأکید شده است. برای نمونه، قمی و همکاران با تلفیق روش تحلیل سلسله‌مراتبی برای وزن‌دهی به شاخص‌ها و روش تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای برای ارزیابی کارایی، به این نتیجه رسیدند که دانشگاه مورد مطالعه و دو دانشکده آن از نظر پژوهشی ناکارا هستند. این پژوهش به وضوح نشان می‌دهد که چگونه تلفیق روش‌های مختلف با ارزیابی واقع‌بینانه‌تری از عملکرد پژوهشی همراه است (قمی، رحمانی و خاکزار ۱۳۹۶).

به طور مشابه، «مارال» با به کارگیری ترکیب روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره به بررسی عوامل مؤثر بر عملکرد پژوهشی دانشگاه‌ها پرداخته است. این پژوهش داده‌های عملکرد پژوهشی ۸۸ دانشگاه ترکیه را طی پنج سال اخیر (۲۰۱۸ تا ۲۰۲۲) از پایگاه «این.سایتس»^۲ گردآوری کرده و شش معیار در دو بعد بهره‌وری و تأثیر را به کار برده است. معیارهای بهره‌وری شامل تعداد مقالات کل به ازای هر عضو هیئت علمی، تعداد مقالات در ۱۰ درصد برتر و تعداد مقالات در چارک اول به ازای هر عضو هیئت علمی و معیارهای تأثیر نیز شامل شاخص «اچ»^۳ بدون خودارجاعی به ازای هر عضو هیئت علمی، تأثیر استنادی نرمال شده براساس رشته و تأثیر نسبی به جهان بوده است.

¹ U-Multirank

² InCites

³ H-Index

وزن‌دهی به این معیارها با سه روش «کریتیک»، «مرک»^۱ و «آنتروپی» انجام شده و سپس رتبه‌بندی دانشگاه‌ها با سه روش «آراس»^۲، «ماباک»^۳ و «تاپسیس»^۴ صورت گرفته است. نتایج حاصل از ۹ رتبه‌بندی مختلف با استفاده از تابع بوردا ترکیب شده و رتبه نهایی هر دانشگاه تعیین گردید. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که مهمترین معیار در بعد بهره‌وری تعداد مقالات در چارک اول به ازای هر عضو هیئت علمی و در بعد تاثیر شاخص «اچ» بدون خودارجاعی به ازای هر عضو هیئت علمی نقش تعیین کننده‌ای در رتبه‌بندی دانشگاه‌های پژوهشی دارند. (Maral 2024)

در راستای افزایش پایداری و پایایی نتایج رتبه‌بندی، «پولاتگیل» و «گولر» نیز یک مدل نوآورانه با عنوان «کوپلند دو لایه» ارائه کردند که در آن، رتبه‌های حاصل از روش‌های مختلف وزن‌دهی تحلیل سلسله مراتبی، «سوارا»^۵، «کریتیک» و «آنتروپی» و روش‌های رتبه‌بندی «تاپسیس»، «ویکور»^۶ و «پرامتی»^۷ به صورت جداگانه محاسبه شده و سپس با الگوریتم کوپلند ادغام گردید. این مدل توانست همبستگی بالایی ($r = 0.965$) با رتبه‌های مرجع نشان دهد (Polatgil and Güler 2024). مسئله حساسیت رتبه‌بندی به روش وزن‌دهی نیز به طور مستقیم توسط «دو» مورد بررسی قرار گرفت. وی چهار روش وزن‌دهی شامل وزن‌های برابر، سیستم «وی ان یو آر»^۸، «آنتروپی» و روش «لوپکوو»^۹ را در کنار چهار الگوریتم تصمیم‌گیری چندمعیاره به کار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که اگرچه اختلاف قابل توجهی در وزن معیارها وجود داشت، اما رتبه‌بندی نهایی دانشگاه‌های پیشرو تا حد زیادی پایدار باقی ماند. (Do 2024) این نتیجه، اهمیت به کارگیری روش‌های حساس و دقیق وزن‌دهی مانند «کریتیک» را برای تمایز دقیق‌تر بین دانشگاه‌ها خاطر نشان می‌سازد.

¹ Method Based on the Removal Effects of Criteria (MEREK)

² Additive Ratio ASsessment (ARAS)

³ Multi_Attributive Border Approximation area Comparison (MABAC)

⁴ Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

¹ Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA)

⁶ ViseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR)

⁷ Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations (PROMETHEE)

⁸ VNUR

⁹ LOPCOW

برای مدیریت عدم قطعیت ذاتی در قضاوت‌های خبرگان، رویکردهای فازی نیز مورد توجه بوده‌اند. «علی اف» و همکاران با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتب فازی، چهار معیار آموزش، پژوهش، استنادات و چشم انداز بین‌المللی را برای رتبه‌بندی پنج دانشگاه بررسی کردند. نتایج نشان داد که استفاده از منطق فازی می‌تواند عدم قطعیت ناشی از قضاوت‌های ذهنی را کاهش دهد (Aliyev, Temizkan and Aliyev 2020). در حوزه‌ی ادغام روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره با تحلیل‌های پیشرفته‌تر، «کونش» و «ایشیزاکا» نیز رویکردی با عنوان «پروز»^۱ را معرفی کردند که علاوه بر میانگین عملکرد، پراکندگی داده‌ها را نیز در نظر می‌گیرد و از سوگیری ناشی از تمرکز صرف بر میانگین جلوگیری می‌کند. (Kunsch and Ishizaka 2018)

در زمینه‌ی رویکردهای کاملاً داده‌محور و استفاده از یادگیری ماشین، «آکومولافه» و همکاران، با هدف توسعه یک سیستم داده‌محور برای پیش‌بینی رتبه‌بندی دانشگاه‌ها، داده‌های مربوط به ۱۵۴ دانشگاه را از رتبه‌بندی جهانی سال ۲۰۲۳ جمع‌آوری کردند. این داده‌ها با الگوریتم‌های درخت تصمیم^۲ و گرادیان بوستینگ^۳ تحلیل شدند. نتایج نشان داد که مدل گرادیان بوستینگ عملکرد دقیق‌تری نسبت به مدل درخت تصمیم دارد (Akamolafe et al. 2024). این پژوهش‌ها مسیر را برای تلفیق روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره با مدل‌های آماری پیش‌بین (مانند رگرسیون لجستیک ترتیبی) هموار می‌سازند.

در نهایت، «عصاره» و همکاران در یک مطالعه مروری به شناسایی و رتبه‌بندی مهم‌ترین معیارها و شاخص‌های نظام‌های رتبه‌بندی دانشگاهی پرداختند. نتایج آنها نشان داد که معیارهای پژوهش، آموزش، دانشجویان، عوامل مالی و بین‌المللی‌سازی بیشترین اهمیت را دارند (Osareh et al. 2023). این مطالعه چارچوب معیارهای جامعی را برای پژوهش‌های بعدی فراهم می‌کند.

