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

Samira Abootalebi*
PhD in Applied Mathematics; Assistant Professor; Department of Mathematics, Isf.C.; Islamic Azad University; Isfahan, Iran;
Email: sabootalebi@iau.ac.ir

Iranian Journal of Information Processing and Management

Received: 09, Aug. 2025 **Accepted: 01, Dec. 2025**

Iranian Research Institute for Information Science and Technology (IranDoc)
ISSN 2251-8223
eISSN 2251-8231
Indexed by SCOPUS, ISC, & LISTA
Vol. 41 | No. 3 | pp. 871-896
Spring 2026
https://doi.org/10.22034/jipm.2025.2068415.2070

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.

* Corresponding Author

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

اولویت‌بندی معیارهای ارزیابی پژوهشی دانشگاه‌ها با رویکرد ترکیبی کریتیک و رگرسیون لجستیک ترتیبی:

مطالعه‌ای مبتنی‌بر داده‌های واقعی

سمیرا ابوطالبی

دکتری تخصصی ریاضی کاربردی؛ استادیار؛ گروه ریاضی؛ واحد اصفهان (خوراسگان)؛ دانشگاه آزاد اسلامی؛ اصفهان، ایران؛
پدیدآور رابط sabootalebi@iau.ac.ir

پژوهش‌نامهٔ پردازش و مدیریت اطلاعات

دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۱۸ | **پذیرش:** ۱۴۰۴/۰۹/۱۰ | مقاله برای اصلاح به مدت ۱۵ روز نزد پدیدآور بوده است.

نشریهٔ علمی | رتبهٔ بین‌المللی
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک)
شاپا (چاپی) ۸۲۲۳-۲۲۵۱
شاپا (الکترونیکی) ۸۲۳۱-۲۲۵۱
نمایه در LISTA، ISC، و SCOPUS
jipm.irandoc.ac.ir
دورهٔ ۴۱ | شمارهٔ ۳ | ص‌ص ۸۷۱-۸۹۶
بهار ۱۴۰۵
https://doi.org/10.22034/jipm.2025.2068415.2070

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 دانشگاه‌هاست. 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. برای تعیین وزن معیارها در گام نخست، از روش «کریتیک» به‌عنوان یک تکنیک عینی و داده‌محور استفاده شد. این روش بدون دخالت قضاوت ذهنی، اهمیت نسبی معیارها را با در نظر گرفتن همزمان پراکندگی و همبستگی آنها مشخص می‌سازد. در ادامه، وزن‌های به‌دست‌آمده 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 ساخت‌یافته در 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 تأثیری معنادار بر ارتقای 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 دانشگاه‌ها مورد استفاده مدیران و تصمیم‌گیرندگان 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 به‌عنوان یکی از ابزارهای کلیدی سنجش عملکرد مؤسسات آموزش عالی، اهمیت ویژه‌ای یافته است. جایگاه (رتبه) هر دانشگاه نه‌تنها بر چهره 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 «کیواِس»، «تایمز» و «شانگهای» 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 بودند و کمتر به تحلیل میزان تأثیر معیارهای مؤثر بر این رتبه‌بندی می‌پرداختند. این در حالی است که ارتقای رتبهٔ هر دانشگاه بدون شناخت دقیق میزان اثرگذاری معیارها اقدامی ناکارآمد خواهد بود و حتی ممکن است به تصمیم‌های نادرست منجرشود. معیارهایی مانند شاخص‌های کمی پژوهش، کیفیت انتشارات و تعاملات علمی به‌طور همزمان و با درجات اهمیت متفاوت بر رتبه‌بندی دانشگاه‌ها تأثیر می‌گذارند. از این رو، رویکردی داده‌محور و عاری از قضاوت‌های ذهنی برای سنجش میزان تأثیر واقعی هر معیار، ضروری به نظر می‌رسد.

تصمیم‌گیرنده در بسیاری از مسایل واقعی، مانند مدیریت منابع و ارزیابی عملکرد سازمان‌ها باید چندین معیار را به‌طور همزمان در نظر بگیرد. تصمیم‌گیری چندمعیاره یکی از شاخه‌های اصلی تحقیق در عملیات است که به ارزیابی گزینه‌ها بر اساس چند معیار می‌پردازد. یکی از مهم‌ترین مراحل در مسایل تصمیم‌گیری چندمعیاره، تعیین وزن معیارهاست؛ زیرا وزن‌های نامناسب می‌توانند به نتایج و تحلیل‌های نادرست منجر شوند.

روش‌های وزن‌دهی به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند. دسته اول، روش‌های ذهنی که وزن‌ها بر اساس قضاوت خبرگان تعیین می‌شوند (مانند تحلیل سلسله‌مراتبی و مجموع وزنی ساده)، و دسته دوم، روش‌های عینی که وزن‌ها را بر اساس ساختار داده‌ها و بدون دخالت قضاوت انسانی تعیین می‌کنند (مانند «آنتروپی» و «کریتیک»).

هر یک از این روش‌ها مزایا و محدودیت‌های خود را دارد. 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 پراکندگی درون معیارها را در وزن‌دهی لحاظ کنیم. این روش با استفاده از ضرایب همبستگی و انحراف معیار هر معیار، امکان استخراج اطلاعات ساختاریافته 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 (برای مثال، 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 قرارگیری هر مشاهده در سطوح مختلف طبقه‌بندی را بر اساس مجموعه‌ای از متغیرهای مستقل فراهم می‌آورد.

