

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک)

طرح پژوهشی

**طراحی و پیاده‌سازی افزونه پیش‌بینی جایگاه دانشگاه‌ها،
پژوهشگاه‌ها و مؤسسه‌های آموزش عالی، پژوهشی، و فناوری در
نظام‌های فراگیر و موضوعی رتبه‌بندی جهانی و پیشنهاد راهکار
برای سامانه جایگاه علم، فناوری، و نوآوری ایران در جهان (نما)**

مجری

سمیه فتاحی

همکاران

فاطمه امیری

بهروز رسولی

اردیبهشت ۱۴۰۰

حقوق: پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران

طرح پژوهشی طراحی و پیاده‌سازی افزونه پیش‌بینی جایگاه دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و مؤسسه‌های آموزش عالی، پژوهشی، و فناوری در نظام‌های فراگیر و موضوعی رتبه‌بندی جهانی و پیشنهاد راهکار برای سامانه جایگاه علم، فناوری، و نوآوری ایران در جهان (نما) پیرو قرارداد شماره ۳۳/۹۹۸۸ مورخ ۱۳۹۸/۰۹/۱۲ میان پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (کارفرما) و خانم دکتر سمیه فتاحی اجرا شده است. گزارش حاضر یک جلد از مستندات این طرح است.

این گزارش و تمامی حقوق مادی آن بر اساس قانون حمایت حقوق مولفان و مصنفان و هنرمندان، مصوب ۱۳۴۸ و اصلاحیه‌های بعدی آن و همچنین آیین‌نامه‌های اجرایی این قانون متعلق به پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران و هرگونه استفاده از تمامی یا پاره‌ای از آن، شامل: نقل قول، تکثیر، انتشار، کاربرد نتایج، تکمیل و مانند آنها به صورت چاپی، الکترونیکی یا وسایل دیگر فقط با اجازه کتبی پژوهشگاه امکان‌پذیر است. نقل قول در حد هزار واژه در انتشارات علمی مانند کتاب و مقاله با درج اطلاعات کامل کتابشناختی، نیازی به مجوز پژوهشگاه ندارد.

طراحی و پیاده‌سازی افزونه پیش‌بینی جایگاه دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و مؤسسه‌های آموزش عالی، پژوهشی، و فناوری در نظام‌های فراگیر و موضوعی رتبه‌بندی جهانی و پیشنهاد راهکار برای سامانه جایگاه علم، فناوری، و نوآوری ایران در جهان (نما)

مدیر طرح پژوهشی: دکتر سمیه فتاحی، پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران.

نشانی: تهران، خیابان انقلاب، چهارراه فلسطین، شماره ۱۰۹۰، طبقه ۳، اتاق ۳۲۰

صندوق پستی: ۱۳۱۵۷۷۳۳۱۴ **تلفن:** ۰۶۶۴۹۴۹۸۰-۰۲۱ (داخلی ۴۰۸)

وبگاه: <https://irandoc.ac.ir/u/s-fatahi>

رایانامه: fatahi@irandoc.ac.ir

همکاران اصلی: دکتر فاطمه امیری، دکتر بهروز رسولی

چکیده

امروزه دانشگاه‌ها با توجه به جایگاه محوری شان در رفع نیازمندی‌های ملی و فراملی، نقش حیاتی در توسعه کشورها دارند. در دهه‌های اخیر رتبه‌بندی دانشگاه‌ها و موسسه‌های آموزش عالی رشد قابل توجهی داشته است و دولت‌ها، دانشگاه‌ها، دانشجویان و حتی سازمان‌هایی که با نهادهای دانشگاهی ارتباط ندارند جهت تبلیغات، به مسئله رتبه‌بندی دانشگاه‌ها و موسسه‌های آموزش عالی پرداخته‌اند. به همین منظور نظام‌های رتبه‌بندی مختلف با شاخص‌های متفاوت در سراسر جهان ارائه شده است که به شکل ملی و بین‌المللی دانشگاه‌ها و موسسه‌های آموزش عالی را رتبه‌بندی می‌نماید. سامانه جایگاه علم، فناوری، و نوآوری ایران در جهان (نما) که توسط پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران پیاده‌سازی شده است گزارشی از دانشگاه‌ها و موسسه‌های آموزش عالی داخل کشور را براساس شاخص‌های کلیدی جهانی ارائه می‌کند. گزارش‌های ارائه شده توسط نما تنها جنبه توصیفی دارند و تحلیلی بر روی داده‌های رتبه‌بندی دانشگاه‌ها ارائه نمی‌دهند. از طرفی پیش‌بینی کردن آینده براساس داده‌های گذشته و حال، فرآیند بسیاری مهمی در برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری است. مراکزی که بتوانند بهترین راه و عملی‌ترین شیوه، جهت رسیدن به هدف‌ها را با حداقل خطا پیش‌بینی نمایند، می‌توانند در آینده موفق‌تر باشند. بر این اساس، پیش‌بینی جایگاه دانشگاه‌ها و موسسه‌های آموزش عالی ضروری به نظر می‌رسد زیرا می‌تواند بر عواملی مانند رقابت برای جذب دانشجویان برتر، تجاری‌سازی، تأمین و جذب بودجه‌های پژوهشی و عواملی از این دست تأثیرگذار باشد. مؤسسه‌های آموزش عالی برای آنکه بتوانند برنامه‌های درستی در آینده داشته باشند و جایگاه خود در نظام‌های رتبه‌بندی را بهبود بخشند به ابزاری نیاز دارند که بتواند جایگاه آن‌ها را در این نظام‌ها پیش‌بینی کند. هدف از این پژوهش، طراحی و پیاده‌سازی افزونه‌ای برای سامانه نما جهت پیش‌بینی جایگاه دانشگاه‌ها و موسسه‌های آموزش عالی داخل کشور در آینده است. این افزونه براساس نتایج شاخص‌های رتبه‌بندی گذشته، جایگاه دانشگاه‌ها و موسسه‌های آموزش عالی داخل کشور را پیش‌بینی می‌نماید. نتایج این پیش‌بینی‌ها می‌تواند وضعیت دانشگاه‌ها و موسسه‌های آموزش عالی را در آینده گزارش دهد و تصمیم‌گیران و سیاست‌گذاران را در جهت ارائه استراتژی‌های بهینه هدایت نماید. نتایج این پیاده‌سازی می‌تواند تحلیلی مناسب بر داده‌های سامانه نما برای تصمیم‌گیری‌های آینده ارائه دهد.

کلیدواژه‌ها: نظام رتبه‌بندی دانشگاه‌ها، داده‌های سری زمانی، پیش‌بینی، سامانه جایگاه علم، فناوری، و نوآوری ایران در جهان (نما)

فهرست مطالب

شماره	عنوان صفحه
۱	فصل اول - کلیات پژوهش
۲	۱-۱- مقدمه
۲	۲-۱- اهمیت پژوهش
۳	۳-۱- مسئله پژوهش
۵	۴-۱- هدف های پژوهش
۵	۵-۱- پرسش های پژوهش
۵	۶-۱- تعریف اصطلاحات پژوهش
۶	۷-۱- نتیجه گیری
۷	فصل دوم- روش های پیش بینی سری های زمانی
۸	۱-۲- مقدمه
۸	۲-۲- سری های زمانی
۹	۱-۲-۲- انواع سری های زمانی
۱۰	۲-۲-۲- اجزای یک سری زمانی
۱۲	۳-۲-۲- هدف های سری های زمانی
۱۳	۴-۲-۲- انواع الگوهای سری زمانی
۱۴	۳-۲- پیش بینی
۱۵	۱-۳-۲- گزینش روش پیش بینی
۱۵	۲-۳-۲- دسته بندی روش های پیش بینی
۱۷	۳-۳-۲- ارزیابی روش های پیش بینی

۱۷	۴-۳-۲- معیارهای کارایی پیش‌بینی
۲۱	۵-۳-۲- مراحل پیش‌بینی
۲۱	۶-۳-۲- روش‌های پیش‌بینی سری زمانی
۲۵	۱-۶-۳-۲- روش‌های مبتنی بر رگرسیون
۲۹	۲-۶-۳-۲- روش ماشین بردار پشتیبان
۳۲	۳-۶-۳-۲- روش شبکه عصبی
۳۴	۴-۶-۳-۲- روش درخت تصمیم
۳۵	۴-۲- مطالعه‌های پیشین
۳۸	۵-۲- نتیجه‌گیری
۳۹	فصل سوم- نظام‌های رتبه‌بندی جهانی
۴۰	۱-۳- مقدمه
۴۰	۲-۳- رتبه‌بندی موسسه‌های آموزش و پژوهشی
۴۱	۳-۳- تاریخچه رتبه‌بندی موسسه‌های آموزش و پژوهشی
۴۲	۴-۳- اصول برلین برای رتبه‌بندی موسسه‌های آموزش عالی
۴۶	۵-۳- تاثیر نظام‌های رتبه‌بندی بر آموزش عالی
۴۷	۶-۳- چالش‌های نظام‌های رتبه‌بندی بر آموزش عالی
۵۰	۷-۳- گونه‌های نظام‌های رتبه‌بندی بر آموزش عالی
۵۰	۱-۷-۳- برپایه دامنه
۵۰	۱-۱-۷-۳- نظام‌های فراگیر رتبه‌بندی
۵۰	۱-۱-۱-۷-۳- رتبه‌بندی جهانی دانشگاه‌های «مؤسسه آموزش عالی تایمز»
۵۱	۲-۱-۱-۷-۳- رتبه‌بندی علمی دانشگاه‌های جهان
۵۲	۳-۱-۱-۷-۳- رتبه‌بندی جهانی دانشگاه‌های «کیو. اس.»
۵۳	۴-۱-۱-۷-۳- رتبه‌بندی دانشگاه‌ها بر پایه عملکرد علمی
۵۳	۵-۱-۱-۷-۳- رتبه‌بندی مرکز مطالعات علوم و فناوری «لایدن»
۵۴	۶-۱-۱-۷-۳- رتبه‌بندی «یو- مالتی رنک»
۵۵	۷-۱-۱-۷-۳- رتبه‌بندی عملکرد مقاله‌های علمی دانشگاه‌های جهان
۵۶	۸-۱-۱-۷-۳- رتبه‌بندی بهترین دانشگاه‌های جهان «یو. اس. نیوز»
۵۶	۹-۱-۱-۷-۳- رتبه‌بندی دانشگاه‌های جهان
۵۷	۱۰-۱-۱-۷-۳- رتبه‌بندی مؤسسه‌های «سکیمگو»
۵۸	۱۱-۱-۱-۷-۳- رتبه‌بندی دانشگاهی «راوند»
۵۹	۱۲-۱-۱-۷-۳- رتبه‌بندی پژوهشی دانشگاه‌های جهان
۵۹	۱۳-۱-۱-۷-۳- رتبه‌بندی جهانی دانشگاهی «گرین‌متریک» درباره توسعه پایدار
۶۰	۲-۱-۷-۳- نظام‌های موضوعی رتبه‌بندی

۶۰	۳-۷-۱-۲-۱-رتبه‌بندی جهانی موضوعی دانشگاه‌های «مؤسسه آموزش عالی تایمز»
۶۱	۳-۷-۱-۲-۲-رتبه‌بندی حوزه‌ای علمی دانشگاه‌های جهان
۶۲	۳-۷-۱-۲-۳-رتبه‌بندی موضوعی علمی دانشگاه‌های جهان
۶۲	۳-۷-۱-۲-۴-رتبه‌بندی حوزه‌ای جهانی دانشگاه‌های «کیو.اس.»
۶۳	۳-۷-۱-۲-۵-رتبه‌بندی موضوعی جهانی دانشگاه‌های «کیو.اس.»
۶۴	۳-۷-۱-۲-۶-رتبه‌بندی موضوعی دانشگاه‌ها بر پایه عملکرد علمی
۶۵	۳-۷-۱-۲-۷-رتبه‌بندی حوزه‌ای عملکرد مقاله‌های علمی دانشگاه‌های جهان
۶۵	۳-۷-۱-۲-۸-رتبه‌بندی موضوعی عملکرد مقاله‌های علمی دانشگاه‌های جهان
۶۶	۳-۷-۱-۲-۹-رتبه‌بندی موضوعی بهترین دانشگاه‌های جهان «یو.اس. نیوز»
۶۷	۳-۷-۱-۲-۱۰-رتبه‌بندی موضوعی دانشگاهی «راوند»
۶۸	۳-۷-۲-برپایه محیط
۶۸	۳-۷-۱-۲-۱-نظام‌های رتبه‌بندی وب مؤسسه‌ها
۶۸	۳-۷-۱-۲-۱-۱-رتبه‌بندی وب دانشگاه‌ها
۶۹	۳-۷-۱-۲-۲-رتبه‌بندی وب پژوهشگاه‌ها
۶۹	۳-۷-۱-۲-۳-رتبه‌بندی جهانی وب دانشگاه‌ها و کالج‌ها
۷۰	۳-۷-۲-۲-نظام‌های رتبه‌بندی جامع مؤسسه‌ها
۷۱	۳-۷-۳-برپایه جغرافیا
۷۱	۳-۷-۱-۳-۱-نظام‌های محلی رتبه‌بندی
۷۱	۳-۷-۲-۳-۲-نظام‌های ملی رتبه‌بندی
۷۱	۳-۷-۳-۳-۳-نظام‌های منطقه‌ای رتبه‌بندی
۷۱	۳-۷-۴-۳-۴-نظام‌های جهانی رتبه‌بندی
۷۳	فصل چهارم-راهکارهای بهبود جایگاه مؤسسه‌های آموزش عالی در نظام‌های فراگیر رتبه‌بندی جهانی
۷۴	۴-۱-مقدمه
۷۴	۴-۲-شاخص‌ها/سنجه‌های ارزیابی در نظام‌های رتبه‌بندی
۷۸	۴-۳-روش‌شناسی
۸۱	۴-۴-یافته‌ها
۹۴	فصل پنجم-طراحی افزونه پیش‌بینی برای سامانه نما و نتایج الگوریتم‌های هوشمند
۹۵	۵-۱-مقدمه
۹۵	۵-۲-پیاده‌سازی الگوریتم‌های پیش‌بینی
۹۶	۵-۳-نتایج الگوریتم‌های پیش‌بینی
۹۸	۵-۳-۱-نتایج الگوریتم‌های پیش‌بینی برای نظام تایمز
۹۹	۵-۳-۲-نتایج الگوریتم‌های پیش‌بینی برای نظام شانگهای
۱۰۱	۵-۳-۳-نتایج الگوریتم‌های پیش‌بینی برای نظام کیو.اس

۱۰۲	۵-۳-۴- نتایج الگوریتم‌های پیش‌بینی برای نظام یورپ
۱۰۳	۵-۳-۵- نتایج الگوریتم‌های پیش‌بینی برای نظام NTU-Ranking
۱۰۵	۵-۳-۶- نتایج الگوریتم‌های پیش‌بینی برای نظام Round Ranking
۱۰۷	۵-۴- تحلیل نتایج الگوریتم‌های پیش‌بینی
۱۰۹	منابع

فهرست شکل ها

شماره	عنوان	صفحه
۱۳	شکل ۱- مثالی از یک الگوی افقی، نمودار فروش بنزین	
۱۴	شکل ۲- مثالی از یک الگوی متمایل، حداکثر دما در یک منطقه بین سال های ۱۹۶۰ تا ۲۰۱۰	
۱۴	شکل ۳- مثالی از یک الگوی فصلی	
۲۳	شکل ۴- الگوی ایجاد مدل پیش بینی باکس و جنکینز	
۳۴	شکل ۵- شبکه عصبی بازگشتی	
۸۰	شکل ۶- درخت تصمیم برای گزینش آثار	
۹۶	شکل ۷- نمایی از افزونه پیش بینی	
۹۶	شکل ۸- داشبورد مدیریتی	

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه	شماره
جدول ۱- تاریخ پیدایش نظام‌های رتبه‌بندی جهانی	۴۱	
جدول ۲- شاخص‌ها و سنجه‌های ارزیابی در نظام‌های رتبه‌بندی جهانی	۷۵	
جدول ۳- دسته‌بندی شاخص‌ها / سنجه‌های ارزیابی نظام‌های رتبه‌بندی فراگیر	۷۶	
جدول ۴- فرآیند مرور نظام‌مند	۷۸	
جدول ۵- جستجوی نوشته‌ها و رکوردهای بازیابی شده	۷۹	
جدول ۶- تعاریف دسته‌های گوناگون دربردارنده راهکارهای بهبود جایگاه مؤسسه‌ها	۸۱	
جدول ۷- راهکارهای بهبود امتیاز / رتبه مؤسسه‌ها در سنجه «استناد»	۸۴	
جدول ۸- راهکارهای بهبود امتیاز / رتبه مؤسسه‌ها در سنجه «دانش‌آموختگان با کیفیت»	۸۵	
جدول ۹- راهکارهای بهبود امتیاز / رتبه مؤسسه‌ها در سنجه «اعضای هیئت علمی با کیفیت»	۸۶	
جدول ۱۰- راهکارهای بهبود امتیاز / رتبه مؤسسه‌ها در سنجه «انتشارات»	۸۷	
جدول ۱۱- راهکارهای بهبود امتیاز / رتبه مؤسسه‌ها در سنجه «انتشارات با کیفیت»	۸۸	
جدول ۱۲- راهکارهای بهبود امتیاز / رتبه مؤسسه‌ها در سنجه «آوازه شغلی»	۸۹	
جدول ۱۳- راهکارهای بهبود امتیاز / رتبه مؤسسه‌ها در سنجه «وجه بین‌المللی - همکاری علمی جهانی»	۸۹	
جدول ۱۴- راهکارهای بهبود امتیاز / رتبه مؤسسه‌ها در سنجه «وجه بین‌المللی - دانشجویان بین‌المللی»	۹۰	
جدول ۱۵- راهکارهای بهبود امتیاز / رتبه مؤسسه‌ها در سنجه «دانش‌آموختگان با کیفیت»	۹۲	

۹۳	جدول ۱۶- راهکارهای بهبود امتیاز/ رتبه مؤسسه‌ها در سنجۀ «درآمدزایی»
۹۷	جدول ۱۷- تعداد داده‌ها به تفکیک نظام
۹۸	جدول ۱۸- نتایج الگوریتم رگرسیون برای نظام تایمز
۹۸	جدول ۱۹- نتایج الگوریتم ماشین بردار پشتیبان برای نظام تایمز
۹۸	جدول ۲۰- نتایج الگوریتم شبکه عصبی برای نظام تایمز
۹۹	جدول ۲۱- نتایج الگوریتم درخت تصمیم برای نظام تایمز
۹۹	جدول ۲۲- نتایج انواع الگوریتم‌های پیش‌بینی برای نظام تایمز در نمره کل
۹۹	جدول ۲۳- نتایج الگوریتم رگرسیون برای نظام شانگهای
۱۰۰	جدول ۲۴- نتایج الگوریتم ماشین بردار پشتیبان برای نظام شانگهای
۱۰۰	جدول ۲۵- نتایج الگوریتم شبکه عصبی برای نظام شانگهای
۱۰۰	جدول ۲۶- نتایج الگوریتم درخت تصمیم برای نظام شانگهای
۱۰۰	جدول ۲۷- نتایج انواع الگوریتم‌های پیش‌بینی برای نظام شانگهای در نمره کل
۱۰۱	جدول ۲۸- نتایج الگوریتم رگرسیون برای نظام کیو. اس.
۱۰۱	جدول ۲۹- نتایج الگوریتم ماشین بردار پشتیبان برای نظام کیو. اس.
۱۰۱	جدول ۳۰- نتایج الگوریتم شبکه عصبی برای نظام کیو. اس.
۱۰۲	جدول ۳۱- نتایج الگوریتم درخت تصمیم برای نظام کیو. اس.
۱۰۲	جدول ۳۲- نتایج انواع الگوریتم‌های پیش‌بینی برای نظام کیو. اس. در نمره کل
۱۰۲	جدول ۳۳- نتایج الگوریتم رگرسیون برای نظام یورپ
۱۰۲	جدول ۳۴- نتایج الگوریتم ماشین بردار پشتیبان برای نظام یورپ
۱۰۳	جدول ۳۵- نتایج الگوریتم شبکه عصبی برای نظام یورپ
۱۰۳	جدول ۳۶- نتایج الگوریتم درخت تصمیم برای نظام یورپ
۱۰۳	جدول ۳۷- نتایج انواع الگوریتم‌های پیش‌بینی برای نظام یورپ در نمره کل
۱۰۴	جدول ۳۸- نتایج الگوریتم رگرسیون برای نظام NTU-Ranking
۱۰۴	جدول ۳۹- نتایج الگوریتم ماشین بردار پشتیبان برای نظام NTU-Ranking
۱۰۴	جدول ۴۰- نتایج الگوریتم شبکه عصبی برای نظام NTU-Ranking
۱۰۵	جدول ۴۱- نتایج الگوریتم درخت تصمیم برای نظام NTU-Ranking
۱۰۵	جدول ۴۲- نتایج انواع الگوریتم‌های پیش‌بینی برای نظام NTU-Ranking در نمره کل
۱۰۵	جدول ۴۳- نتایج الگوریتم رگرسیون برای نظام NTU-Ranking
۱۰۶	جدول ۴۴- نتایج الگوریتم ماشین بردار پشتیبان برای نظام NTU-Ranking
۱۰۶	جدول ۴۵- نتایج الگوریتم شبکه عصبی برای نظام NTU-Ranking
۱۰۶	جدول ۴۶- نتایج الگوریتم درخت تصمیم برای نظام NTU-Ranking
۱۰۶	جدول ۴۷- نتایج انواع الگوریتم‌های پیش‌بینی برای نظام NTU-Ranking در نمره کل

فصل اول

کلیات پژوهش

۱-۱- مقدمه

امروزه در هر کشوری پیشرفت‌های علمی و فناوری باعث پیشرفت‌های اقتصادی و بهبود سطح رفاه و زندگی افراد می‌شوند. توجه به وضعیت علمی و توسعه آن یکی از مهمترین شاخص‌های توسعه کشورها محسوب می‌شود. به همین منظور گسترش دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی - که کلیدی‌ترین نهادهای پیشرفت علمی و فناوری هستند - بسیار حایز اهمیت است. نقش مهم دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی چالش‌های جدیدی را برای آن‌ها پدید آورده که یکی از آن‌ها محیط رقابتی ایجاد شده میان آن‌ها در سطح ملی و بین‌المللی است. این رقابت بر سر منابع مالی اهدایی، جذب دانشجو و اساتید تراز اول و حمایت‌های اجتماعی است. برای نشان دادن این رقابت و سنجش مستمر این نهادها، نظام‌های رتبه‌بندی گوناگونی شکل گرفته‌اند که مؤسسه‌های جهان را در زمینه‌های گوناگون ارزیابی و رتبه‌بندی می‌کنند. در واقع یک دانشگاه یا مرکز آموزش عالی با سایر مراکز براساس معیارها و شاخص‌هایی سنجیده و رتبه‌بندی می‌شوند. این رتبه‌بندی‌ها که معمولاً به صورت سالانه در مجامع علمی منتشر می‌شوند وضعیت یک مؤسسه آموزش عالی را مشخص می‌کند و آوازه آن را افزایش/ کاهش می‌دهند.

۱-۲- اهمیت پژوهش

اگرچه نظام‌های رتبه‌بندی مؤسسه‌های آموزش عالی جایگاه کنونی و گذشته مؤسسه‌ها را روشن می‌سازند، ولی جایگاه آینده مؤسسه‌ها نیز با اهمیت است. آگاهی از جایگاه آینده می‌تواند در سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی نقش داشته باشد و مؤسسه‌ها برای برنامه‌هایی که طراحی می‌کنند می‌توانند آینده خود را پیش‌بینی کنند. در حال حاضر روشی برای پیش‌بینی جایگاه آینده مؤسسه‌ها در دست نیست که با بهره‌برداری از آن مؤسسه‌ها بتوانند برنامه‌های درست و کارآمدی طراحی کنند. دانشگاه‌ها و مؤسسه‌های آموزش عالی می‌توانند با مشاهده وضعیت جایگاه‌شان در آینده، از هم اکنون جهت ارتقا آن‌ها سیاست‌گذاری‌های کوتاه مدت و بلند مدت خود را تنظیم نمایند. همچنین بر خوداری از ویژگی پیش‌بینی، می‌تواند اطلاع رسان خوبی به دولت‌ها، سرمایه‌گذاران و اهداکنندگان بورسیه‌های

تحصیلی باشد، تا بتوانند بودجه خود را مطابق با آینده دانشگاه‌ها و مؤسسه‌های آموزش عالی تنظیم نمایند. از سوی دیگر، ضرورت پیش‌بینی رتبه‌بندی دانشگاه‌ها در این است که می‌تواند به دانشجویان قبل از انتخاب دانشگاه موردنظرشان کمک کند.

۱-۳- مسئله پژوهش

در دنیای امروز همه چیز به صورت مقایسه‌ای و رتبه‌بندی تنظیم شده است تا افراد در تصمیم‌گیری‌ها و انتخاب‌هایشان راحت‌تر عمل کنند. در سده کنونی، با توجه به پیشرفت‌های علمی و فناوری، مقایسه و رتبه‌بندی در همه پدیده‌ها و همه ابعاد رشد قابل توجهی داشته است. در این میان، نظام‌های رتبه‌بندی مؤسسه‌های آموزش عالی نیز در شمار کلیدی‌ترین ابزارهای مقایسه و سنجش هستند که می‌توانند راهنمای تصمیم‌گیری دانشجویان، سیاست‌گذاران، استادان، و اهداکنندگان باشند. از طرفی انتشارات علمی به میزان قابل توجهی با کیفیت آموزش و پژوهش مؤسسه‌های آموزش عالی و دانشگاه‌ها مرتبط است (محمدیان ۱۳۹۴). از دید صاحب‌نظران حوزه آموزش به ویژه آموزش عالی در سطح دانشگاه‌ها و مؤسسه‌ها همواره رتبه‌بندی دانشگاه‌ها و مؤسسه‌ها براساس کیفیت عملکرد یکی از مسائل اساسی است.

اگرچه ارزیابی و سنجش عملکرد مؤسسه‌های آموزشی و پژوهشی از دیرباز انجام می‌شده و شماری از کشورها چنین نظام‌هایی را در سطح ملی طراحی کرده بودند، ولی در دهه پیش توجه به نظام‌های رتبه‌بندی مؤسسه‌ها در سطح ملی و جهانی افزایش یافته است، به گونه‌ای که می‌توان گفت این نظام‌ها به پدیده‌های کلیدی آموزش عالی بدل گشته‌اند. نیاز به ارزیابی، رقابت برای جذب دانشجویان برتر، تجاری‌سازی، تأمین و جذب بودجه‌های پژوهشی و عواملی از این دست در افزایش توجه به نظام‌های رتبه‌بندی، به ویژه در سطح جهانی تأثیرگذار بوده‌اند. افزون بر این، تشنگی کاربران دیگر این نظام‌های رتبه‌بندی، یعنی دانشجویان، پدران و مادران، سیاست‌گذاران، صنعت‌گران، نیکوکاران، و جامعه برای دستیابی به اطلاعاتی درباره مؤسسه‌های آموزشی و پژوهشی بر گسترش این نظام‌ها دامن زده است.

نظام‌های رتبه‌بندی گوناگونی در جهان وجود دارند که دانشگاه‌ها و مؤسسه‌های آموزشی را به شکل بین‌المللی رتبه‌بندی می‌کنند. از این نظام‌ها می‌توان به نظام‌های آموزش عالی تایمز، کیو. اس.، شانگهای، یو. اس. نیوز، تایوان و یومالتی‌رنک اشاره کرد که از نظام‌های مشهور هستند. اگرچه این نظام‌ها از الگوهای متفاوتی در رتبه‌بندی پیروی می‌کنند و شاخص‌های آنان با یکدیگر متفاوت است اما در نهایت همبستگی قابل توجهی بین آن‌ها وجود دارد (خسروچرد و زراعت کار ۱۳۹۱).

به باور «هرتیگ»^۱ (۲۰۱۶) هیچ موضوعی به اندازه نظام‌های رتبه‌بندی مؤسسه‌های آموزش عالی در تیرت خبرهای این حوزه برجسته نبوده است. امروزه دامنه نفوذ این نظام‌ها در آموزش عالی کشورهای گوناگون به حدی افزایش یافته است که بسیاری از کشورها به تدوین برنامه‌های کلان برای بهبود کیفیت مؤسسه‌های خود و

¹ Hertig

بهبود رتبه آن‌ها در نظام‌های جهانی رتبه‌بندی می‌پردازند. روسیه، ایران، عربستان، چین، و غیره از شمار این کشورها هستند که به نظام‌های رتبه‌بندی بسیار توجه دارند. از سوی دیگر، مؤسسه‌های آموزش عالی نیز خود به برنامه‌ریزی‌های کلان و خرد برای ارتقای جایگاهشان در نظام‌های جهانی رتبه‌بندی اقدام کرده‌اند. امروزه در بسیاری از برنامه‌های راهبردی دانشگاه‌ها محورهایی در زمینه رتبه‌بندی به چشم می‌خورد (Hou et al. 2012). از این رو، برای مؤسسه‌های آموزش عالی مهم است که بدانند در چه جایگاهی هستند و در آینده چه جایگاهی را به دست خواهند آورد. چراکه آگاهی از این موضوع می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های کلان به آن‌ها یاری رساند و فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی دانشگاه‌ها و موسسات آموزش عالی را تحت شعاع قرار دهد. هدف کلیدی از این پژوهش دستیابی به سامانه‌ای برای پیش‌بینی جایگاه آینده مؤسسه‌های آموزش عالی براساس جایگاه فعلی و گذشته آن‌ها در نظام‌های رتبه‌بندی جهانی است. با بهره‌برداری از چنین سامانه‌ای مؤسسه‌های آموزش عالی می‌توانند به پیش‌بینی حدود رتبه خود در سال‌های آینده بپردازند و بر پایه آن برنامه‌ها و سیاست‌های گوناگونی طراحی کنند. از آنجا که شاخص‌های گوناگونی، همانند کیفیت آموزش، کیفیت اعضای هیات علمی، خروجی‌های پژوهش، سرانه عملکرد دانشگاه‌ها، درآمد صنعتی، نوآوری، تعداد مقالات و ارجاع به آنها، همکاری‌های بین‌المللی، تخصص‌سازی و غیره برای رتبه‌بندی در این نظام‌ها استفاده می‌شوند (کیخا ۱۳۹۶) روش پیش‌بینی باید به اندازه کافی پویا و جامع باشد که بتواند همه این شاخص‌ها را در کانون توجه بگذارد. انتظار می‌رود استفاده از نظام رتبه‌بندی که بیشترین داده درباره موسسات آموزشی عالی را در اختیار بگذارد، منجر به پیش‌بینی بهتری گردد.