در بستر ایران، پژوهش‌های متعددی با رویکرد بومی به موضوع ارزیابی عملکرد پژوهشی پرداخته‌اند. به عنوان مثال، «وثوق» و همکاران در مطالعه‌ای کیفی با بهره‌گیری از مصاحبه با خبرگان، مدلی سیستمی متشکل از سه بعد درون‌داد، فرایند و برون‌داد را برای ارزیابی عملکرد پژوهشی در

¹ Profile Ranking with Order Statistics Evaluations (PROSE)

² Decision Tree

³ Gradient Boosting

دانشگاه آزاد اسلامی ارائه نمودند که در مجموع شامل ۱۲ مؤلفه و ۴۸ شاخص بومی می‌شود. این مدل بر نقش عوامل انسانی، مدیریت، زیرساخت‌ها، فرایندهای پژوهشی و نتایج کمی و کیفی تأکید دارد. (وثوق و دیگران ۱۳۹۹) در مطالعه‌ای دیگر، «هاشمی» و همکاران با استفاده از روش آمیخته و تحلیل مضمون، الگویی برای ارزیابی عملکرد پژوهشی در دانشگاه‌های افسری ارتش طراحی کردند که شامل مؤلفه‌هایی چون استادان پژوهشگر، کتابخانه، ارزیابی، ایده‌ها و اکتشافات، طرح‌های پژوهشی، مجلات منتشر شده، همایش‌های علمی، تشویقات و رضایت اساتید و تسهیلات و حمایت‌ها است. (هاشمی و دیگران ۱۴۰۰) همچنین، «وحدت زاد» و همکاران با بهره‌گیری از شاخص‌های علم سنجی، عملکرد علمی ۷۶ دانشگاه وابسته به وزارت علوم را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که دانشگاه تهران از نظر تعداد مقالات و استادها، دانشگاه صنعتی شریف در شاخص‌های «اچ» و «جی»^۱ و دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل در شاخص «ام»^۲ در جایگاه‌های برتر قرار دارند. این پژوهش پیشنهاد داد که نظام‌های رتبه‌بندی ملی باید شاخص‌های بومی دقیق‌تری را مد نظر قرار دهند (وحدت زاد و دیگران ۱۳۹۶). افزون بر این، «آقایی» و همکاران در مطالعه‌ای به شناسایی چالش‌های فراروی دانشگاه‌های علوم پزشکی پرداختند و ضعف در حیطه پژوهش را به عنوان یکی از موانع اصلی ارتقای جایگاه بین‌المللی این دانشگاه‌ها برشمردند. این یافته بر ضرورت پرداختن به ارزیابی دقیق‌تر و اولویت‌بندی معیارهای پژوهشی برای هدفمندسازی تلاش‌ها صحه می‌گذارد. (آقایی و دیگران ۱۴۰۰)

با توجه به مرور پژوهش‌های پیشین می‌توان دریافت که اگرچه مطالعات متعددی به شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای رتبه‌بندی دانشگاه‌ها پرداخته‌اند، اما اغلب این پژوهش‌ها یا بر استفاده از روش‌های ذهنی و مبتنی بر قضاوت خبرگان متمرکز بوده‌اند (Aliyev et al. 2020) یا در روش‌های عینی خود از رویکردهای منفرد استفاده کرده‌اند. (Do 2024, Maral 2024) این در حالی است که ترکیب روش‌های عینی وزن‌دهی با مدل‌های آماری پیشرفته می‌تواند تصویری دقیق‌تر از اهمیت معیارهای پژوهشی در تعیین جایگاه دانشگاه‌ها ارائه دهد. از این رو، پژوهش حاضر با بهره‌گیری از روش «کریستیک» به عنوان یک روش عینی وزن‌دهی و مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی، به دنبال شناسایی معیارهای اثرگذار بر رتبه‌بندی پژوهشی دانشگاه‌ها است تا از طریق

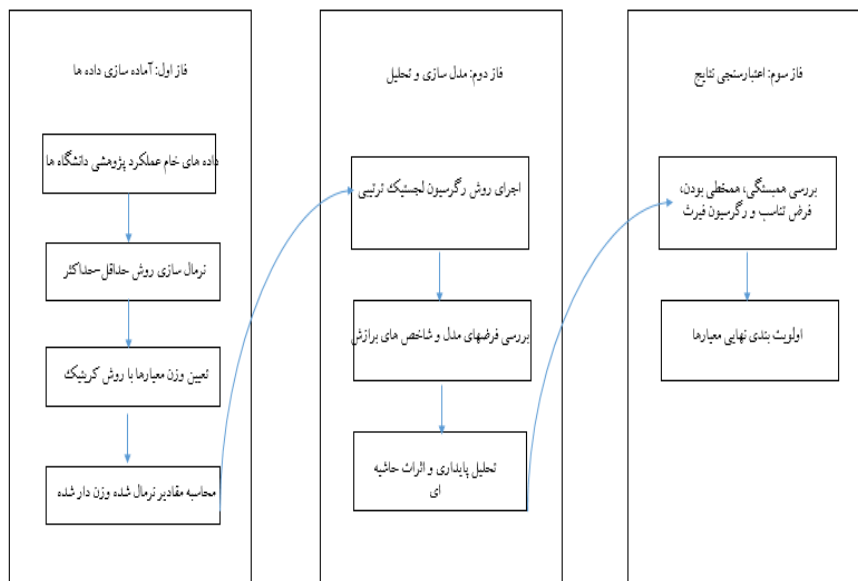
¹ G-Index

² m-Index

رویکردی داده‌محور و بدون سوگیری انسانی، راهکارهای دقیق تری برای ارتقای جایگاه دانشگاهها در نظام‌های رتبه بندی ارائه کند.

۳. روش شناسی پژوهش

شکل ۱ مدل مفهومی پژوهش حاضر را نشان می‌دهد که مبتنی بر یک چارچوب ترکیبی سه مرحله‌ای است. در مرحله نخست، داده‌های خام پژوهش با روش حداقل-حداکثر نرمال‌سازی شده و سپس وزن عینی هر معیار با به کارگیری روش «کریبتیک» محاسبه می‌گردد. سپس، مقادیر نرمال‌شده و وزن‌های به دست آمده، در قالب متغیرهای نرمال وزن دار شده ادغام شده و به عنوان ورودی در مرحله دوم به مدل «رگرسیون لجستیک ترتیبی» وارد می‌شوند تا تأثیر نهایی هر معیار بر رتبه دانشگاهها تحلیل و اولویت بندی نهایی معیارها استخراج گردد. در مرحله سوم با بررسی همبستگی، هم خطی بودن، فرض تناسب و رگرسیون فیث بررسی می‌شود.



شکل ۱. مدل مفهومی پژوهش (رویکرد ترکیبی «کریبتیک»، رگرسیون لجستیک ترتیبی و اعتبارسنجی)

این پژوهش با هدف تعیین وزن و اهمیت نسبی معیارهای مؤثر در ارزیابی دانشگاه‌ها، از یک روش ترکیبی تحلیلی بهره می‌برد. جامعه آماری شامل ۳۱ دانشگاه برتر کشور است که براساس معیارهای زیر انتخاب شده‌اند:

- داشتن سابقه فعالیت پژوهشی حداقل به مدت ۵ سال
- برخوردار بودن از دانشکده تحصیلات تکمیلی در بیش از ۵ رشته
- انتشار حداقل ۵۰ مقاله در طول ۵ سال گذشته
- در دسترس بودن داده‌های کامل در تمامی معیارهای پژوهشی مورد مطالعه