در پژوهش حاضر، روش «کریتیک» با مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی ترکیب شده است تا اهمیت نسبی هر معیار پژوهشی در جایگاه دانشگاه‌ها به‌صورت داده‌محور و منسجم محاسبه شود. در این چارچوب، ابتدا وزن معیارهای پژوهشی به‌عنوان متغیرهای مستقل با روش «کریتیک» 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 مبتنی‌بر وزن‌دهی عینی (روش «کریتیک») 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 در تصمیم‌گیری‌های مرتبط با تخصیص منابع، ارتقای جایگاه علمی دانشگاه‌ها و افزایش رقابت میان مؤسسات آموزشی نقش تعیین‌کننده‌ای داشته باشد. در این فرایند، تعیین وزن معیارهای مورد استفاده اهمیت بسیار بالایی دارد؛ زیرا تغییر در وزن‌دهی معیارها می‌تواند نتایج نهایی رتبه‌بندی را به‌میزان قابل توجهی تحت تأثیر قرار دهد.

نظام‌های رتبه‌بندی بین‌المللی همچون «کیواِس»، «تایمز» و «شانگهای»، دانشگاه‌ها را بر اساس 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» معیارهایی مشابه، شامل نسبت مقالات به اعضای هیئت علمی، سرانه تولیدات دانشجویان تحصیلات تکمیلی، سهم مقالات منتشرشده در مجلات چارک اول، میانگین ضریب تأثیر، میزان همکاری با صنعت و تعداد مقالات بین‌المللی را برای ارزیابی عملکرد پژوهشی دانشگاه‌ها به کار می‌گیرند (وحدت‌زاد و همکاران ۱۳۹۶) .

در سطح بین‌المللی، در نظام «یو-مالتیرنک»، معیارهایی مانند نمره استناد نرمال‌شده، درصد مقالات در ۱۰ درصد برتر استنادی، و شاخص میان‌رشته‌ای بودن به‌عنوان 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، رحمانی و خاکزار» با تلفیق روش تحلیل سلسله‌مراتبی برای وزن‌دهی به شاخص‌ها و روش تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای برای ارزیابی کارایی، به این نتیجه رسیدند که دانشگاهِ مورد مطالعه و دو دانشکدهٔ آن از نظر پژوهشی ناکارا هستند. این پژوهش به‌وضوح نشان می‌دهد که چگونه تلفیق روش‌های مختلف با ارزیابی واقع‌بینانه‌تری از عملکرد پژوهشی همراه است (۱۳۹۶).

به‌طور مشابه، «مارال» با به‌کارگیری 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 «این‌سایتس» گردآوری کرده و شش معیار در دو بعد بهره‌وری و تأثیر را به کار برده است. معیارهای بهره‌وری شامل تعداد مقالات کل به‌ازای هر عضو هیئت علمی، تعداد مقالات در ۱۰ درصد برتر و تعداد مقالات در چارک اول به‌ازای هر عضو هیئت علمی و معیارهای تأثیر نیز شامل شاخص «اچ» بدون خودارجاعی به‌ازای هر عضو هیئت علمی، تأثیر استنادی نرمال‌شده بر اساس رشته و تأثیر نسبی به جهان بوده است. وزن‌دهی به این معیارها با سه روش «کریتیک»، «مرک» و «آنتروپی» انجام شده و سپس، رتبه‌بندی دانشگاه‌ها با سه روش «آراس»، «ماباک» و «تاپسیس» 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 به‌ازای هر عضو هیئت علمی و در بعد تأثیر شاخص «اچ» بدون خودارجاعی به‌ازای هر عضو هیئت علمی نقش تعیین‌کننده‌ای 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 سلسله‌مراتبی، «سوارا»، «کریتیک» و «آنتروپی» و روش‌های رتبه‌بندی «تاپسیس»، «ویکور» و «پرامتی» به‌صورت 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 به‌روش وزن‌دهی نیز به‌طور مستقیم توسط «دو» مورد بررسی قرار گرفت. وی چهار روش وزن‌دهی شامل وزن‌های برابر، سیستم «وی‌ان‌یو‌آر»، «آنتروپی» و روش «لوپکوو» 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 به‌کارگیری روش‌های حساس و دقیق وزن‌دهی مانند «کریتیک» را برای تمایز دقیق‌تر بین دانشگاه‌ها خاطرنشان می‌سازد.

برای مدیریت عدم قطعیت ذاتی در قضاوت‌های خبرگان، رویکردهای فازی نیز مورد توجه بوده‌اند. «علی‌اف» و همکاران با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتب فازی، چهار معیار آموزش، پژوهش، استنادات، و چشم‌انداز بین‌المللی را برای رتبه‌بندی پنج دانشگاه بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که استفاده از منطق فازی می‌تواند عدم قطعیت ناشی از قضاوت‌های ذهنی را کاهش دهد (Aliyev, Temizkan and Aliyev 2020). در حوزهٔ ادغام روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره با تحلیل‌های پیشرفته‌تر، «کونش» و «ایشیزاکا» نیز رویکردی با عنوان «پروز» را معرفی کردند که افزون‌بر میانگین عملکرد، پراکندگی داده‌ها را نیز در نظر می‌گیرد و از سوگیری ناشی از تمرکز صِرف بر میانگین جلوگیری می‌کند (Kunsch and Ishizaka 2018).

در زمینهٔ 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 و «گرادیان بوستینگ» تحلیل شدند. نتایج نشان داد که مدل «گرادیان بوستینگ» عملکرد دقیق‌تری نسبت به مدل درخت تصمیم دارد (Akomolafe et al. 2024). این پژوهش‌ها مسیر را برای تلفیق روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره با مدل‌های آماری پیش‌بین (مانند رگرسیون لجستیک ترتیبی) هموار می‌سازند.