در این پژوهش داده‌های سامانه جایگاه علم، فناوری، و نوآوری ایران در جهان (نما)، مورد استفاده قرار گرفته است. سامانه نما جهت شناسایی، توصیف و گزارش جایگاه دانشگاه‌ها و موسسه‌های علمی در شاخص‌های کلیدی جهانی علم، فناوری و نوآوری توسط پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران ارائه شده است. در سامانه نما ساختار و روش شناسی شاخص‌ها بیان می‌شود و امتیاز و رتبه دانشگاه‌ها و موسسه‌های علمی ایران را در ابعاد گوناگون گزارش می‌دهد. این شاخص‌ها در هفت گروه دسته‌بندی شده‌اند: جایگاه پژوهشگران، جایگاه نشریه‌های علمی، جایگاه موسسه‌ها در نظام‌های فراگیر رتبه‌بندی، جایگاه موسسه‌ها در نظام‌های موضوعی رتبه‌بندی، جایگاه موسسه‌ها در نظام‌های رتبه‌بندی وبگاه‌ها، جایگاه ایران در نمایه‌های استنادی و جایگاه ایران در رتبه‌بندی‌های علم، فناوری، و نوآوری.

پس از دستیابی به هدف پژوهش که ایجاد سامانه‌ای برای پیش‌بینی رتبه در یک سال آینده است، این سامانه به شکل افزونه‌ای جداگانه به سامانه نما اضافه می‌شود. این افزونه براساس تاریخچه و وضعیت کنونی موسسه‌ها در این نظام، جایگاه آن‌ها را در آینده پیش‌بینی می‌کند. افزون بر پیش‌بینی رتبه، در این پژوهش راهکارهایی فراگیر و کلی نیز برای بهبود جایگاه مؤسسه‌ها پیشنهاد می‌شود. چنین راهکارهایی می‌تواند در سیاست‌گذاری‌های کلان به مؤسسه‌ها یاری رساند. گفتنی است که در این پژوهش به صورت خاص برای

دانشگاه‌ها و موسسه‌های آموزش عالی راهکارهای خاص و سفارشی ارائه نخواهد شد اما در آینده براساس مدل کسب و کار می‌توان بسته‌های سفارشی را ارائه کرد. همچنین شایان ذکر است با توجه به ماهیت داده‌های دانشگاه‌ها و موسسه‌های آموزش عالی در نظام‌های رتبه‌بندی جهانی که از نوع سری زمانی است، تحلیل و پیش‌بینی انجام می‌شود.

۱-۴- هدف‌های پژوهش

هدف کلی:

- طراحی و پیاده‌سازی افزونه پیش‌بینی رتبه مؤسسه‌های ایرانی در نظام‌های جهانی رتبه‌بندی در سامانه جایگاه علم، فناوری، و نوآوری ایران در جهان (نما).

هدف‌های جزئی:

- طراحی و پیاده‌سازی افزونه پیش‌بینی جایگاه دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها، و مؤسسه‌های آموزش عالی، پژوهشی، و فناوری در ۱۸ نظام فراگیر و ۹ نظام موضوعی رتبه‌بندی جهانی در «نما»؛
- انتخاب روش‌های مناسب پیش‌بینی جایگاه دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها، و مؤسسه‌های آموزش عالی، پژوهشی، و فناوری
- پیشنهاد راهکارهای بهبود جایگاه مؤسسه‌ها در «نما»؛
- اجرای افزونه پیش‌بینی جایگاه دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها، و مؤسسه‌های آموزش عالی، پژوهشی برای نظام‌هایی که در «نما» دست کم دارای داده‌های هفت دوره هستند.

۱-۵- پرسش‌های پژوهش

پرسش کلی:

- با چه روشی می‌توان جایگاه مؤسسه‌های آموزش عالی در نظام‌های جهانی رتبه‌بندی را پیش‌بینی و در سامانه نما از آن بهره‌برداری کرد؟

پرسش‌های جزئی:

- یک افزونه پیش‌بینی جایگاه مؤسسه‌های آموزش عالی در نظام‌های فراگیر رتبه‌بندی جهانی را چگونه می‌توان به سامانه نما افزود؟
- راهکارهای کلی برای بهبود جایگاه مؤسسه‌های آموزش عالی در نظام‌های فراگیر رتبه‌بندی جهانی کدامند؟

۱-۶- تعریف اصطلاحات پژوهش

سری‌های زمانی: سری‌های زمانی یک دنباله از مشاهدات هستند که در فواصل زمانی ثابت نمونه‌برداری شده‌اند (Bigdeli, Afshar & Amjady 2009).

پیش‌بینی: ابزاری قدرتمند در فرآیند برنامه‌ریزی جهت آینده است. براساس تجربیات گذشته یک پدیده، وقوع آن را در آینده خبر می‌دهد.

روش‌های یادگیری ماشین: یکی از مهمترین شاخه‌های علم هوش مصنوعی است که روش‌های پیش‌بینی زیردسته‌ای از آن هستند. هدف از یادگیری ماشین این است که رایانه‌ها و سامانه‌ها بتوانند با یادگیری از داده‌ها، کارایی بهتری در انجام وظیفه‌ای که به عهده آن‌هاست داشته باشند.

نظام‌های جهانی رتبه‌بندی: نظام‌های رتبه‌بندی گونه‌های متفاوتی دارند. بر پایه دامنۀ پوشش می‌توان آن‌ها را به نظام‌های ملی و جهانی دسته‌بندی کرد. نظام‌های ملی آن‌هایی هستند که مؤسسه‌های یک کشور را ارزیابی می‌کنند، در برابر آن، نظام‌های جهانی به رتبه‌بندی مؤسسه‌ها در کشورهای گوناگون جهان می‌پردازند. از دیدگاه دیگری می‌توان نظام‌های رتبه‌بندی را به نظام‌های موضوعی و فراگیر دسته‌بندی کرد. نظام‌های موضوعی رتبه‌بندی هدف‌شان آن است که مؤسسه‌ها را در موضوع‌های گوناگون با یک‌دیگر مقایسه کنند، در برابر آن، نظام‌های فراگیر بدون توجه به موضوعی خاص یک مؤسسه را به عنوان یک کل ارزیابی می‌کنند. با این توضیح، مراد از نظام‌های فراگیر رتبه‌بندی جهانی نظام‌هایی هستند که به کشور یا موضوع ویژه‌ای محدود نیستند و مؤسسه‌های سراسر جهان را به شکل فراگیر ارزیابی می‌کنند. امروزه دست کم ۱۶ نظام فراگیر رتبه‌بندی جهانی مؤسسه‌ها فعال هستند که همه آن‌ها در سامانه‌ها گزارش می‌شوند. نظر به محدودیت‌های مالی، زمانی، و انسانی، در این پژوهش تعدادی از این نظام‌های رتبه‌بندی گزینش خواهند شد و روش پیش‌بینی روی آن پیاده‌سازی می‌شود.

راهکار: مراد از راهکار در این پژوهش راهنمایی‌هایی کلی بر پایه شاخص‌ها و سنجه‌های ارزیابی نظام‌های فراگیر رتبه‌بندی جهانی برای مؤسسه‌های آموزش عالی است. این راهکارها براساس نظر پژوهشگر، در سه دسته جداگانه پیش‌بینی و ارائه می‌شوند. از این رو، بر پایه پیش‌بینی رتبه مؤسسه در هر نظام رتبه‌بندی یکی از سه دسته راهکار برایش ارائه خواهد شد. برای نمونه، اگر امتیاز و رتبه یک دانشگاه پیش‌بینی شود و روشن شود که آن مؤسسه در یک شاخص ویژه همانند امتیاز کم‌تری گرفته است، راهکارهایی کلی برای افزایش امتیاز آن دانشگاه تدوین خواهد شد. این راهکارها از نوشته‌های موجود استخراج می‌شوند. از آنجا که پیرامون ۷۰ درصد از سنجه‌های ارزیابی در نظام‌های رتبه‌بندی همانند هستند، از این رو بسیاری از راهکارهای استخراج شده در نظام‌های گوناگون کاربردپذیرند.

۱-۷- نتیجه‌گیری

در این فصل، مسئله پژوهش، هدف‌های آن و ضرورت انجام آن بیان شد. همچنین اصطلاحات استفاده شده در پژوهش تعریف گردید. در فصل‌های آتی روش‌های پیش‌بینی سری‌های زمانی، نظام‌های رتبه‌بندی جهانی، مروری بر پژوهش‌هایی که تاکنون انجام گرفته، و طراحی و پیاده‌سازی افزونه‌ها مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

فصل دوم

روش‌های پیش‌بینی سری‌های زمانی

۲-۱- مقدمه

از آنجایی که داده‌های مورد استفاده در این پژوهش، داده‌های سری زمانی هستند، در این فصل سری‌های زمانی، انواع آن‌ها، اجزای آن‌ها، همچنین انواع روش‌های پیش‌بینی بیان خواهد شد. در انتها مطالعاتی که تاکنون در این حوزه انجام شده آورده شده است.

۲-۲- سری‌های زمانی

داده‌های زمانی^۱، نوعی از داده‌ها هستند که با تغییرات زمانی تغییر می‌کنند. این داده‌ها با نشانه‌های زمانی نمایش داده می‌شوند. فرآیند استخراج یا کشف الگو از داده‌های زمانی «داده کاوی زمانی»^۲ نام دارد. مهمترین گام فرآیند داده کاوی زمانی یافتن الگوهای مفید در داده‌های زمانی و تحلیل آن‌هاست. تحلیل و پیش‌بینی سری‌های زمانی قسمت مهمی از داده کاوی زمانی است. در واقع، مجموعه بزرگی از مقادیر داده داخل یک بازه زمانی یکسان^۳ اصطلاحاً سری زمانی گفته می‌شوند (Mahalakshmi, Sridevi, & Rajaram 2016). تعاریف زیادی درباره سری‌های زمانی در مقالات و نوشتجات به چشم می‌خورد که برخی از آن‌ها در اینجا آورده شده است. سری‌های زمانی مشاهداتی هستند که در طول زمان جمع‌آوری می‌شوند. مجموعه‌ای از مشاهدات که بر حسب زمان یا کمیت دیگری مرتب شده باشد سری زمانی گفته می‌شود (سلطانی گردفرامری، صابری، و قیصری ۱۳۹۶; Adhikari & Agrawal 2013). یک سری زمانی مجموعه‌ای از مشاهدات به صورت X_t می‌باشد که هر کدام از این مشاهدات در زمان مشخص t انجام شده است (ایرانمنش ۱۳۹۶; بشری و وفاخواه ۱۳۸۹; سالاری نیا ۱۳۹۵). منظور از زمان می‌تواند سال، ماه، هفته، روز و غیره باشد (Mahalakshmi, Sridevi, & Rajaram 2016). نکته قابل ذکر این است که داده‌های سری زمانی اگر چه معمولاً بر حسب زمان، بویژه در فواصل زمانی مساوی مرتب می‌شوند ولی مرتب شدن ممکن است با توجه به ابعاد دیگری چون فاصله نیز باشد (فتح آبادی ۱۳۹۰).

¹ Temporal data

² Temporal data mining

³ Uniform

به طور کلی در هر سری زمانی چند ویژگی وجود دارد که عبارتند از: ۱- واحد زمانی ثابت که مشاهده در طول آن به دست آمده است ۲- مکان ثابتی که مشاهده در آنجا انجام گرفته است ۳- فاصله زمانی، بین دو مشاهده متوالی ثابت است ۴- کمیت مورد اندازه‌گیری در تمام مشاهدات یکسان باشد (فتح آبادی ۱۳۹۰).

در واقع، سری‌های زمانی جهت پیشگویی تغییراتی که در آینده اتفاق می‌افتند، تحلیل می‌شوند (Mahalakshmi, Sridevi, & Rajaram 2016). هدف از تحلیل سری زمانی توصیف، تشریح و پیش‌بینی مقادیر آینده یک فرآیند است. توصیف فرآیند شامل رسم نمودار داده‌ها، تشخیص ایستائی^۱ و نایستائی آن و بررسی خودهمبستگی^۲ سری است. پیش‌بینی شامل برآورد مقادیر آینده سری بر مبنای داده‌های مشاهده شده است (سلطانی گردفرامری، صابری، و قیصوری ۱۳۹۶). تحلیل سری زمانی به صورت نظری و عملی از زمان شروع کار اصلی جورج. ای. پی. باکس^۳ و ام. جنکینز^۴، در سال ۱۹۷۰ به بعد برای پیش‌بینی و کنترل، به سرعت توسعه پیدا کرده است. این تحلیل‌ها معمولاً به داده‌هایی مربوط می‌شود که مستقل نبوده و به طور متوالی به هم وابسته‌اند. همین وابستگی بین مشاهدات متوالی است که مورد توجه قرار گرفته و بیشترین کاربرد را در مسائل پیش‌بینی دارد (فتح آبادی ۱۳۹۰). به طور کلی، تحلیل سری‌های زمانی یکی از کاربردی‌ترین شاخه‌های علم آمار است. می‌توان گفت که امروزه تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی به طور وسیعی در بسیاری از شاخه‌های مهندسی، علوم فیزیک و اقتصاد مورد استفاده واقع می‌شود و می‌توان گفت که بیشتر شاخه‌های علوم منجر به مطالعه داده‌هایی می‌شوند که به شکل سری‌های زمانی رخ می‌دهند (بشری و وفاخواه ۱۳۸۹؛ فتح آبادی ۱۳۹۰). به عنوان مثال، ارزش سهم یک شرکت خاص یا شاخص کلی در بازار بورس، اندازه تقاضا، تولید یا فروش محصولات یک شرکت، درآمد شرکت و مبلغی که شرکت بابت تبلیغات محصولات خود صرف می‌کند، و یا متوسط درجه حرارت، رطوبت، سرعت باد که بسته به نیاز به طور روزانه، هفتگی یا ماهیانه ثبت می‌شوند، تعداد توریست‌ها و درآمد حاصل از این صنعت، مشخصه‌هایی از کیفیت کالای تولیدی مثل تعداد نقص‌ها، طول عمر، میزان چسبندگی یا غلظت و غیره که در طی فرآیند ساخت اندازه‌گیری می‌شوند، نمونه‌هایی از سری‌های زمانی هستند.

۲-۱-۲- انواع سری‌های زمانی

با توجه به نگاه‌های متفاوت محققان انواع مختلفی برای سری‌های زمانی تعریف شده است. در سری‌های زمانی، غالباً زمان ثبت مشاهدات گسسته است و در بیشتر موارد فاصله زمانی بین مشاهدات متوالی ثابت است. اما این زمان می‌تواند پیوسته نیز باشد. به عنوان مثال و وضعیتی را در نظر بگیرید که اشغال (۱) یا عدم اشغال (۰) شبکه رایانه‌ای به طور پیوسته‌ای ثبت می‌شود، یا دبی آب خروجی از یک منبع به طور پیوسته اندازه‌گیری می‌شود.

¹ Stationary

² Autocorrelation

³ George E. P. Box

⁴ Gwilym M. Jenkins

در صورتی که فاصله زمانی مشاهدات مساوی باشد به آن سری زمانی گسسته و در غیر این‌صورت به آن سری زمانی پیوسته می‌گویند (ایرانمنش ۱۳۹۶؛ سالاری نیا ۱۳۹۵).

از طرفی یک سری زمانی ممکن است شامل رکوردهایی از یک متغیر^۱ تنها باشد که تک متغیره نامیده می‌شوند اما اگر رکوردها شامل بیش از یک متغیر باشند، آن‌ها را چند متغیره^۲ می‌نامند. از نگاهی دیگر، سری‌های زمانی به دو نوع سری ایستا^۳ و نایستا^۴ تقسیم می‌شوند. یک سری وقتی ایستاست که تغییر منظمی در میانگین و واریانس آن وجود نداشته باشد. سری‌های نایستا را می‌توان با تفاضلی نمودن یا پایدار نمودن واریانس آن به سری‌های ایستا تبدیل نمود.

روش‌های تحلیل سری زمانی به دو دسته تقسیم می‌شوند: روش‌های دامنه فرکانس و روش‌های دامنه زمان. دسته اول شامل تحلیل طیفی و تحلیل موجک و دسته دوم شامل تحلیل‌های خودهمبستگی و همبستگی متقابل است. افزون بر این می‌توان روش‌های تحلیل سری زمانی را به دو دسته پارامتری و ناپارامتری تقسیم کرد. در روش‌های پارامتری چنین فرض می‌شود که فرآیند ایستای احتمالاتی مربوطه دارای ساختاری مشخص است که می‌توان آن را با تعداد اندکی پارامتر (از جمله با استفاده از مدل خودهمبسته یا میانگین متحرک^۵) توصیف کرد. در این روش‌ها هدف تخمین پارامترهای مدلی است که فرآیند احتمالاتی را توصیف می‌کند. در مقابل، روش‌های ناپارامتری صریحاً کوواریانس یا طیف فرآیند را بدون در نظر گرفتن ساختاری مشخص برای آن تخمین می‌زنند. همچنین می‌توان روش‌های تحلیل سری زمانی را به دسته روش‌های خطی و غیرخطی یا روش‌های تک‌متغیره و چندمتغیره تقسیم کرد.

۲-۲-۲-۲-۲ اجزای یک سری زمانی

تغییرات سری زمانی می‌تواند از تغییرات بعضی از عوامل طبیعی و یا عوامل اقتصادی و اجتماعی ناشی شود. با دقت در سری زمانی و با توجه به نمودار آن، اجزای تشکیل دهنده سری زمانی را می‌توان شناخت و آن‌ها را اندازه گرفت. معمولاً برای تحلیل یک سری زمانی تغییراتی را که نتیجه چهار مولفه اصلی اند در نظر می‌گیرند (فتح آبادی ۱۳۹۰). در ادامه این اجزا یا مولفه‌ها تشریح می‌شود. تجزیه مفهومی سری زمانی به اجزای روند، تغییرات فصلی، تغییرات دوره‌ای^۶ و تغییرات نامنظم^۷ را در توصیف بیشتر سری زمانی یاری خواهد کرد.

¹ univariate

² multivariate

³ stationary

⁴ Non stationary

⁵ Moving Average

⁶ Cyclical variation

⁷ Irregular variation

❖ روند یا تمایل بلند مدت (T)

تغییرات دراز مدت در میانگین سری زمانی را روند گویند. به عبارت دیگر سیر طبیعی سری زمانی را در دراز مدت روند گویند که در این صورت افت و خیزهای سری زمانی را نادیده گرفته، به نمای کلی آن توجه می‌کنند. از مطالعه داده‌ها در یک دوره طولانی می‌توان ایده‌ای کلی نسبت به رفتار پدیده‌ی مورد بررسی به دست آورد که در پیش‌بینی آینده موثر است. برای سری‌های زمانی که تنها یک روال خطی بلند مدت دارند می‌توان از رگرسیون خطی ساده برای انعکاس این روال استفاده کرد. برای سری‌های زمانی با روال غیرخطی یا دارای انحنای می‌توان از رگرسیون چندگانه برای انطباق یک معادله کوادراتیک یا نمایی با داده استفاده کرد.

❖ تغییرات دوره ای یا سیکل (C)

تکرار حرکات رو به بالا و پایین حول سطوح روند را تغییرات دوره‌ای گویند. این نوع تغییرات دارای دوره نوسان بیشتر از یک سال می‌باشد. نوسانات دوره‌ای ممکن است دقیقاً از طرح‌های مشابهی بعد از فواصل زمانی مساوی پیروی کنند ولی همیشه این طور نیست. یک دوره کامل را که معمولاً ۷ تا ۹ سال طول می‌کشد اصطلاحاً یک «دوره» می‌نامند. یکی از معمولی‌ترین نوسانات سیکلی داده‌های سری زمانی، سیکل تجاری است. سیکل تجاری وقوع مکرر دوره‌های رونق و رکود است.

❖ تغییرات فصلی (S)

تغییراتی هستند که در دوره‌های تناوبی کوتاه پیش می‌آیند. این تغییرات مربوط به عواملی هستند که به طریقی منظم و چرخه‌ای روی یک دوره کمتر از یک سال عمل می‌کنند. در واقع تغییرات فصلی رفتار دوره‌ای متغیر را نشان می‌دهد، یعنی رفتاری که معمولاً هر سال در همان فصل تقریباً با همان شدت روی می‌دهد. اگر مشاهدات سری زمانی به صورت هر سه ماه، ماهانه، هفتگی و یا روزانه ثبت شوند، تغییرات فصلی در سری زمانی وجود دارد. برای سری زمانی با الگوی فصلی استفاده از متغیرهای موهومی^۱ در مدل رگرسیون چندگانه برای ایجاد یک معادله رگرسیون تخمینی با تاثیرات فصلی پیشنهاد می‌شود. در صورتی که رویکرد رگرسیون گسترش یافته و موقعیت‌هایی را نیز شامل می‌شود که سری‌های زمانی شامل تاثیر فصلی و روال خطی می‌شوند. همچنین می‌توان رویکرد متغیرهای موهومی برای کنترل فصلی بودن به علاوه رویکرد رگرسیون سری‌های زمانی برای کنترل روال خطی را ترکیب کرد. آخرین گام در ایجاد یک پیش‌بینی زمانی که هم اجزای روند و هم اجزای فصلی حاضر هستند استفاده از شاخص‌های فصلی برای تنظیم نمایش روال است.

❖ تغییرات نامنظم (I)

در هر سری زمانی عامل دیگری وجود دارد که آن را تغییرات نامنظم یا تصادفی می‌نامند. در واقع این تغییرات بیان می‌کنند که پس از محاسبه روند، تغییرات دوره‌ای و تغییرات فصلی چه چیز دیگری در سری زمانی بجا می‌ماند.

¹ dummy variables

ماند. این تغییرات کاملاً تصادفی بوده و نتیجه نیرویی غیرقابل پیش‌بینی است که به طریقی نامنظم عمل می‌کند. این گونه تغییرات، طرح معینی را نشان نمی‌دهند و دوره زمان وقوع آن‌ها منظم نیست. چندین روش برای تحلیل این نوع سری‌ها امتحان می‌شود تا مشخص شود آیا می‌توان بعضی تغییرات نامنظم ظاهری را برحسب الگوهای احتمال مانند الگوهای میانگین متحرک یا اتورگرسیو بیان کرد. برای مثال این تغییرات به وسیله عواملی مانند سیل و زلزله و غیره به وجود می‌آیند که رفتار آن‌ها نامنظم و غیرقابل پیش‌بینی است و به طور معمول کوتاه مدت هستند، ولی گاهی اوقات اثر آن‌ها به اندازه‌ای زیاد است که باعث پیدایش تغییرات دوره‌ای و تغییرات دیگر می‌شود. به دلیل تصادفی بودن این تغییرات، نه امکان جداسازی و مطالعه انحصاریشان وجود دارد و نه آن‌ها را می‌توان به طور دقیق پیش‌بینی کرد. شاید بهترین راه این باشد که آن‌ها را بر اساس تجربیات گذشته تقریباً برآورد کنیم و برای این ناهنجاری‌ها در طول زمان تدارک ببینیم.

۲-۲-۳- هدف‌های سری‌های زمانی

در تحلیل یک سری زمانی ممکن است چندین هدف وجود داشته باشد. این هدف‌ها به صورت زیر دسته‌بندی می‌شوند (فتح آبادی ۱۳۹۰).

۱) توصیف: زمانی که یک سری زمانی ارائه می‌گردد، اولین مرحله در تحلیل، این است که نمودار داده‌ها ترسیم شود. زیرا یک نمودار نه تنها روند و تغییرات فصلی را نشان می‌دهد، بلکه ما را در مشاهده اثرهای بیرونی که با داده‌ها سازگارند اما مشاهده نمی‌شوند، کمک می‌کند. یک مشاهده پرت ممکن است کاملاً معتبر باشد در آن صورت لازم است الگوی سری زمانی آن را محاسبه کرد. از طرف دیگر این قبیل مشاهدات ممکن است بسیار نامربوط باشند. در این قبیل موارد، قبل از تحلیل بیشتر باید مشاهده بیرونی با اندازه مورد انتظار تحت شرایط نرمال تعدیل شود. نکته دیگری که باید از روی نمودار یک سری زمانی به آن توجه داشت امکان وجود نقاط چرخشی است که به عنوان مثال یک روند رو به بالا ناگهان به یک روند رو به پایین تبدیل می‌شود. اگر چنین نقطه‌ای وجود داشته باشد باید الگوهای متفاوتی را به دو قسمت سری برازش داد.

۲) تشریح: گاهی ممکن است از تغییرات یک سری زمانی برای بیان تغییرات سری زمانی دیگر استفاده شود. در این شرایط، معمولاً الگوهای رگرسیون چندمتغیره، مفید هستند. دستگاه خطی هر سری ورودی را با یک عمل خطی به یک سری خروجی تبدیل می‌کند و در نتیجه می‌توان با توجه به مشاهدات ورودی و خروجی یک دستگاه خطی، خواص آن را ارزیابی کرد.

۳) پیش‌بینی: می‌توان با یک سری زمانی مفروض، مقادیر آینده سری را پیش‌بینی کرد. این کار در پیش‌بینی فروش و تحلیل سری‌های زمانی در اقتصاد و صنعت از اهمیت زیادی برخوردار است.

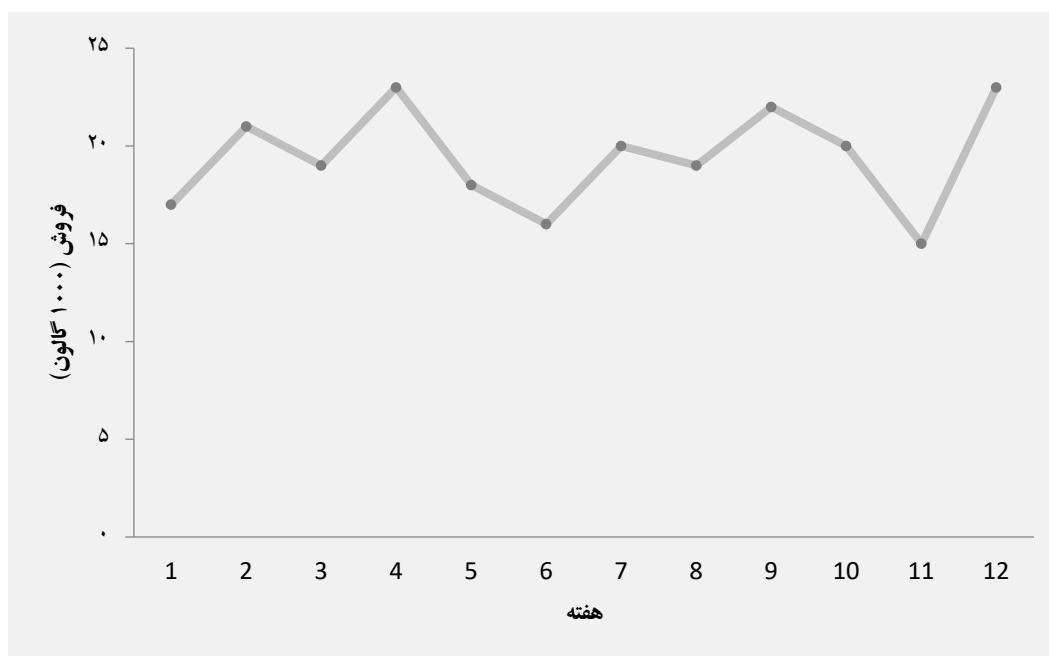
۴) کنترل: وقتی از تحلیل یک سری زمانی بحث می‌کنیم که «کیفیت» یک فرآیند تولید را اندازه می‌گیرد. در این شرایط هدف از تحلیل، کنترل فرآیند است.

هرچند بررسی‌های متداولی روی سری‌های زمانی انجام می‌شود، اما می‌توان گفت مهمترین هدف از تحلیل سری زمانی، پیش‌بینی مقادیر آینده آن است. بدیهی است که چنانچه وابستگی خاصی بین داده‌ها در طول زمان وجود داشته باشد، فرصت مناسبی پیش می‌آید تا به کمک آن مشاهدات بتوان روند آینده پدیده‌ای را پیش‌بینی کرد. یکی از وظایف اصلی مدیران، تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری برای آینده سازمان خویش است. پس تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی و پیش‌بینی پدیده‌ها می‌تواند ابزار مناسبی برای تصمیم‌گیری مدیران باشد.

۲-۲-۴- انواع الگوهای سری زمانی

براساس اجزای مختلفی که در سری‌های زمانی مشاهده می‌شود الگوهای متنوعی از آن‌ها قابل استخراج است. الگوهای مشاهدات در یک سری زمانی را می‌توان به صورت زیر دسته‌بندی کرد.

الگوی افقی: در این نوع الگو مشاهدات حول یک اندازه میانگین نوسانات تصادفی دارد (شکل ۱).