شایان ذکر است که به منظور افزایش پایداری مدل آماری، دانشگاه دارای رتبه اول ملی به دلیل تفاوت شدید مقادیر پژوهشی با سایر دانشگاه‌ها، به عنوان یک نقطه پرت، از مجموعه داده‌های انتخابی حذف گردید. رتبه دانشگاه‌های منتخب در نمونه نهایی، بین رتبه‌های ۲ تا ۴۱ متغیر بوده است. داده‌های مربوط به معیارهای پژوهشی از پایگاه استنادی علوم جهان اسلام و فایل رسمی « بهره‌وری انتشار مقالات علمی دانشگاه‌های کشور براساس پایگاه WOS^۱ استخراج شده‌اند. این گزارش شامل اطلاعات تفصیلی دانشگاه‌های حاضر در رتبه بندی پایگاه استنادی جهان اسلام در سال ۱۴۰۱، در شاخص‌هایی مانند نوع دانشگاه، قدمت (سال فعالیت)، تعداد اعضای هیئت علمی (۱۳۹۹)، تعداد کل مقالات (۲۰۲۰)، تعداد مقالات چارک اول، متوسط ضریب تأثیر مقالات، مقالات با مشارکت بین‌المللی، مقالات مشترک صنعت و دانشگاه، سرانه مقالات اعضای هیئت علمی و سرانه مقالات دانشجویان تحصیلات تکمیلی است. با این حال، از آنجا که نمونه پژوهش بر دانشگاه‌های فعال پژوهشی متمرکز است، نتایج به‌طور کامل قابل تعمیم به تمامی دانشگاه‌های کشور نیست و باید با در نظر گرفتن این محدودیت تفسیر شود.

^۱ DOR: <https://dorl.net/dor/20.1001.5.1.1403.3.5.5>

۲-۳. معیارهای ارزیابی عملکرد پژوهشی

معیارهای مورد استفاده در این پژوهش در قالب سه دسته کلی و شش معیار اصلی به شرح زیر هستند:

الف) معیارهای کمی پژوهش

- نسبت تعداد مقالات به تعداد اعضای هیئت علمی : شاخص بهره‌وری پژوهشی اعضای هیئت علمی که از تقسیم تعداد کل مقالات بر تعداد اعضای هیئت علمی تمام وقت به دست می‌آید.
- سرانه مقالات دانشجویان تحصیلات تکمیلی : نشان‌دهنده مشارکت دانشجویان در تولیدات علمی است که با تقسیم تعداد مقالات بر تعداد دانشجویان تحصیلات تکمیلی محاسبه می‌شود.

ب) معیارهای کیفیت پژوهش

- نسبت تعداد مقالات چارک اول به کل مقالات : درصد مقالات منتشرشده در مجلات چارک اول رشته مربوطه که از تقسیم تعداد مقالات چاپ شده در این مجلات بر کل مقالات به دست می‌آید.
- متوسط ضریب تأثیر : میانگین ضریب تأثیر مجلات منتشرکننده مقالات.

ج) معیارهای تعامل پژوهشی

- تعداد مقالات هم‌تألفی با صنعت : تعداد مقالاتی که در آنها حداقل یک نویسنده از صنعت مشارکت داشته است.
- تعداد مقالات با مشارکت بین‌المللی : تعداد مقالاتی که در آنها حداقل یک نویسنده بین‌المللی حضور دارد.

۳-۳. روش «کریتیک» برای وزن دهی معیارها

روش «کریتیک» به عنوان یکی از روش های عینی وزن دهی، بر پایه دو مؤلفه اصلی عمل می کند:

۱. تغییرپذیری درونی معیارها (با استفاده از انحراف معیار)،
۲. تضاد یا تعارض بین معیارها (با استفاده از ماتریس همبستگی).

این روش نخستین بار توسط «دیاکولاکی» و همکاران ارائه شده است. (Diakoulaki, Mavrotas and Papayannakis 1995)

مراحل اجرای روش «کریتیک»:

گام ۱: تشکیل ماتریس تصمیم گیری اولیه:

$$X = [x_{ij}]_{m \times n}$$

که m تعداد دانشگاه و n تعداد معیار را نشان می دهد و x_{ij} مقدار گزینه i ام برای معیار j ام است.

گام ۲: نرمال سازی داده ها با روش حداقل-حداکثر:

از آنجا که متغیرهای پژوهش شامل مقادیری از جنس شمارش، نسبت و میانگین هستند و مقیاس های متفاوتی دارند، لازم است پیش از محاسبه وزن ها با روش «کریتیک»، داده ها به مقیاس قابل مقایسه تبدیل شوند. بدین منظور از نرمال سازی حداقل-حداکثر استفاده می کنیم. این روش داده ها را در بازه $[0,1]$ می نگارد و امکان مقایسه معیارهایی با دامنه های بسیار متفاوت را، بدون نیاز به فرض نرمال بودن توزیع، فراهم می سازد. با توجه به این که همه معیارها از نوع سود هستند، نرمال سازی به صورت زیر انجام می شود:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}}$$

گام ۳: محاسبه انحراف معیار برای هر معیار:

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \mu_j)^2}{m}}$$

که در آن $\mu_j = \frac{\sum_{i=1}^m r_{ij}}{m}$ میانگین داده های نرمال شده j امین معیار است.

گام ۴: محاسبه ماتریس همبستگی میان معیارها:

$$\rho_{jk} = \frac{cov(j, k)}{\sigma_j \sigma_k}$$

که در آن

$$cov(j, k) = \frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \mu_j)(r_{ik} - \mu_k)}{m - 1}$$

گام ۵: محاسبه وزن اولیه:

$$C_j = \sigma_j \sum_{k=1}^m (1 - \rho_{jk})$$

گام ۶: محاسبه وزن نهایی هر معیار:

$$w_j = \frac{C_j}{\sum_{k=1}^n C_k}$$

در این گام وزن‌های نهایی هر معیار w_j به صورت ثابت برای تمام دانشگاه‌ها محاسبه می‌شوند، اما در مدل رگرسیون از متغیرهای نرمال وزن دار شده استفاده می‌شود. در همین راستا، مقادیر نرمال شده هر معیار با روش حداقل - حداکثر، به صورت زیر وزن دار می‌شوند:

$$z_{ij} = w_j r_{ij}$$

و متغیرهای Z_{ij} به عنوان ورودی‌های مستقل در مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی به کار می‌روند.

۳-۴. مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی برای تحلیل روابط

در مرحله دوم، به منظور بررسی رابطه میان وزن‌های به دست آمده از روش «کریستیک» (به عنوان متغیرهای مستقل) و سطوح عملکرد پژوهشی دانشگاه‌ها (به عنوان متغیر وابسته ترتیبی)، از مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی استفاده شد. این مدل برای تحلیل داده‌هایی با متغیر وابسته دارای ماهیت رتبه‌ای مناسب است و امکان برآورد احتمال تعلق هر دانشگاه به یکی از سطوح عملکردی را فراهم می‌سازد. (Harrell 2015)

برای تعریف متغیر وابسته، از رتبه ملی دانشگاه‌ها در پایگاه استنادی علوم جهان اسلام استفاده شد. بر اساس چارک‌های آماری، دانشگاه‌ها به چهار سطح عملکرد پژوهشی طبقه‌بندی شدند:

- سطح ضعیف (چارک اول)،
- سطح متوسط (چارک دوم)،
- سطح خوب (چارک سوم)،
- سطح خیلی خوب (چارک چهارم).

مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی به صورت زیر بیان می‌شود:

$$\text{logit}(P(y < j)) = \theta_j - \sum_{i=1}^p \beta_i Z_i$$

که در آن θ_j آستانه‌های مدل، β_i ضرایب رگرسیون برای هر معیار و Z_i مقادیر نرمال وزن دار شده مربوط به معیارهای پژوهشی است.