سرانجام، «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 بی‌شماری با رویکرد بومی به موضوع ارزیابی عملکرد پژوهشی پرداخته‌اند. به‌عنوان 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 دانشگاه آزاد اسلامی ارائه نمودند که در مجموع، شامل ۱۲ مؤلفه و ۴۸ شاخص بومی است. این مدل بر نقش عوامل انسانی، مدیریت، زیرساخت‌ها، فرایندهای پژوهشی و نتایج کمّی و کیفی تأکید دارد (۱۴۰۰). در مطالعه‌ای دیگر، «هاشمی» و همکاران با استفاده از روش آمیخته و تحلیل مضمون، الگویی برای ارزیابی عملکرد

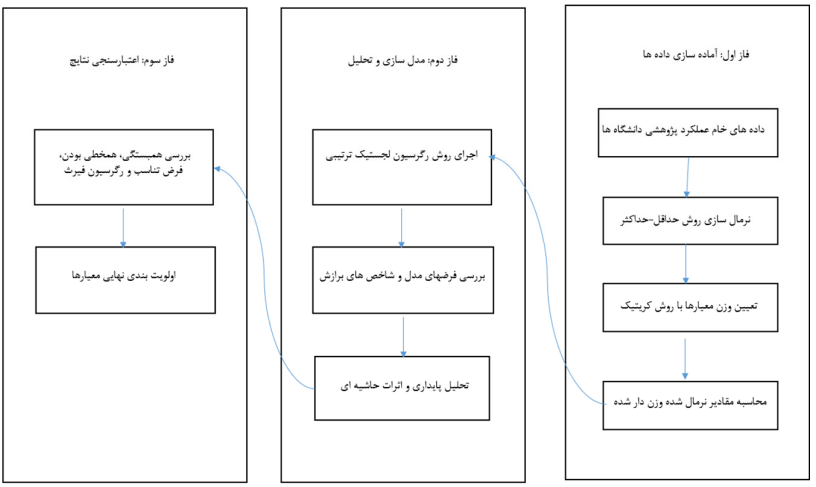
پژوهشی در دانشگاه‌های افسری ارتش طراحی کردند که شامل مؤلفه‌هایی چون استادان پژوهشگر، کتابخانه، ارزیابی، ایده‌ها و اکتشافات، طرح‌های پژوهشی، مجلات منتشرشده، همایش‌های علمی، تشویقات و رضایت اساتید و تسهیلات و حمایت‌هاست (۱۴۰۰). همچنین، «وحدت‌زاد» و همکاران با بهره‌گیری از شاخص‌های علم‌سنجی، عملکرد علمی ۷۶ دانشگاه وابسته به وزارت علوم را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که دانشگاه تهران از نظر تعداد مقالات و استنادها، دانشگاه صنعتی شریف در شاخص‌های «اچ» و«جی» و دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل در شاخص «ام» در جایگاه‌های برتر قرار دارند. این پژوهش پیشنهاد داد که نظام‌های رتبه‌بندی ملی باید شاخص‌های بومی دقیق‌تری را مد نظر قرار دهند (۱۳۹۶). افزون‌بر این، «آقایی» و همکاران در مطالعه‌ای به شناسایی چالش‌های فراروی دانشگاه‌های علوم پزشکی پرداخته و ضعف در حیطه پژوهش را به‌عنوان 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 (۱۴۰۳).

با توجه به مرور پژوهش‌های پیشین می‌توان دریافت که اگرچه مطالعات بی‌شمار به شناسایی و اولویت‌بندی معیارهای رتبه‌بندی دانشگاه‌ها پرداخته‌اند، اما اغلب این پژوهش‌ها یا بر استفاده از روش‌های ذهنی و مبتنی‌بر قضاوت خبرگان متمرکز بوده‌اند (Aliyev, Temizkan and Aliyev 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. ازاین‌رو، پژوهش حاضر با بهره‌گیری از روش «کریتیک» به‌عنوان یک روش عینی وزن‌دهی و مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی، به‌دنبال شناسایی معیارهای اثرگذار بر رتبه‌بندی پژوهشی دانشگاه‌هاست تا از طریق رویکردی داده‌محور و بدون سوگیری انسانی، راهکارهای دقیق‌تری برای ارتقای جایگاه دانشگاه‌ها در نظام‌های رتبه‌بندی ارائه کند.

۳. روش پژوهش

شکل ۱، مدل مفهومی پژوهش حاضر را نشان می‌دهد که بر یک چارچوب ترکیبی سه-مرحله‌ای مبتنی است. در مرحله نخست، داده‌های خام پژوهش با روش کمینه-بیشینه

نرمال‌سازی شده و سپس، وزن عینی هر معیار با به‌کارگیری روش «کریتیک» محاسبه می‌گردد. آنگاه، مقادیر نرمال‌شده و وزن‌های به‌دست‌آمده در قالب متغیرهای نرمال وزن‌دارشده ادغام و به‌عنوان ورودی در مرحله دوم به مدل «رگرسیون لجستیک ترتیبی» وارد می‌شوند تا تأثیر نهایی هر معیار بر رتبه دانشگاه‌ها تحلیل و اولویت‌بندی نهایی معیارها استخراج گردد. در مرحله سوم، با بررسی همبستگی هم‌خطی بودن، فرض تناسب و روش رگرسیون فیرث اعتبار نتایج بررسی می‌شود.