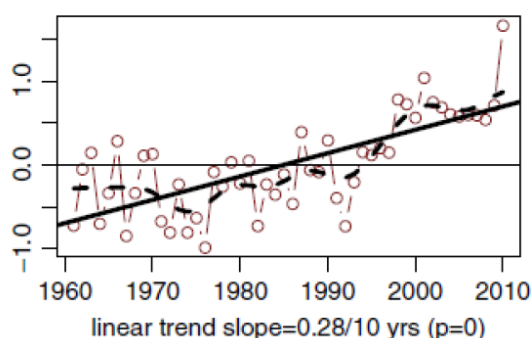


شکل ۱- مثالی از یک الگوی افقی، نمودار فروش بنزین

در صورتی که نوسانات حول یک اندازه میانگین واقعا تصادفی باشد بهترین مدل برای برخورد با این مشاهدات مدل کردن آن‌ها به صورت یک توزیع گوسی با میانگین و یک واریانس است که از روی مشاهدات تخمین می‌زنیم. در واقع این نوع الگو رفتار ساده‌ای دارد که نیازی به مدل‌های پیچیده برای پیش‌بینی در آن‌ها نیست.

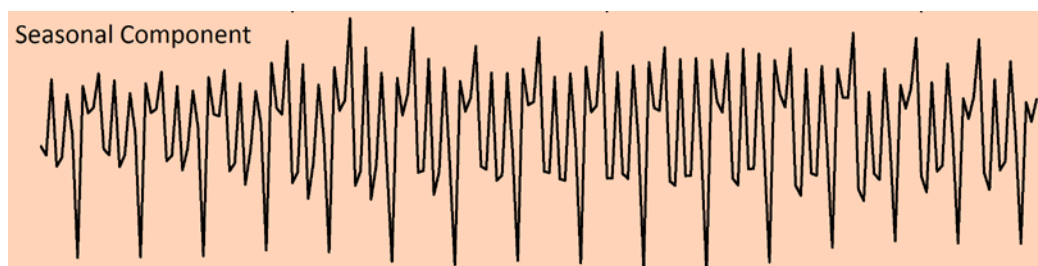
الگوی متمایل: یک سری زمانی اگرچه در اغلب اوقات شامل نوسانات تصادفی می‌باشد، بعضی از آن‌ها به صورت تدریجی متمایل به حرکت به سمت مقادیر بالاتر یا پایین‌تر می‌باشند (شکل ۲). این نوع رفتار را

الگوی متمایل می‌گویند. این نوع الگو متأثر از عوامل بلند مدت همچون افزایش یا کاهش جمعیت، پیشرفت تکنولوژی و یا تغییر تمایلات مصرف کنندگان می‌باشد.



شکل ۲- مثالی از یک الگوی متمایل، حداکثر دما در یک منطقه بین سال‌های ۱۹۶۰ تا ۲۰۱۰

الگوی فصلی: در اینگونه سری‌های زمانی الگویی از مشاهدات به صورت وابسته به فصل و یا هفته و غیره به صورت تناوبی تکرار می‌شوند (شکل ۳).



شکل ۳- مثالی از یک الگوی فصلی

الگوهای ترکیبی: یک الگوی سری زمانی می‌تواند برای مثال ترکیبی از تمایل به سمت افزایش و فصلی باشد برای مثال میزان تصادفات هم وابسته به فصل و هم افزایش تعداد وسایل نقلیه است.

۲-۳- پیش‌بینی

آینده از آن کسانی است که به نحو مناسبی برای آن برنامه ریزی کنند. هرتاجر، موسسه یا سازمان موفق باید با توجه به پیش‌بینی وضع آینده، برنامه‌ریزی لازم را به انجام رساند. برای این منظور روش‌های متعددی وجود دارد. این روش‌ها می‌تواند تجارب گذشته را به پیش‌بینی حوادث آینده بدل سازد. به عنوان مثال، مدیر خرید یک فروشگاه بزرگ می‌تواند تجارب گذشته را مورد استفاده قرار دهد تا تصمیم‌گیری کند که چه موقع و به چه میزان کالا خریداری نماید و یا شرکت برق می‌تواند بر این باور باشد که تقاضا برای نیروی برق با نرخ مشابهی همچون ۱۰ سال گذشته افزایش خواهد یافت و در نتیجه ظرفیت تولیدی مورد نیاز خود را برای ۵، ۱۰ و یا ۲۰ سال آینده پیش‌بینی کند (دودانگه ۱۳۹۱). تعاریف مختلفی برای مفهوم پیش‌بینی ارائه شده است. در واقع، پیش‌بینی علم و هنر پیشگویی رویدادهای آینده است. پیش‌بینی عبارت است از فرآیند تخمین رویدادهای آینده

از طریق تحلیل و بررسی داده‌های گذشته، به طوری که بدین منظور داده‌های گذشته به طور منظم و نظام‌مند با یک روش از پیش تعیین شده‌ای جهت برآوردی از آینده با یکدیگر ترکیب می‌شوند (سالاری نیا ۱۳۹۵).

پیش‌بینی مقادیر آینده یک سری زمانی مشاهده شده، در بسیاری از زمینه‌ها، چون اقتصاد، طرح تولید، فروش و کنترل مسئله مهمی است. البته روش پیش‌بینی‌ای که همیشه عملی باشد، وجود ندارد. در عوض باید دنبال روشی باشیم که برای مجموعه داده شده مناسب‌ترین باشد.

۲-۳-۱- گزینش روش پیش‌بینی

از آنجا که روش‌های گوناگونی برای پیش‌بینی وجود دارد بایستی با توجه به عواملی، بین آن‌ها گزینش صورت گیرد. گزینش روش پیش‌بینی به سه عامل بستگی دارد (سالاری نیا ۱۳۹۵).

- مشخصات موقعیت تصمیم‌گیری، که مواردی از قبیل افق زمانی و تعداد ارقام مورد بررسی را شامل می‌شود.
- مشخصات روش‌های پیش‌بینی، که مواردی از قبیل افق زمانی، الگوی داده‌ها، نوع مدل، هزینه پیش‌بینی، دقت مورد نیاز و سهولت کاربرد را در بر می‌گیرد.
- موقعیت جاری، که مواردی از قبیل مورد در حال پیش‌بینی، میزان داده‌های در دسترس و زمان مجاز برای آماده‌سازی پیش‌بینی را شامل می‌شود.

۲-۳-۲- دسته‌بندی روش‌های پیش‌بینی

روش‌های پیش‌بینی وابسته به این است که چه میزان روش‌های ریاضی و آماری به کار برده می‌شوند. از یک نگاه می‌توان روش‌های پیش‌بینی را به طور گسترده به دو گروه اصلی روش‌های کیفی و کمی تقسیم کرد (فتح آبادی ۱۳۹۰).

- روش‌های پیش‌بینی کیفی، در واقع تخمین ذهنی یادگیرندگان و خبرگان و مدیران است که بیشتر بر شهود، احساس و تجربه آن‌ها متکی می‌باشد، مثل تصمیم‌گیری و پیش‌بینی توسط مدیران و یا نظرسنجی از بازاریان و پیش‌بینی براساس این اطلاعات.
- از طرف دیگر، روش‌های کمی، روش‌های آماری هستند که براساس اطلاعات گذشته داده‌ها، مدل‌های ریاضی استنتاج می‌شود. این مدل‌ها چگونگی پیش‌بینی را تعیین می‌کنند. به طور کلی در این پیش‌بینی‌ها فرض شده است که نوعی پیوستگی و یکپارچگی در داده‌های گذشته وجود دارد و با یافتن قانون حاکم بر آن، می‌توان مدلی ایجاد کرد که قابل تعمیم به آینده است. روش‌های کمی به دو مدل اساسی، سری زمانی و علت و معلولی تقسیم می‌شوند. در مدل‌های سری زمانی، پیش‌بینی براساس داده‌های گذشته صورت می‌گیرد و چنین فرض شده که به جز داده‌های تاریخی، هیچ عامل دیگری تاثیر ندارد. مدل‌های علت و معلولی، از رابطه بین سری‌های زمانی مورد نظر و یک یا چند مورد دیگر از سری‌های زمانی بهره می‌جوید. اگر متغیرهای اخیر با متغیر مورد نظر دارای همبستگی باشند و برای این همبستگی، ظاهراً علتی

وجود داشته باشد، می‌توان یک مدل آماری که توصیف کننده این رابطه باشد، در نظر گرفت. بدین ترتیب در روش‌های کمی مبتنی بر متغیرهای علت و معلولی، علاوه بر داده‌های گذشته، متغیرهای موثر دیگر نیز وارد مدل می‌شوند. این روش‌ها پیچیده‌تر بوده و در پیش‌بینی‌های دراز مدت، مورد استفاده قرار می‌گیرند. از نگاه دیگر می‌توان روش‌های پیش‌بینی را از نظر ماهیت موضوع نیز به سه گروه تقسیم‌بندی نمود:

- پیش‌بینی اقتصادی، که هدف از آن، تخمین شاخص‌های کلیدی حاکم بر محیط کسب و کار، از قبیل نرخ تورم، نقدینگی و غیره می‌باشد.
- پیش‌بینی فنی، که هدف آن معطوف به پیش‌بینی آهنگ پیشرفت فناوری می‌باشد که این موضوع، می‌تواند بر راهبردهای سازمان، تاثیر بگذارد.
- پیش‌بینی تقاضا یا پیش‌بینی فروش که هدف اصلی سازمان‌های تجاری انجام این نوع پیش‌بینی است زیرا بر هدایت و برنامه‌ریزی تولید، بازاریابی، برنامه‌ریزی نیروی انسانی و مواردی از این قبیل تاثیر می‌گذارد. پیش‌بینی قیمت در همین گروه قرار می‌گیرد.

پیش‌بینی‌ها از نظر زمانی نیز تقسیم‌بندی دارند (فتح آبادی ۱۳۹۰):

تصمیمات از لحاظ اهمیت، شامل سه عنصر زمانی «دوره پیش‌بینی»، «افق پیش‌بینی» و «فاصله پیش‌بینی» می‌باشد (فتح آبادی ۱۳۹۰).

- دوره پیش‌بینی در واقع مشخص کننده دوره پیش‌بینی، مثلاً هفتگی، ماهانه یا فصلی است، به عبارت دیگر واحد اساسی زمانی است که برای آن پیش‌بینی‌ها در نظر گرفته می‌شود.
- افق پیش‌بینی، بیانگر تعداد دوره‌هایی است که پیش‌بینی در آینده برای آن انجام می‌شود. پیش‌بینی‌ها از این نظر به سه دسته: پیش‌بینی کوتاه مدت، میان مدت و دراز مدت تقسیم می‌شوند (Mahalakshmi, Sridevi, & Rajaram 2016; فتح آبادی ۱۳۹۰). افق زمانی در پیش‌بینی کوتاه مدت، یا پیشگویی بر روی یک قاب^۱ زمانی یا دوره‌ای^۲ که کمتر از سه ماه است تمرکز دارد و در موارد مهم و حساس اقتصادی نظیر تعیین سطح تولید، برنامه‌ریزی خرید و زمان‌بندی کار، پیش‌بینی قیمت کالاهای مهم کاربرد دارد. افق زمانی در پیش‌بینی میان مدت، بین سه ماه تا یکسال است و کاربرد آن در رابطه با برنامه‌ریزی فروش، بودجه‌بندی عملیات تولید، و تجزیه و تحلیل طرح‌های عملیاتی مختلف می‌باشد. افق زمانی در پیش‌بینی دراز مدت یکسال و یا بیشتر می‌باشد و این پیش‌بینی در مواردی از قبیل برنامه‌ریزی برای تولید محصول جدید و سرمایه‌گذاری برای توسعه کسب و کار کاربرد دارد. به طور کلی پیش‌بینی دراز مدت و میان مدت، با موضوعات جامع‌تر و کلی‌تر و پیش‌بینی کوتاه مدت با موضوعات کمی‌تر سروکار دارد.

¹ Frame

² Period

• فاصله پیش‌بینی، اغلب به وسیله نحوه عملکرد سیستم پردازش داده‌ها که اطلاعات را برای متغیر مورد پیش‌بینی در اختیار می‌گذارد، تعیین می‌شود.

در مورد پیش‌بینی باید علاوه بر اصطلاحات فوق به دقت پیش‌بینی مورد نیاز در مسئله تصمیم توجه داشت، که بر روی سیستم پیش‌بینی اتخاذ شده اثر خواهد داشت.

۲-۳-۳- ارزیابی روش‌های پیش‌بینی

پس از مدل‌سازی، تخمین و انجام پیش‌بینی یک سری از داده‌ها این سوال مطرح می‌شود که «تا چه اندازه پیش‌بینی انجام شده مناسب است؟» غالباً چندین مدل می‌توان یافت که دارای برازش خوبی روی داده‌های نمونه باشند و پیش‌بینی از طریق تک تک آن‌ها امکان‌پذیر است. اما نباید به سادگی تصور نمود، مدلی که برازش بهتری روی داده‌های نمونه دارند، لزوماً پیش‌بینی بهتری را نیز به همراه خواهد داشت. با این اوصاف چگونه می‌توان دریافت از میان مدل‌های مختلف کدام یک پیش‌بینی بهتری را نیز به همراه خواهد داشت.

یک راه آن است که پیش‌بینی‌های حاصل از مدل‌های مختلف را با هم مقایسه کنیم. بدین منظور چون مقادیر آتی سری‌های زمانی مشخص نیست، بخشی از مشاهدات را از فرآیند تخمین جدا نموده و برای ارزیابی پیش‌بینی مورد استفاده قرار می‌دهیم. لذا می‌توانیم با بخشی از مشاهدات، مدل‌های مختلف را تخمین بزنیم و با استفاده از مدل‌های برآورد شده، مقادیر بخش دیگر را پیش‌بینی کنیم. در این صورت امکان مقایسه خطای پیش‌بینی هر یک از مدل‌ها فراهم خواهد آمد.

۲-۳-۴- معیارهای کارایی پیش‌بینی

معیارهای متفاوتی برای محاسبه خطا و در واقع کارایی مدل‌ها و روش‌های پیش‌بینی تعریف شده‌اند. در واقع، هدف از محاسبه خطا بدست آوردن یک خلاصه شفاف و واضح از توزیع خطاست (Martínez-Álvarez, 2015). در ابتدا داده‌ها به دو بخش داده‌های آموزش و آزمایش تقسیم می‌شوند. داده‌های مشاهده شده در مجموعه آموزش برای ساخت مدل مطلوب استفاده می‌شوند و داده‌های آزمایش برای اعتبار سنجی و آزمایش مدل استفاده می‌شوند.

در این قسمت معیارهای مهمی که در پیش‌بینی‌ها استفاده می‌شوند به همراه خصوصیاتشان بیان می‌شوند. اگر y_t را اندازه واقعی و $\bar{y}_t$ را اندازه پیش‌بینی شده در نظر بگیریم آنگاه $e_t = y_t - \bar{y}_t$ خطای پیش‌بینی است (Martínez-Álvarez 2015; Mahalakshmi, Sridevi, & Rajaram, 2016):

❖ میانگین خطای پیش‌بینی (MFE^1)

این معیار به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$MFE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t$$

¹ Mean Forecast Error (MFE)

معیاری است که در واقع معادل میانگین انحراف مقادیر پیش‌بینی شده از مقادیر واقعی است. این معیار جهت خطا را نشان می‌دهد و به اریبی پیش‌بینی^۱ معروف است. در MFE، اثرات خطاهای مثبت و منفی از بین می‌رود و راهی وجود ندارد که اندازه دقیق آن‌ها را بدانیم. اگر اندازه MFE صفر باشد، به معنای کامل بودن پیش‌بینی‌ها نیست، و اینکه هیچ خطایی وجود ندارد. بلکه فقط نشان می‌دهد که پیش‌بینی‌ها برای آن هدف مناسب هستند. MFE خطاهای شدید را نشان نمی‌دهد. معیاری است که تحت تاثیر مقیاس اندازه‌گیری، انتقال و تبدیل داده‌ها قرار دارد. برای یک پیش‌بینی خوب، یعنی داشتن حداقل اریبی، بایستی MFE تا جایی که ممکن است به صفر نزدیک باشد.

❖ میانگین خطای مطلق (MAE^۲)

این معیار به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |e_t|$$

میانگین مطلق انحراف مقادیر پیش‌بینی شده از مقادیر اصلی را اندازه‌گیری می‌کند. همچنین به عنوان میانگین انحراف مطلق (MAD^۳) خوانده می‌شود. این معیار، میزان خطای کلی را که در پیش‌بینی اتفاق افتاده نشان می‌دهد. در MAE، اثرات خطاهای مثبت و منفی از بین نمی‌رود. برخلاف MFE، MAE هیچ ایده‌ای در مورد جهت خطاها ندارد. برای پیش‌بینی مناسب، MAE به دست آمده باید تا حد ممکن کوچک باشد. MAE نیز مانند MFE، تحت تاثیر مقیاس اندازه‌گیری و تبدیل داده‌ها قرار می‌گیرد. MAE خطاهای شدید را نشان نمی‌دهد.

❖ میانگین خطای مطلق نرمال شده (NMAE^۴)

این معیار به صورت زیر تعریف می‌شود (Mahalakshmi, Sridevi, & Rajaram 2016):

$$NMAE = \frac{MAE}{y_{max} - y_{min}}$$

y_{max} بیشترین مقدار در بین مقادیر واقعی و y_{min} کمترین مقدار در بین مقادیر واقعی مجموعه داده است.

❖ میانگین مطلق درصد خطا (MAPE^۵)

این معیار به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{e_t}{y_t} \right| \times 100$$

این معیار میانگین درصد خطای مطلق اتفاق افتاده را نمایش می‌دهد. مستقل از مقیاس اندازه‌گیری است اما تحت تاثیر تبدیل داده‌هاست. MAPE خطاهای شدید را نشان نمی‌دهد. همچنین، خطاها با علامت‌های مختلف همدیگر را خنثی نمی‌کنند.

¹ Forecast Bias

² Mean Absolute Error (MAE)

³ Mean Absolute Deviation (MAD)

⁴ Normalized Mean Absolute Error (NMAE)

⁵ Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

❖ میانگین درصد خطا (MPE^1)

این معیار به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left(\frac{e_t}{y_t} \right) \times 100$$

MPE، درصد خطای اتفاق افتاده در زمان پیش‌بینی را نمایش می‌دهد. خصوصیات آن شبیه به MAPE است به جز اینکه جهت خطا را نشان می‌دهد. خطاهای با علامت همدیگر را از بین می‌برند. بنابراین شبیه MFE، با بدست آمدن اندازه نزدیک به صفر، ما نمی‌توانیم نتیجه بگیریم که مدل کارش را به خوبی انجام داده است. برای یک پیش‌بینی خوب بایستی MPE کوچک باشد.

❖ میانگین مربعات خطا (MSE^2)

این معیار به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t^2$$

این معیار میانگین مربعات انحراف از اندازه پیش‌بینی شده است. علامت‌های خطاها یکدیگر را خنثی نمی‌کنند، MSE یک ایده کلی از خطاهای اتفاق افتاده در زمان پیش‌بینی را ارائه می‌کند. MSE خطاهای شدید را نشان نمی‌دهد. MSE روی این حقیقت تاکید می‌کند که خطای کلی پیش‌بینی در حقیقت بیشتر تحت تاثیر خطاهای بزرگ تکی است. یعنی خطاهای بزرگ خیلی هزینه‌برتر از خطاهای کوچک هستند. MSE، درباره جهت خطای کلی ایده‌ای ندارد. MSE به مقیاس پذیری، انتقال و تبدیل داده‌ها حساس است. اگرچه MSE یک معیار خوب برای خطای کلی پیش‌بینی است اما شهودی نیست و به آسانی قابل تفسیر به معیارهای قبلی که بحث شد، نمی‌باشد.

❖ مجموع مربعات خطا (SSE^3)

این معیار به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$SSE = \sum_{t=1}^n e_t^2$$

این معیار مربعات انحراف کلی مشاهدات پیش‌بینی شده از مقادیر واقعی را اندازه‌گیری می‌کند. خصوصیات SEE مانند MSE است.

❖ میانگین مربعات خطای علامت دار ($SMSE^4$):

این معیار به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$SMSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left(\frac{e_t}{|e_t|} \right) e_t^2$$

¹ Mean Percentage Error (MPE)

² Mean Squared Error (MSE)

³ Sum of Squared Error (SSE)

⁴ Signed Mean Squared Error

این معیار مانند MSE است به جز اینکه علامت برای تک تک مربعات خطا حفظ می‌شود. SMSE، خطاهای شدیدی که در پیش‌بینی اتفاق افتاده است را نشان می‌دهد. برخلاف MSE، SMSE جهت خطای کلی را نشان می‌دهد. در محاسبه SMSE، خطاهای مثبت و منفی اثر همدیگر را خنثی می‌کنند. مانند MSE، SMSE به تغییرات مقیاس، انتقال و تبدیل داده‌ها حساسیت دارد.

❖ ریشه میانگین مربعات خطا^۱ (RMSE)

این معیار به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$RMSE = \sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t^2}$$

این معیار همه خصوصیات MSE را دارد.

❖ میانگین مربعات ریشه خطا^۲ (MSRE)

این معیار به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$MSRE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \sqrt{e_t^2}$$

❖ میانگین مربعات خطای نرمال شده^۳ (NMSE)

این معیار به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$NMSE = \frac{MSE}{\sigma^2} = \frac{1}{\sigma^2 n} \sum_{t=1}^n e_t^2$$

NMSE، MSE را بعد از تقسیم به واریانس، نرمال‌سازی می‌کند. مقادیر کوچک NMSE، نشان از پیش‌بینی بهتر است. دیگر خصوصیات NMSE مانند MSE است.

❖ شاخص تایل^۴

معیار مهمی است که به صورت زیر تعریف می‌شود (Thiel 1966):

$$U = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t^2}}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n f_t^2 + \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n y_t^2}}$$

این معیار، نرمال شده خطای کل پیش‌بینی است. $0 \leq U \leq 1$ و $U=0$ به معنی فیت شدن کامل است. به تغییرات مقیاس، انتقال و تبدیل داده‌ها حساسیت دارد. برای یک پیش‌بینی خوب بایستی اندازه U به صفر نزدیک باشد.

❖ شاخص شوارتز^۵

$$SBC = -2 \times \ln L + k \times \ln(n)$$

¹ Root Mean Squared Error

² Mean Square Root Error

³ Normalized Mean Squared Error (NMSE)

⁴ Theil's U-statistics

⁵ Schwartz-baysian criteria (SBC)

شاخص شوارتز از دیگر روش‌هایی است که می‌توان برای سنجش اندازه خطا استفاده نمود. در این روش L نشان دهنده حداکثر درست‌نمایی، K تعداد بازه‌های زمانی پیش‌بینی‌شده و n تعداد بازه‌های زمانی مشاهده شده است. هرچقدر اندازه شاخص کوچکتر باشد نشان دهنده مدل بهتر است (Golyandina, Nekrutkin, & Zhigljavsky 2001; Hurvich & Tsai 1989).

در این قسمت معیارهای مهم برای قضاوت درباره دقت و کیفیت روش‌های پیش‌بینی بیان شدند. هر یک از این معیارهای خصوصیات منحصر به فردی دارند که از دیگری متفاوت است. در عمل، بهتر است که بیش از یک معیار مورد بررسی قرار گیرد.

۲-۳-۵- مراحل پیش‌بینی

برای ایجاد یک سیستم پیش‌بینی انجام مراحل زیر ضروری است (سالاری نیا ۱۳۹۵):

- ۱) تعیین هدف پیش‌بینی
- ۲) انتخاب موضوع یا موضوعات پیش‌بینی
- ۳) تعیین افق زمانی و دوره پیش‌بینی
- ۴) انتخاب مدل پیش‌بینی
- ۵) جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز برای پیش‌بینی
- ۶) انجام فرآیند پیش‌بینی
- ۷) تایید اعتبار نتایج پیش‌بینی و بررسی نتایج

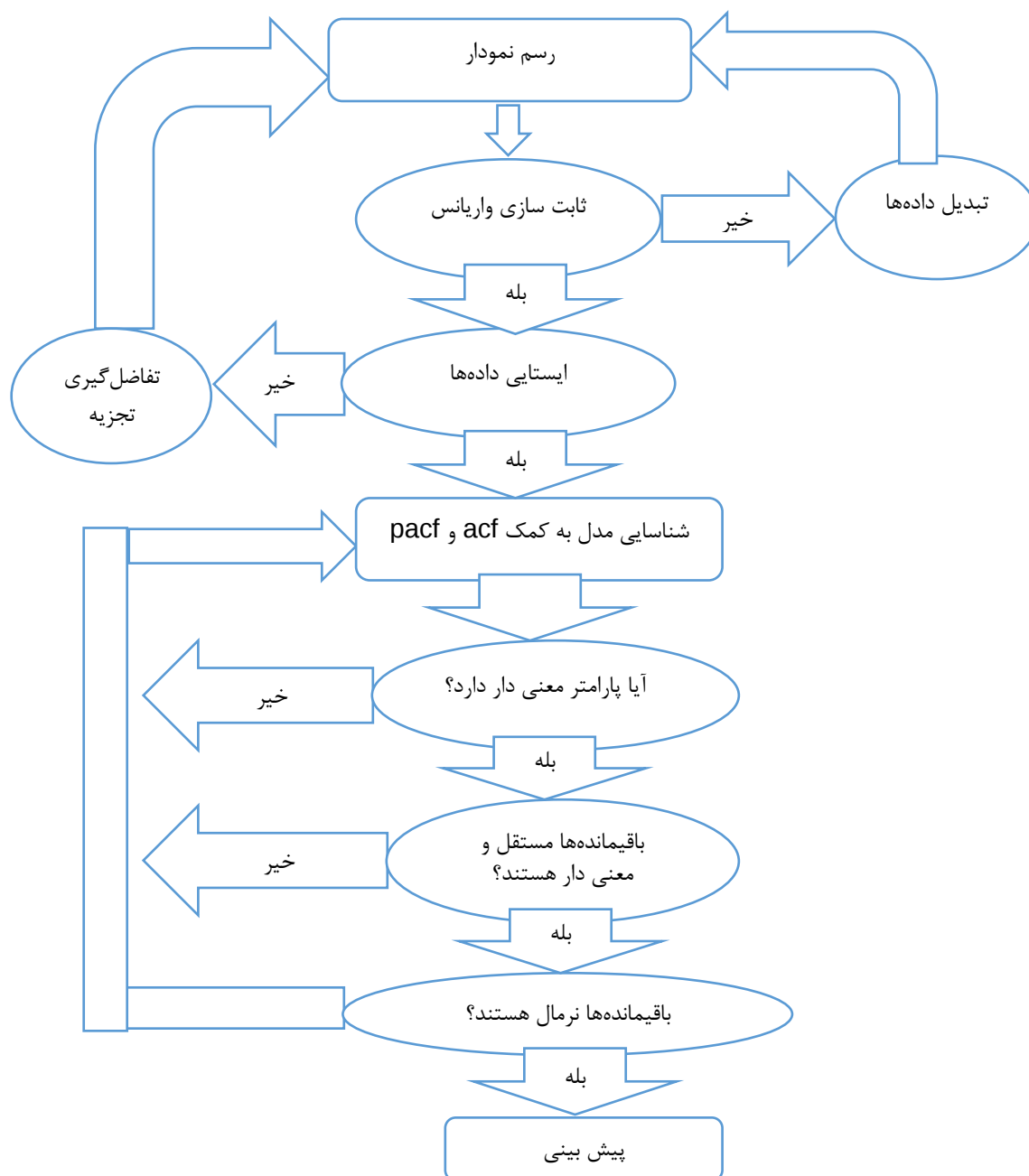
۲-۳-۶- روش‌های پیش‌بینی سری زمانی

واضح است که مسئله پیش‌بینی سری‌های زمانی یکی از موضوعات مهم حوزه‌های مختلف علوم اقتصادی، مالی، مدیریتی، مهندسی و پزشکی در دهه‌های اخیر بوده است. هدف در پیش‌بینی سری زمانی، جمع‌آوری دقیق داده‌ها و مطالعه دقیق تر آن‌ها برای یافتن یک مدل مناسب جهت توصیف ساختار درونی سری زمانی می‌باشد. در نهایت مدل به دست آمده پس از ارزیابی، برای به دست آوردن مقادیر آینده یک پارامتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر، پیش‌بینی سری زمانی، «پیش‌بینی آینده»، بر مبنای «درک گذشته» است (ایرانمنش ۱۳۹۶). پیش‌بینی سری‌های زمانی می‌تواند تنها به پیش‌بینی گام بعدی محدود شود یا یک پیش‌بینی طولانی مدت باشد. معمولاً پژوهشگران این مسائل را از یکدیگر تفکیک می‌کنند. علت امر آن است که مسائلی نظیر تجمیع خطا، دامنه تغییر پارامتر و غیره پیش‌بینی طولانی مدت را بسیار سخت‌تر از پیش‌بینی کوتاه مدت می‌کنند (ایرانمنش ۱۳۹۶).

پیدا کردن الگو و مدل مناسب برای سری زمانی یک اقدام مهم بشمار می‌آید. برای شناسایی مدل پیش‌بینی کننده در سری زمانی از یک استراتژی استفاده می‌شود که توسط باکس و جنکینز ارائه شده است.

همانطور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، اولین مرحله رسم نمودار داده‌هاست. به منظور شناسایی مدل لازم است از ایستایی سری زمانی اطمینان حاصل کرد. در صورت لزوم می‌توان از روش‌های مختلف برای حذف مولفه‌های روند و فصلی بودن (مانند تفاضل‌گیری و تجزیه کلاسیک) و رسیدن به ویژگی ایستایی استفاده کرد. بعد از ایستا نمودن سری می‌توان پارامترهای مدل را تعیین کرد. لازم به ذکر است در مرحله آخر بعد از برازش مدل و شناسایی پارامترهای مدل پیش‌بینی‌کننده، با اعمال محدودیت‌های روند و فصلی بودن، مقادیر پیش‌بینی شده به مقیاس اصلی تبدیل می‌شوند.