۳-۵. پیاده‌سازی تحلیلی

کلیه مراحل تحلیلی این پژوهش با بهره‌گیری از دو نرم‌افزار تخصصی انجام شد. محاسبه وزن معیارها با روش «کربنیک»، برازش مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی، و تحلیل پایداری با روش بوت‌استرپ در محیط نرم‌افزار «گمز»^۱ پیاده‌سازی گردید. همچنین، آزمون‌های اعتبارسنجی مدل شامل بررسی هم‌خطی (عامل تورم واریانس)^۲، آزمون برنت^۳ (برای بررسی فرض برابری ضرایب)، محاسبه اثرات حاشیه‌ای^۴ و روش رگرسیون فیرث^۵ با استفاده از نرم‌افزار «آر»^۶ انجام پذیرفت.

۴. یافته‌ها و نتایج پژوهش

۴-۱. شاخص‌های توصیفی داده‌ها

تحلیل اولیه داده‌ها نشان می‌دهد که معیارهای مورد بررسی از پراکندگی و رفتار متفاوتی برخوردارند (جدول ۱). از میان معیارها، معیار تعداد مقالات با مشارکت بین‌المللی با میانگین ۳۱۰/۴۸ و انحراف معیار ۱۹۹/۶۷ بیشترین تغییرپذیری را نشان می‌دهد، در حالی که نسبت تعداد مقالات چارک اول به کل مقالات با دامنه‌ای نسبتاً محدود (۰/۲۴ تا ۰/۴۷) از ثبات بیشتری برخوردار است. همچنین چولگی مثبت (در بازه‌ای بین ۰/۲۵ تا ۱/۴) نشان می‌دهد تمرکز داده‌ها در مقادیر پایین است و چند دانشگاه با عملکرد پژوهشی برجسته وجود دارد. در چنین شرایطی، انتخاب روش نرمال‌سازی حداقل-حداکثر کاملاً موجه است، زیرا این روش نسبت به چولگی مثبت و وجود مقادیر پرت حساسیت کمتری دارد و ترتیب نسبی مقادیر حفظ و تعادل در محاسبه وزن‌های عینی در مدل «کربنیک» افزایش می‌یابد. این تفاوت‌ها بیانگر تنوع در سیاست‌ها و رویکردهای پژوهشی دانشگاه‌های مورد مطالعه است.

جدول ۱. شاخص‌های آماری توصیفی معیارهای ارزیابی عملکرد پژوهشی دانشگاه‌ها

چولگی	حداکثر معیار	حداقل معیار	انحراف معیار	میانگین	معیار پژوهشی
۰/۵۱	۴/۲	۳/۱	۰/۲۷۳۱	۳/۵۵۱۶	متوسط ضریب تاثیر

¹ General Algebraic Modeling System (GAMS)

² Variance Inflation Factor (VIF)

³ Brant Test

⁴ Concordance Index

⁵ Firth regression

⁶ R (R Project for Statistical Computing)

۱/۰۵	۸۰۴	۷۸	۱۹۹/۶۷۱۹	۳۱۰/۴۸۳۹	تعداد مقالات با مشارکت بین المللی
۱/۴۱	۲۷	۰	۶/۴۷۵۳	۷/۰۶۵۴	تعداد مقالات هم تالیفی با صنعت
۰/۲۵	۰/۴۶۹۲	۰/۲۴۱۵	۰/۰۵۳۲	۰/۳۳۸۶	نسبت تعداد مقالات چارک اول به کل مقالات
۱/۰۳	۴/۵۲۳۱	۱/۰۶۲۵	۰/۹۹۳۳	۲/۱۸۳۶	نسبت تعداد مقالات به تعداد اعضای هیئت علمی
۰/۸۱	۰/۴۱	۰/۰۹	۰/۰۷۸۰	۰/۲۰۱۹	سرانه مقالات دانشجویان تحصیلات تکمیلی

۲-۴. اهمیت معیارها بر اساس روش های ترکیبی

۴-۲-۱. نتایج روش «کریتیک»

وزن دهی عینی معیارها با روش «کریتیک» نشان داد که تعداد مقالات با مشارکت بین المللی (وزن: ۰/۲۰۶) و تعداد مقالات هم تالیفی با صنعت (وزن: ۰/۱۹۵) بیشترین تأثیر را در ارزیابی عملکرد پژوهشی دارند (جدول ۲). این یافته ها بر اهمیت همکاری های فرامرزی و تعامل با صنعت به عنوان عوامل کلیدی در ارتقای کیفیت پژوهش تأکید دارند.

برای تعیین داده های ورودی روش رگرسیون لجستیک ترتیبی در جدول ۳ نمونه ای از نحوه محاسبه مقادیر نرمال وزن دار شده سه دانشگاه نخست نشان داده شده است. در این جدول، ابتدا مقادیر خام معیارهای پژوهشی ارائه شده اند و سپس مقادیر نرمال وزن دار شده (حاصل از ضرب وزن های به دست آمده از روش «کریتیک» در مقادیر نرمال شده با روش حداقل-حداکثر) نمایش داده شده اند.

جدول ۲. وزن نهایی معیارها بر اساس روش «کریتیک»

رتبه اهمیت	وزن نهایی «کریتیک»	معیار
۵	۰/۱۴۶	متوسط ضریب تأثیر
۱	۰/۲۰۶	مقالات با مشارکت بین المللی
۲	۰/۱۹۵	تعداد مقالات هم تالیفی با صنعت
۶	۰/۱۳۶	نسبت تعداد مقالات چارک اول به کل مقالات

نسبت تعداد مقالات به تعداد اعضای هیئت علمی	۰/۱۵۸	۳
سرايه مقالات دانشجویان تحصیلات تکمیلی	۰/۱۵۷	۴

جدول ۳. نمونه‌ای از محاسبه مقادیر نرمال وزن‌دار شده با روش «کرتیک» (برای سه دانشگاه نخست)

دانشگاه	متوسط ضریب تاثیر	تعداد مقالات با مشارکت بین المللی	تعداد مقالات هم تالیفی با صنعت	نسبت تعداد مقالات منتشر شده در مجلات چارک اول به کل مقالات	نسبت تعداد مقالات منتشر شده در مجلات چارک	تعداد مقالات	نسبت تعداد	سرايه مقالات دانشجویان تحصیلات تکمیلی
۱	۳/۷	۷۵۰	۲۷	۰/۳۵۳۶۵۸۵۳۷	۳/۰۴۰۴۴۹	۰/۲۸	مقادیر خام	
۲	۳/۷	۶۴۴	۱۸	۰/۳۸۸۹۹۲۵۳۷	۴/۱۷۹۳۳۷	۰/۳۶		
۳	۳/۸	۵۴۵	۴	۰/۳۸۸۷۲۶۹۱۹	۴/۵۲۳۰۷۷	۰/۱۹		
مقادیر نرمال شده با روش حداقل-حداکثر و وزن دار با وزنه‌ای به دست آمده از روش «کرتیک»								
۱	۰/۰۷۹۸۶۳	۰/۱۹۰۹۸۷۹	۰/۱۹۵۴۲۷	۰/۰۶۷۰۶۳	۰/۰۹۰۵۷۵	۰/۰۹۳۳۶۲		
۲	۰/۰۷۹۸۶۳	۰/۱۶۰۸۶۱۸	۰/۱۳۰۲۸۵	۰/۰۸۸۱۸۸	۰/۱۴۲۷۲۷	۰/۱۳۲۶۷۲		
۳	۰/۰۹۳۱۷۳	۰/۱۳۲۷۲۵۲	۰/۰۲۸۹۵۲	۰/۰۸۸۰۲۹	۰/۱۵۸۴۶۸	۰/۰۴۹۱۳۸		