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

۳-۱. جامعه آماری و گردآوری داده‌ها

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 بر اساس معیارهای زیر انتخاب شده‌اند:

- ◇ داشتن سابقه فعالیت پژوهشی کمینه به‌مدت ۵ سال
- ◇ برخورداری از دانشکده‌های تحصیلات تکمیلی در بیش از ۵ رشته
- ◇ انتشار کمینه ۵۰ مقاله در طول ۵ سال گذشته
- ◇ در دسترس بودن داده‌های کامل در تمامی معیارهای پژوهشی مورد مطالعه

شایان ذکر است که به‌منظور افزایش پایداری مدل آماری، دانشگاه‌های دارای رتبه اول ملی به‌دلیل تفاوت شدید مقادیر پژوهشی با سایر دانشگاه‌ها، به‌عنوان یک نقطه

پرت (در اینجا منظور از پرت، یک مقدار بسیار دور از سایر داده‌هاست که می‌تواند تحلیل آماری را مختل کند)، از مجموعه داده‌های انتخابی حذف گردید. رتبه دانشگاه‌های منتخب در نمونه نهایی، بین ۲ تا ۴۱ متغیر بود. داده‌های مربوط به معیارهای پژوهشی از «پایگاه استنادی علوم جهان اسلام» و فایل رسمی «بهره‌وری انتشار مقالات علمی دانشگاه‌های کشور بر اساس پایگاه WoS»[1] مربوط به گزارش‌های بهار ۱۴۰۳ استخراج شده‌اند. این گزارش شامل اطلاعات تفصیلی دانشگاه‌های حاضر در رتبه‌بندی «پایگاه استنادی جهان اسلام» در سال ۱۴۰۱، در شاخص‌هایی مانند نوع دانشگاه، قدمت (سال فعالیت)، تعداد اعضای هیئت علمی در سال (۱۳۹۹)، تعداد کل مقالات (تعداد مقالات دانشگاه‌های ایران که در نشریات دارای ضریب تأثیر در سال ۲۰۲۰ منتشر شده‌اند)، 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.

۳-۲. معیارهای ارزیابی عملکرد پژوهشی

معیارهای مورد استفاده در این پژوهش در قالب سه دسته کلی و شش معیار اصلی به‌شرح زیر است:

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 تمام‌وقت 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.

1. DOR: https://dorl.net/dor/20.1001.5.1.1403.3.5.5

ب) معیارهای کیفیت پژوهش

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

ج) معیارهای تعامل پژوهشی

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

۳-۳. روش «کریتیک» برای وزن‌دهی معیارها

روش «کریتیک» به‌عنوان یکی از روش‌های عینی وزن‌دهی، بر پایه دو مؤلفه اصلی عمل می‌کند:

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

این روش نخستین‌بار توسط «دیاکولاکی، ماوروتاس و پاپایاناکیس» و همکاران ارائه شده است (Diakoulaki, Mavrotas and Papayannakis 1995).

مراحل اجرای روش «کریتیک»:

گام ۱: تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری اولیه:

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

که در آن m تعداد دانشگاه و n تعداد معیار را نشان می‌دهد و x_{ij} مقدار گزینه iام برای معیار jام است.

گام ۲: نرمال‌سازی داده‌ها با روش کمینه-بیشینه:

از آنجا که متغیرهای پژوهش شامل مقادیری از جنس شمارش، نسبت، و میانگین هستند و مقیاس‌های متفاوتی دارند، لازم است داده‌ها پیش از محاسبه وزن‌ها با روش «کریتیک»، به مقیاس قابل مقایسه تبدیل شوند. بدین‌منظور از نرمال‌سازی کمینه-بیشینه استفاده می‌کنیم.

این روش، داده‌ها را در بازه [۰/۱] می‌نگارد و امکان مقایسه معیارهایی با دامنه‌های بسیار متفاوت را بدون نیاز به فرض نرمال بودن توزیع فراهم می‌سازد. با توجه به اینکه همه معیارها از نوع سود هستند، نرمال‌سازی به‌صورت زیر انجام می‌شود:

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

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 داده‌های نرمال‌شده jامین 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 به‌صورت ثابت برای تمام دانشگاه‌ها محاسبه می‌شود، اما در مدل رگرسیون از متغیرهای نرمال وزن‌دار شده استفاده می‌شود. در همین راستا، مقادیر نرمال‌شده هر معیار با روش کمینه-بیشینه، به‌صورت زیر وزن‌دار می‌شوند:

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

و متغیرهای $z_{ij}z_{ij}$ به‌عنوان ورودی‌های مستقل در مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی به کار می‌روند.

۳-۴. مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی برای تحلیل روابط

در مرحله دوم، به‌منظور بررسی رابطه میان وزن‌های به‌دست‌آمده از روش «کریتیک» (به‌عنوان متغیرهای مستقل) و سطوح عملکرد پژوهشی دانشگاه‌ها (به‌عنوان 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 به‌صورت زیر بیان می‌شود:

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

که در آن θ_j آستانه‌های مدل، β_i ضرایب رگرسیون برای هر معیار و Z_i مقادیر نرمال وزن‌دارشده 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 «کریتیک»، برازش مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی، و تحلیل پایداری با روش بوت‌استرپ[1] در محیط نرم‌افزار «گمز»[2] پیاده‌سازی گردید. همچنین، آزمون‌های

1. BootStrap
2. General Algebraic Modeling System (GAMS)

اعتبارسنجی مدل شامل بررسی هم‌خطی (عامل تورم واریانس)[1]، آزمون برنت[2] (برای بررسی فرض برابری ضرایب)، محاسبه اثرات حاشیه‌ای[3] و روش رگرسیون فیرث با استفاده از نرم‌افزار «آر»[4] انجام پذیرفت.