با توجه به آنکه مدل‌های احتمال سری‌های زمانی برای سری‌های ایستا تعریف شده‌اند، لازم است که ابتدا ایستایی سری را بررسی کرد و در صورت ایستا نبودن سری، با انجام تبدیلات مناسب آن را به یک سری ایستا تبدیل کرد. به منظور تست ایستایی داده‌ها دو روش وجود دارد:



شکل ۴- الگوی ایجاد مدل پیش‌بینی باکس و جنکینز

- رسم آماره‌های چرخشی^۱: برای این منظور لازم است میانگین متحرک^۲ یا واریانس متحرک^۳ رسم گردد و بررسی نمود آیا در طول زمان تغییر می‌کند. میانگین / واریانس متحرک یعنی میانگین / واریانس در یک دوره (مثلاً یکسال گذشته یا ۲۴ ساعت در روز گذشته) محاسبه می‌شود.
- تست Dickey-Fuller: یکی از تست‌های آماری برای بررسی ایستایی است (Dickey & Fuller 1979). فرض صفر یعنی سری زمانی غیرایستا است. نتیجه تست شامل یک آماره تست و چندین اندازه

¹ Rolling Statistics

² Moving average

³ Moving variance

بحرانی برای سطوح اطمینان متفاوت است. اگر آماره تست کمتر از اندازه بحرانی باشد، فرض صفر رد می‌شود و می‌توان نتیجه گرفت سری ایستا است.

برای طراحی تست، فرض کنید اندازه سری زمانی در زمان t را با $z(t)$ فرموله می‌کنیم. بنابراین $z(t) = z(t-1) + Er(t)$ که $Er(t)$ اندازه خطا در زمان t است. در نتیجه به طور بازگشتی، $z(t) = z(0) + \text{Sum}(Er(0), \dots, Er(t))$ است. هنگامی که خطا تصادفی است، امید هر خطا صفر است. بنابراین میانگین ثابت است یعنی $E[z(t)] = E[z(0)]$. اما با واریانس گیری داریم: $\text{Var}[z(t)] = \text{Var}[z(0)] + \text{sum}(\text{Var}[Er(1)], \text{Var}[Er(2)], \dots, \text{Var}[Er(t)])$. بنابراین $\text{Var}[z(t)] = t * \text{Var}(\text{Error})$ یعنی فرایند ایستا نیست و واریانس به زمان وابسته است. حال برای تبدیل فرآیند به یک فرآیند ایستا می‌توان ضریب Rho را به فرمول اضافه کرد یعنی داریم:

$$z(t) = \text{Rho} \times z(t-1) + Er(t)$$

در صورتی که فرآیندی ایستا باشد $\text{Rho} = 0$ است و در حالت $\text{Rho} = 1$ فرآیند نایستا است. برای تست Dicky-fuller داریم $z(t) - z(t-1) = (\text{Rho} - 1) z(t-1) + Er(t)$. بنابراین کفایت بررسی شود آیا $\text{Rho} - 1$ صفر است یا خیر. اگر فرض صفر رد شود، سری ایستا است.

زمانی که نایستایی سری مشخص شد باید سعی کنیم آن را ایستا نماییم. لازم به ذکر است که ایستایی کامل یک سری نایستا غیرممکن است. اما سعی می‌شود تا حد امکان این ویژگی برآورده شود. نایستایی سری به واسطه دو دلیل اصلی روند و فصلی بودن سری ایجاد می‌شود. بنابراین برای ایستا کردن سری لازم است روند و فصلی بودن را تخمین و حذف نمود.

در گام اول به منظور ایستا کردن داده‌ها، روش‌های تخمین و حذف روند مورد بررسی قرار می‌گیرد. روش‌های حذف روند را نمی‌توان در همه حالت‌ها (به ویژه سری‌های زمانی با فصلی بودن بالا) مورد استفاده قرار داد، بنابراین لازم است روش‌هایی را بررسی نمود که به منظور ایستا کردن داده‌ها، بطور همزمان مولفه روند و فصلی بودن را حذف می‌کنند. روش‌های حذف روند به گروه‌های زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

- تغییر شکل^۱: به عنوان اولین روش برای تخمین و حذف روند می‌توان از تغییر شکل استفاده کرد. به عنوان مثال اگر روند مثبتی در نمودار سری داده مشاهده شده است می‌توان از تابع لگاریتم، ریشه مربع، ریشه مکعب استفاده کرد.

- هموار کردن^۲: با اجرای این روش طی یک فرایند چند مرحله‌ای، تغییرات نامنظم سری زمانی حذف می‌شود و منحنی هموارتری برای آن بدست می‌آید. برآورد هر مشاهده به اندازه مشاهده‌های قبلی بستگی دارد و با ورود هر مشاهده جدید «بهنگام» می‌شود. ضریب تأثیر مشاهده جدید و مجموعه مشاهده‌های قبل از آن، مؤلفه‌های مدل را تشکیل می‌دهند. در این گروه می‌توان به روش‌های میانگین متحرک اشاره نمود. در روش میانگین متحرک، در ازای هر داده، میانگین چند داده مجاور آن نوشته

¹ Transformation

² Smoothing

می‌شود. گرچه انتخاب تعداد مشاهده‌های مجاور محدودیت خاصی ندارد و تابع هدف تحقیق و نظر محقق است، اما باید توجه داشت که این عمل، تعداد مشاهده‌های سری را به اندازه تعداد انتخاب مشاهده‌های مجاور آن کاهش می‌دهد. مثلاً میانگین متحرک هر سال با یک مشاهده عقب‌تر و یک مشاهده جلوتر از آن باعث می‌شود تا در ابتدا و انتهای سری از تعداد مشاهده‌ها به اندازه یک مورد کاسته شود. اگر نوسان‌ها زیاد باشد می‌توان این عمل را یک مرتبه یا دو مرتبه دیگر نیز بر روی میانگین‌های محاسبه شده تکرار نمود تا آمار متعادل‌تری بدست آید. مشکل روش میانگین متحرک تعیین دقیق دوره زمانی است. برای رفع این مساله می‌توان از میانگین متحرک وزن‌دار استفاده نمود که مقادیر جدیدتر وزن بیشتری دارند. برای تخصیص وزن، روش‌های مختلفی وجود دارد. یک روش متداول میانگین متحرک وزندار نمایی^۱ است. در این روش به داده‌های مجاور یک وزن با ضریب کاهشی اختصاص داده می‌شود.

روش‌هایی که بطور هم‌زمان مولفه‌های روند و فصلی بودن را حذف می‌کنند، عبارتند از:

- تفاضل‌گیری^۲: رایج‌ترین روش برای حذف روند و فصلی بودن است. برای این منظور تفاضل مشاهدات در یک زمان با زمان‌های قبل محاسبه می‌شود. ممکن است برای رفع نایستایی لازم باشد داده‌های اولیه را چند بار تفاضلی کنیم. البته تجربه نشان داده است که معمولاً از ۲ تجاوز نمی‌کند. اگر داده‌ای فقط دارای روند باشند، تفاضل‌گیری مرتبه اول کافی است. اما اگر داده‌ها دارای الگوی فصلی باشند، تفاضل‌گیری مرتبه دوم معمولاً نیاز است. اگر از یک تابع ایستا تفاضل‌گیری انجام شود، داده حاصل نیز ایستا است.

- تجزیه^۳: روش دیگر ایستایی، تجزیه یک سری زمانی به مولفه‌های تشکیل دهنده آن است. برای شناسایی مولفه‌های تشکیل دهنده یک سری می‌توان از تابع خودهمبستگی^۴ و خودهمبستگی جزئی^۵

کمک گرفت (Prado & West 2010; Brockwell & Davis 2016)

۲-۳-۶-۱- روش‌های مبتنی بر رگرسیون

الگوهای سری زمانی مجموعه‌ای از الگوهاست که شامل دو دسته کلی، الگوهای تک متغیره و الگوهای چند متغیره می‌باشد. الگوی خودهمبسته (AR)، میانگین متحرک (MA) و میانگین متحرک خودهمبسته یکپارچه (ARIMA) از جمله مهمترین الگوهای تک متغیره و الگوی خودهمبسته با وقفه توزیع شده (ARDL)، خودهمبسته برداری (VAR) و مدل تصحیح خطای برداری (VECM) در گروه الگوهای چندمتغیره قرار دارند. الگوهای سری زمانی چند متغیره، مجموعه روش‌هایی را در بر می‌گیرد که در آن فرض بر این است که یک

¹ Exponentially weighted moving average (EWMA)

² Differencing

³ Decomposition

⁴ Autocorrelation function (ACF)

⁵ Partial Autocorrelation function (PACF)

متغیر نمی‌تواند تنها توسط گذشته خود توضیح داده شود و اطلاعات دیگری نیز وجود دارد که در توضیح رفتار متغیر مورد نظر موثر است. این گروه از الگوها از معروف‌ترین روش‌های آماری در پیش‌بینی هستند. هر کدام از این الگوها مبین رفتار ویژه‌ای از متغیرهاست و معمولاً روابط علی و معلولی بین چند متغیر را مشخص می‌کنند. به طوری که در تحقیقات و مطالعات برای بررسی اثر متغیرها بر روی یکدیگر از این الگوها استفاده می‌شود.

❖ روش خودهمبسته (AR^1)

این مدل از مدل‌های متداول در تصادفی است و همانگونه که از نام آن مشخص می‌باشد، بر روی جملات خود رگرسیون‌گیری را اعمال می‌کند، و البته این رگرسیون‌گیری روی مقادیر گذشته Z_t انجام می‌گیرد. این مدل برای سری‌های زمانی ایستا و نایستا قابل کاربرد می‌باشد و ساختار اصلی آن مطابق رابطه زیر است:

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t$$

$\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ ضرایب و پارامترهای مدل AR و a_t اندازه تصادفی و مستقل از زمان باقیمانده (noise) است که از توزیع نرمال با میانگین صفر تبعیت می‌کند.

❖ روش میانگین متحرک (MA^2)

فرم عمومی مدل با مرتبه q به صورت زیر می‌باشد که $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_p$ ضرایب و پارامترهای مدل MA است:

$$Z_t = a_t + \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$$

❖ روش میانگین متحرک خودهمبسته ($ARMA$)

از ترکیب نمودن مدل AR با مرتبه p و مدل MA با مرتبه q مدل $ARMA$ با مرتبه (p, q) ایجاد می‌گردد. ساختار کلی مدل به شکل زیر است:

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_p a_{t-p}$$

❖ روش میانگین متحرک خودهمبسته یکپارچه ($ARIMA$)

مدل میانگین متحرک خودهمبسته یکپارچه^۳ یکی از مدل‌هایی است که معمولاً برای سنجش داده‌های سری زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. آریما مدل گسترده‌تر از میانگین متحرک خودهمبسته^۴ است. این مدل‌ها در سری‌های زمانی برای فهم بهتر مدل یا پیش‌بینی آینده به کار می‌روند. این مدل‌ها در جایی که داده‌ها ایستا باشند به کار می‌روند. این مدل در اکثر موارد به صورت $ARIMA(p, q, d)$ نشان داده می‌شود که در آن p و d و q اعداد حقیقی غیرمنفی هستند که درجه خودهمبستگی، یکپارچگی و میانگین متحرک را معلوم می‌کنند. در

¹ Auto Regressive

² Moving Average

³ Autoregressive Integrated Moving Average model (ARIMA)

⁴ Autoregressive Moving Average model (ARMA)

صورتی که یکی از جزءها در مدل آریما برابر با صفر باشند معمولاً به صورت AR، I یا MA نوشته می‌شود که قبلاً به آن‌ها اشاره شده است. مدل پیش‌بینی آریما برای یک سری زمانی یک معادله خطی است که پیش‌بینی کننده به سه پارامتر p, d, q وابسته است. اگر مقادیر سری در زمان t به صورت $z(t)$ بیان گردد. آنگاه:

- p ، تعداد ترم‌های اتورگر سیو^۱ است: ترم‌های AR لگ‌های متغیرهای وابسته هستند. به عنوان مثال اگر $p=5$ یعنی برای پیش‌بینی $z(t)$ نیاز به $z(t-1), z(t-2), z(t-3), z(t-4), z(t-5)$ است.

- q ، تعداد ترم‌های میانگین متحرک است. ترم‌های MA خطاهای پیش‌بینی قبلی در معادله مدل هستند. برای نمونه اگر $q=5$ برای $z(t)$ نیاز به $e(t-1), e(t-2), \dots, e(t-5)$ که $e(i)$ تفاضل بین میانگین متحرک در i امین نمونه و اندازه واقعی است.

- d ، تعداد تفاضل‌ها است. این ترم تعداد تفاضل‌های غیر فصلی را نمایش می‌دهد. در نهایت چنانچه مدل مورد تأیید قرار گرفت، می‌توان آن را مبنای پیش‌بینی رفتار آینده سری قرار داد. بعد از ایست کردن سری داده‌ها به منظور شناسایی مدل پیش‌بینی کننده، دو موقعیت حاصل می‌شود:
- سری قویاً ایستا که بین مقادیر وابستگی وجود ندارد. این حالت ساده است و در آن می‌توان باقی مانده را به صورت نویز سفید مدل کرد.

- سری با وابستگی بین مقادیر. در این حالت نیاز به مدل‌های آماری مانند آریما^۲ است. پارامترهای مدل بر اساس توابع خود همبستگی (ACF)^۳ و خود همبستگی جزئی ($PACF$)^۴ تعیین می‌شوند. تابع خود همبستگی، همبستگی یک سری زمانی با خودش با لگ معین را محاسبه می‌کند. به عنوان مثال، تابع خود همبستگی سری زمانی در نقاط زمانی t_1 و t_2 را با سری زمانی در نقاط t_1-5 و t_2-5 مقایسه می‌کند. بطور غیر رسمی، خود همبستگی، همسانی بین مشاهدات به عنوان تابعی از زمان جدایی بین آنها می‌باشد. این مفهوم، یک ابزار ریاضی برای یافتن الگوهای تکراری مانند حضور یک سیگنال تناوبی است که تحت نویز پوشانده شده است. در تابع خود همبستگی جزئی، همبستگی یک سری زمانی با خودش با یک لگ معین بعد از حذف تغییرات محاسبه می‌شود. به عنوان مثال، در لگ ۵، همبستگی محاسبه می‌شود اما تاثیرهای ایجاد شده توسط لگ‌های ۱ تا ۴ حذف می‌شود.

برای تعیین پارامترهای مدل پیش‌بینی کننده با استفاده از ACF و $PACF$ به صورت زیر عمل می‌کنیم. برای تشخیص بهتر مدل توصیه می‌شود که حجم نمونه حداقل ۵۰ باشد ACF و $PACF$ حداقل تا تأخیر محاسبه و رسم شوند.

¹ Auto-Regressive

² Auto-Regressive Integrated Moving Average

³ Auto-Correlation Function (ACF)

⁴ Partial Auto-Correlation Function (PACF)

- اگر نمودار ACF دارای الگوی تدریجی نزولی یا نهایی بود حاکی از نایستایی مدل و نیاز به تفاضل‌گیری مجدد و یا تغییر در تفاضل‌گیری صورت گرفته و یا شاید تبدیل دارد.
- اگر ACF نزولی به سمت صفر و PACF دارای وقفه معنی دار در ابتدای تابع بود، نشان می‌دهد مدل دارای الگوی اتورگرسیون مرتبه p ، $AR(p)$ است. p بستگی به تعداد وقفه‌های معنی دار دارد.
- اگر PACF دارای روند نزولی به سمت صفر و ACF دارای وقفه‌های معنی دار در ابتدای تابع باشد حکایت از الگوی میانگین متحرک با مرتبه q دارد. یعنی مدل $MA(q)$ است.
- اگر ACF و PACF هر دو دارای روند نزولی به سمت صفر باشند، نشان دهنده الگوی مرکب $ARMA(p,q)$ است. در صورت نایستایی بودن و نیاز به تفاضل‌گیری؛ مدل $ARMA(p,q)$ به $ARIMA(p,d,q)$ تبدیل می‌شود. اگر تابع خود همبستگی و تابع خود همبستگی جزئی دارای یک روند متناوب باشند می‌تواند نشان‌دهنده یک الگوی فصلی باشد (Anderson 2011; Brockwell 2014; Beckett 2013).

به عنوان یک قاعده کلی فرض خواهیم کرد که یک ضریب خود همبستگی یا ضریب خود همبستگی جزئی صفر است اگر قدر مطلق تخمین آن کمتر از ۲ برابر خطای استاندارد آن باشد. معمولاً مرتبه‌ها از ۳ تجاوز نمی‌کنند. در مورد فرآیندهای مرکب تشخیص مرتبه‌های درست، بسیار دشوار است و گاهی اوقات به تجربه و مهارت قابل ملاحظه‌ای نیاز دارد. معمولاً اگر ACF و PACF هر دو به سمت صفر میل کنند، یک فرآیند مرکب شناسایی می‌شود.

ممکن است در یک سری زمانی روند قطعی وجود داشته باشد. وجود روند قطعی در مدل ARIMA معادل با وجود جمله ثابت در مدل ARIMA است. بنابراین برای آزمون وجود روند قطعی در مدل باید فرضیه صفر را آزمون کرد. پس از اینکه تبدیلات لازم برای ایستایی واریانس و میانگین انجام شد و سری ایستادست آمد، برای آزمون اینکه آیا به وجود جمله ثابت در مدل نیازی هست یا نه، میانگین و خطای معیار سری جدید را محاسبه می‌کنیم و سپس آماره را بدست می‌آوریم و آزمون زیر را انجام می‌دهیم: آیا روند قطعی وجود دارد؟ با توجه به p -value برای جمله ثابت می‌توان در مورد حضور یا عدم حضور آن در مدل تصمیم گرفت. به طوری که اگر $p\text{-value} > 0.05$ فرضیه را می‌پذیریم در غیر این صورت این فرضیه در سطح معنی داری ۰/۰۵ رد می‌شود و باید جمله ثابت را در مدل لحاظ کرد.

در سری‌های زمانی معمولاً از خود متغیر برای پیش‌بینی مقادیر آینده آن استفاده می‌کنند. اما می‌توان از چندین متغیر کمکی نیز بهره گرفت. که به این حالت، سری‌های زمانی چندگانه^۱ گفته می‌شود. این روش نسبت به سری‌های زمانی تک متغیره از کارایی و دقت بیشتری برخوردار است، ولی متأسفانه به اطلاعات بیشتری نیاز است. اگر واریانس داده‌ها تابعی از مقادیر گذشته باشد، نمی‌توان به راحتی واریانس داده‌ها را در طول زمان ثابت

¹ Multivariate time series

نگه داشت. بنابراین نمی‌توان از مدل‌های خانواده باکس و جنکینز یا مدل‌های آریما استفاده کرد. بنابراین نیاز است از مدل‌هایی که به فرض ثابت بودن واریانس نیاز ندارند، استفاده کرد. این مدل به خانواده ARCH & GRACH معروف هستند، پژوهشگران به چندین دلیل ترجیح می‌دهند از مدل خانواده باکس و جنکینز استفاده کنند. اولاً برپا کردن این مدل‌ها راحت است. ثانیاً تفسیر این مدل‌ها راحت می‌باشد و با نرم‌افزارهای بیشتری می‌توان این کار را انجام داد.

تجزیه سری‌های زمانی به مولفه‌های تشکیل دهنده آن مانند روند، تغییرات فصلی و سایر نوسانات نامنظم هرچند بهترین روش برای شناسایی الگو نمی‌باشد اما برای شناسایی الگو مفید است. داده‌هایی که دارای روند فصلی هستند، تفسیر ACF و PACF آن‌ها مشکل‌تر از داده‌های غیرفصلی می‌باشد که دلیل آن ترکیب الگوی فصلی با الگوی غیرفصلی است. در نتیجه ACF و PACF ویژگی هر دو روند را دارد که در وقفه‌های فصلی S, 2S, 3S به سرعت کاهش پیدا نمی‌کند و شاید معنی‌دار باشد که در این حالت باید از تفاضل‌گیری فصلی استفاده نمود. لازم به ذکر است در یک سری زمانی هرچه تعداد پارامترهای داخل مدل افزایش یابد، استفاده از مدل سخت و کاربرد آن کمتر خواهد شد. بنابراین هدف اصلی در پیش‌بینی یافتن مدلی می‌باشد که دارای پارامتر کمتری باشد. بهترین نرم‌افزارها برای شناسایی سری‌های زمانی، نرم‌افزار STATA و R می‌باشد.

مدل ARIMA^۱ در واقع، دو شکل کلی دارد که عبارتند از ARIMA غیرفصلی (p,d,q) و ARIMA فصلی-ضربی (P,D,Q) × (p,d,q) که p و q به ترتیب پارامترهای اتورگرسیون و میانگین متحرک غیرفصلی و P و Q پارامترهای اتورگرسیون و میانگین متحرک فصلی است. دو پارامتر دیگر یعنی d و D پارامترهای تفاضلی برای ایست کردن سری زمانی است (دودانگه، عابدی کوپایی، و گوهری ۱۳۹۱).

۲-۳-۶-۲- روش ماشین بردار پشتیبان^۲

یک روش غیرکلاسیک در پیش‌بینی سری‌های زمانی، روش ماشین بردار پشتیبان است. این روش یک الگوریتم طبقه‌بندی^۳ بوده و به عنوان یکی از بهترین تکنیک‌های دسته‌بندی، پیش‌بینی و تشخیص داده‌های خارج از محدوده^۴ شناخته می‌شود و برخلاف الگوریتم‌های خوشه‌بندی در دسته‌یادگیری با نظارت محسوب می‌شود و دو فاز آموزش و تست دارد (ایرانمنش ۱۳۹۶). ماشین بردار پشتیبان ابتدا توسط آقای وپنیک برای تفکیک و دسته‌بندی داده‌هایی که جدایی‌پذیر خطی بودند ساخته شد ولی بعدها توسط خود ایشان و آقای کورتس برای حالت غیرخطی هم تعمیم داده شد. در واقع روش ماشین بردار پشتیبان برای اینکه داده‌های غیرخطی را از هم تفکیک کند باید از کرنل‌های مختلف استفاده کند. برای این کار دیگر در فضای دو بعدی کار نمی‌کند بلکه داده‌ها به فضایی با ابعاد بیشتر نگاشت داده می‌شوند تا بتوان آن‌ها را در این فضای جدید بصورت خطی تفکیک

^۱ Autoregressive Integrated Moving Average

^۲ Support Vector Machine (SVM)

^۳ Classification

^۴ outlier

نمود. در واقع ایده اصلی روش ماشین بردار پشتیبان این است که ابرصفحه‌هایی در فضا ترسیم کند که عمل تمایز نمونه‌های مختلف داده را به طور بهینه انجام دهند. ابرصفحه‌ای را که بیشترین حاشیه جداسازی را دارد پیدا می‌کند و نزدیک‌ترین داده‌های آموزشی به ابرصفحه جداکننده بردارهای پشتیبان نامیده می‌شوند (ایرانمنش ۱۳۹۶). در مواقعی که داده‌ها جدایی‌پذیر خطی نیستند متغیرهای کمبود یا اسلک تعریف می‌شوند که نشان‌دهنده تعداد نمونه‌هایی هستند که غلط ارزیابی شده‌اند. زمانی که فضای ویژگی را به ابعاد بالاتر می‌بریم تا بتوانیم داده‌ها را جدایی‌پذیر خطی کنیم انجام محاسبات در این ابعاد می‌تواند بسیار پیچیده و پرهزینه باشد برای غلبه بر این مشکل از کرنل استفاده می‌کنیم. ماشین بردار پشتیبان نسبت به شبکه‌های عصبی تئوری قوی‌تری داشته و به دلیل ساختار برنامه‌ای quadratic به بهینه سراسری^۱ می‌رسد (ایرانمنش ۱۳۹۶). در مقایسه با شبکه‌های عصبی نسبت به overfitting مقاوم‌تر است. برای ذخیره مدل پیش‌بینی فضای کمتری نیاز دارد و به نتایج خواناتر و یک تفسیر هندسی دست پیدا می‌کند. روش ماشین بردار پشتیبان، از تکنیک‌هایی مثل trick kernel برای تبدیل داده‌ها استفاده می‌کند و سپس بر اساس این تبدیلات یک مرز بهینه را از میان نتایج ممکن انتخاب می‌کند (ایرانمنش ۱۳۹۶). به عبارت ساده‌تر باید گفت که تبدیلات داده بسیار پیچیده‌ای انجام می‌دهد سپس تصمیم می‌گیرد که داده شما را بر اساس برجسب‌ها و خروجی‌هایی که شما تعیین کرده‌اید چگونه جداسازی کند. زمانی که می‌گوییم ماشین بردار پشتیبان از یک کرنل غیرخطی استفاده می‌کند منظور این است که مرزی که الگوریتم محاسبه می‌کند لزوماً خط مستقیم نیست. کرنل‌های متداول به صورت زیر هستند.

- چند جمله‌ای (همگن) $k(x_i, x_j) = (x_i, x_j)^d$
- چند جمله‌ای (ناهمگن) $k(x_i, x_j) = (x_i, x_j + 1)^d$
- گوسین $k(x_i, x_j) = \exp(-\|x_i - x_j\|^2 / 2\delta^2)$
- تانژانت هذلولی $k(x_i, x_j) = \tanh(\kappa \|x_i \cdot x_j - \delta\|)$

مزیت استفاده از کرنل غیرخطی این است که می‌توانید ارتباطات پیچیده‌تری میان نقاط داده‌ها محاسبه کنید بدون اینکه مجبور باشید تبدیلات را محاسبه نمایید. یکی از معایب آن نیز این است که زمان آموزش بسیار بیشتر است زیرا محاسبات بسیار زیادی دارد.

ماشین بردار پشتیبان اساساً یک جداکننده دودویی است. یک ماشین بردار خطی به شیوه زیر کلاس‌بندی را انجام می‌دهد. اگر مجموعه داده‌های آزمایش D شامل n عضو در فضای $p+1$ بعدی و برجسب کلاس هر نمونه اندازه 1 یا -1 باشد.

$$D = \{(x_i, y_i) | x_i \in \mathbb{R}^p, y_i \in \{-1, 1\}\}_{i=1}^n$$

¹ optimum global

در این روش، هدف یافتن ابرصفحه جداکننده با بیشترین فاصله از نقاط حاشیه‌ای است که نقاط با $y_i = 1$ را از نقاط با $y_i = -1$ جدا می‌کند. هر ابرصفحه می‌تواند به صورت مجموعه‌ای از نقاط x که شرط زیر را برآورده می‌کند، نوشته می‌شود.

$$w \cdot x - b = 0$$

W بردار نرمال است که به ابرصفحه عمود است. در این روش قصد داریم w و b را طوری انتخاب کنیم که بیشترین فاصله بین ابرصفحه‌های موازی که داده‌ها را از هم جدا می‌کنند، ایجاد شود. این ابرصفحه با استفاده از رابطه زیر توصیف می‌شود.

$$w \cdot x - b = 1$$

و

$$w \cdot x - b = -1$$

اگر داده‌های آموزشی جدایی‌پذیر خطی باشند. ما می‌توانیم دو ابرصفحه در حاشیه نقاط در نظر بگیریم بطوری که هیچ نقطه مشترکی نداشته باشند. در ادامه سعی می‌کنیم فاصله آن‌ها را حداکثر کنیم. فاصله این دو صفحه $\frac{2}{||W||}$ است. بنابراین باید $||W||$ را کمینه کرد. برای اینکه از ورود نقاط به حاشیه جلوگیری کنیم شرایط زیر اضافه می‌شود. برای هر i

$$\begin{aligned} w \cdot x_i - b &\geq 1, \text{ if } y_i = 1 \\ w \cdot x_i - b &\leq -1, \text{ if } y_i = -1 \end{aligned}$$

این معادلات را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$y_i(w \cdot x_i - b) \geq 1, \forall 1 \leq i \leq n$$

بنابراین مساله بهینه‌سازی زیر بدست می‌آید.

$$\begin{aligned} \min_{(w,b)} & ||W|| \\ \text{s.t. } & \forall 1 \leq i \leq n \\ & y_i(w \cdot x_i - b) \geq 1, \forall 1 \leq i \leq n \end{aligned}$$

مساله بهینه‌سازی یک مساله سخت است زیرا به $||W||$ وابسته است. بدون تغییر در مساله می‌توان

$||W||$ را با $\frac{1}{2}||W||^2$ جانشین کرد که تبدیل به یک مساله بهینه‌سازی برنامه‌ریزی غیرخطی می‌شود. می‌توان عبارت را با استفاده از ضریب لاگرانژ به صورت زیر تبدیل نمود.

$$\min_{w,b} \max_{\alpha} \left\{ \frac{1}{2} ||W||^2 - \sum_{i=1}^n \alpha_i [y_i(w \cdot x_i - b) - 1] \right\}$$

که در آن α_i ضرایب لاگرانژ هستند. حال می‌توان این مساله را به کمک برنامه‌ریزی غیرخطی استاندارد حل کرد. جواب می‌تواند به صورت ترکیب خطی از بردارهای آموزشی بیان شود $w = \sum_i \alpha_i y_i x_i$. تنها چند α_i بزرگتر از صفر خواهد بود. x_i متناظر آن‌ها، دقیقاً همان بردار پشتیبان خواهد بود و شرط را ارضا خواهد نمود. الگوی چند کلاسی می‌تواند توسط ترکیب ماشین‌های بردار پشتیبان ایجاد شود (Borges 1996; Borges 1998).

۲-۳-۶-۳- روش شبکه عصبی^۱

یک روش غیر کلاسیک در پیش‌بینی سری‌های زمانی، شبکه‌های عصبی مصنوعی است. این روش جزء دسته سیستم‌های دینامیکی هوشمند مدل آزاد که مبتنی بر داده‌های تجربی هستند قرار دارند، که با پردازش روی داده‌های تجربی، دانش یا قانون نهفته در ورای داده‌ها را به ساختار شبکه منتقل می‌کنند (دودانگه ۱۳۹۱). به همین خاطر به این سیستم‌ها هوشمند گویند، چرا که بر اساس محاسبات روی داده‌های عددی یا مثال‌ها، قوانین کلی را فرا می‌گیرند. در چند دهه گذشته شبکه‌های عصبی مصنوعی از موضوعاتی بوده است که توجه بسیاری از پژوهشگران را به خود جلب کرده و به عنوان ابزاری نیرومند در حل مسائلی که توسط روش‌های سنتی گذشته قابل حل نبودند، شناخته شده و مورد استفاده قرار گرفته است (دودانگه ۱۳۹۱).