۲-۴. نتایج رگرسیون لجستیک ترتیبی

الف) تحلیل نتایج رگرسیون لجستیک ترتیبی:

نتایج تحلیل رگرسیون نشان داد که تمامی متغیرهای پیش‌بینی تأثیرات معناداری بر متغیر وابسته دارند (همه در سطح معنی دار $p < ۰/۰۰۱$). همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، ضرایب استاندارد شده (β) بین ۰/۱۱۳ تا ۰/۱۸۳ در نوسان بوده‌اند که نشان‌دهنده شدت اثر متوسط تا نسبتاً قوی متغیرهاست. معیار سوم (تعداد مقالات هم‌تالیفی با صنعت) با بالاترین ضریب ($\beta = ۰/۱۷۵$)، $SE = ۰/۰۴۵$ ، $p < ۰/۰۰۱$ و معیار دوم (تعداد مقالات با مشارکت بین‌المللی) با قوی‌ترین سطح معنی داری ($p = ۰/۰۰۱$) به عنوان تأثیرگذارترین عوامل شناسایی شدند. خطاهای استاندارد پایین (بین ۰/۰۴۳ تا ۰/۰۵۷) نیز دقت بالای برآوردها را تأیید می‌کنند. این یافته‌ها از فرضیه‌های پژوهش پشتیبانی کرده و نشان‌دهنده روابط سیستماتیک بین متغیرهای مورد مطالعه است. سطح بالای

معنی‌داری (کمتر از ۰/۰۱) و یکسانی در جهت روابط (همگی مثبت)، اعتبار درونی مدل را تقویت می‌نماید.

جدول ۴. ضرایب مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی

مقدار p	فاصله اطمینان ۹۵٪	نسبت شانس ^۱	خطای استاندارد (SE)	ضریب رگرسیون (β)	معیار
۰/۰۰۷۲	[۱/۰۳, ۱/۲۳]	۱/۱۳۱	۰/۰۴۶	۰/۱۲۳	متوسط ضریب تاثیر
۰/۰۰۱۲	[۱/۰۷, ۱/۳۵]	۱/۲۰۳	۰/۰۵۷	۰/۱۸۵	مقالات با مشارکت بین المللی
۰/۰۰۱۱	[۱/۰۹, ۱/۳۰]	۱/۱۹۱	۰/۰۴۵	۰/۱۷۵	تعداد مقالات هم تالیفی با صنعت
۰/۰۰۸۷	[۱/۰۳, ۱/۲۲]	۱/۱۲۰	۰/۰۴۳	۰/۱۱۳	نسبت تعداد مقالات چارک اول به کل مقالات
۰/۰۰۲۰	[۱/۰۵, ۱/۲۶]	۱/۱۴۸	۰/۰۴۵	۰/۱۳۸	نسبت تعداد مقالات به تعداد اعضای هیئت علمی
۰/۰۰۲۰	[۱/۰۵, ۱/۲۵]	۱/۱۴۴	۰/۰۴۴	۰/۱۳۵	سرانه مقالات دانشجویان تحصیلات تکمیلی

ب) برازش و توان تفکیک مدل:

برای ارزیابی جامع عملکرد مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی، شاخص‌های مختلف برازش و تشخیص محاسبه شد. (جدول ۵) نتایج حاصل از این ارزیابی نشان می‌دهد مدل از برازش مطلوبی برخوردار است. مقدار شبه آر-۲ مک‌فادن^۲ برابر با ۰/۳۵۹ و شبه آر-۲ ناگلکرک^۳ که معادل ۰/۶۳ به دست آمد که حاکی از تبیین مناسب واریانس متغیر وابسته توسط مدل است. بر اساس معیارهای رایج،

^۱ Odds Ratio

^۲ Pseudo R² (McFadden)

^۳ Pseudo R² (Nagelkerke)

مقادیر بالای ۰/۲ برای شبه آر-۲ مک فادن و بالای ۰/۵ برای شبه آر-۲ ناگلکرک نشان دهنده برازش بسیار خوب مدل هستند.

نتایج آزمون نسبت درست‌نمایی نیز نشان داد که مدل به طور کلی از نظر آماری معنادار است. این بدان معناست که مجموعه متغیرهای مستقل توانایی پیش‌بینی سطوح رتبه‌ای دانشگاه‌ها را دارند. علاوه بر این، شاخص توافق^۱ برابر با ۰/۷۱ و شاخص تفکیک پذیری^۲ معادل ۰/۴۲ حاکی از قدرت تفکیک و تمایز مناسب مدل در طبقه‌بندی دانشگاه‌ها بر اساس سطوح عملکرد پژوهشی است.

جدول ۵. شاخص‌های برازش مدل رگرسیون لجستیک

شاخص	شاخص توافق	شاخص تفکیک‌پذیری	شبه آر-۲ مک فادن	شبه آر-۲ ناگلکرک	آزمون نسبت درست‌نمایی
مقدار	۰/۷۱	۰/۴۲	۰/۳۵۹	۰/۶۳۰	۳۰/۷۸۷
					$\chi^2 =$
					$p=1/032 e-5$

ج) اثرات حاشیه‌ای:

به منظور تبیین دقیق‌تر نقش هر معیار در احتمال قرارگیری دانشگاه‌ها در رتبه‌های بالاتر، اثرات حاشیه‌ای متوسط محاسبه گردید (جدول ۶). نتایج نشان داد که معیار تعداد مقالات هم‌تالیفی با صنعت بیشترین اثر مثبت و معنی‌دار را دارد، به این معنا که با افزایش یک واحد در سطح همکاری‌های صنعتی، احتمال تخمینی قرارگیری دانشگاه در رتبه‌های بالاتر به طور متوسط حدود ۴٫۳۸ درصد افزایش می‌یابد. سایر متغیرها اثرات غیرمعنی‌دار یا بسیار کوچک داشتند، که نشان‌دهنده نقش غالب ارتباطات صنعتی در ارتقای وضعیت پژوهشی دانشگاه‌ها در نمونه مورد بررسی است، هرچند این نتایج صرفاً مبتنی بر همبستگی آماری بوده و تفسیر علی ندارند.