٤. یافته‌ها و نتایج پژوهش

٤-١. شاخص‌های توصیفی داده‌ها

تحلیل اولیه داده‌ها نشان می‌دهد که معیارهای مورد بررسی از پراکندگی و رفتار متفاوتی برخوردارند (جدول ١). از میان معیارها، معیار تعداد مقالات با مشارکت بین‌المللی با میانگین ٣١٠/٤٨ و انحراف معیار ١٩٩/٦٧ بیشترین تغییرپذیری را نشان می‌دهد، در حالی‌که نسبت تعداد مقالات چارک اول به کل مقالات با دامنه‌ای نسبتاً محدود (٠/٢٤تا ٠/٤٧) از ثبات بیشتری برخوردار است. همچنین چولگی مثبت (در بازه‌ای بین ٠/٢٥ تا ١/٤) نشان می‌دهد که تمرکز داده‌ها در مقادیر پایین است، و چند دانشگاه با عملکرد پژوهشی برجسته وجود دارد. در چنین شرایطی، انتخاب روش نرمال‌سازی کمینه-بیشینه کاملاً موجه است؛ زیرا این روش نسبت به چولگی مثبت و وجود مقادیر پرت[5] حساسیت کمتری دارد و ترتیب نسبی مقادیر حفظ و تعادل در محاسبه وزن‌های عینی در مدل «کریتیک» افزایش می‌یابد. این تفاوت‌ها بیانگر تنوع در سیاست‌ها و رویکردهای پژوهشی دانشگاه‌های مورد مطالعه است.

جدول ١. شاخص‌های آماری توصیفی معیارهای ارزیابی عملکرد پژوهشی دانشگاه‌ها

معیار پژوهشی	میانگین	انحراف معیار	کمینه معیار	بیشینه معیار	چولگی
متوسط ضریب تأثیر	٣/٥٥١٦	٠/٢٧٣١	٣/١	٤/٢	٠/٥١
تعداد مقالات با مشارکت بین‌المللی	٣١٠/٤٨٣٩	١٩٩/٦٧١٩	٧٨	٨٠٤	١/٠٥
تعداد مقالات هم‌تألیفی با صنعت	٧/٠٦٥٤	٦/٤٧٥٣	٠	٢٧	١/٤١
نسبت تعداد مقالات چارک اول به کل مقالات	٠/٣٣٨٦	٠/٠٥٣٢	٠/٢٤١٥	٠/٤٦٩٢	٠/٢٥

1. Variance Inflation Factor (VIF)
2. Brant Test
3. Concordance Index
4. R (R Project for Statistical Computing)
5. Outlier

معیار پژوهشی	میانگین	انحراف معیار	کمینه معیار	بیشینه معیار	چولگی
نسبت تعداد مقالات به تعداد اعضای هیئت علمی	۲/۱۸۳۶	۰/۹۹۳۳	۱/۰۶۲۵	۴/۵۲۳۱	۱/۰۳
سرانه مقالات دانشجویان تحصیلات تکمیلی	۰/۲۰۱۹	۰/۰۷۸۰	۰/۰۹	۰/۴۱	۰/۸۱

٤-۲. اهمیت معیارها بر اساس روش‌های ترکیبی

٤-۲-۱. نتایج روش «کریتیک»

وزن‌دهی عینی معیارها با روش «کریتیک» نشان داد که تعداد مقالات با مشارکت بین‌المللی (وزن ۰/۲۰۶) و تعداد مقالات هم‌تألیفی با صنعت (وزن ۰/۱۹۵) بیشترین تأثیر را در ارزیابی عملکرد پژوهشی دارند (جدول ۲). این یافته‌ها بر اهمیت همکاری‌های فرامرزی و تعامل با صنعت به‌عنوان عوامل کلیدی در ارتقای کیفیت پژوهش تأکید دارند.

برای تعیین داده‌های ورودی روش رگرسیون لجستیک ترتیبی در جدول ۳، نمونه‌ای از نحوه محاسبه مقادیر نرمال وزن‌دارشدهٔ سه دانشگاه نخست نشان داده شده است. در این جدول، ابتدا مقادیر خام معیارهای پژوهشی ارائه شده و سپس، مقادیر نرمال وزن‌دارشده (حاصل از ضرب وزن‌های به‌دست‌آمده از روش «کریتیک» در مقادیر نرمال‌شده با روش کمینه-بیشینه) نمایش داده شده‌اند.

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

معیار	وزن نهایی (کریتیک)	رتبه اهمیت
متوسط ضریب تأثیر	۰/۱۴۶	۵
مقالات با مشارکت بین‌المللی	۰/۲۰۶	۱
تعداد مقالات هم‌تألیفی با صنعت	۰/۱۹۵	۲
نسبت تعداد مقالات چارک اول به کل مقالات	۰/۱۳۶	۶
نسبت تعداد مقالات به تعداد اعضای هیئت علمی	۰/۱۵۸	۳
سرانه مقالات دانشجویان تحصیلات تکمیلی	۰/۱۵۷	۴

جدول ۳. نمونه‌ای از محاسبه مقادیر نرمال وزن‌دارشده با روش «کریتیک» (برای سه دانشگاه نخست)