در واقع می‌توان گفت سرعت و قدرت پردازش بسیار بالای مغز انسان، به ارتباط‌های بسیار انبوهی برمی‌گردد که در میان سلول‌های سازنده مغز وجود دارد و اساساً بدون وجود این لینک‌های ارتباطی، مغز انسان هم به یک سیستم معمول کاهش می‌یابد، که قطعاً امکانات فعلی را نخواهد داشت. گذشته از همه این‌ها، عملکرد عالی مغز در حل انواع مسائل و کارایی بالای آن، شبیه‌سازی مغز و قابلیت‌های آن را، به مهم‌ترین آرمان معماران سخت‌افزار و نرم‌افزار تبدیل کرده است. در راستای شبیه‌سازی رفتار محاسباتی مغز انسان، از چند دهه گذشته، که کامپیوترها امکان پیاده‌سازی الگوریتم‌های محاسباتی را فراهم نمودند، کارهای پژوهشی توسط متخصصین علوم کامپیوتر، مهندسين و ریاضی دان‌ها شروع شده است، که ما حاصل کار آن‌ها، در شاخه‌ای از علم هوش مصنوعی، و در زیر شاخه هوش محاسباتی، تحت عنوان موضوع "شبکه‌های عصبی مصنوعی" طبقه‌بندی شده است (ایرانمنش ۱۳۹۶). در مبحث شبکه‌های عصبی مصنوعی، مدل‌های ریاضی و نرم‌افزاری متعددی با الهام گرفتن از مغز انسان پیشنهاد شده‌اند، که برای حل گستره وسیعی از مسائل علمی، مهندسی و کاربردی، در حوزه‌های مختلف کاربرد دارند.

شبکه‌های عصبی از جنبه‌های توپولوژی، ساختاری و روش‌های یادگیری به انواع مختلف تقسیم می‌شوند و هر یک در کاربرد خاصی عملکرد مناسبی از خود نشان می‌دهند. شبکه عصبی چندلایه پرسپترون^۲ با روش یادگیری پس انتشار خطا^۳ یکی از متداول‌ترین شبکه‌های کاربردی است. ساختار شبکه عصبی شامل تعدادی پرسپترون با تابع عملکردی^۴ مشخص است که در لایه‌های مجزا قرار دارند. در شبکه‌های چندلایه، لایه‌ها به ترتیب به هم متصل می‌شوند به گونه‌ای که خروجی لایه اول، ورودی لایه دوم و به همین ترتیب تا آخر که خروجی‌های لایه آخر، خروجی‌های اصلی و پاسخ شبکه را تشکیل می‌دهند؛ به عبارت دیگر، جریان سیگنال شبکه در یک مسیر پیشخور صورت می‌گیرد که از لایه ورودی شروع شده و به لایه خروجی ختم می‌گردد. معمولاً در شبکه‌های پرسپترون چند لایه دو نوع سیگنال استفاده می‌شود که با هم متفاوتند. دسته

¹ Artificial Neural Networks (ANN)

² Multi Layer Perception (MPL)

³ Back propagation

⁴ Activity function

اول سیگنال‌های تابعی که بر اساس ورودی‌های هر نرون و پارامترهای وزن و تابع تحریک نظیرش محاسبه می‌شود و دسته دوم سیگنال‌های خطا که با برگشت از لایه خروجی و منشعب شدن به لایه‌های پنهان دیگر محاسبه می‌شوند. تعداد نرون‌های لایه‌ی پنهان بستگی به نظر طراح شبکه دارد و با سعی و خطا به دست می‌آید. در صورت کافی نبودن تعداد نرون‌ها، شبکه قادر نخواهد بود نگاشت دقیقی بین بردارهای ورودی و خروجی ایجاد کند. در خروجی هر نرون از شبکه MLP یک تابع خطی قرار دارد و فرآیند یادگیری در تمام نرون‌ها و لایه‌ها صورت می‌گیرد. وزن‌ها و بایاس‌ها که در شبکه قرار دارند در طول فرآیند یادگیری قابل تغییر هستند.

الگوریتم یادگیری پس انتشار خطا بسیار متنوع و با نتایج و عملکردهای متفاوت هستند. در ساده‌ترین الگوریتم، ضرایب وزنی شبکه در جهت حداقل کردن تابع هدف شبکه، تغییر می‌کنند. لذا در هر مرحله آموزش ضرایب وزنی به قرار زیر تغییر می‌یابد.

$$w_{k+1} = w_k - a_k g_k$$

w_k بردار ضریب وزنی شبکه، g_k گرادیان خطای خروجی شبکه و a_k ضریب یادگیری شبکه است. این روش به اصطلاح الگوریتم کاهش گرادیان^۱ نامیده می‌شود و به صورت افزایشی^۲ و یا بسته‌ای^۳ قابل پیاده سازی است. برای استفاده از شبکه عصبی در پیش‌بینی سری زمانی هر p اندازه پشت سرهم یعنی $Z(i), Z(i+1), \dots, Z(i+p-1)$ به عنوان ورودی در اختیار شبکه قرار می‌گیرد و اندازه بعدی سری یعنی $Z(i+p)$ ، به عنوان خروجی شبکه در نظر گرفته می‌شود.

مشکل مهم شبکه عصبی پرسپترون چند لایه، نبود حافظه است. به عبارت دیگر، شبکه هیچ اطلاعی در مورد نمونه‌های آموزشی که در تکرارهای گذشته وارد شبکه عصبی شده‌اند ندارد و نمی‌تواند تأثیر آموزش‌های گذشته را بر نمونه‌های آموزشی جدید بسنجد. در چنین حالتی و برای رفع چنین نقیصه‌ای در شبکه عصبی پرسپترون چند لایه، از شبکه عصبی بازگشتی با حافظه کوتاه مدت بلند^۴ استفاده می‌شود. LSTM نوع خاصی از شبکه عصبی است که پیش‌بینی را بر اساس داده‌های زمان‌های قبلی انجام می‌دهد (Yan 2015). شبکه عصبی بازگشتی، قابلیت ذخیره اطلاعات خاصی را در مورد داده‌های ورودی دارد و می‌تواند از این اطلاعات در مراحل بعدی یادگیری استفاده کند. این نوع شبکه در شناسایی زبان طبیعی و تحلیل سری زمانی متداول است. نام این شبکه از این واقعیت بدست می‌آید که این نوع شبکه‌ها بصورت بازگشتی عمل می‌کنند. یعنی یک عملیات برای تک‌تک المان‌های یک سری زمانی انجام می‌گیرد و خروجی آن وابسته به ورودی فعلی و عملیات‌های قبلی است. این مهم از طریق تکرار یک خروجی از شبکه در زمان t با ورودی شبکه در زمان $t+1$ انجام می‌شود. یعنی خروجی از مرحله قبل با ورودی تازه در مرحله جدید ترکیب می‌شوند (شکل ۵). به عبارت دیگر این نوع

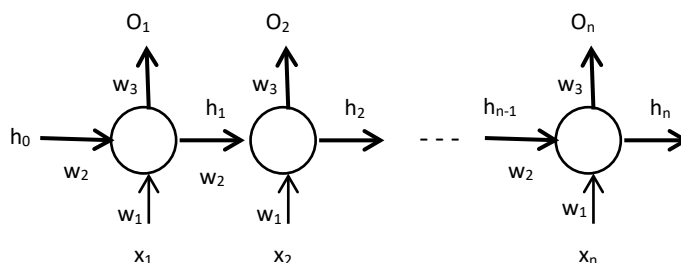
¹ Gradient Descent Algorithm

² Incremental Mode

³ Batch Mode

⁴ Long short-term memory (LSTM)

شبکه‌ها دارای حلقه‌ای در درون خود هستند که توسط آن می‌توان اطلاعات را در حین خواندن ورودی از نرون‌ها عبور داد.



شکل ۵- شبکه عصبی بازگشتی

مهم‌ترین مشکل شبکه‌های عصبی بازگشتی، محو شدن گرادینت^۱ است. دلیل وقوع چنین پدیده‌ای این است که با بالا رفتن تعداد لایه‌ها در شبکه، نرخ یادگیری^۲ چندین بار ضرب خواهد شد (نرخ یادگیری، اندازه‌ی کوچک‌تر از ۱ است) و این سبب می‌شود تا مقادیر گرادینت‌های محاسبه شده مدام کاهش پیدا کنند. در نتیجه، در تکرارهای رو به انتها، وزن‌های شبکه عصبی تغییر محسوس نمی‌خواهد کرد. چنین مشکلی با اضافه شدن واحد حافظه کوتاه مدت بلند (LSTM) به شبکه عصبی بازگشتی مرتفع شده است. به همین دلیل، شبکه عصبی بازگشتی با حافظه کوتاه مدت بلند، عملکرد بهتری نسبت به شبکه‌های عصبی بازگشتی مرسوم از خود نشان می‌دهد.

از مدل‌های شبکه عصبی بازگشتی بسیار در زمینه پیش‌بینی متغیرهای سری زمانی استفاده شده است. روش شبکه عصبی بازگشتی همچون ال‌من، جردن و ال‌من جردن از روش‌های مطرح در این زمینه می‌باشند (Li et al., 2014). در این مدل‌ها خروجی شبکه (متغیر سری زمانی) در کنار ویژگی‌های دیگر با تاخیرهای مختلف به ورودی شبکه عصبی وارد می‌شود.

۲-۳-۶-۴ روش درخت تصمیم^۳

الگوریتم درخت تصمیم یکی از قوی‌ترین و پرکاربردترین الگوریتم‌های داده کاوی است که برای کاوش در داده‌ها و کشف دانش کاربرد دارد (ایرانمنش ۱۳۹۶). این الگوریتم داده‌ها را به مجموعه‌های مشخص تقسیم می‌کند. هر مجموعه شامل چندین زیر مجموعه از داده‌های کم و بیش همگن که دارای ویژگی‌های قابل پیش‌بینی هستند، تقسیم می‌شود. برای مثال فرض کنید که اطلاعات از محصولات فروخته شده خود دارید. با بررسی این اطلاعات مشخص می‌شود که تعداد ۹ فروش از ۱۱ فروش محصول دو چرخه توسط افراد ۱۵ تا ۲۵

¹ Vanishing Gradient

² Learning Rate

³ Decision Tree

ساله انجام گرفته است و تنها یک فروش برای افراد بالای ۲۵ سال داشته‌اید. از این اطلاعات می‌توان نتیجه گرفت که سن مشتری نقش مهمی در فروش دوچرخه‌های شما دارد. الگوریتم درخت تصمیم نیز اینگونه عمل می‌کند، در مورد یک هدف خاص چندین ویژگی را تجزیه و تحلیل کرده و شرایط را برای پیش‌بینی و هدفمندی فروش فراهم می‌کند. درخت تصمیم در رده‌بندی، فضای جستجو را به نواحی مستطیلی تقسیم می‌کند. یک نمونه براساس ناحیه‌ای که در آن قرار گرفته، رده‌بندی می‌شود. درخت تصمیم نیز از طریق جداسازی متوالی داده‌ها به گروه‌های مجزا ساخته می‌شود که هدف در این فرآیند، افزایش فاصله بین گره‌ها در هر جداسازی است. یکی از تفاوت‌های بین روش‌های ساخت درخت تصمیم این است که این فاصله چگونه اندازه‌گیری می‌شود. درخت‌های تصمیمی که برای پیش‌بینی متغیرهای دسته‌ای استفاده می‌شوند درخت‌های دسته‌بندی نام دارند، زیرا نمونه‌ها را در دسته‌ها یا رده‌ها قرار می‌دهند. درخت‌هایی که برای پیش‌بینی متغیرهای پیوسته استفاده می‌شوند درخت‌های رگرسیون نامیده می‌شود. ویژگی‌های درخت تصمیم برای تقریب توابع گسسته به کار رفته و نسبت به اختلال داده‌های ورودی، مقاوم و برای داده‌های با حجم بالا بسیار مناسب است، از این رو در داده کاوی استفاده می‌شود. می‌توان درخت را به صورت قوانین اگر - آنگاه نمایش داد که برای کاربران قابل فهم بوده و امکان ترکیب عطفی و فصلی فرضیه‌ها را می‌دهد. اغلب الگوریتم‌های یادگیری درخت تصمیم بر پایه یک عمل جستجو حریصانه بالا به پایین در فضای درخت‌های موجود عمل می‌کند. در آنالیز تصمیم، یک درخت تصمیم به عنوان ابزاری برای به تصویر کشیدن و آنالیز تصمیم، در جایی که مقادیر مورد انتظار از رقابت‌ها متناوباً محاسبه می‌شود، استفاده می‌گردد. یک درخت تصمیم دارای سه نوع گره است:

- گره تصمیم: به طور معمول با مربع نشان داده می‌شود.
- گره تصادفی: با دایره مشخص می‌شود.
- گره پایانی: با مثلث مشخص می‌شود.

در میان ابزارهای پشتیبانی تصمیم، درخت تصمیم و دیاگرام تصمیم دارای مزایایی هستند. هر انسان با اندکی مطالعه و آموزش می‌تواند، طریقه کار با درخت تصمیم را بیاموزد، زیرا ساده هستند. درخت تصمیم در عین سادگی می‌تواند با داده‌های پیچیده به راحتی کار کند و از روی آن‌ها تصمیم بسازد. در صورتی که درخت تصمیم برای یک مسئله ساخته شد، نمونه‌های مختلف از آن مسئله را می‌توان با آن درخت تصمیم محاسبه کرد. نتیجه درخت تصمیم را می‌توان با تکنیک‌های تصمیم‌سازی دیگر ترکیب کرده و نتایج بهتری بدست آورد.

۲-۴- مطالعه‌های پیشین

ایران‌منش در پایان نامه‌اش در سال ۱۳۹۶ بر روی داده‌های سری زمانی که مربوط به داده‌های بیماران قلبی بود، استفاده نمود. مجموعه داده شامل ECG و اطلاعاتی از قبیل سن و جنسیت بود. هدف این پژوهش تشخیص ایست قلبی بود که از الگوریتم‌های داده کاوی شامل درخت تصمیم ساده و پیچیده، رگرسیون لجستیک،

SVM، شبکه عصبی و KNN بر روی مجموعه داده که به صورت مدل ضربان ۶،۳ و ۱۹ استفاده شد. تحلیل دقت ارزیابی شبکه عصبی برای مدل ۳ و ۶ ضربان، مدل‌های رگرسیون لجستیک و درخت تصمیم با مدل‌هایی با دنباله ضربان‌های ۱ و ۳ نتایج بهتری ارایه کردند و می‌توانند برای اندازه‌گیری احتمال خطر ایست قلبی به کار برده شوند (ایرانمنش ۱۳۹۶).

سلطانی گرد فرامرزی و همکارانش در پژوهشی که در سال ۱۳۹۶ انجام دادند، برای پیش‌بینی بارندگی سالانه ایستگاه‌های سینوپتیک مهاباد، ارومیه و ماکو در استان آذربایجان غربی در دوره آماری ۱۳۶۳-۱۳۹۲، از سری زمانی آریمای استفاده نمودند. برای بررسی ایستایی مدل از توابع خودهمبستگی و خودهمبستگی جزئی استفاده شد. با روش تفاضل‌گیری، داده‌های نایستا به داده‌های ایستا تبدیل شدند. با ایستا کردن داده‌ها از مدل‌های تصادفی برای پیش‌بینی میانگین بارندگی سالانه استفاده گردید. مدلی مناسب جهت پیش‌بینی بارندگی سالانه تعیین و بارش به مدت سه سال پیش‌بینی شد. نتایج نشان دهنده افزایش بارش است که براساس آمار بارندگی موجود در سال‌های مربوطه، نتایج مدل برازش یافته قابل قبول است (سلطانی گرد فرامرزی، صابری، و قیصوری ۱۳۹۶).

سالاری نیا در سال ۱۳۹۵ در پایان‌نامه‌اش به برآورد و پیش‌بینی مصرف انرژی برق در بخش‌های کشاورزی و صنعت استان کرمان با استفاده از ARIMA پرداخت. وی داده‌های سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۴۱۴ را مورد بررسی قرار داد که داده‌های ۲۰ سال آخر جهت پیش‌بینی استفاده شدند. با استفاده از روش باکس-جنکینز مدل جهت پیش‌بینی انتخاب شد، همچنین خودهمبستگی پسماندها نیز مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت نتایج پیش‌بینی نشان می‌دهد کاهش مصرف انرژی برق با شیب ملایم و همواره باثبات نسبی در سال‌های آینده در بخش کشاورزی شمال و جنوب استان دنبال خواهد شد، همچنین در بخش صنعت ابتدا افزایش ملایمی در مصرف انرژی برق و به مرور زمان روند باثباتی در شمال و جنوب استان وجود خواهد داشت (سالاری نیا ۱۳۹۵).

عجم زاده و همکارانش سال ۱۳۹۴، در پژوهشی به مقایسه چند روش هوش مصنوعی در پیش‌بینی و بازیابی سری‌های زمانی روزانه‌ی دمای حداقل و حداکثر و بارش در ایستگاه سد تنگاب پرداختند. در این پژوهش از خود سری‌ها (استفاده از تاخیر در سری‌ها) و هم از ایستگاه‌های مجاور، به منظور بازیابی و پیش‌بینی اطلاعات، استفاده شده است. روش‌های پرسپترون چندلایه، توابع شعاعی پایه^۱، ماشین‌های بردار پشتیبان، منطق فازی، سیستم استنتاج عصبی-فازی، مورد بررسی قرار گرفتند. به منظور ارزیابی و سنجش عملکرد این مدل‌ها از MSE، ضریب همبستگی واریانس و انحراف معیار داده‌های حاصل و همچنین نمودارهای گرافیکی استفاده شده است. نتایج نشان دهنده عدم کارایی مدل‌ها در پیش‌بینی بارش است ولی

¹ RBF

به منظور بازیابی بارش و پیش‌بینی دما می‌توان از این روش‌ها استفاده کرد (عجم زاده، ملائی نیا، و قندهاری ۱۳۹۶).

دودانگه و همکارانش در سال ۱۳۹۱، از مدل ARIMA برای پیش‌بینی پارامترهای اقلیمی با داده‌های سری زمانی استفاده کردند. آن‌ها از توابع خودهمبستگی ACF و خودهمبستگی جزئی PACF استفاده کردند تا مدل‌های سری زمانی مناسب به داده‌ها برازش شود. پس از انتخاب مدل‌ها، معنی داری پارامترها با برآورد خطا بررسی گردید و نیز شرایط ایستایی و معکوس‌پذیری پارامترهای اتورگرسیو و میانگین متحرک مورد آزمون قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که مدل‌های سری زمانی به خوبی می‌توانند پیش‌بینی را انجام دهند (دودانگه، عابدی کوپایی، و گوهری ۱۳۹۱).

بشری و وفاه خواه در سال ۱۳۸۹، پژوهشی انجام دادند که در آن داده‌های دبی ماهانه اندازه‌گیری شده در ۲۱ ایستگاه هیدرومتری از سال آبی ۶۳-۶۴ تا سال آبی ۸۳-۸۴ در حوزه آبخیز رودخانه کرخه مورد استفاده قرار گرفت و سپس روش‌های مختلف پیش‌بینی و مدل‌سازی در سری‌های زمانی شامل آنالیز روند، روش هولت و وینترز و مدل‌های مختلف خودهمبسته با میانگین متحرک توصیه شده در روش باکس و جنکینز بر داده‌ها برازش داده شد. در نهایت، روش برون‌یابی منحنی روند بهترین روش پیش‌بینی در حوزه آبخیز تشخیص داده شد. نتایج نشان داد که مدل‌های خودهمبسته با میانگین متحرک مرتبه بالا قابلیت بالاتری برای مدل‌سازی داده‌ها دارند ولی در پیش‌بینی مقادیر آینده چندان کارا نمی‌باشند (بشری و وفاخواه ۱۳۸۹).

صباغیان و شریفی در سال ۱۳۸۸، داده‌های سری زمانی ۵۰ ساله مربوط به دبی متوسط سالانه یک نمونه رودخانه را مورد بررسی قرار دادند. هدف آن‌ها از این پژوهش این بود که بتوانند با استفاده از تحلیل هیدرولوژیکی این نمونه در مقیاس فرضی و عددی، به تحلیلی عینی در مقیاس واقعی و کاربردی دست یابند. آن‌ها با استفاده از تابع خودهمبستگی (ACF) و تابع خودهمبستگی جزئی (PACF) سری‌های زمانی را تجزیه و تحلیل نمودند. سپس با استفاده از مدل‌های خودبرگشتی (AR)، میانگین متحرک (MA) و ترکیبی از خودبرگشتی و میانگین متحرک (ARIMA و ARMA) مرتبه مدل شناسایی و مدل انتخاب گردید. پس از انجام کلیه مراحل تجزیه و تحلیل سری زمانی و ایجاد مولفه‌های باقیمانده (noise) و الگوگیری از مدل انتخابی و انجام آزمون‌های Kolmogrov-Smirnov نهایتاً یک نمونه ۵۰ سال قبل، داده‌های مربوط به ۵۰ سال آتی ایجاد شد. نتیجه این پژوهش، تولید داده‌هایی برای شرایط آینده با توجه به وجود داده‌های موجود برای تصمیم‌گیری کارآمد و مفید در شرایط آینده است که به عنوان مثال می‌توان به تخمین و پیش‌بینی دبی سیلاب رودخانه در رودخانه‌های سیلابی اشاره نمود (صباغیان و شریفی ۱۳۸۸).

کالزارس و تسرا در سال ۲۰۱۵، الگوی زمانی تغییرات محتوای سه سایت خبری را تحلیل کردند. در این تحلیل هدف مدل‌سازی و پیش‌بینی پویایی سایت‌ها می‌باشد. رویکرد مدل‌سازی در این پژوهش، براساس سری‌های زمانی به دلیل توانایی‌های این ابزار در استخراج الگوهای زمانی است. برای این منظور، ابتدا مدل‌هایی

برای نمایش دینامیک تغییرات محتوای وبگاه‌ها استخراج و سپس از آن‌ها در پیش‌بینی رفتار آینده استفاده شده است (Calzarossa & Tessera 2015).

بر اساس گزارش مطالعه تطبیقی واحدهای تحلیل و پایش عملکرد بازار برق در جهان، بازارهای برق استرالیا، PJM^۱ و کالیفرنیا آمریکا نیز از تحلیل سری زمانی برای تحلیل داده‌های بازار در طول زمان استفاده کردند (Thomas et al. 2011; Oh & Thomas 2010; Weron & Misiorek 2005). بر اساس گزارش مذکور، تحلیل سری زمانی برای تعیین الگوهای فصلی و مشخصه‌های دیگر قیمت‌های نقطه‌ای بازار استرالیا برای یک دوره ۷ ساله بکار گرفته شده است. هدف از این کار، شناسایی آثار تغییرات فصل و داده‌های پرت^۲ بر روی قیمت برق بوده است (Thomas et al. 2011). در بازار PJM، از رویکرد تحلیل سری‌های زمانی غیرخطی برای رفتارهای بازیگران در ارائه پیشنهادات بر اساس موارد واقعی مشاهده‌شده استفاده شده است (Oh & Thomas 2010). برای بازار کالیفرنیا نیز از سری‌های زمانی جهت پیش‌بینی قیمت‌های برق در دوره‌های پرنوسان و ناپایدار در بازارهای روز پیش استفاده شده است. همچنین مدل ترکیبی که در آن متغیر برون‌زا تقاضای برق است که پیش‌بینی شده است و میانگین خطا ۱۰ درصد بوده است نیز بکار گرفته شده است (Weron & Misiorek 2005).

در زمینه پیش‌بینی رتبه‌بندی دانشگاه‌ها، می‌توان به پژوهشی که در سال ۲۰۱۷ توسط تباسیوم^۳ و همکارانش انجام شد، اشاره کرد (Tabassum et al., 2017). آن‌ها از مجموعه داده شاخص‌های گذشته تایمز استفاده کردند. داده‌ها را به دو مجموعه آموزش و آزمایش تقسیم کرده و سپس مدل پیشنهادی‌شان را آزمایش کردند. در نهایت، سیستم پیش‌بینی را با استفاده از نمودار ROC، تعداد رتبه‌های درست پیش‌بینی شده و recall ارزیابی کردند.

۲-۵- نتیجه‌گیری

توجه گزارش حاضر معطوف به فاز روش‌های مدلسازی سری‌های زمانی است. با توجه به ماهیت زمانی داده‌ها در سیستم‌های رتبه‌بندی دانشگاه‌ها، سری‌های زمانی و روش‌های مدلسازی آن مورد توجه قرار گرفته است. مدل‌های آماری و کلاسیک ARIMA مدل‌های ساده‌ای هستند که در آن، ابتدا با کمک داده‌های موجود یک مدل پارامتریک، مبتنی بر معادلات تفاضلی-خطی و یک ورودی تصادفی ساخته می‌شود. سپس این مدل برای پیش‌بینی مقادیر آتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. روش‌های هوشمند مانند شبکه عصبی، درخت تصمیم، ماشین بردار پشتیبان نیز به عنوان روش‌های مدلسازی سری‌های زمانی در پژوهش‌ها مورد توجه قرار گرفته است.

^۱ Pennsylvania-New Jersey-Maryland

^۲ Outlier

^۳ Tabassum

فصل سوم

نظام‌های رتبه‌بندی جهانی

۳-۱- مقدمه

نظام‌های رتبه‌بندی مؤسسه‌های آموزش عالی از کلیدی‌ترین پدیده‌های زیست‌بوم آموزش عالی در دو دهه گذشته بوده‌اند. این نظام‌ها به دنبال ارزیابی، مقایسه، و رتبه‌بندی مؤسسه‌های آموزش عالی هستند که کار آموزش و پژوهش انجام می‌دهند. این نظام‌ها می‌توانند در پیشرفت مؤسسه‌ها سودمند باشند و به آنها در بهبود عملکرد آموزشی و پژوهشی یاری رسانند. این بخش به بحث درباره تعریف، تاریخچه، تأثیر، و گونه‌های نظام‌های رتبه‌بندی می‌پردازد.

۳-۲- رتبه‌بندی مؤسسه‌های آموزشی و پژوهشی

به باور «هرتیگ» (Hertig 2016) هیچ عنوانی به اندازه «رتبه‌بندی دانشگاه‌ها» در یکی دو دهه گذشته در حوزه آموزش عالی برجسته نبوده است. این گزاره هم‌سو با روال غالب در سال‌های گذشته بوده است، که هر چیزی را می‌توان رتبه‌بندی کرد، از رتبه‌بندی کشورها بر پایه اندازه شفافیت یا درآمد ناخالص داخلی‌شان گرفته تا رتبه‌بندی تیم‌های فوتبال بر پایه عملکرد، خطوط هوایی بر پایه بهنگام بودن و برخورداری از شمار صندلی‌های بهتر، غذاخوری‌ها بر پایه کیفیت خوراک، یا رتبه‌بندی بانک‌ها بر پایه اندازه سرمایه در گردش‌شان. پس از گزارش ویرایش تازه این رتبه‌بندی‌ها، روزنامه‌ها و نهادهای خبری نیز شتابان تازه‌ترین رتبه گزارش شده را پوشش می‌دهند و خوانندگان نیز در جریان کامل این رتبه‌بندی‌ها گذارده می‌شوند تا شاید به کارشان آید. استقبال از نظام‌های رتبه‌بندی نیز چشم‌گیر بوده است، در تمام زمینه‌هایی که رتبه‌بندی در آنها شدنی است. شاید دلیل این پذیرش سادگی فهم نتایج نظام‌های رتبه‌بندی است؛ مردم به جای آنکه با یک مفهوم پیچیده از ارزیابی سروکار داشته باشند، به سادگی و تنها با یک عدد (رتبه) می‌توانند هر آنچه درباره یک نهاد/فرد/کشور لازم است را - به گمان خود - بدانند.

به هر شکل، نظام رتبه‌بندی مؤسسه‌های آموزش عالی را می‌توان این گونه تعریف کرد: «رویکردی پابرجا، با روش‌شناسی و فرایندهای روشن، برای نشان دادن جایگاه مؤسسه‌ها در برابر یک‌دیگر» بیشتر این نظام‌ها می‌کوشند تا نشان‌دهنده کیفیت یک مؤسسه و برنامه‌های درسی آن باشند (Sadlak 2010).

۳-۳- تاریخچه رتبه‌بندی مؤسسه‌های آموزشی و پژوهشی

آغاز رتبه‌بندی مؤسسه‌های آموزشی و پژوهشی به سال ۱۹۸۳ میلادی برمی‌گردد؛ سالی که مؤسسه «یو. اس. نیوز» برای نخستین بار به رتبه‌بندی مؤسسه‌های آموزش عالی ایالات متحده آمریکا پرداخت. این رتبه‌بندی اطلاعات ارزشمندی درباره برنامه‌های درسی کارشناسی در مؤسسه‌های گوناگون آموزش عالی نمایان ساخت. این رتبه‌بندی بهترین سنجش را از مؤسسه‌های آمریکایی تا آن زمان ارائه کرد و در مجله این ناشر به چاپ رسید (Hazelkorn 2018).