¹ Concordance Index

² Somers' D

جدول ۶. اثرات حاشیه‌ای متوسط معیارهای پژوهشی در مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی

معیار پژوهشی	اثر حاشیه‌ای متوسط (AME)	خطای استاندارد	سطح معنی‌داری (p)
متوسط ضریب تأثیر	-۱/۶۴	۱/۴۲	۰/۲۵
تعداد مقالات با مشارکت بین‌المللی	۱/۴۸	۱/۵۵	۰/۳۴
تعداد مقالات هم‌تالیفی با صنعت	۴/۳۸	۰/۹۹	۰/۰۰۱ >
نسبت تعداد مقالات چارک اول به کل مقالات	-۱/۴۵	۱/۱۰	۰/۱۹
نسبت تعداد مقالات به تعداد اعضای هیئت علمی	۰/۷۷	۱/۶۶	۰/۶۴
سرانه مقالات دانشجویان تحصیلات تکمیلی	-۰/۵۴	۱/۱۹	۰/۶۵

(د) تحلیل پایداری ضرایب با روش بوت‌استرپ:

برای بررسی پایداری ضرایب مدل در نمونه نسبتاً محدود (۳۱ دانشگاه)، از روش بازنمونه‌گیری بوت‌استرپ با ۱۰۰۰ تکرار استفاده می‌شود. نتایج (جدول ۷) نشان می‌دهند که ضرایب مدل از ثبات نسبی برخوردارند. ضرایب همه متغیرها در ۱۰۰۰ نمونه بوت‌استرپ دارای توزیع تقریباً نرمال و فاصله اطمینان‌های باریک هستند. همچنین معیار تعداد مقالات با مشارکت بین‌المللی با کمترین خطای استاندارد (۰/۰۵۵) و فاصله اطمینان [۰/۷۸، ۰/۴۶] پایدارترین نتیجه را نشان می‌دهد. علاوه بر این، معیار تعداد مقالات هم‌تالیفی با صنعت نیز با خطای استاندارد ۰/۰۴۸ از پایداری بالایی برخوردار است. این یافته‌ها نشان می‌دهد که با وجود محدودیت نمونه کوچک، برآوردهای مدل از پایایی کافی برای استناد برخوردارند.

۳-۲-۴. تحلیل‌های تکمیلی و صحت‌سنجی

برای اطمینان از صحت نتایج و رعایت اصول روش‌شناختی، تحلیل‌های تکمیلی جامعی انجام شد.

الف) بررسی همبستگی:

در گام نخست، ماتریس همبستگی بین معیارها (متغیرهای مستقل) بررسی گردید. نتایج نشان داد (جدول ۸) که معیار نسبت تعداد مقالات چارک اول به کل مقالات با معیار متوسط ضریب تأثیر همبستگی بسیار بالایی دارد. این میزان همبستگی می‌تواند مشکل هم‌خطی در برآورد مدل رگرسیون به وجود آورد. بر این اساس معیار نسبت تعداد مقالات چارک اول به کل مقالات، از مدل نهایی حذف گردید.

جدول ۷. نتایج تحلیل بوت‌استرپ ضرایب مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی

میانگین ضرایب	خطای استاندارد	فاصله اطمینان ۹۵٪	معیار پژوهشی
۰/۵۷۴۰۱۸	۰/۰۵۲۷۴۱	[۰/۳۷, ۰/۷۲]	متوسط ضریب تأثیر
۰/۶۳۱۵۷۵	۰/۰۵۴۸۶۲	[۰/۴۶, ۰/۷۸]	تعداد مقالات با مشارکت بین‌المللی
۰/۵۴۰۳۸۶	۰/۰۴۸۰۵۲	[۰/۳۸, ۰/۶۷]	تعداد مقالات هم‌تالیفی با صنعت
۰/۵۴۸۹۵۹	۰/۰۴۶۴۸۷	[۰/۳۶, ۰/۷۰]	نسبت تعداد مقالات چارک اول به کل مقالات
۰/۵۰۹۹۷۱	۰/۰۵۰۴۲۳	[۰/۳۴, ۰/۶۵]	نسبت تعداد مقالات به تعداد اعضای هیات علمی
۰/۵۵۴۴۷۳	۰/۰۵۰۱۷۰	[۰/۳۹, ۰/۷۲]	سرانه مقالات دانشجویان تحصیلات تکمیلی

جدول ۸. ماتریس همبستگی بین معیارها

معیارها	تأثیر	ضریب	مشارکت بین	هم‌تالیفی	به کل	نسبت تعداد	
						مقالات	تعداد
متوسط ضریب تأثیر	۱	۰/۴۲	۰/۴۱	۰/۴۱	۰/۸۹	نسبت تعداد مقالات به کل مقالات	۰/۷۳
تعداد مقالات با مشارکت بین‌المللی	۰/۴۲	۱	۰/۷۹	۰/۴۶	۰/۶۴	تعداد اعضای هیات علمی	۰/۴۵
تعداد مقالات هم‌تالیفی با صنعت	۰/۴۱	۰/۷۹	۱	۰/۴۵	۰/۴۹	سرانه مقالات دانشجویان تحصیلات تکمیلی	۰/۴۵
نسبت تعداد مقالات چارک اول به کل مقالات	۰/۸۹	۰/۴۶	۰/۴۵	۱	۰/۷۲	تعداد اعضای هیات علمی	۰/۷۱
نسبت تعداد مقالات به تعداد اعضای هیات علمی	۰/۷۶	۰/۶۴	۰/۴۹	۰/۴۶	۱	سرانه مقالات دانشجویان تحصیلات تکمیلی	۰/۷۱
سرانه مقالات دانشجویان تحصیلات تکمیلی	۰/۷۳	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۷۱	تعداد اعضای هیات علمی	۱

ب) بررسی شاخص هم خطی:

پس از حذف معیار نسبت تعداد مقالات چارک اول به کل مقالات، شاخص عامل تورم واریانس محاسبه شد. نتایج (جدول ۹) نشان داد که تمامی مقادیر زیر آستانه استاندارد ۵ قرار دارند. این امر حاکی از آن است که مشکل هم خطی چندگانه در مدل برطرف شده و برآورد ضرایب از پایایی لازم برخوردار است.

ج) تحلیل فرض تناسبی:

در گام بعدی، به منظور اطمینان از برقراری فرض بنیادی مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی، آزمون برنت انجام شد. نتایج این آزمون نشان داد که معیار سرانه مقالات دانشجویان تحصیلات تکمیلی به طور معناداری فرض تناسبی را نقض می‌کند (جدول ۹). بر این اساس، این معیار نیز از مدل نهایی حذف شد.

جدول ۹. بررسی هم خطی و آزمون برنت

معیار	متوسط ضریب تاثیر	تعداد مقالات با مشارکت بین المللی	تعداد مقالات هم تالیفی با صنعت	نسبت تعداد مقالات به تعداد اعضای هیئت علمی	سرانه مقالات دانشجویان تحصیلات تکمیلی
عامل تورم واریانس	۳/۳۴۵۱۶۷	۲/۶۰۳۶۷۵	۱/۸۹۳۵۹۰	۳/۸۸۵۸۳۴	۳/۶۳۵۴۳۹
آماره کای-دو ^۱	۰/۸۹	-۱/۰۲	۰/۵۶	۰/۵۱	۹۳/۵۵
درجه آزادی	۲	۲	۲	۲	۲
مقدار p	۰/۶۳۹	۱/۰	۰/۷۵۵	۰/۷۷۷	۴/۸۵۴۶۶۴e-۲۱

د) تحلیل نهایی با رگرسیون لجستیک فیرث:

^۱ χ^2

با توجه به اندازه نمونه محدود (۳۱ دانشگاه) و اهمیت اطمینان از پایایی برآوردها، از رگرسیون لجستیک فیرث به عنوان یک روش مقاوم استفاده شد. نتایج مدل فیرث (جدول ۱۰) نشان داد که در بین تمامی معیارهای مورد بررسی، تنها معیار تعداد مقالات با مشارکت بین‌المللی اثر معناداری بر متغیر وابسته دارد. این یافته‌ها از اهمیت راهبردی توسعه همکاری‌های علمی بین‌المللی در ارتقای جایگاه پژوهشی دانشگاه‌ها حمایت می‌کند.