دانشگاه	متوسط ضریب تأثیر	تعداد مقالات با مشارکت بین‌المللی	تعداد مقالات هم‌تألیفی با صنعت	نسبت تعداد مقالات منتشرشده در مجلات چارک اول به کل مقالات	نسبت تعداد مقالات به تعداد اعضای هیئت علمی	سرانه مقالات دانشجویان تحصیلات تکمیلی
مقادیر خام						
۱	۳/۷	۷۵۰	۲۷	۰/۳۵۳۶۵۸۵۳۷	۳/۰۴۰۴۴۹	۰/۲۸
۲	۳/۷	۶۴۴	۱۸	۰/۳۸۸۹۹۲۵۳۷	۴/۱۷۹۳۳۷	۰/۳۶
۳	۳/۸	۵۴۵	۴	۰/۳۸۸۷۲۶۹۱۹	۴/۵۲۳۰۷۷	۰/۱۹
مقادیر نرمال‌شده با روش کمینه-بیشینه و وزن‌دار با وزن‌های به‌دست‌آمده از روش «کریتیک»						
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

٤-۲-۲. 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 معنادار ۰/۰۰۱>p). همان‌طور که در جدول ۴، مشاهده می‌شود، ضرایب استانداردشده (β) بین ۰/۱۱۳ تا ۰/۱۸۳ در نوسان بوده‌اند که نشان‌دهنده شدت اثر متوسط تا نسبتاً قوی متغیرهاست. معیار سوم (تعداد مقالات هم‌تألیفی با صنعت) با بالاترین ضریب (β= ۰/۱۷۵، SE=۰/۰۴۵، p< ۰/۰۰۱) و معیار دوم (تعداد مقالات با مشارکت بین‌المللی) با قوی‌ترین سطح معناداری (p=۰/۰۰۱) به‌عنوان 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 نظام‌مند بین متغیرهای مورد مطالعه است. سطح بالای معناداری (کمتر از ۰/۰۱) و یکسانی در جهت روابط (همگی مثبت)، اعتبار درونی مدل را تقویت می‌نماید.

جدول ٤. ضرایب مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی

معیار	ضریب رگرسیون (β)	خطای استاندارد (SE)	نسبت شانس[1]	فاصله اطمینان ۹۵ درصد	مقدار p
متوسط ضریب تأثیر	۰/۱۲۳	۰/۰۴۶	۱/۱۳۱	[۱/۰۳ ,۱/۲۳]	۰/۰۰۷۲
مقالات با مشارکت بین‌المللی	۰/۱۸۵	۰/۰۵۷	۱/۲۰۳	[۱/۰۷ ,۱/۳۵]	۰/۰۰۱۲
تعداد مقالات هم‌تألیفی با صنعت	۰/۱۷۵	۰/۰۴۵	۱/۱۹۱	[۱/۰۹ ,۱/۳۰]	۰/۰۰۱۱
نسبت تعداد مقالات چارک اول به کل مقالات	۰/۱۱۳	۰/۰۴۳	۱/۱۲۰	[۱/۰۳ ,۱/۲۲]	۰/۰۰۸۷
نسبت تعداد مقالات به تعداد اعضای هیئت علمی	۰/۱۳۸	۰/۰۴۵	۱/۱۴۸	[۱/۰۵ ,۱/۲۶]	۰/۰۰۲۰
سرانه مقالات دانشجویان تحصیلات تکمیلی	۰/۱۳۵	۰/۰۴۴	۱/۱۴۴	[۱/۰۵ ,۱/۲۵]	۰/۰۰۲۰

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 را نشان می‌دهد که این مدل از برازش مطلوبی برخوردار است. مقدار شبه‌آر-۲ «مک‌فادن»[2] برابر با ۰/۳۵۹ و شبه‌آر-۲ «ناگلکرک»[3] معادل ۰/۶۳ به دست آمد که حاکی از تبیین مناسب واریانس متغیر وابسته توسط مدل است. بر اساس معیارهای رایج، مقادیر بالای ۰/۲ برای شبه‌آر-۲ «مک‌فادن» بالای ۰/۵ و برای شبه‌آر-۲ «ناگلکرک» نشان‌دهنده برازش بسیار خوب مدل هستند.

نتایج آزمون نسبت درست‌نمایی نیز نشان داد که مدل به‌طور کلی از نظر آماری معنادار است. این بدان‌معناست که مجموعه متغیرهای مستقل توانایی پیش‌بینی سطوح رتبه‌ای دانشگاه‌ها را دارند. افزون‌بر این، شاخص توافق[4] برابر با ۰/۷۱ و شاخص تفکیک‌پذیری[5] برابر با ۰/۴۲ حاکی از قدرت تفکیک و تمایز مناسب مدل در طبقه‌بندی دانشگاه‌ها بر اساس سطوح عملکرد پژوهشی است.

1. Odds Ratio
2. Pseudo R^2 (McFadden)
3. Pseudo R^2 (Nagelkerke)
4. Concordance Index
5. Somers' D

جدول ۵. شاخص‌های برازش مدل رگرسیون لجستیک

شاخص	شاخص توافق	شاخص تفکیک‌پذیری	شبه‌آر-۲ مک‌فادن	شبه‌آر-۲ ناگلکرک	آزمون نسبت درستنمایی
مقدار	۰/۷۱	۰/۴۲	۰/۳۵۹	۰/۶۳۰	x^2= ۳۰/۷۸۷ p=۱/۰۳۲ e-۵

ج) اثرات حاشیه‌ای:

به‌منظور 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 هم‌تألیفی با صنعت بیشترین اثر مثبت و معنادار را دارد. به این معنا که با افزایش یک واحد در سطح همکاری‌های صنعتی، احتمال تخمینی قرارگیری دانشگاه در رتبه‌های بالاتر به‌طور متوسط حدود ۴/۳۸ درصد افزایش می‌یابد. سایر متغیرها اثرات غیرمعنادار یا بسیار کوچک داشتند که نشان‌دهنده نقش غالب ارتباطات صنعتی در ارتقای وضعیت پژوهشی دانشگاه‌ها در نمونه مورد بررسی است؛ هرچند این نتایج صرفاً مبتنی‌بر همبستگی آماری بوده و تفسیر علّی ندارند.