در سال‌های پایانی دهه ۱۹۹۰ میلادی رتبه‌بندی‌های دیگری در ایالات متحده آغاز به کار کردند، و به این گونه بازار نظام‌های رتبه‌بندی رفته‌رفته گسترش یافت و کاربران بیشتری یافت. به این ترتیب، در کشورهای دیگری در اروپا، همانند انگلستان و فرانسه، رتبه‌بندی مؤسسه‌ها آغاز شد. برای نمونه، روزنامه فرانسوی «لیبریشن»^۱ به انتشار «۱۰۰ دانشگاه برتر اروپا»^۲ دست زد و مؤسسه‌های اروپایی را در زمینه‌های گوناگون علمی رتبه‌بندی کرد. در آسیا نیز مجله «ایژنویک»^۳ هنگ کنگ از سال ۱۹۹۷ تا سال ۲۰۰۰ میلادی یک رتبه‌بندی جهانی با نام «برترین دانشگاه‌های آسیایی» منتشر می‌کرد که مؤسسه‌های آسیایی را بر پایه آوازه و عملکرد پژوهشی و آموزشی‌شان ارزیابی می‌کرد (Downing, Looock, and Leung 2018).

پس از پیرامون دو دهه، نظام‌هایی برای ارزیابی مؤسسه‌های آموزشی و پژوهشی پیدا شدند که گستره‌ای جهانی داشتند و تنها به یک کشور محدود نمی‌شدند. در سال ۲۰۰۳ میلادی یکی از کلیدی‌ترین نظام‌های رتبه‌بندی، یعنی «رتبه‌بندی دانشگاهی مؤسسه‌های جهان»^۴ یا «رتبه‌بندی شانگهای» در آسیا و یک سال بعد، رقیب اروپایی آن، یعنی «رتبه‌بندی جهانی مشترک مؤسسه آموزش عالی تایمز و کواکوپرلی سایمندر»^۵ در سال ۲۰۰۴ میلادی آغاز بکار کردند. پیدایش این دو نظام رتبه‌بندی، ماشه طراحی نظام‌های رتبه‌بندی ملی و جهانی را کشید و تنها در طول یک دهه ده‌ها نظام رتبه‌بندی در لایه‌ها و برای هدف‌های متفاوت به رتبه‌بندی مؤسسه‌های آموزشی و پژوهشی پرداختند. در جدول ۱ تاریخ پیدایش برخی از نظام‌های کلیدی رتبه‌بندی جهانی آمده است (این جدول ویرایش شده جدولی است از Downing, Looock, and Leung 2018).

جدول ۱- تاریخ پیدایش نظام‌های رتبه‌بندی جهانی

سال	نظام رتبه‌بندی
۲۰۰۳	شانگهای
۲۰۰۴	وبومتریکس کیو. اس. و آموزش عالی تایمز
۲۰۰۵	
۲۰۰۶	

¹ Liberation

² Les 100 Meilleures Universités en Europe

³ Asiaweek magazine

⁴ Academic Ranking of World Universities (ARWU), known as the "Shanghai" ranking

⁵ Times Higher Education and Quacquarelli Symonds joint World University Rankings (THE-QS)

۲۰۰۷	ماینز پاریس تک	هیئت / دانشگاه ملی تایوان			
۲۰۰۸	یو. اس. نیوز				
۲۰۰۹	رتبه‌بندی جهانی دانشگاه‌ها	لایدن	دانشگاه‌ها با بهترین عملکرد	سکیمگو	رتر
۲۰۱۰	یورپ	آموزش عالی تایمز	کیو. اس.	گرین‌متریک	آوازه رار
۲۰۱۱	یو. مالتی رنک	کیو. اس. استارز	کیو. اس. استارز		
۲۰۱۲	دانشگاه‌های جوان کیو. اس.	دانشگاه‌های جوان	آموزش عالی تایمز	یو. ۲۱	بهترین شهرهای دانشگاهی کیو. اس. از دید دانشجویان
۲۰۱۳	مرکز رتبه‌بندی دانشگاه‌های جهان	راوند	نیچر ایندکس		
۲۰۱۴					
۲۰۱۵					
۲۰۱۶	رتبه‌بندی پژوهشی دانشگاه‌های جهان	سای‌ویژنر			
۲۰۱۷	آی. تی. یو.				
۲۰۱۸	آی. اس. سی.				

آنگونه که در جدول پیدا است، در دو دهه گذشته نظام‌های رتبه‌بندی گوناگونی پدید آمده و هر یک به دنبال ارزیابی درست مؤسسه‌ها بوده‌اند. هر چند، پیدایش این نظام‌ها هنوز هم ادامه دارد و تازه‌ترین آن‌ها در سال ۲۰۱۸ در «پایگاه استنادی علوم جهان اسلام» یا «آی. اس. سی.» طراحی و منتشر شده است.

بازار آشفته طراحی و انتشار نظام‌های رتبه‌بندی در سراسر جهان کاربران این نظام‌ها را با سردرگمی چشم‌گیری روبه‌رو ساخته است. این کاربران، همانند اعضای هیئت علمی، دانشجویان، مدیران مؤسسه‌ها، و غیره مانده‌اند که کدام یک از نظام‌های رتبه‌بندی نتایج در ست‌تری برای آن‌ها فراهم می‌کند. این سردرگمی موجب شد تا برخی از متخصصان و کنشگران و مدیران آموزش عالی به فکر طراحی اصولی بی‌افتند تا نظام‌های رتبه‌بندی بر پایه آنها کار خود را بهتر و درست‌تر انجام دهند. این اصول با نام «اصول برلین» معروف است که در ادامه درباره آن توضیح داده شده است.

۳-۴- اصول برلین برای رتبه‌بندی مؤسسه‌های آموزش عالی

با افزایش شمار نظام‌های رتبه‌بندی و رواج ارزیابی جهانی مؤسسه‌های آموزشی و پژوهشی، برخی از متخصصان در زمینه‌های آموزش عالی، علم سنجی، و سیاست‌گذاری به این نتیجه رسیدند که باید برای طراحی این نظام‌ها اصول و قواعدی پایه‌ریزی شود؛ تا هم از گسترش نظام‌های بی‌کیفیت جلوگیری شود و هم نقشه راهی برای مؤسسه‌های ارزیابی گردد.

با توجه به آشفته‌گی بازار ارزیابی و رتبه‌بندی مؤسسه‌های آموزشی و پژوهشی، در سال ۲۰۰۶ میلادی، گروهی جهانی از متخصصان رتبه‌بندی در جلسه‌ای در «مرکز توسعه آموزش عالی»^۱ در شهر «برلین» بر سر شماری از اصول ارزیابی و رتبه‌بندی مؤسسه‌ها هم‌نوا شدند که بعدها با نام «اصول برلین برای رتبه‌بندی مؤسسه‌های آموزش عالی»^۲ شناخته شدند (UNESCO 2006). در این جلسه که توسط «یونسکو — سیپس»^۳ با همکاری «مؤسسه سیاست‌گذاری آموزش عالی»^۴ در «واشنگتن» هماهنگ شده بود نمایندگانی از نظام‌های رتبه‌بندی گوناگون، پژوهشگران، و دیگر متخصصان در حوزه رتبه‌بندی بودند (Merisotis and Sadlak 2006).

«اصول برلین» روی تجربه‌های موفق تمرکز دارد که برای بهبود و ارزیابی مؤسسه‌های رتبه‌بندی کارآمد هستند. این اصول بر هدف‌های یک نظام رتبه‌بندی، طراحی و وزن‌دهی سنج‌های ارزیابی، گردآوری و پردازش داده‌ها، و نمایش نتایج رتبه‌بندی پافشاری می‌کند. گفتنی است که امروزه نظام‌های رتبه‌بندی بدون توجه به برخی از این اصول به ارزیابی و رتبه‌بندی مؤسسه‌های آموزشی و پژوهشی در گوشه و کنار جهان می‌پردازند. جالب آنکه کاربران این نظام‌ها نیز به نتایج آنها استناد می‌کنند و از آن در جهت امور بازاریابی و اعتباربخشی به خودشان بهره‌برداری می‌کنند.

به هر شکل، اصول برلین دربردارنده ۱۶ اصل کلیدی است که چند استاندارد برای یک نظام رتبه‌بندی خوب بر می‌شمارد (Merisotis and Sadlak 2006):

- آگاهی از گوناگونی مؤسسه‌ها و توجه به مأموریت‌ها و هدف‌های آنها؛
- شفاف بودن در زمینه روش‌شناسی ارزیابی و رتبه‌بندی؛
- سنجش برآیندها به جای ورودی‌ها، آنجا که شدنی است؛
- بهره‌برداری از داده‌ها معتبر و تأییدشده، آنجا که شدنی است؛
- آگاه‌سازی کاربران و توضیح روش همه سنج‌های بکاررفته در رتبه‌بندی، و اجازه به آن‌ها در گزینش شیوه نمایش رتبه‌بندی.

انتظار می‌رود که مؤسسه‌هایی که به طراحی رتبه‌بندی دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌ها دست می‌زنند از اصول برلین پیروی کنند تا هم دید درستی از جایگاه یک مؤسسه در برابر دیگران به دست دهند و هم کاربران آنها را باور کنند. اصول برلین به شکل زیر است (Merisotis and Sadlak 2006):

¹ Centre for Higher Education Development

² Berlin Principles on Ranking of Higher Education Institutions

³ UNESCO-European Centre for Higher Education in Bucharest (UNESCO-CEPES)

⁴ Institute for Higher Education Policy

(الف) آرمان‌ها و هدف‌های رتبه‌بندی

۱. (نظام‌های رتبه‌بندی باید) یکی از چندین رویکردِ سنجش ورودی، فرایند، و خروجی آموزش عالی باشند. نظام‌های رتبه‌بندی می‌توانند اطلاعاتی مقایسه‌ای و فهم بهتر از آموزش عالی به دست دهند، ولی نباید اصلی‌ترین و تنهاترین روش سنجش آنچه باشند که آموزش عالی انجام می‌دهد. این نظام‌ها رویکردی بازار — محور از سنجش آموزش عالی به دست می‌دهند که مکمل کارهای دولت، نهادهای اعتبار سنجی، و سازمان‌های مستقل ارزیابی است.

۲. (نظام‌های رتبه‌بندی باید) درباره هدف و گروه‌های هدف‌شان شفاف باشند. نظام رتبه‌بندی باید در راستای هدفش طراحی شود. سنججهایی که برای برآوردن هدف ویژه‌ای یا نیاز کاربر ویژه‌ای طراحی می‌شوند برای برآوردن چندین هدف و نیاز چند گروه کاربر مناسب نیستند.

۳. (نظام‌های رتبه‌بندی باید) گوناگونی مؤسسه‌ها را به رسمیت بشناسند و تأموریت‌ها و آرمان‌های آنان را در نظر گیرند. برای نمونه، سنججهای سنجش کیفیت برای مؤسسه‌های پژوهش — محور بسیار متفاوت از سنججهای سنجش کیفیت در مؤسسه‌هایی است که به گروه‌های کم‌تر برخوردار خدمت می‌دهند.

۴. (نظام‌های رتبه‌بندی باید) درباره منابع اطلاعاتی و پیامی که هر یک از این منابع دارند شفاف باشند. معنادار بودن نتایج رتبه‌بندی به کاربرانی است که این نتایج و منابع آن (همانند پایگاه‌های اطلاعاتی، دانشجویان، اعضای هیئت علمی، و کارفرمایان) را می‌بینند. بهتر آن است که رویکردهای گوناگون هر یک از این منابع در هم آمیخته شوند تا دیدی فراگیرتر از جایگاه هر یک از مؤسسه‌های آموزش عالی به دست آید.

۵. (نظام‌های رتبه‌بندی باید) بافت زبانی، فرهنگی، اقتصادی، و تاریخی نظام‌های آموزشی که رتبه‌بندی می‌کنند را روشن سازند. به ویژه، نظام‌های جهانی باید درباره سوگیری‌های احتمالی آگاه باشند و هدف‌های دقیقی پیش‌رو گذارند. همه کشورها و نظام‌ها ارزش‌ها و باورهای همانندی درباره آنچه در آموزش «کیفیت» نامیده می‌شود ندارند و نظام‌های رتبه‌بندی نباید دست به چنین مقایسه‌های جبری میان نظام‌های آموزشی بزنند.

(ب) طراحی و وزن‌دهی سنججه‌ها

۱. (نظام‌های رتبه‌بندی باید) درباره روش‌شناسی درست کردن رتبه‌بندی شفاف باشند. گزینش روش‌های کاربردی برای آماده‌سازی رتبه‌بندی باید شفاف و روشن باشد. افزون بر این، محاسبه سنججه‌ها و منبع گردآوری داده نیز باید شفاف گفته شوند.

۲. (نظام‌های رتبه‌بندی باید) در گزینش سنججه‌ها به پیوندشان با هدف ارزیابی و اعتبارشان توجه کنند. گزینش داده باید بر پایه شناخت از توانایی هر سنججه برای نمایان ساختن کیفیت، جایگاه علمی، و توان سازمانی مؤسسه‌ها انجام شود.

۳. (نظام‌های رتبه‌بندی باید) آنجا که شدنی است، به جای ورودی، برآیند را بسنجند. داده‌ها درباره ورودی‌ها خوب هستند، چون نشانی از شرایط عمومی یک نهاد و اغلب به آسانی در دسترس هستند. سنججهای سنجش

برآیند، ارزیابی درست‌تر و دقیق‌تری از جایگاه مؤسسه‌ها به دست می‌دهند، و ناشران نظام‌های رتبه‌بندی از تعادل میان این دو مطمئن شوند.

۴. (نظام‌های رتبه‌بندی باید) وزن سنجه‌های گوناگون را (اگر دارند) برجسته ساخته و زیاد تغییرشان ندهند. تغییر وزن‌ها کاربران را درباره تأثیر تفاوت‌های ذاتی یا تغییرهای روش شناختی بر افت و خیز جایگاه مؤسسه‌ها گمراه می‌کند.

(ج) گردآوری و پردازش داده

۱. (نظام‌های رتبه‌بندی باید) به استانداردهای اخلاقی و رهنمودهای اصول برلین پایبند باشند. برای تضمین باورپذیری نظام رتبه‌بندی، آن‌هایی که مأمور گردآوری و بهره‌برداری از داده و مسئول بازدیدهای میدانی هستند باید به شکل کامل عینی و بی‌طرف باشند.

۲. (نظام‌های رتبه‌بندی باید) آنجا که شدنی است، از داده‌ها معتبر و تأییدشده بهره‌برداری کنند. چنین داده‌هایی از چند سو سودمندند: نخست، این واقعیت است که مؤسسه‌ها آنها را پذیرفته‌اند و دوم، اینکه می‌توان مؤسسه‌های گوناگون را بر پایه آنها مقایسه و ارزیابی کرد.

۳. (نظام‌های رتبه‌بندی باید) از داده‌هایی بهره‌برند که با فرایند مناسب گردآوری داده‌های علمی گرد آمده باشند. داده‌های گردآوری شده از نمونه کوچک / ویژه‌ای از دانشجویان، اعضای هیئت علمی، و دیگر گروه‌ها نمی‌تواند دید درستی از مؤسسه به دست دهند و باید کنار گذاشته شوند.

۴. (نظام‌های رتبه‌بندی باید) خودشان هم معیارهایی برای تضمین کیفیت فرایند رتبه‌بندی داشته باشند. چنین فرایندی باید به شکلی تخصصی در زمینه‌ای که مؤسسه‌ها ارزیابی می‌شوند انجام گیرد و این دانش در ارزیابی خود نظام رتبه‌بندی نیز به کار بسته شود. رتبه‌بندی باید یک نظام یادگیرنده باشد که همواره از این تخصص در راستای بهبود و کارآمدی روش‌شناسی بهره‌برداری کند.

۵. (نظام‌های رتبه‌بندی باید) از معیارهای سازمانی برای افزایش باورپذیری و اعتبار رتبه‌بندی بهره‌برند. نهادهای مشاور یا ناظر از شمار این معیارها هستند که بهتر با همکاری نهادهای جهانی چنین کاری انجام دهند.

(د) نمایش نتایج رتبه‌بندی

۱. (نظام‌های رتبه‌بندی باید) فهم روشنی از همه سنجه‌های بکاررفته در طراحی رتبه‌بندی به کاربران داده و به آنها اجازه دهند تا خود تصمیم‌گیرند که مؤسسه‌ها را بر پایه کدام سنجه رتبه‌بندی کنند. به این شکل کاربران فهم درستی از سنجه‌های بکاررفته برای سنجش مؤسسه‌ها به دست می‌آورند. افزون بر این، باید فرصت تصمیم‌گیری درباره چگونگی وزن‌دهی سنجه‌ها نیز به آنها داده شود.

۲. (نظام‌های رتبه‌بندی باید) به گونه‌ای طراحی شوند که اشتباه‌های داده‌ای را حذف کنند یا کاهش دهند و به شکلی سازماندهی و منتشر شوند که اشتباه‌ها ویرایش‌پذیر باشند. مؤسسه‌ها و دیگر کاربران باید درباره اشتباه‌های پیش آمده آگاه شوند.

۳-۵- تاثیر نظام‌های رتبه‌بندی بر آموزش عالی

اگرچه نظام‌های رتبه‌بندی در آغاز چندان در کانون توجه سیاست‌گذاران، مدیران، دانشجویان، اعضای هیئت علمی، و دیگران نبودند، ولی امروزه از کلیدی‌ترین پدیده‌ها در زیست‌بوم آموزش عالی — در کشورهای گوناگون — به شمار می‌رود که جامعه خود را به شکل‌های گوناگون به شکل چشم‌گیری متأثر ساخته‌اند.

تأثیر نظام‌های رتبه‌بندی به شکل‌های گوناگونی بر آموزش عالی و مؤسسه‌های گوناگون پدیدار است:

- مدیران مؤسسه‌های آموزش عالی — همانند رؤسای دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌ها — به شکلی پیوسته جایگاه خود را در نظام‌های رتبه‌بندی پایش می‌کنند و جایگاه رقبا را نیز می‌سنجند (Hazelkorn and Gibson 2018). امروزه بسیاری از متخصصان حوزه رتبه‌بندی آموزش عالی، توجه به نظام‌های رتبه‌بندی در مؤسسه‌ها را با لیگ‌های فوتبال مقایسه می‌کنند که رؤسای مؤسسه‌ها همانند مربیان تیم‌های فوتبال، اگر در این نظام‌ها جایگاه درخوری به دست نیاورند، کنار گذاشته خواهند شد.
- امروزه بسیاری از مؤسسه‌ها برای آنکه با مؤسسه دیگری همکاری داشته باشند — در قالب تفاهم‌نامه، قرارداد، برنامه مشترک، یا هر چیزی دیگری — نخست جایگاه مؤسسه همکار را در یکی از نظام‌های رتبه‌بندی پایش می‌کنند تا از گزینش خود دلگرم باشند (Liu 2017).
- بسیاری از دانشجویان، امروزه برای ادامه تحصیل در دانشگاه‌های دیگر، نخست نگاهی به نظام‌های رتبه‌بندی می‌اندازند و جایگاه دانشگاه مقصد را آنجا پایش می‌کنند. این مسئله برای پدران و مادران آنها نیز اهمیت دارد و به شکلی پیوسته این نظام‌های رتبه‌بندی را پایش می‌کنند تا دلگرم به گزینش‌های خود باشند (Rauhvargers 2011).
- امروزه بسیاری مؤسسه‌های آموزش عالی در بازاریابی خود اشاره‌ای به جایگاه‌شان در یکی از نظام‌های رتبه‌بندی جهانی می‌کنند و به کاربران خود می‌گویند که از دیدگاه جهانی در چه لایه‌ای هستند. چه در وبگاه خود یا در همایش‌های بازاریابی آنها به شکلی سازمان‌یافته و گاه به شکل داده‌نماهای زیبا این کار را انجام می‌دهند (Gingras 2016).
- مؤسسه‌های آموزش عالی می‌کوشند تا عملکرد خود را هم‌راستا با سنج‌ها و شاخص‌های نظام‌های رتبه‌بندی جهانی سازگار کنند (Hazelkorn 2007). برای نمونه، از آنجا که «استناد» در بسیاری از نظام‌ها از وزن بیشتری برخوردار است، بسیاری از مؤسسه‌ها با راهکارهای گوناگون می‌کوشند تا شمار استنادهای خود و اعضای هیئت علمی‌شان را بالا برند. پاداش دادن بیشتر به مقاله‌های پراستناد، در نظر گرفتن سنج استناد در آیین‌نامه‌های ترفیع و ارتقاء، ارزیابی پژوهشگران بر پایه سنج استناد (همانند شاخص «اچ») و همه اینها نشانی از توجه مؤسسه‌ها به چنین سنج‌هایی با وزنه سنگین در نظام‌های جهانی رتبه‌بندی است.
- برخی از مؤسسه‌های آموزش عالی، امروزه برای افزایش رتبه خود در نظام‌های جهانی رتبه‌بندی دست

به لابی‌ها و سیاست‌هایی زده‌اند تا به جایگاه دلخواهشان برسند. برای نمونه، برخی از مؤسسه‌های آموزش عالی در کشورهای عربی استنادی را از مؤسسه‌های برتر در دیگر کشورها با حقوق‌های چشم‌گیر به خدمت می‌گیرند تا در کوتاه‌مدت بتوانند جایگاهشان را بهبود بخشند. حتی برخی از مؤسسه‌ها دست به کارهای غیراخلاقی می‌زنند تا بتوانند جایگاهی در نظام‌های جهانی رتبه‌بندی داشته باشند.

- افزون بر این، کشورهای گوناگون جهان در لایه ملی بحث رتبه‌بندی مؤسسه‌ها در فضای جهانی را در کانون توجه جای داده‌اند و از آن به عنوان یک توان علمی چشم‌گیر یاد می‌کنند که می‌تواند نشان‌دهنده جایگاه علمی یک کشور باشد. برای نمونه، ایران، روسیه، چین، و مصر از شمار کشورهای هستند که رتبه‌بندی مؤسسه‌ها و افزایش مؤسسه‌های خود در این نظام‌ها را به شکل یک برنامه ملی در کانون توجه جای داده‌اند.

۳-۶- چالش‌های نظام‌های رتبه‌بندی بر آموزش عالی

کسی در سودمندی‌های بسیار نظام‌های رتبه‌بندی — در هر لایه‌ای — تردید ندارد. این نظام‌ها می‌توانند به مرور زمان عملکرد آموزشی و پژوهشی مؤسسه‌ها را بهبود بخشند و آنها را وارد رقابتی سازنده کنند تا به شکلی پایدار در برابر دیگران عملکرد خود را پایش کنند. با این حال، این نظام‌ها چالش‌های فراوانی هم دارند که موجب می‌شود در بهره‌برداری از نتایج آنها دقت بیشتری به خرج داده شود.

از مسائل کلیدی در پیوند با چالش نظام‌های رتبه‌بندی چیزی است که با نام «اثر ملکه قرمز»^۱ (Salmi 2010) شناخته شده است. مؤسسه‌های برتر سیاهه‌های رتبه‌بندی باید کوشش بسیار کنند تا در جایگاه خود بمانند و دیگران از آنها جلو نزنند، چرا که زیست‌پذیری آنها گاه وابسته به این جایگاه است. «سلمی»^۲ (Salmi 2010) «اثر ملکه قرمز» را از یکی از گفته‌های «لویی کارل»^۳ در افسانه «آنسوی آینه»^۴ برگرفته است. در این افسانه، «ملکه قرمز» شخصیتی است در برابر «ملکه سفید»^۵ که می‌گوید: «در این جایی که هستی، تمام توان و کوشش خود را باید بکارگیری تا در این جایگاه بمانی». به این ترتیب، اگر مؤسسه‌های آموزش عالی زیاد هم به این نظام‌ها توجه نشان دهند شاید در گیربازی‌ها و لابی‌هایی شوند که با اخلاق حرفه‌ای آنها ناسازگار باشد و این نظام‌ها نه تنها اثری بر بهبود عملکردشان نداشته باشند بلکه دلیل کاهش کیفیت‌شان شوند. به هر شکل، چالش‌های نظام‌های رتبه‌بندی کنونی را می‌توان در چند لایه دسته‌بندی کرد:

(الف) لایه مؤسسه

- ساده‌سازی ارزیابی عملکرد دانشگاهی: نظام‌های رتبه‌بندی به بسیاری از داده‌های کلیدی ارزیابی

¹ Red Queen effect

² Salmi

³ Lewis Carroll

⁴ Through the Looking-Glass

⁵ White Queen

دسترسی ندارند، به این دلیل تنها سنجه‌هایی را ارزیابی می‌کنند که دسترسی به داده‌هایشان آسان‌تر است. برای نمونه، بیشتر آن‌ها، کیفیت پژوهش یک دانشگاه را تنها با شمار/نسبت استادها می‌سنجند. در حالی که شاید انتشارات یک مؤسسه بیشتر در سطح حرفه‌ای و عمل کاربردی هستند، نه در پژوهش‌ها و دانشگاه‌ها (Platis 2017).

- **نادیده گرفتن مسئولیت اجتماعی مؤسسه‌ها:** با سنجه‌هایی که در نظام‌های رتبه‌بندی جهانی تعریف شده‌اند، مؤسسه‌ها نیاز ندارند که به مسئولیت‌های اجتماعی خود بپردازند. برای نمونه، کفایت که آن‌ها روی موضوع‌هایی پژوهش کنند که استناد بیشتری می‌گیرند، نه آن‌ها که بتوانند مشکلی از جامعه حل کنند.
- **نادیده گرفتن آثار دانشگاهی مؤسسه‌ها به زبان محلی:** بسیاری از نظام‌های رتبه‌بندی داده‌هایشان را از پایگاه‌هایی گردآوری می‌کنند که آثار به زبان محلی مؤسسه‌ها آنجا سازماندهی نمی‌شود. برای نمونه، بسیاری از آثار فارسی زبان مؤسسه‌های ایرانی در ایران و به زبان فارسی منتشر می‌شوند و در هیچ یک از پایگاه‌های جهانی گردآوری و سازماندهی نمی‌شوند (Yonezawa and Shimmi 2016).
- **نادیده گرفتن مأموریت‌های ویژه مؤسسه‌ها:** برخی از مؤسسه‌های آموزش عالی مأموریتی ویژه دارند که در هیچ یک از سنجه‌های نظام‌های رتبه‌بندی تعریف نشده است. برای نمونه، دانشگاه فرهنگیان در ایران مأموریت تربیت معلم دارد، و انتشار مقاله‌های پژوهشی پرستند در کانون توجه این مؤسسه نیست. در حالی که در نظام‌های رتبه‌بندی بر انتشار مقاله و استناد پافشاری می‌شود.
- **ارزیابی مبتنی بر/مستقل از اندازه مؤسسه‌ها:** سنجش مبتنی بر اندازه مؤسسه یا مستقل از اندازه گاه چالش‌هایی پدید می‌آورد که بر جایگاه مؤسسه‌ها تأثیر مستقیم می‌گذارد.
- **نادیده گرفتن برخی از ابعاد عملکرد آکادمیک:** برخی از ابعاد عملکردی مؤسسه‌های آموزش عالی در نظام‌های رتبه‌بندی سنجش نمی‌شود. بیشتر این نظام‌ها بر سنجه‌هایی همانند انتشارات و استناد پافشاری می‌کنند و بسیاری از جنبه‌های دیگر نادیده گرفته می‌شود (Van Raan 2005).

(ب) لایه ملی

- **راهبری نظام‌های آموزشی:** نظام‌های رتبه‌بندی با سنجه‌هایی که طراحی می‌کنند می‌توانند نظام‌های آموزش عالی در کشورهای گوناگون را به سویی که می‌خواهند راهبری کنند. برای نمونه، اگر سنجه شمار انتشارات در پایگاه‌های جهانی کلیدی است، مؤسسه‌ها می‌کوشند تا به آن سو گام بردارند و از فضای محلی خود فاصله می‌گیرند (Yonezawa and Shimmi 2016).
- **کاهش اهمیت زبان‌های ملی و محلی:** بر این پایه، نظام‌های رتبه‌بندی می‌توانند کم‌کم زبان‌های ملی و محلی را از بین ببرند.
- **معنادار نبودن نتایج رتبه‌بندی در یک کشور:** برخی از نظام‌های رتبه‌بندی نتایجی منتشر می‌کنند که

ترتیب مؤسسه‌ها آنجا با واقعیت کشورها سازگار نیست. برای نمونه، مؤسسه‌هایی در جایگاه‌های نخست جای می‌گیرند که جایشان آنجا نیست (Platis 2017).

- درگیری چشم‌گیر کشورها: بسیاری از کشورها اکنون برنامه‌هایی برای بهبود عملکرد مؤسسه‌هایشان در نظام‌های آموزش عالی دارند و به این ترتیب به دنبال بهبود جایگاه ملی هستند. به مرور زمان، این نظام‌ها می‌توانند بر سیاست‌های آموزش عالی یک کشور اثرگذار باشند.

(ج) لایه ملی

- نبود توافق بر سنج‌های ارزیابی: بسیاری از متخصصان علم‌سنجی و ارزیابی آموزش عالی بر سنج‌هایی که در نظام‌های رتبه‌بندی تعریف شده است توافق ندارند (Sanoff, et al. 2007).
- آمیزش نادرست سنج‌های گوناگون در یک نظام: برخی از نظام‌های رتبه‌بندی به آمیزش سنج‌هایی دست می‌زنند که پیوند چندانی با یک‌دیگر ندارند و نمی‌توانند در کنار هم باشند.
- تغییر وزن سنج‌ها: برخی از نظام‌های رتبه‌بندی به شکلی پیوسته وزن سنج‌های گوناگون را تغییر می‌دهند و برنامه‌ریزی مؤسسه‌ها در چنین شرایطی دشوار به نظر می‌رسد (Mittal 2018).
- نادیده گرفتن زمینه‌های ارزیابی تازه: بسیاری از نظام‌های رتبه‌بندی نمی‌توانند زمینه‌های ارزیابی تازه‌ای که شکل می‌گیرند را در روش‌شناسی خود بگنجانند. برای نمونه، زمینه‌ای همانند «آلت‌متریکس» که در ارزیابی مؤسسه‌ها می‌تواند بسیار کارآمد باشد در نظام‌های رتبه‌بندی نادیده گرفته می‌شود.