جدول ۱۰. نتایج نهایی رگرسیون لجستیک فیرث

مقدار p	خطای استاندارد	ضریب β	معیار
۰/۴۸۳	۲۰/۹۰	-۱۴/۶۶	متوسط ضریب تاثیر
۰/۰۲۵۷	۲۴/۱۳	-۵۳/۸۳	تعداد مقالات با مشارکت بین‌المللی
۰/۸۴۲	۲۱/۲۰۹	۴/۲۲۱	تعداد مقالات هم‌تالیفی با صنعت
۰/۲۰۹	۲۲/۷۴	۲۸/۵۴	نسبت تعداد مقالات به تعداد اعضای هیئت علمی

۵. بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش در یک تحلیل چندمرحله‌ای نشان داد که اگرچه در مدل اولیه رگرسیون لجستیک ترتیبی معیارهای تعداد مقالات با مشارکت بین‌المللی و تعداد مقالات هم‌تالیفی با صنعت به عنوان عوامل تأثیرگذار شناسایی شدند، اما در تحلیل‌های پایایی سنجی و با به کارگیری روش‌های مقاوم (رگرسیون فیرث)، تنها معیار تعداد مقالات با مشارکت بین‌المللی به عنوان عامل پایدار و معنادار در ارتقای رتبه پژوهشی دانشگاه‌ها شناخته شد.

این یافته با مطالعات پیشین همچون پژوهش «مارال» (۲۰۲۴) که همکاری‌های علمی بین‌المللی را از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر عملکرد پژوهشی دانشگاه‌ها دانسته بود، همسو است. همچنین با نتایج «عصاره و همکاران» (۲۰۲۳) که بر ضرورت توسعه معیارهای نوین برای ارزیابی عملکرد دانشگاه‌ها تأکید داشتند، مطابقت دارد.

در اولویت بندی نهایی معیارهای بهبود رتبه پژوهشی، تعداد مقالات با مشارکت بین المللی به عنوان مهم ترین عامل شناسایی شد. به نظر می رسد این اولویت بالا بازتابی از تأثیر غیرقابل انکار دسترسی به شبکه های دانش جهانی و سیاست های تشویقی دانشگاه ها در جهت بین المللی سازی پژوهش باشد. اگرچه معیارهایی مانند تعداد مقالات هم تالیفی با صنعت در مدل اولیه اثر مثبت نشان دادند، اما در تحلیل های مقاوم این اثر تأیید نشد.

در تفسیر این یافته ها باید به چالش علیت دوطرفه توجه داشت. اگرچه مدل حاضر ارتباط مثبت و معناداری بین مشارکت بین المللی و رتبه بالاتر نشان می دهد، اما این رابطه الزاماً یک طرفه نیست. ممکن است جایگاه بالای دانشگاه خود موجب تسهیل همکاری های بین المللی شود.

به طور کلی، این پژوهش با استفاده از رویکردی ترکیبی نشان داد که تمرکز بر توسعه شبکه های علمی بین المللی می تواند کارآمدترین راهبرد برای ارتقای جایگاه پژوهشی دانشگاه ها باشد. این یافته ها ابزاری داده محور برای سیاست گذاران فراهم می آورد که می تواند در تخصیص بهینه منابع و تدوین راهبردهای پژوهشی مورد استفاده قرار گیرد.

۶. محدودیت های پژوهش و پیشنهادها برای مطالعات آینده

الف) محدودیت های مرتبط با طراحی داده و مدل سازی:

این پژوهش مبتنی بر داده های مقطعی است و علیرغم دقت تحلیل های انجام شده، کنترل درون زایی برخی از متغیرها ممکن نیست. برای مثال، تأثیر همکاری های بین المللی بر رتبه دانشگاه ممکن است تحت تأثیر متغیرهای پنهان یا علیت دوطرفه قرار گیرد که در طراحی کنونی قابل تفکیک کامل نیستند. اگرچه در این پژوهش از روش هایی مانند بوت استرپ و رگرسیون فیث برای ارزیابی پایداری مدل استفاده شد، اما بهره گیری از طیف وسیع تری از روش های اعتبارسنجی و تحلیل حساسیت می تواند در پژوهش های آتی مدنظر قرار گیرد.

ب) محدودیت‌های مرتبط با نمونه و تعمیم‌پذیری:

روش نمونه‌گیری این پژوهش، بر اساس دسترسی به داده‌های کامل و معتبر برای کلیه معیارها انجام شد. این رویکرد دقت تحلیل‌ها را افزایش داده، اما متمرکز بر دانشگاه‌های بزرگ و فعال پژوهشی با نظام گزارش‌دهی منسجم شده است. بنابراین، تعمیم نتایج به کل نظام دانشگاهی ایران به‌ویژه دانشگاه‌های جوان‌تر یا آموزشی محور باید با احتیاط صورت گیرد. همچنین اندازه نمونه محدود (31) $n=$ اگرچه با روش‌های مقاوم آماری پوشش داده شد، اما همانندسازی در نمونه‌های بزرگ‌تر را ضروری می‌سازد.

ج) محدودیت‌های مرتبط با متغیرها:

در این پژوهش، متغیرهای کنترلی مهمی نظیر اندازه دانشگاه (مانند تعداد دانشجو)، بودجه پژوهشی، سن مؤسسه و ترکیب رشته‌ها به دلیل فقدان داده‌های معتبر و در دسترس، لحاظ نشدند. بنابراین این احتمال وجود دارد که برآورد ضرایب مدل تحت تأثیر «تورش متغیر حذف شده» قرار گرفته باشد. برای مثال، ممکن است بخشی از تأثیر مثبتی که به معیار «همکاری‌های بین‌المللی» نسبت داده می‌شود، در واقع ناشی از بودجه پژوهشی بالاتر یا زیرساخت‌های ارتباطی بهتر باشد که در مدل حاضر کنترل نشده‌اند.

د) پیشنهادها و مسیرهای پژوهشی آینده:

بر اساس یافته‌های نهایی این پژوهش، توسعه نظام‌مند همکاری‌های علمی بین‌المللی از طریق انعقاد تفاهم‌نامه‌های پژوهشی، جذب پژوهشگران بین‌المللی و مشارکت در پروژه‌های مشترک جهانی، به عنوان اولویت اصلی به دانشگاه‌ها و سیاست‌گذاران آموزش عالی پیشنهاد می‌شود. همچنین ایجاد و تقویت شبکه‌های علمی بین‌المللی با تمرکز بر دانشگاه‌های برتر جهان و مراکز پژوهشی معتبر، همراه با تدوین سیاست‌های تشویقی هدفمند برای حمایت از انتشار مقالات مشترک، می‌تواند به عنوان راهبردهای کلیدی در دستور کار قرار گیرد.

در راستای توسعه دانش در این حوزه، انجام مطالعات طولی و به کارگیری روش‌های پیشرفته‌ای مانند متغیرهای ابزاری یا مدل‌سازی معادلات ساختاری برای غلبه بر محدودیت علیت پیشنهاد می‌گردد. همچنین اعتبارسنجی و تحلیل حساسیت نتایج از طریق روش‌های مختلف وزن‌دهی، به کارگیری رویکردهای ترکیبی در ارزیابی عملکرد پژوهشی سایر مؤسسات، و توسعه چارچوب‌های ارزیابی پویا برای مدل‌سازی دقیق‌تر روابط پیچیده بین معیارهای پژوهشی ضروری به نظر می‌رسد.