جدول ٦. اثرات حاشیه‌ای متوسط معیارهای پژوهشی در مدل رگرسیون لجستیک ترتیبی

معیار پژوهشی	اثر حاشیه‌ای متوسط (AME)	خطای استاندارد	سطح معناداری (p)
متوسط ضریب تأثیر	-۱/۶۴	۱/۴۲	۰/۲۵
تعداد مقالات با مشارکت بین‌المللی	۱/۴۸	۱/۵۵	۰/۳۴
تعداد مقالات هم‌تألیفی 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. افزون‌بر این، معیار تعداد مقالات هم‌تألیفی 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.

٤-۲-۳. 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

معیار پژوهشی	فاصله اطمینان ۹۵ درصد	خطای استاندارد	میانگین ضرایب
متوسط ضریب تأثیر	[۰/۳۷, ۰/۷۲]	۰/۰۵۲۷۴۱	۰/۵۷۴۰۱۸
تعداد مقالات با مشارکت بین‌المللی	[۰/۴۶, ۰/۷۸]	۰/۰۵۴۸۶۲	۰/۶۳۱۵۷۵
تعداد مقالات هم‌تألیفی با صنعت	[۰/۳۸, ۰/۶۷]	۰/۰۴۸۰۵۲	۰/۵۴۰۳۸۶
نسبت تعداد مقالات چارک اول به کل مقالات	[۰/۳۶, ۰/۷۰]	۰/۰۴۶۴۸۷	۰/۵۴۸۹۵۹
نسبت تعداد مقالات به تعداد اعضای هیئت علمی	[۰/۴ ۳, ۰/۶۵]	۰/۰۵۰۴۲۳	۰/۵۰۹۹۷۱
سرانه مقالات دانشجویان تحصیلات تکمیلی	[۰/۳۹, ۰/۷۲]	۰/۰۵۰۱۷۰	۰/۵۵۴۴۷۳

جدول ۸. ماتریس همبستگی بین معیارها

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

ب) بررسی شاخص هم‌خطی:

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 هم‌خطی چندگانه در مدل برطرف شده و برآورد ضرایب از پایایی لازم برخوردار است.

ج) تحلیل فرض تناسبی:

در گام بعدی، به‌منظور 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 به‌طور معناداری فرض تناسبی را نقض می‌کند (جدول ۹). بر این اساس، این معیار نیز از مدل نهایی حذف شد.

جدول ۹. بررسی هم‌خطی و آزمون «برنت»

معیار	متوسط ضریب تأثیر	تعداد مقالات با مشارکت بین‌المللی	تعداد مقالات هم‌تألیفی 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[1]	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»:

با توجه به اندازه نمونه محدود (۳۱ دانشگاه) و اهمیت اطمینان از پایایی برآوردها، از رگرسیون لجستیک «فیرث» به‌عنوان 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»

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

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 هم‌تألیفی با صنعت به‌عنوان عوامل تأثیرگذار شناسایی شدند، اما در تحلیل‌های

1. x^2

پایایی‌سنجی و با به‌کارگیری روش‌های مقاوم (رگرسیون فیرث)، تنها معیار تعداد مقالات با مشارکت بین‌المللی به‌عنوان عامل پایدار و معنادار در ارتقای رتبه پژوهشی دانشگاه‌ها شناخته شد.

این یافته با مطالعات پیشین همچون پژوهش Maral (2024) که همکاری‌های علمی بین‌المللی را از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر عملکرد پژوهشی دانشگاه‌ها دانسته بود، همسوست. همچنین با نتایج Osareh et al. (2023) که بر ضرورت توسعه معیارهای نوین برای ارزیابی عملکرد دانشگاه‌ها تأکید داشتند، مطابقت دارد.

در اولویت‌بندی نهایی معیارهای بهبود رتبه پژوهشی، تعداد مقالات با مشارکت بین‌المللی به‌عنوان مهم‌ترین عامل شناسایی شد. به نظر می‌رسد که این اولویت بالا بازتابی از تأثیر غیرقابل انکار دسترسی به شبکه‌های دانش جهانی و سیاست‌های تشویقی دانشگاه‌ها در جهت بین‌المللی‌سازی پژوهش باشد. اگرچه معیارهایی مانند تعداد مقالات هم‌تألیفی با صنعت در مدل اولیه اثر مثبت نشان دادند، اما در تحلیل‌های مقاوم این اثر تأیید نشد.

در تفسیر این یافته‌ها باید به چالش علیت دوطرفه توجه داشت. اگرچه مدل حاضر ارتباط مثبت و معناداری بین مشارکت بین‌المللی و رتبه بالاتر نشان می‌دهد، اما این رابطه الزاماً یک‌طرفه نیست. ممکن است جایگاه بالای دانشگاه خود موجب تسهیل همکاری‌های بین‌المللی شود.

به‌طور کلی، این پژوهش با استفاده از رویکردی ترکیبی نشان داد که تمرکز بر توسعه شبکه‌های علمی بین‌المللی می‌تواند کارآمدترین راهبرد برای ارتقای جایگاه پژوهشی دانشگاه‌ها باشد. این یافته‌ها ابزاری داده‌محور برای سیاست‌گذاران فراهم می‌آورد که می‌تواند در تخصیص بهینه منابع و تدوین راهبردهای پژوهشی مورد استفاده قرار گیرد.