(د) لایه گردآوری داده

- گردآوری داده‌هایی که به آسانی دسترس‌پذیر هستند: نظام‌های رتبه‌بندی به دنبال آنند که داده‌ای گردآوری کنند که دسترسی به آن آسان و از دیدگاه کاربران معتبر است. به همین دلیل است بیشتر آن‌ها به سراغ نمایه‌های استنادی جهانی می‌روند.
- ناکارآمدی منابع داده: گاه منابع گردآوری داده نظام‌های رتبه‌بندی جهانی اعتبار کافی ندارند. برای نمونه، گاه داده‌ها از پیمایش‌هایی گردآوری می‌شوند که منبع آن‌ها روشن نیست و مشارکت‌کنندگان در آن معلوم نیستند (Kiraka, et al. 2020).
- نامعتبر بودن داده‌های گردآوری شده: برخی از مؤسسه‌های آموزش عالی پاسخ‌هایی به پرسشنامه‌های نظام‌های رتبه‌بندی می‌دهند که واقعی نیستند و مؤسسه‌های رتبه‌بندی نیز توان اعتبارسنجی آن‌ها را ندارند. برای نمونه، شمار اعضای هیئت علمی مؤسسه را می‌تواند نادرست گزارش کرد.
- روشن نبودن تعریف عملیاتی سنج‌ها: از آنجا که تعریف عملیاتی درست و روشنی از سنج‌های گردآوری داده ارائه نمی‌شود، گاه مؤسسه‌ها پاسخ‌های اشتباه به پرسش‌ها می‌دهند. برای نمونه، اینکه «دانشجو» یا «عضو هیئت علمی» چه کسی است شاید در کشورهای گوناگون با تعریف‌های متفاوتی همراه باشد.

۳-۷- گونه‌های نظام‌های رتبه‌بندی بر آموزش عالی

نظام‌های رتبه‌بندی می‌توانند گونه‌های متفاوتی داشته باشند. بر پایهٔ مأموریتی که این نظام‌ها دارند، هر یک به دنبال ارزیابی مؤسسه‌هایی ویژه یا بخشی از یک مؤسسه هستند. در ادامه کلیدی‌ترین گونه‌های نظام‌های رتبه‌بندی، بر پایهٔ دامنه، جغرافیا، و محیط دسته‌بندی شده‌اند.

۳-۷-۱- بر پایه دامنه

بر پایه دامنه، می‌توان نظام‌های رتبه‌بندی را به دو گروه نظام‌های رتبه‌بندی فراگیر و نظام‌های رتبه‌بندی موضوعی دسته‌بندی کرد که در ادامه توضیح داده شده‌اند.

۳-۷-۱-۱- نظام‌های فراگیر رتبه‌بندی

مراد از نظام‌های رتبه‌بندی فراگیر آنهایی هستند که یک مؤسسه را به شکلی کلی ارزیابی می‌کنند و سرانجام (بر پایه سنج‌های گوناگون) یک امتیاز فراگیر به مؤسسه داده و آن را در جایگاهی در سیاههٔ پایانی رتبه‌بندی جای می‌دهند. در ادامه برخی از کلیدی‌ترین این نظام‌ها معرفی شده‌اند.

۳-۷-۱-۱-۱- رتبه‌بندی جهانی دانشگاه‌های «مؤسسهٔ آموزش عالی تایمز»

نام	رتبه‌بندی جهانی دانشگاه‌های «مؤسسهٔ آموزش عالی تایمز»
نام به زبان انگلیسی	Times Higher Education World University Rankings
نام کوتاه	رتبه‌بندی «تایمز»
هدف	کمک به افزایش آگاهی دانشجویان برای مقایسهٔ مؤسسه‌های با کیفیت در سراسر جهان و گزینش مؤسسهٔ مناسب برای تحصیل است.
ناشر	Times Higher Education
آغاز انتشار	۲۰۱۰
دوره انتشار	سالانه
شمار مؤسسه‌های برتر	۱۵۰۰ مؤسسه
شمار شاخص‌ها	۱۳
شرح و وزن سنج‌ها	۱. پیمایش آوازه آموزشی (۱۵٪ امتیاز) ۲. نسبت دانشجو به هیئت علمی (۴/۵٪ امتیاز) ۳. نسبت دانشجویان کارشناسی به دانشجویان دکتری (۲/۲۵٪ امتیاز) ۴. نسبت دانش‌آموختگان دکتری به اعضای هیئت علمی (۶٪ امتیاز) ۵. درآمد اختصاصی مؤسسه (۲/۲۵٪ امتیاز) ۶. پیمایش آوازه پژوهشی (۱۸٪ امتیاز) ۷. درآمد پژوهشی (۶٪ امتیاز)

۸. بهره‌وری پژوهشی (۶٪ امتیاز)	
۹. استناد (۳۰٪ امتیاز)	
۱۰. نسبت دانشجویان خارجی به دانشجویان داخلی (۵٪ امتیاز)	
۱۱. نسبت اعضای هیئت علمی خارجی به اعضای هیئت علمی داخلی (۵٪ امتیاز)	
۱۲. همکاری جهانی (۵٪ امتیاز)	
۱۳. درآمدهای صنعتی (۵٪ امتیاز)	
مؤسسه‌هایی که دانشجوی کارشناسی نمی‌پذیرند یا در پنج سال گذشته کمتر از ۲۰۰ مقاله در سال منتشر کرده‌اند در این نظام ارزیابی نمی‌شوند. داشتن دست کم ۲۰۰ مقاله برای مؤسسه‌هایی که روی حوزه‌هایی مانند مهندسی یا هنرها کار می‌کنند، نادیده گرفته می‌شود.	معیار ورود به ارزیابی
پیمایش‌های گوناگون در بخش‌های متفاوت؛ نمایه‌نامه استنادی «اسکوپوس»؛ و پرسشنامه‌ای که مؤسسه‌ها پر می‌کنند.	منبع(های) گردآوری داده
timeshighereducation.com/world-university-rankings	پایگاه وب
help@timeshighereducation.co.uk	نشانی تماس

۳-۷-۱-۲-رتبه‌بندی علمی دانشگاه‌های جهان

رتبه‌بندی علمی دانشگاه‌های جهان	نام
Academic Ranking of World Universities (ARWU)	نام به زبان انگلیسی
رتبه‌بندی «شانگهای»	نام کوتاه
نخستین هدف این نظام آگاهی از جایگاه جهانی دانشگاه‌های چین بود، ولی با استقبال گسترده در سراسر جهان روبه‌رو شد. هدف کنونی از انتشار این رتبه‌بندی، بازنمایی جایگاه مؤسسه‌های جهان در مقایسه با یکدیگر و معرفی بهترین‌های آن‌هاست.	هدف
Shanghai Ranking Consultancy	ناشر
۲۰۰۳	آغاز انتشار
سالانه	دوره انتشار
۱۰۰۰ مؤسسه	شمار مؤسسه‌های برتر
شش	شمار شاخص‌ها
۱. دانش‌آموختگان برنده جایزه «نوبل» یا جایزه «فیلدز» (۱۰٪ امتیاز)	شرح و وزن سنجه‌ها
۲. اعضای هیئت علمی برنده جایزه «نوبل» یا جایزه «فیلدز» (۲۰٪ امتیاز)	
۳. پژوهشگران پر استناد در ۲۱ حوزه موضوعی (۲۰٪ امتیاز)	
۴. مقاله‌های منتشر شده در مجله‌های «ساینس» و «نیچر» (۲۰٪ امتیاز)	
۵. مقاله‌های منتشر شده در نمایه‌های علوم و علوم اجتماعی (۲۰٪ امتیاز)	
۶. سرانه عملکرد اعضای هیئت علمی (۱۰٪ امتیاز)	

طراحی و پیاده‌سازی افزونه پیش‌بینی جایگاه دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و مؤسسه‌های آموزش عالی، پژوهشی □ ۵۲

معیار ورود به ارزیابی	داشتن یکی از این ویژگی‌ها: برندهٔ جایزهٔ «نوبل»، برندهٔ مدال «فیلدز»، پژوهشگر پر استناد، پدیدآور مقاله در مجله‌های «ساینس» یا «نیچر»، شمار بالای مقاله در نمایه‌های استنادی علوم (SCIE) و علوم اجتماعی (SSCI).
منبع(های) گردآوری داده	نمایه‌نامهٔ «وب آو ساینس»؛ مجله‌های «ساینس» و «نیچر»؛ جایزهٔ «نوبل» (فیزیک، شیمی، پزشکی، و اقتصاد)؛ جایزهٔ «فیلدز» در ریاضیات؛ فهرست پژوهشگران پر استناد «کلاریویت آنالیتیکس»؛ و پرسشنامه‌ای که مؤسسه‌ها پر می‌کنند.
پایگاه وب	shanghairanking.com
نشانی تماس	contact@shanghairanking.com

۳-۷-۱-۱-۳- رتبه‌بندی جهانی دانشگاه‌های «کیو. اس.»

نام	رتبه‌بندی جهانی دانشگاه‌های «کیو. اس.»
نام به زبان انگلیسی	QS World University Rankings
نام کوتاه	رتبه‌بندی «کیو. اس.»
هدف	کمک به افزایش آگاهی دانشجویان برای مقایسهٔ مؤسسه‌های با کیفیت در سراسر جهان و گزینش مؤسسهٔ مناسب برای تحصیل.
ناشر	Quacquarelli Symonds Limited
آغاز انتشار	۲۰۱۰
دوره انتشار	سالانه
شمار مؤسسه‌های برتر	۱۵۰۰ مؤسسه
شمار شاخص‌ها	شش
شرح و وزن سنجه‌ها	۱. آوازه علمی (۴۰٪ امتیاز) ۲. آوازه شغلی (دیدگاه کارفرماها دربارهٔ کیفیت کاری دانش‌آموختگان) (۱۰٪ امتیاز) ۳. نسبت دانشجو به هیئت علمی (۲۰٪ امتیاز) ۴. سرانهٔ استناد به هر عضو هیئت علمی (۲۰٪ امتیاز) ۵. نسبت اعضای هیئت علمی خارجی (۵٪ امتیاز) ۶. نسبت دانشجویان خارجی (۵٪ امتیاز)
معیار ورود به ارزیابی	مؤسسه‌ها بر پایهٔ نظام‌های رتبه‌بندی ملی، پیمایش‌های جهانی، درخواست مؤسسه‌ها، و درخواست افراد، برای ورود به گام ارزیابی گزینش می‌شوند. هم اکنون، این نظام بیش از ۳۰۰۰ مؤسسه را با یکدیگر مقایسه می‌کند.
منبع(های) گردآوری داده	پیمایش اعضای هیئت علمی دربارهٔ جایگاه علمی مؤسسه‌ها؛ پیمایش کارفرمایان پیرامون کیفیت کار دانش‌آموختگان؛ نمایه‌نامهٔ استنادی «اسکوپوس»؛ و پرسشنامه‌ای که مؤسسه‌ها پر می‌کنند.
پایگاه وب	topuniversities.com/university-rankings
نشانی تماس	rankings@qs.com

۳-۷-۱-۱-۴- رتبه‌بندی دانشگاه‌ها بر پایه عملکرد علمی

رتبه‌بندی دانشگاه‌ها بر پایه عملکرد علمی	نام
University Ranking by Academic Performance (URAP)	نام به زبان انگلیسی
رتبه‌بندی «یورپ»	نام کوتاه
ارزیابی دانشگاه‌های جهان بر پایه عملکرد علمی آن‌ها که با کمیت و کیفیت انتشارات پژوهشی آن‌ها انجام می‌شود.	هدف
Institute of Middle East Technical University	ناشر
۲۰۱۰	آغاز انتشار
سالانه	دوره انتشار
۲۰۰۰ مؤسسه	شمار مؤسسه‌های برتر
شش	شمار شاخص‌ها
۱. شمار مقاله‌های سال گذشته (۲۱٪ امتیاز) ۲. شمار استادهای دریافتی مقاله‌ها سه سال گذشته (۲۱٪ امتیاز) ۳. شمار کل انتشارات سه سال گذشته (مقاله، مقاله همایش، و غیره) (۱۰٪ امتیاز) ۴. بهره‌وری علمی بر پایه سرانه استناد مؤسسه در برابر سرانه جهانی (۱۸٪ امتیاز) ۵. تأثیر پژوهشی بر پایه سرانه استناد مؤسسه در برابر با سرانه جهانی (۱۵٪ امتیاز) ۶. همکاری جهانی (۱۵٪ امتیاز)	شرح و وزن سنجه‌ها
نخست ۲۵۰۰ مؤسسه دارای بیش‌ترین شمار انتشارات بر پایه نمایه‌نامه استنادی «وب آو ساینس» گزینش و سپس رتبه ۲۰۰۰ مؤسسه در وب منتشر می‌کند.	معیار ورود به ارزیابی
نمایه‌نامه استنادی «وب آو ساینس»	منبع(های) گردآوری داده
urapcenter.org	پایگاه وب
urapcenter.org/2015/contact.php	نشانی تماس

۳-۷-۱-۱-۵- رتبه‌بندی مرکز مطالعات علوم و فناوری «لایدن»

رتبه‌بندی مرکز مطالعات علوم و فناوری «لایدن»	نام
CWTS Leiden Ranking	نام به زبان انگلیسی
رتبه‌بندی «لایدن»	نام کوتاه
ارائه یک نظام سنجش دقیق برای ارزیابی تأثیر علمی مؤسسه‌ها و مشارکت آنها در همکاری‌های علمی، بر پایه مجموعه‌ای از شاخص‌های متناسب علم‌سنجی.	هدف
Centre for Science and Technology Studies, Leiden University	ناشر
۲۰۰۷	آغاز انتشار
سالانه	دوره انتشار
۱۰۰۰ مؤسسه	شمار مؤسسه‌های برتر
۱۰	شمار شاخص‌ها
۱. شمار و نسبت انتشارات مؤسسه که از ۱٪ نخست انتشارات پر استناد هستند ۲. شمار و نسبت انتشارات مؤسسه که از ۱۰٪ نخست انتشارات پر استناد هستند	شرح و وزن سنجه‌ها

طراحی و پیاده‌سازی افزونه پیش‌بینی جایگاه دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و مؤسسه‌های آموزش عالی، پژوهشی □ ۵۴

۳. شمار و نسبت انتشارات مؤسسه که از ۵۰٪ نخست انتشارات پر استناد هستند	
۴. شمار و میانگین استناد به مدارک مؤسسه	
۵. شمار و میانگین تعدیل شده استناد (بر پایه حوزه موضوعی) به مدارک مؤسسه	
۶. شمار و نسبت همکاری علمی مؤسسه با سازمان‌های دیگر	
۷. شمار و نسبت همکاری علمی مؤسسه با کشور(های) دیگر	
۸. شمار و نسبت همکاری علمی مؤسسه با بخش صنعت	
۹. شمار و نسبت همکاری علمی مؤسسه با نهادهای در ۱۰۰ کیلومتری	
۱۰. شمار و نسبت همکاری علمی مؤسسه با نهادهای در ۵۰۰۰ کیلومتری	
مؤسسه‌هایی که دارای بیش‌ترین شمار انتشارات در نمایه‌نامه استنادی «وب آو ساینس» هستند.	معیار ورود به ارزیابی
نمایه‌نامه استنادی «وب آو ساینس»	منبع(های) گردآوری داده
leidenranking.com	پایگاه وب
leidenranking.com/contact	نشانی تماس

۳-۷-۱-۱-۶- رتبه‌بندی «یو-مالتی‌رنک»

رتبه‌بندی «یو-مالتی‌رنک»	نام
U-Multirank	نام به زبان انگلیسی
«یو-مالتی‌رنک»	نام کوتاه
ارائه ابزاری برای مقایسه دقیق، چندوجهی، و کاربرمحور مؤسسه‌های آموزش عالی در جهان.	هدف
European Commission	ناشر
۲۰۱۴	آغاز انتشار
سالانه	دوره انتشار
۸۵۰ مؤسسه	شمار مؤسسه‌های برتر
پنج	شمار شاخص‌ها
۱. آموزش و یادگیری: نسبت دانش‌آموختگان کارشناسی، نسبت دانش‌آموختگان کارشناسی ارشد، دانش‌آموختگی در زمان مقرر (در مقطع کارشناسی)، و دانش‌آموختگی در زمان مقرر (در مقطع کارشناسی)	شرح و وزن سنجه‌ها
۲. پژوهش: نسبت استناد، شمار انتشارات پژوهشی، شمار تعدیل‌شده انتشارات پژوهشی، درآمدهای پژوهشی خارج از دانشگاه، خروجی‌های هنری، انتشارات پر استناد، انتشارات میان‌رشته‌ای، و موقعیت‌های پسا-دکتری	
۳. دانش گسترده: انتشارات مشترک با صنعت، درآمد حاصل از بخش خصوصی، شمار پروانه‌های ثبت اختراع، شمار پروانه‌های ثبت اختراع به نسبت اندازه مؤسسه، شمار پروانه‌های ثبت اختراع با همکاری صنعت، شمار شرکت‌های وابسته به مؤسسه، استناد به انتشارات مؤسسه در پروانه‌های ثبت اختراع، و درآمد حاصل از توسعه حرفه‌ای مستمر	
۴. گرایش جهانی: رشته‌های کارشناسی انگلیسی‌زبان، رشته‌های کارشناسی ارشد انگلیسی‌زبان، پویایی و سرزندگی دانشجویان، اعضای هیئت علمی خارجی، انتشارات مشترک جهانی، و رشته‌های جهانی در سطح دکتری	

طراحی و پیاده‌سازی افزونه پیش‌بینی جایگاه دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و مؤسسه‌های آموزش عالی، پژوهشی □ ۵۵

۵. مشارکت ملی: دانش‌آموختگان کارشناسی شاغل در کشور، دانش‌آموختگان کارشناسی ارشد شاغل در کشور، دانشجویان کارآموز در کشور، انتشارات مشترک داخلی، و درآمد حاصل از منابع داخلی مؤسسه‌هایی که پرسشنامه گردآوری داده این نظام رتبه‌بندی را تکمیل و ارسال می‌کنند توسط این نظام ارزیابی خواهند شد.	معیار ورود به ارزیابی
پیمایش دانشجویان؛ نمایه‌نامه استنادی «وب آو ساینس»؛ پایگاه‌های نمایه‌کننده پروانه‌های ثبت اختراع (مانند «وایپو»، «یو.اس. پی. تی. او»، «ایپو»، و «پتستات»؛ و پرسشنامه‌ای که مؤسسه‌ها پر می‌کنند.	منبع(های) گردآوری داده
umultirank.org/#!/home?trackType=home	پایگاه وب
info@umultirank.org	نشانی تماس

۳-۷-۱-۱-۲-رتبه‌بندی عملکرد مقاله‌های علمی دانشگاه‌های جهان

رتبه‌بندی عملکرد مقاله‌های علمی دانشگاه‌های جهان	نام
Performance Ranking of Scientific Papers for World Universities	نام به زبان انگلیسی
رتبه‌بندی دانشگاه ملی تایوان	نام کوتاه
ارزیابی عملکرد علمی مؤسسه‌ها، به‌ویژه عملکرد پژوهشی آن‌ها، بر پایه شاخص‌های عینی و بدون سوگیری.	هدف
National Taiwan University (NTU)	ناشر
۲۰۰۷	آغاز انتشار
سالانه	دوره انتشار
۱۰۰۰ مؤسسه	شمار مؤسسه‌های برتر
هشت	شمار شاخص‌ها
۱. بهره‌وری پژوهشی (۲۵٪ امتیاز): شمار مقاله‌ها در ۱۱ سال پیش (۱۰٪ امتیاز) و شمار مقاله‌ها در سال پیش (۱۵٪ امتیاز)	شرح و وزن سنجه‌ها
۲. تأثیر پژوهشی (۳۵٪ امتیاز): شمار استنادها در ۱۱ سال پیش (۱۵٪ امتیاز)، شمار استنادها در دو سال پیش (۱۰٪ امتیاز)، و میانگین استنادها در ۱۱ سال پیش (۱۰٪ امتیاز)	
۳. تعالی پژوهشی (۴۰٪ امتیاز): شاخص «اج» در دو سال پیش (۱۰٪ امتیاز)، شمار مقاله‌های پر استناد در ۱۰ سال پیش (۱۵٪ امتیاز)، و شمار مقاله‌ها در مجله‌های با ضریب تأثیر بالا در دو سال پیش (۱۵٪ امتیاز)	
۷۰۰ مؤسسه برتر از فهرست ۴۰۰۰ مؤسسه در پایگاه «شاخص‌های ضروری علم» (Essential Science Indicators)	معیار ورود به ارزیابی
نمایه‌نامه استنادی «وب آو ساینس» و شاخص «اج» «کلاریویت آنالیتیکس»	منبع(های) گردآوری داده
nturanking.lis.ntu.edu.tw	پایگاه وب
lis@ntu.edu.tw, mhhuang@ntu.edu.tw	نشانی تماس

۳-۷-۱-۱-۸- رتبه‌بندی بهترین دانشگاه‌های جهان «یو. اس. نیوز»

نام	رتبه‌بندی بهترین دانشگاه‌های جهان «یو. اس. نیوز»
نام به زبان انگلیسی	U.S. News Best Global Universities rankings
نام کوتاه	رتبه‌بندی «یو. اس. نیوز»
هدف	ارائه بینش کافی برای مقایسه مؤسسه‌ها و کمک به دانشجویان برای گزینش مؤسسه هدف برای ادامه تحصیل.
ناشر	U.S. News
آغاز انتشار	۲۰۱۴
دوره انتشار	سالانه
شمار مؤسسه‌های برتر	۱۴۰۰ مؤسسه
شمار شاخص‌ها	۱۲
شرح و وزن سنجه‌ها	۱. آوازه جهانی در پژوهش (۱۲/۵٪ امتیاز) ۲. آوازه منطقه‌ای در پژوهش (۱۲/۵٪ امتیاز) ۳. شمار انتشارات (۱۰٪ امتیاز) ۴. شمار کتاب‌ها (۲/۵٪ امتیاز) ۵. شمار همایش‌ها (۲/۵٪ امتیاز) ۶. تأثیر استنادی تعدیل‌شده (۱۰٪ امتیاز) ۷. کل استنادها (۷/۵٪ امتیاز) ۸. شمار انتشارات در ۱۰ درصد انتشارات پر استناد (۱۲/۵٪ امتیاز) ۹. نسبت انتشارات در ۱۰ درصد انتشارات پر استناد (۱۰٪ امتیاز) ۱۰. همکاری جهانی (۱۰٪ امتیاز) ۱۱. شمار دانش‌آموختگان دکتری (۵٪ امتیاز) ۱۲. شمار دانش‌آموختگان دکتری به نسبت هر عضو هیئت علمی (۵٪ امتیاز)
معیار ورود به ارزیابی	۱۰۰۰ مؤسسه برتر بر پایه اطلاعات «کلاریویت آنالیتیکس»
منبع(های) گردآوری داده	پیمایش آوازه علمی «کلاریویت آنالیتیکس»؛ پایگاه «کلاریویت آنالیتیکس این ساینس»؛ و نمایه‌نامه استنادی «وب آو ساینس»
پایگاه وب	usnews.com/education/best-global-universities/rankings?int=a27a09
نشانی تماس	usnews.com/info/features/contact

۳-۷-۱-۱-۹- رتبه‌بندی دانشگاه‌های جهان

نام	رتبه‌بندی دانشگاه‌های جهان
نام به زبان انگلیسی	World University Rankings
نام کوتاه	رتبه‌بندی «کور»
هدف	سنجش کیفیت آموزش و پرورش دانشجویان؛ ارزیابی جایگاه اعضای هیئت علمی مؤسسه‌ها؛ مشاوره به دولت‌ها و مؤسسه‌ها؛ و ارائه سیاهه قابل اعتماد از جایگاه مؤسسه‌ها به دانشجویان.
ناشر	Center for World University Rankings (CWUR), Saudi Arabian

آغاز انتشار	۲۰۱۴
دوره انتشار	سالانه
شمار مؤسسه‌های برتر	۱۰۰۰ مؤسسه
شمار شاخص‌ها	هشت
شرح و وزن سنجه‌ها	۱. کیفیت آموزش: شمار دانش‌آموختگان برنده جوایز جهانی (۲۵٪ امتیاز) ۲. اشتغال دانش‌آموختگان: شمار دانش‌آموختگان شاغل در شرکت‌های نامی (۲۵٪ امتیاز) ۳. کیفیت اعضای هیئت علمی: شمار اعضای برنده جوایز جهانی (۲۵٪ امتیاز) ۴. انتشارات: شمار مقاله‌های منتشر شده در مجله‌های معتبر (۵٪ امتیاز) ۵. تأثیرگذاری: شمار مقاله‌های منتشر شده در مجله‌های با کیفیت (۵٪ امتیاز) ۶. استنادها: شمار مقاله‌های پر استناد (۵٪ امتیاز) ۷. تأثیر گسترده: شاخص «اچ» مؤسسه (۵٪ امتیاز) ۸. پروانه‌های ثبت اختراع: شمار پروانه‌های ثبت اختراع جهانی (۵٪ امتیاز)
معیار ورود به ارزیابی	داشتن شمار چشم‌گیر مقاله در مجله‌های معتبر
منبع(های) گردآوری داده	پایگاه پروانه‌های ثبت اختراع «وایپو»؛ جایزه «نوبل» و دیگر جوایز موضوعی؛ نمایه‌نامه استنادی «وب آو ساینس»؛ پایگاه «جی. سی. آر.» «کلاریویت آنالیتیکس»؛ و شاخص «اچ» «کلاریویت آنالیتیکس»
پایگاه وب	cwur.org
نشانی تماس	contact@cwur.org

۳-۷-۱-۱-۱۰-رتبه‌بندی مؤسسه‌های «سکیمگو»

نام	رتبه‌بندی مؤسسه‌های «سکیمگو»
نام به زبان انگلیسی	SCImago Institutions Rankings
نام کوتاه	رتبه‌بندی «سکیمگو»
هدف	ارائه ابزار جامع علم‌سنجی برای مؤسسه‌ها، سیاست‌گذاران، و مدیران پژوهشی که به آن‌ها کمک می‌کند برون‌دادهای پژوهشی خود را تحلیل و ارزیابی کنند و بر پایه آن راه‌هایی برای بهبود وضع خود را بیابند.
ناشر	Scimago Lab
آغاز انتشار	۲۰۰۹
دوره انتشار	سالانه
شمار مؤسسه‌های برتر	۵۰۰۰ مؤسسه
شمار شاخص‌ها	۱۳
شرح و وزن سنجه‌ها	۱. انتشارات: شمار مقاله‌های منتشر شده در مجله‌های نمایه‌شده توسط «اسکوپوس» ۲. همکاری جهانی: شمار مقاله‌های منتشر شده با همکاری کشورهای دیگر ۳. تأثیر تعدیل شده: میانگین امتیاز استناد تعدیل شده بر پایه حوزه‌های موضوعی ۴. انتشارات با کیفیت بالا: نسبت مقاله‌های منتشر شده در مجله‌های با کیفیت بالا (چارک نخست) ۵. شاخص تخصص: تخصص مؤسسه در یک حوزه موضوعی (مانند ضریب «جینی») ۶. نرخ تعالی: سهم مؤسسه از ۱۰٪ مقاله‌های پر استناد ۷. رهبری علمی: درصد مقاله‌هایی که مؤسسه در آن‌ها نقش اصلی را ایفا می‌کند

۸. تعالی همراه با رهبری: ترکیب دو شاخص «نرخ تعالی» و «رهبری علمی»	
۹. مجموع استعدادهای علمی: شمار پدیدآوران دارای مقاله در یک دوره زمانی	
۱۰. دانش خلاق: شمار انتشاراتی که در پروانه‌های ثبت اختراع به آن‌ها استناد شده است	
۱۱. تأثیر فناوری: درصد انتشاراتی که در پروانه‌های ثبت اختراع به آن‌ها استناد شده است	
۱۲. حجم وب: شمار صفحه‌های اینترنتی وبگاه مؤسسه بر پایه نتایج «گوگل»	
۱۳. پیوندهای به دامنه مؤسسه: شمار پیوندهای خارجی به دامنه وبگاه مؤسسه	
داشتن دست کم ۱۰۰ مقاله در نمایه‌نامه «اسکوپوس» در سال پیش	معیار ورود به ارزیابی
انتشارات «الزور»؛ نمایه‌نامه استنادی «اسکوپوس»؛ پایگاه آماری پروانه‌های ثبت اختراع جهانی وابسته به دفتر پروانه‌های ثبت اختراع اروپا؛ «گوگل»؛ و پرسشنامه‌ای که مؤسسه‌ها پر می‌کنند.	منبع(های) گردآوری داده
scimagoir.com	پایگاه وب
getintouch@scimagolab.com	نشانی تماس

۳-۷-۱-۱-۱۱-رتبه‌بندی دانشگاهی «راوند»

رتبه‌بندی دانشگاهی «راوند»	نام
Round University Rankings	نام به زبان انگلیسی
رتبه‌بندی «راوند»	نام کوتاه
سنجش عملکرد مؤسسه‌های برتر جهان بر پایه چهار حوزه کلیدی (آموزش، پژوهش، تنوع جهانی، و پایداری مالی) است. افزون بر این، مدیران دانشگاه می‌توانند وضعیت خود را تحلیل و ارزیابی کنند و دانشجویان نیز مؤسسه هدف خود را برای ادامه تحصیل آسان‌تر برگزینند.	هدف
RUR Rankings Agency	ناشر
۲۰۱۳	آغاز انتشار
سالانه	دوره انتشار
۱۰۰۰ مؤسسه	شمار مؤسسه‌های برتر
چهار	شمار شاخص‌ها
۱. آموزش (۴۰٪ امتیاز) ۲. پژوهش (۴۰٪ امتیاز) ۳. تنوع جهانی (۱۰٪ امتیاز) ۴. پایداری مالی (۱۰٪ امتیاز)	شرح و وزن سنجه‌ها
مؤسسه‌هایی که اطلاعاتشان در «پروژه جهانی پروفایل‌های سازمانی» (GIPP) در مؤسسه «کلاریویت آنالیتیکس» باشد در این نظام رتبه‌بندی شرکت داده می‌شوند.	معیار ورود به ارزیابی
نمایه‌نامه استنادی «وب آو ساینس» و پرسشنامه‌ای که مؤسسه‌ها پر می‌کنند.	منبع(های) گردآوری داده
roundranking.com	پایگاه وب
info@roundranking.com	نشانی تماس