در بعد محتوایی، گسترش دامنه نمونه به مؤسسات آموزشی محور یا تازه تأسیس، توسعه مدل مفهومی با افزودن متغیرهای کنترلی کلیدی و بررسی عوامل کیفی و مدیریتی، تحلیل مکانیسم‌های اثرگذاری همکاری‌های بین‌المللی از طریق بررسی فرآیندهایی مانند انتقال دانش و دسترسی به منابع، و نیز بررسی نقش متغیرهای واسطه‌ای مانند بورسیه‌های تحصیلی بین‌المللی و دوره‌های فرصت مطالعاتی، به عنوان مسیرهای پژوهشی آینده پیشنهاد می‌شوند. این پیشنهادها می‌تواند به سیاست‌گذاران کمک کند تا با تمرکز بر مؤثرترین اهرم‌ها، منابع محدود پژوهشی را به گونه‌ای تخصیص دهند که بیشترین بازده را در ارتقای جایگاه علمی دانشگاه‌ها داشته باشد.

فهرست منابع

- وحدت‌زاد، محمد علی، محمد رضا زارع بناد کوکی، محمد صالح اولیاء و محمد مهدی لطفی. ۱۳۹۶. تحلیلی بر رتبه‌بندی دانشگاه‌های ایران با استفاده از شاخص‌های علم‌سنجی پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات، ۳۳(۱): ۱۱۷-۱۶۰.
- قمی، حمید رضا، مرتضی رحمانی، و مرتضی خاکزار. ۱۳۹۶. ارزیابی عملکرد پژوهشی یک دانشگاه دولتی با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای. فصلنامه مدیریت نظامی، ۱۷(۶۷): ۱۴۱-۱۶۷.
- وثوق، فرشته، غلامعلی احمدی، نرگس حسن مرادی و امیرحسین محمدداودی. ۱۴۰۰. شناسایی ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های بومی ارزیابی عملکرد پژوهش در دانشگاه‌های جامع (مطالعه موردی: دانشگاه‌های آزاد اسلامی شهر تهران). مدیریت و برنامه‌ریزی در نظام‌های آموزشی، ۱۴(۱): ۱۳-۴۲.
- هاشمی، یوسف، امیرحسین مهدی‌زاده، نادر برزگر، اسفندیار دشمن‌زیاری و اسماعیل اسدی. ۱۴۰۰. طراحی الگوی ارزیابی عملکرد پژوهشی در دانشگاه‌های افسری ارتش جمهوری اسلامی ایران. فصلنامه مدیریت نوآوری در سازمان‌های دفاعی، ۴(۱۴): ۶۱-۸۴.
- آقایی هاشجین، عسگر، حمیدرضا برادران، علی نعمتی، ماریا فرخی و پوریا فرخی. ۱۴۰۳. شناسایی چالش‌ها و راهکارهای بهبود کیفیت آموزش پزشکی در جهت ارتقای رتبه بندی بین المللی دانشگاه‌های علوم پزشکی ایران: یک مطالعه کیفی. مجله راهبردهای آموزش در علوم پزشکی، ۱۷(۵): ۶۶-۸۰.
- Akomolafe, H. D., B. S. Olanrewaju, A. A. Omilabu, B. O. Asoro and O. Osunade. 2024. Predicting university ranking using the decision tree and gradient boosting machine learning algorithms. *International Journal of Recent Engineering Research and Development (IJRED)*, 9(5): 34-40.
- Aliyev, R., H. Temizkan and R. Aliyev. 2020. Fuzzy analytic hierarchy process-based multi-criteria decision making for universities ranking. *Symmetry*, 12(8): 1351.
- Diakoulaki, D., G. Mavrotas and L. Papayannakis. 1995. Determining objective weights in multiple criteria problems: The critic method. *Computers & Operations Research*, 22(7): 763-770.
- Do, D. T. 2024. Assessing the impact of criterion weights on the ranking of the top ten universities in Vietnam. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 14(4): 14899-14903.
- Harrell Jr., F.E. 2015. Ordinal Logistic Regression. In: Harrell Jr., F.E., *Regression Modeling Strategies*, Springer Series in Statistics, Springer International Publishing, Switzerland, 311-325.
- Kunsch, P. L. and A. Ishizaka. 2018. Multiple-criteria performance ranking based on profile distributions: An application to university research evaluations. *Mathematics and Computers in Simulation*, 154: 48-64.

Maral, M. 2024. Examining the research performance of universities with multi-criteria decision-making methods. *SAGE Open*, 14(4).

Osareh, F., P. Parsaei-Mohammadi, A. Farajpahlou and F. A. Rahimi. 2023. A comparative study of criteria and indicators of local, regional, and national university ranking systems. *Journal of Scientometric Research*, 12(1): 54–67.

Polatgil, M. and A. Güler. 2024. The use of different criteria weighting and multi-criteria decision-making methods for university ranking: Two-layer Copeland. *Journal of University Research*, 7(1): 60–73.



اولویت بندی معیارهای ارزیابی پژوهشی دانشگاهها با رویکرد ترکیبی کربنیک و رگرسیون لجستیک ترتیبی:
مطالعه ای مبتنی بر داده های واقعی | ابوظالبی

Prioritizing University Research Evaluation Criteria Using a Hybrid CRITIC and Ordinal Logistic Regression Approach: A Study Based on Real-World Data

Samira Abootalebi:

Ph.D. in Applied Mathematics; Assistant Professor; Department of Mathematics, Isf.C., Islamic Azad University, Isfahan, Iran .
sabootalebi@iau.ac.ir

Abstract:

In recent years, university evaluation and ranking have become primary concerns for higher education institutions and policymakers. Research criteria play a vital role in determining the academic standing of universities. However, one of the fundamental challenges in this area is determining the relative importance of research criteria and accurately modeling their relationship with university rankings. Many studies have employed classical statistical methods or multi-criteria decision-making techniques but often lack a precise integration between objective criteria weighting and analyzing their impact on ranking levels.

This research utilizes a hybrid approach and analyzes real-world data on the research performance of Iranian universities to address existing gaps in the effective integration of weighting and impact analysis of criteria. In the first step, the CRITIC method, as an objective and data-driven technique, is used to determine criterion weights. This method simultaneously considers the dispersion and correlation of criteria to establish their relative importance without subjective judgment. Subsequently, the obtained weights are incorporated into an Ordinal Logistic Regression model to examine the impact of each criterion on the probability of universities being placed in different ranking levels.

The main innovation of this study lies in the structured combination of these two complementary methods and the focus on analyzing the coefficients of the ordinal logistic regression model. This approach, unlike some superficial methods, provides a more accurate picture of the role of each criterion. The results indicate that, contrary to expectations, some criteria do not have a significant impact on improving university rankings; while specific, others have a considerable effect.

The research findings can be utilized by higher education managers and policymakers in designing research policies, optimizing research budgets, and planning for enhancing the academic standing of universities. This framework is also generalizable to other domestic and international ranking systems.

Keywords: CRITIC method, Ordinal Logistic Regression, Criterion Weighting, Multi-Criteria Decision Making, University Research Performance Evaluation

سمیرا ابوطالبی

دارای مدرک تحصیلی دکتری تخصصی در رشته ریاضی کاربردی گرایش تحقیق در عملیات است. ایشان هم‌اکنون استادیار گروه ریاضی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) است. تصمیم‌گیری چندمعیاره، تحلیل پوششی داده‌ها و تحقیق در عملیات از جمله علایق پژوهشی وی است.