٦. محدودیت‌های پژوهش و پیشنهادها برای مطالعات آینده

الف) محدودیت‌های مرتبط با طراحی داده و مدل‌سازی:

این پژوهش بر داده‌های مقطعی مبتنی است و به‌رغم دقت تحلیل‌های انجام‌شده، کنترل درون‌زایی برخی از متغیرها ممکن نیست. برای مثال، تأثیر همکاری‌های بین‌المللی 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 روش‌هایی مانند

«بوت‌استرپ» و رگرسیون «فیرث» برای ارزیابی پایداری مدل استفاده شد، اما بهره‌گیری از طیف وسیع‌تری از روش‌های اعتبارسنجی و تحلیل حساسیت می‌تواند در پژوهش‌های آتی مد نظر 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 بر دانشگاه‌های بزرگ و فعال پژوهشی با نظام گزارش‌دهی منسجم متمرکز شده است. بنابراین، تعمیم نتایج به کل نظام دانشگاهی ایران به‌ویژه دانشگاه‌های جوان‌تر یا آموزشی‌محور باید با احتیاط صورت گیرد. همچنین اندازه نمونه محدود (n= ۳۱) 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 به‌دلیل 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، به‌عنوان 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 به‌عنوان راهبردهای کلیدی در دستور کار قرار گیرد.

در راستای توسعه دانش در این حوزه، انجام مطالعات طولی و به‌کارگیری 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، به‌کارگیری 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 بُعد محتوایی، گسترش دامنه نمونه به مؤسسات آموزشی‌محور یا تازه‌تأسیس، توسعه مدل مفهومی با افزودن متغیرهای کنترلی کلیدی و بررسی عوامل کیفی و مدیریتی، تحلیل مکانیسم‌های اثرگذاری همکاری‌های بین‌المللی از طریق بررسی فرایندهایی مانند انتقال دانش و دسترسی به منابع، و نیز بررسی نقش متغیرهای واسطه‌ای مانند بورسیه‌های تحصیلی بین‌المللی و دوره‌های فرصت مطالعاتی به‌عنوان مسیرهای پژوهشی آینده پیشنهاد می‌شوند. این پیشنهادها می‌تواند به سیاست‌گذاران کمک کند تا با تمرکز بر مؤثرترین اهرم‌ها، منابع محدود پژوهشی را به‌گونه‌ای تخصیص دهند که بیشترین بازده را در ارتقای جایگاه علمی دانشگاه‌ها داشته باشد.

فهرست منابع

آقایی هشجین، عسگر، حمیدرضا برادران، علی نعمتی، ماریا فرخی، و پوریا فرخی. ۱۴۰۳. شناسایی چالش‌ها و راهکارهای بهبود کیفیت آموزش پزشکی در جهت ارتقای رتبه‌بندی بین‌المللی دانشگاه‌های علوم پزشکی ایران: یک مطالعه کیفی. *مجله راهبردهای آموزش در علوم پزشکی* ۱۷ (۵): ۶۶-۸۰.

قمی، حمیدرضا، مرتضی رحمانی، و مرتضی خاکزار. ۱۳۹۶. ارزیابی عملکرد پژوهشی یک دانشگاه دولتی با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای. *فصلنامهٔ مدیریت نظامی* ۱۷ (۶۷): ۱۴۱–۱۶۷.

وثوق، فرشته، غلامعلی احمدی، نرگس حسن‌مرادی 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.

وحدت‌زاد، محمدعلی، محمدرضا زارع بنادکوکی، محمد صالح اولیاء، و محمدمهدی لطفی.۱۳۹۶. تحلیلی بر رتبه‌بندی دانشگاه‌های ایران با استفاده از شاخص‌های علم‌سنجی. *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات* ۳۳ (۱) : ۱۱۷-۱۶۰.

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.

References

Aghaei Hashjin, A., H. R. Baradaran, A. Nemati, M. Farrokhi and P. Farrokhi. 2024. challenges and solutions to improve the quality of medical education towards improving the international ranking of Iranian universities of medical sciences: A qualitative study. *Education Strategies in medical sciences* (ESMS) 17 (5): 66–80. [In Persian]

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 (IJRERD)* 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.

Ghomi, H. R., M. Rahmani and M. Khakzar. 2017. Evaluating research performance of a public university using analytic hierarchy process and network data envelopment analysis. *Military Management Quarterly* 17 (67): 141–167. [In Persian]

Harrell Jr., F.E. 2015. Ordinal Logistic Regression. In: Harrell Jr., F.E., Regression Modeling Strategies, Springer Series in Statistics. Switzerland: Springer International Publishing. 311-325.

Hashemi, Y., A. H. Mehdizadeh, N. Barzegar, E. Dashmanziari and E. Asadi. 2021. Designing a Model for Evaluating Research Performance in Military Academies of the Islamic Republic of Iran. *Innovation Management in Defensive Organizations* 4 (4): 61–84. [In Persian]

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.

VahdatZad, M. A., M. R. Zare Banadkooki, M. S. Owlia and M. M. Lotfi. 2017. An Analysis of Iranian Universities Ranking Using Scientometric Indicators. *Iranian Journal of Information Processing and Management* 33 (1): 119–162. [In Persian]

Vosough, F., G. Ahmadi, N. Hassanmoradi and A. H. Mohammaddavoodi. 2021. Identifying the native dimensions, components and indicators of research performance evaluation in university (A case study: Islamic Azad University in Tehran). *Management and Planning in Educational Systems* 14 (1): 13–42. [In Persian]

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.

پژوهش‌نامه

پردازش و مدیریت اطلاعات