۳-۷-۱-۱-۱۲-رتبه‌بندی پژوهشی دانشگاه‌های جهان

رتبه‌بندی پژوهشی دانشگاه‌های جهان	نام
Research Ranking of the Global Universities (RRGU)	نام به زبان انگلیسی
رتبه‌بندی «آر.آر.جی.یو.»	نام کوتاه
تأکید و تمرکز بر جنبه پژوهشی مؤسسه‌ها که داده‌های بسیاری را برای رتبه‌بندی مؤسسه‌ها به کار می‌برد.	هدف
Scholarset	ناشر
۲۰۱۶	آغاز انتشار
سالانه	دوره انتشار
۳۰۰ مؤسسه	شمار مؤسسه‌های برتر
چهار	شمار شاخص‌ها
۱. مجموع برون‌دادهای پژوهشی ۲. تأثیر پژوهش ۳. سرانه تأثیر پژوهش ۴. برون‌دادهای پژوهشی تأثیرگذار	شرح و وزن سنجه‌ها
مؤسسه‌هایی که در پایگاه‌های علم‌سنجی باشند.	معیار ورود به ارزیابی
پایگاه‌های علم‌سنجی	منبع(های) گردآوری داده
scholarset.com/static/2016-global-universities-research-ranking-en.html	پایگاه وب
service@scholarset.com	نشانی تماس

۳-۷-۱-۱-۱۳-رتبه‌بندی جهانی دانشگاهی «گرین متریک» درباره توسعه پایدار

رتبه‌بندی جهانی دانشگاهی «گرین متریک» درباره توسعه پایدار	نام
Green Metric World University Ranking on Sustainability	نام به زبان انگلیسی
رتبه‌بندی «گرین متریک»	نام کوتاه
ارائه چشم‌اندازی جامع از وضعیت و سیاست‌های کنونی محیط زیست و توسعه پایدار در دانشگاه‌های کشورهای گوناگون برای جلب توجه مدیران و سیاست‌گذاران در محیط‌های دانشگاهی به مسائل زیست‌محیطی و مصرف انرژی.	هدف
Universitas Indonesia	ناشر
۲۰۱۰	آغاز انتشار
سالانه	دوره انتشار
۱۰۰۰ مؤسسه	شمار مؤسسه‌های برتر
شش	شمار شاخص‌ها
۱. محیط و زیرساخت (۱۵٪ امتیاز) ۲. انرژی و تغییرات اقلیمی (۲۱٪ امتیاز) ۳. مدیریت پسماند (۱۸٪ امتیاز) ۴. آب (۱۰٪ امتیاز) ۵. حمل و نقل (۱۸٪ امتیاز)	شرح و وزن سنجه‌ها

طراحی و پیاده‌سازی افزونه پیش‌بینی جایگاه دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و مؤسسه‌های آموزش عالی، پژوهشی □ ۶۱

همکاری جهانی	%۲/۵	%۲/۵	%۲/۵	%۲/۵	%۲/۵	%۲/۵
درآمدهای صنعتی	%۲/۵	%۲/۵	%۲/۵	%۲/۵	%۲/۵	%۲/۵
معیار ورود به ارزیابی	مؤسسه‌هایی که دانشجوی کارشناسی نمی‌پذیرند یا در پنج سال گذشته کمتر از ۲۰۰ مقاله در سال منتشر کرده‌اند در این نظام ارزیابی نمی‌شوند. داشتن دست کم ۲۰۰ مقاله برای مؤسسه‌هایی که روی حوزه‌هایی مانند مهندسی یا هنرها کار می‌کنند، نادیده گرفته می‌شود.					
منبع(های) گردآوری داده	پیمایش‌های گوناگون؛ نمایه‌نامه استنادی «اسکوپوس»؛ و پرسشنامه‌ای که مؤسسه‌ها پر می‌کنند.					
پایگاه وب	timeshighereducation.com/world-university-rankings/by-subject					
نشانی تماس	help@timeshighereducation.co.uk					

۳-۷-۱-۲-رتبه‌بندی حوزه‌ای علمی دانشگاه‌های جهان

نام	رتبه‌بندی حوزه‌ای علمی دانشگاه‌های جهان
نام به زبان انگلیسی	Academic Ranking of World Universities-Field (ARWU-FIELD)
نام کوتاه	رتبه‌بندی حوزه‌ای «شانگهای»
پوشش حوزه‌ای	ریاضیات و علوم طبیعی (رطب)؛ مهندسی / فناوری و علوم رایانه (منا)؛ علوم زیستی و کشاورزی (زیس)؛ پزشکی بالینی و داروسازی (پاب)؛ علوم اجتماعی (عاج)
ناشر	Shanghai Ranking Consultancy
آغاز انتشار	۲۰۰۷
دوره انتشار	سالانه
شمار مؤسسه‌های برتر در هر حوزه	۲۰۰ مؤسسه
شمار شاخص‌ها	شش
شرح و وزن سنجه‌ها	رطب
	منا
	عاج
	زیس
	پاب
	۱۰٪
	۱۵٪
معیار ورود به ارزیابی	دانش‌آموختگان برنده جایزه «نوبل» یا جایزه «فیلدز»
	اعضای هیئت علمی برنده جایزه «نوبل» یا جایزه «فیلدز»
	پژوهشگران پر استناد در ۲۱ حوزه موضوعی
	مقاله‌های منتشر شده در نمایه‌های استادی علوم و علوم اجتماعی
	نسبت مقاله‌های منتشر شده در ۲۰ درصد نخست فهرست مجله‌ها
	مخارج پژوهشی مربوط به مهندسی
	۲۵٪
منبع(های) گردآوری داده	داشتن یکی از این معیارها: برنده جایزه «نوبل»، برنده مدال «فیلدز»، پژوهشگر پر استناد، پدیدآور مقاله در مجله‌های «ساینس» یا «نیچر»، یا شمار بسیاری مقاله در نمایه‌های استنادی علوم (SCIE) و علوم اجتماعی (SSCI).
	نمایه‌نامه استنادی «وب آو ساینس»؛ مجله‌های «ساینس» و «نیچر»؛ جایزه «نوبل» (فیزیک، شیمی، پزشکی، و اقتصاد)؛ جایزه «فیلدز» در ریاضیات؛ فهرست پژوهشگران پر استناد «کلاریویت آنالیتیکس»؛ پرسشنامه‌ای که مؤسسه‌ها پر می‌کنند.
پایگاه وب	shanghairanking.com/ARWU-FIELD-Methodology-2015.html
نشانی تماس	contact@shanghairanking.com

۳-۷-۱-۲-۳-رتبه‌بندی موضوعی علمی دانشگاه‌های جهان

نام	رتبه‌بندی موضوعی علمی دانشگاه‌های جهان																														
نام به زبان انگلیسی	Academic Ranking of World Universities-Subject (ARWU-SUBJECT)																														
نام کوتاه	رتبه‌بندی موضوعی «شانگهای»																														
پوشش موضوعی	ریاضیات (ریض)؛ فیزیک (فیز)؛ شیمی (شیم)؛ علوم رایانه (رای)؛ اقتصاد / کسب و کار (اتک)																														
ناشر	Shanghai Ranking Consultancy																														
آغاز انتشار	۲۰۰۹																														
دوره انتشار	سالانه																														
شمار مؤسسه‌های برتر در هر موضوع	۲۰۰ مؤسسه																														
شمار شاخص‌ها	پنج																														
شرح و وزن سنج‌ها	<table><tr><td>ریض</td><td>فیز</td><td>شیم</td><td>رای</td><td>اتک</td></tr><tr><td>دانش آموختگان برنده جایزه «نوبل» یا جایزه «فیلدز»</td><td>%۱۰</td><td>%۱۰</td><td>%۱۰</td><td>%۱۰</td></tr><tr><td>اعضای هیئت علمی برنده جایزه «نوبل» یا جایزه «فیلدز»</td><td>%۱۵</td><td>%۱۵</td><td>%۱۵</td><td>%۱۵</td></tr><tr><td>پژوهشگران پر استناد در ۲۱ حوزه موضوعی</td><td>%۲۵</td><td>%۲۵</td><td>%۲۵</td><td>%۲۵</td></tr><tr><td>مقاله‌های منتشر شده در نمایه‌های استنادی علوم و علوم اجتماعی</td><td>%۲۵</td><td>%۲۵</td><td>%۲۵</td><td>%۲۵</td></tr><tr><td>نسبت مقاله‌های منتشر شده در ۲۰ درصد نخست فهرست مجله‌ها</td><td>%۲۵</td><td>%۲۵</td><td>%۲۵</td><td>%۲۵</td></tr></table>	ریض	فیز	شیم	رای	اتک	دانش آموختگان برنده جایزه «نوبل» یا جایزه «فیلدز»	%۱۰	%۱۰	%۱۰	%۱۰	اعضای هیئت علمی برنده جایزه «نوبل» یا جایزه «فیلدز»	%۱۵	%۱۵	%۱۵	%۱۵	پژوهشگران پر استناد در ۲۱ حوزه موضوعی	%۲۵	%۲۵	%۲۵	%۲۵	مقاله‌های منتشر شده در نمایه‌های استنادی علوم و علوم اجتماعی	%۲۵	%۲۵	%۲۵	%۲۵	نسبت مقاله‌های منتشر شده در ۲۰ درصد نخست فهرست مجله‌ها	%۲۵	%۲۵	%۲۵	%۲۵
ریض	فیز	شیم	رای	اتک																											
دانش آموختگان برنده جایزه «نوبل» یا جایزه «فیلدز»	%۱۰	%۱۰	%۱۰	%۱۰																											
اعضای هیئت علمی برنده جایزه «نوبل» یا جایزه «فیلدز»	%۱۵	%۱۵	%۱۵	%۱۵																											
پژوهشگران پر استناد در ۲۱ حوزه موضوعی	%۲۵	%۲۵	%۲۵	%۲۵																											
مقاله‌های منتشر شده در نمایه‌های استنادی علوم و علوم اجتماعی	%۲۵	%۲۵	%۲۵	%۲۵																											
نسبت مقاله‌های منتشر شده در ۲۰ درصد نخست فهرست مجله‌ها	%۲۵	%۲۵	%۲۵	%۲۵																											
معیار ورود به ارزیابی	داشتن یکی از این معیارها: برنده جایزه «نوبل»، برنده مدال «فیلدز»، پژوهشگر پر استناد، پدیدآور مقاله در مجله‌های «ساینس» یا «نیچر»، یا شمار بسیاری مقاله در نمایه‌های استنادی علوم (SCIE) و علوم اجتماعی (SSCI).																														
منبع(های) گردآوری داده	نمایه‌نامه استنادی «وب آو ساینس»؛ مجله‌های «ساینس» و «نیچر»؛ جایزه «نوبل» (فیزیک، شیمی، پزشکی، و اقتصاد)؛ جایزه «فیلدز» در ریاضیات؛ فهرست پژوهشگران پر استناد «کلاریویت آنالیتیکس»؛ پرسشنامه‌ای که مؤسسه‌ها پر می‌کنند.																														
پایگاه وب	shanghairanking.com/ARWU-SUBJECT-Methodology-2015.html																														
نشانی تماس	contact@shanghairanking.com																														

۳-۷-۱-۲-۴-رتبه‌بندی حوزه‌ای جهانی دانشگاه‌های «کیو. اس.»

نام	رتبه‌بندی حوزه‌ای جهانی دانشگاه‌های «کیو. اس.»
نام به زبان انگلیسی	QS World University Rankings by Faculty
نام کوتاه	رتبه‌بندی حوزه‌ای «کیو. اس.»
پوشش حوزه‌ای	هنر و علوم انسانی (هنا)؛ مهندسی و فناوری (منا)؛ علوم زیستی و پزشکی (زیس)؛ علوم طبیعی (رطب)؛ علوم اجتماعی و مدیریت (عاج)
ناشر	Quacquarelli Symonds Limited

آغاز انتشار	۲۰۱۱
دوره انتشار	سالانه
شمار مؤسسه‌های برتر در هر حوزه	متفاوت
شمار شاخص‌ها	چهار
شرح و وزن سنجه‌ها	۱. آوازه علمی ۲. آوازه شغلی (دیدگاه کارفرماها درباره کیفیت کاری دانش‌آموختگان) ۳. سرانه استناد به انتشارات ۴. شاخص «اچ»
معیار ورود به ارزیابی	۳۰۰۰ مؤسسه بر پایه نظام‌های رتبه‌بندی ملی، پیمایش‌های جهانی، درخواست مؤسسه‌ها، و درخواست‌های افراد ارزیابی و با یکدیگر مقایسه می‌کند.
منبع(های) گردآوری داده	پیمایش اعضای هیئت علمی درباره جایگاه علمی مؤسسه‌ها؛ پیمایش کارفرمایان پیرامون کیفیت کار دانش‌آموختگان؛ نمایه‌نامه استنادی «اسکوپوس»؛ و پرسشنامه‌ای که مؤسسه‌ها پر می‌کنند.
پایگاه وب	topuniversities.com/faculty-rankings
نشانی تماس	rankings@qs.com

۳-۷-۱-۲-۵- رتبه‌بندی موضوعی جهانی دانشگاه‌های «کیو. اس.»

نام	رتبه‌بندی موضوعی جهانی دانشگاه‌های «کیو. اس.»
نام به زبان انگلیسی	QS World University Rankings by Subject
نام کوتاه	رتبه‌بندی موضوعی «کیو. اس.»
پوشش موضوعی	هنر و علوم انسانی (هنر و طراحی، زبان و ادبیات انگلیسی، تاریخ، زبان‌شناسی، زبان‌های نوین، فلسفه)؛ مهندسی و فناوری (معماری، مهندسی شیمی، مهندسی عمران و سازه، علوم رایانه، مهندسی برق و الکترونیک، مهندسی مکانیک - هوافضا - صنایع)؛ علوم زیستی و پزشکی (کشاورزی و جنگل‌داری، زیست‌شناسی، دندان‌پزشکی، پزشکی، داروشناسی و داروسازی، روان‌شناسی، دامپزشکی)؛ علوم طبیعی (فیزیک و ستاره‌شناسی، ریاضیات، محیط زیست، زمین‌شناسی و دریانوردی، شیمی، علوم مواد، جغرافیا)؛ علوم اجتماعی (حسابداری و مدیریت مالی، کسب‌وکار و مدیریت، ارتباطات و مطالعات رسانه، مطالعات توسعه، اقتصاد و اقتصادسنجی، علوم تربیتی، حقوق، علوم سیاسی و روابط بین‌الملل، جامعه‌شناسی، آمار)
ناشر	Quacquarelli Symonds Limited
آغاز انتشار	۲۰۱۱
دوره انتشار	سالانه
شمار مؤسسه‌های برتر در هر موضوع	۱۰۰ مؤسسه
شمار شاخص‌ها	چهار
شرح و وزن سنجه‌ها	۱. آوازه علمی ۲. آوازه شغلی (دیدگاه کارفرماها درباره کیفیت کاری دانش‌آموختگان) ۳. سرانه استناد به انتشارات ۴. شاخص «اچ»

معیار ورود به ارزیابی	۳۰۰۰ مؤسسه بر پایه نظام‌های رتبه‌بندی ملی، پیمایش‌های جهانی، درخواست مؤسسه‌ها، و درخواست‌های افراد ارزیابی و با یکدیگر مقایسه می‌کند.
منبع(های) گردآوری داده	پیمایش اعضای هیئت علمی درباره جایگاه علمی مؤسسه‌ها؛ پیمایش کارفرمایان پیرامون کیفیت کار دانش‌آموختگان؛ نمایه‌نامه استنادی «اسکوپوس»؛ پرسشنامه‌ای که مؤسسه‌ها پر می‌کنند.
پایگاه وب	topuniversities.com/subject-rankings
نشانی تماس	rankings@qs.com

۳-۷-۱-۲-۶- رتبه‌بندی موضوعی دانشگاه‌ها بر پایه عملکرد علمی

نام	رتبه‌بندی موضوعی دانشگاه‌ها بر پایه عملکرد علمی
نام به زبان انگلیسی	Field Based University Ranking by Academic Performance (URAP)
نام کوتاه	رتبه‌بندی موضوعی «یورپ»
پوشش موضوعی	ریاضیات؛ علوم فیزیکی؛ شیمی؛ زمین‌شناسی؛ محیط زیست؛ زیست‌شناسی؛ کشاورزی و دامپزشکی؛ علوم رایانه و اطلاعات؛ مهندسی؛ فناوری؛ علوم پزشکی و بهداشت؛ معماری و طراحی؛ علوم تربیتی؛ اقتصاد؛ تجارت، مدیریت، گردشگری، و خدمات؛ جامعه‌شناسی؛ روان‌شناسی و علوم شناختی؛ حقوق و مطالعات قانونی؛ مطالعات نگارش و هنرهای خلاق؛ زبان، ارتباطات، و فرهنگ؛ تاریخ و باستان‌شناسی؛ فلسفه و مطالعات مذهبی؛ میان‌رشته‌ای
ناشر	Institute of Middle East Technical University
آغاز انتشار	۲۰۱۱
دوره انتشار	سالانه
شمار مؤسسه‌های برتر در هر موضوع	شمار مؤسسه‌ها در موضوع‌های گوناگون متفاوت است.
شمار شاخص‌ها	شش
شرح و وزن سنجه‌ها	۱. شمار مقاله‌های سال گذشته (۲۱٪ امتیاز) ۲. شمار استادهاى سه سال گذشته به مقاله‌های همان سه سال (۲۱٪ امتیاز) ۳. شمار کل انتشارات سه سال گذشته (مقاله، مقاله همایش، و غیره) (۱۰٪ امتیاز) ۴. بهره‌وری علمی بر پایه سرانه استاد مؤسسه در برابر سرانه جهانی (۱۸٪ امتیاز) ۵. تأثیر پژوهشی بر پایه سرانه استاد مؤسسه در برابر با سرانه جهانی (۱۵٪ امتیاز) ۶. همکاری جهانی (۱۵٪ امتیاز)
معیار ورود به ارزیابی	۲۵۰۰ مؤسسه با بیش‌ترین شمار انتشارات در نمایه‌نامه استنادی «وب آو ساینس» گزینش و سپس رتبه آن‌ها در رشته‌های گوناگون روی وب منتشر می‌شود.
منبع(های) گردآوری داده	نمایه‌نامه استنادی «وب آو ساینس»
پایگاه وب	urapcenter.org/2014/fields.php
نشانی تماس	urapcenter.org/2015/contact.php

۳-۷-۱-۲-۷-رتبه‌بندی حوزه‌ای عملکرد مقاله‌های علمی دانشگاه‌های جهان

رتبه‌بندی حوزه‌ای عملکرد مقاله‌های علمی دانشگاه‌های جهان	نام
Performance Ranking of Scientific Papers for World Universities by Field	نام به زبان انگلیسی
رتبه‌بندی حوزه‌ای دانشگاه ملی تایوان	نام کوتاه
کشاورزی؛ پزشکی بالینی؛ مهندسی؛ علوم زیستی؛ علوم طبیعی؛ علوم اجتماعی	پوشش حوزه‌ای
National Taiwan University (NTU)	ناشر
۲۰۱۱	آغاز انتشار
سالانه	دوره انتشار
۳۰۰ مؤسسه	شمار مؤسسه‌های برتر در هر حوزه
هشت	شمار شاخص‌ها
۱. بهره‌وری پژوهشی (۲۵٪ امتیاز): شمار مقاله‌ها در ۱۱ سال پیش (۱۰٪ امتیاز) و شمار مقاله‌ها در سال پیش (۱۵٪ امتیاز)	شرح و وزن سنجه‌ها
۲. تأثیر پژوهشی (۳۵٪ امتیاز): شمار استنادها در ۱۱ سال پیش (۱۵٪ امتیاز)، شمار استنادها در دو سال پیش (۱۰٪ امتیاز)، و میانگین استنادها در ۱۱ سال پیش (۱۰٪ امتیاز)	
۳. تعالی پژوهشی (۴۰٪ امتیاز): شاخص «اچ» در دو سال پیش (۱۰٪ امتیاز)، شمار مقاله‌های پر استناد در ۱۰ سال پیش (۱۵٪ امتیاز)، و شمار مقاله‌ها در مجله‌های با ضریب تأثیر بالا در دو سال پیش (۱۵٪ امتیاز)	
۷۰۰ مؤسسه برتر از ۴۰۰۰ مؤسسه در پایگاه «شاخص‌های ضروری علم» (Essential Science Indicators) برای ارزیابی بیشتر گزینش می‌شوند.	معیار ورود به ارزیابی
نمایه‌نامه استنادی «وب آو ساینس» و شاخص «اچ» «کلاریویت آنالیتیکس»	منبع(های) گردآوری داده
nturanking.lis.ntu.edu.tw/Others/FieldList-enus.aspx	پایگاه وب
lis@ntu.edu.tw, mhhuang@ntu.edu.tw	نشانی تماس

۳-۷-۱-۲-۸-رتبه‌بندی موضوعی عملکرد مقاله‌های علمی دانشگاه‌های جهان

رتبه‌بندی موضوعی عملکرد مقاله‌های علمی دانشگاه‌های جهان	نام
Performance Ranking of Scientific Papers for World Universities by Subject	نام به زبان انگلیسی
رتبه‌بندی موضوعی دانشگاه ملی تایوان	نام کوتاه
کشاورزی؛ مهندسی عمران؛ علوم رایانه؛ مهندسی شیمی؛ شیمی؛ مهندسی برق؛ محیط زیست و بوم‌شناسی؛ علوم زمین؛ مهندسی مکانیک؛ علوم مواد؛ ریاضیات؛ جانورشناسی و گیاه‌شناسی؛ فیزیک؛ داروشناسی و سم‌شناسی	پوشش موضوعی
National Taiwan University (NTU)	ناشر
۲۰۱۱	آغاز انتشار
سالانه	دوره انتشار

شمار مؤسسه‌های برتر در هر موضوع	۵۰۰ مؤسسه
شمار شاخص‌ها	هشت
شرح و وزن سنج‌ها	۱. بهره‌وری پژوهشی (۲۵٪ امتیاز): شمار مقاله‌ها در ۱۱ سال پیش (۱۰٪ امتیاز) و شمار مقاله‌ها در سال پیش (۱۵٪ امتیاز) ۲. تأثیر پژوهشی (۳۵٪ امتیاز): شمار استنادها در ۱۱ سال پیش (۱۵٪ امتیاز)، شمار استنادها در دو سال پیش (۱۰٪ امتیاز)، و میانگین استنادها در ۱۱ سال پیش (۱۰٪ امتیاز) ۳. تعالی پژوهشی (۴۰٪ امتیاز): شاخص «اچ» در دو سال پیش (۱۰٪ امتیاز)، شمار مقاله‌های پر استناد در ۱۰ سال پیش (۱۵٪ امتیاز)، و شمار مقاله‌ها در مجله‌های با ضریب تأثیر بالا در دو سال پیش (۱۵٪ امتیاز)
معیار ورود به ارزیابی	۷۰۰ مؤسسه برتر از ۴۰۰۰ مؤسسه در پایگاه «شاخص‌های ضروری علم» (Essential Science Indicators) برای ارزیابی بیشتر گزینش می‌شوند.
منبع(های) گردآوری داده	نمایه‌نامه استنادی «وب آو ساینس» و شاخص «اچ» «کلاریویت آنالیتیکس»
پایگاه وب	nturanking.lis.ntu.edu.tw/Others/SubjectList-enus.aspx
نشانی تماس	lis@ntu.edu.tw , mhhuang@ntu.edu.tw

۳-۷-۱-۲-۹- رتبه‌بندی موضوعی بهترین دانشگاه‌های جهان «یو. اس. نیوز»

نام	رتبه‌بندی موضوعی بهترین دانشگاه‌های جهان «یو. اس. نیوز»			
نام به زبان انگلیسی	U.S. News Best Global Universities rankings by Subject			
نام کوتاه	رتبه‌بندی موضوعی «یو. اس. نیوز»			
پوشش موضوعی	کشاورزی؛ هنر و علوم انسانی؛ زیست‌شناسی و بیوشیمی؛ شیمی؛ پزشکی بالینی؛ علوم رایانه؛ اقتصاد و کسب‌وکار؛ مهندسی؛ محیط زیست/ بوم‌شناسی؛ زمین‌شناسی؛ ایمنی‌شناسی؛ علوم مواد؛ ریاضیات؛ میکروبی‌شناسی؛ ژنتیک و زیست‌شناسی مولکولی؛ علوم اعصاب و رفتارشناسی؛ داروشناسی و سم‌شناسی؛ گیاه‌شناسی و جانورشناسی؛ روان‌درمانی/ روان‌شناسی؛ علوم اجتماعی و بهداشت عمومی؛ علوم فضا			
ناشر	U.S. News			
آغاز انتشار	۲۰۱۴			
دوره انتشار	سالانه			
شمار مؤسسه‌های برتر در هر موضوع	۵۰۰ مؤسسه			
شمار شاخص‌ها	۱۰			
شرح و وزن سنج‌ها	علوم سخت	علوم نرم	هنر و علوم انسانی	
	آوازه جهانی در پژوهش	%۱۲/۵	%۱۲/۵	%۲۰
	آوازه منطقه‌ای در پژوهش	%۱۲/۵	%۱۲/۵	%۱۵
	شمار انتشارات	%۱۵	%۱۷/۵	%۱۰

طراحی و پیاده‌سازی افزونه پیش‌بینی جایگاه دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و مؤسسه‌های آموزش عالی، پژوهشی □ ۶۷

کتاب‌ها	۰	۰	۵٪
همایش‌ها	۰	۰	۱/۶٪
تأثیر استنادی تعدیل شده	۱۰٪	۷/۵٪	۷/۵٪
کل استنادها	۱۵٪	۱۲/۵٪	۷/۵٪
شمار انتشارات موجود در ۱۰ درصد انتشارات پر استناد	۱۵٪	۱۷/۵٪	۷/۵٪
نسبت انتشارات موجود در ۱۰ درصد انتشارات پر استناد	۱۰٪	۱۰٪	۷/۵٪
همکاری جهانی	۱۰٪	۱۰٪	۵٪
معیار ورود به ارزیابی	۱۰۰۰ مؤسسه برتر بر پایه پایگاه‌های «کلاریویت آنالیتیکس» برای ارزیابی گرینش می‌شوند.		
منبع(های) گردآوری داده	پیمایش آوازه علمی «کلاریویت آنالیتیکس»؛ ^۱ پایگاه «کلاریویت آنالیتیکس این ساینس» ^۲ و نمایه‌نامه استنادی «وب آو ساینس»		
پایگاه وب	usnews.com/education/best-global-universities/rankings?int=a27a09		
نشانی تماس	usnews.com/info/features/contact		

۳-۷-۱-۲-۱۰- رتبه‌بندی موضوعی دانشگاهی «راوند»

نام	رتبه‌بندی موضوعی دانشگاهی «راوند»
نام به زبان انگلیسی	by Subject Round University Rankings
نام کوتاه	رتبه‌بندی موضوعی «راوند»
پوشش موضوعی	علوم انسانی (هنا)؛ علوم زیستی (زیس)؛ علوم پزشکی (پاب)؛ علوم طبیعی (رطب)؛ علوم اجتماعی (عاج)؛ علوم فنی و مهندسی (منا)
ناشر	RUR Rankings Agency
آغاز انتشار	۲۰۱۴
دوره انتشار	سالانه
شمار مؤسسه‌های برتر در هر موضوع	متفاوت
شمار شاخص‌ها	۴
شرح و وزن سنجه‌ها	۱. آموزش (۴۰٪ امتیاز) ۲. پژوهش (۴۰٪ امتیاز) ۳. تنوع جهانی (۱۰٪ امتیاز) ۴. پایداری مالی (۱۰٪ امتیاز)
معیار ورود به ارزیابی	مؤسسه‌هایی که اطلاعاتشان در «پروژه جهانی پروفایل‌های سازمانی» (GIPP) - که توسط مؤسسه «کلاریویت آنالیتیکس» گردآوری می‌شود، ثبت شده باشد در این نظام رتبه‌بندی شرکت داده می‌شوند.
منبع(های) گردآوری داده	نمایه‌نامه استنادی «وب آو ساینس» و پرسشنامه‌هایی که مؤسسه‌ها پر می‌کنند.
پایگاه وب	roundranking.com
نشانی تماس	info@roundranking.com

¹ Clarivate Analytics

² InCites

۳-۷-۲ - برپایه محیط

بر پایه محیط، می‌توان نظام‌های رتبه‌بندی مؤسسه‌های آموزش عالی را به دو دسته محیط وب و محیط فراگیر دسته‌بندی کرد.

۳-۷-۲-۱ - نظام‌های رتبه‌بندی وب مؤسسه‌ها

به دلیل اهمیتی که امروزه وب در فضای دانشگاهی و پیوندهای علمی دارد، برخی از نظام‌های رتبه‌بندی تنها به دنبال سنجش عملکرد مؤسسه‌ها در این فضای تازه هستند. در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره شده است.

۳-۷-۲-۱-۱ - رتبه‌بندی وب دانشگاه‌ها

نام	رتبه‌بندی وب دانشگاه‌ها
نام به زبان انگلیسی	Ranking Web of Universities (Webometrics)
نام کوتاه	رتبه‌بندی «وبومتریکس»
هدف	بهبود وضعیت حضور علمی در وب و پشتیبانی از جریان دسترسی آزاد
ناشر	Cybermetrics Lab (Spanish National Research Council, CSIC)
آغاز انتشار	۲۰۰۴
دوره انتشار	شش ماهه
شمار مؤسسه‌های برتر	بیش از ۲۰۰۰۰ مؤسسه
شمار شاخص‌ها	چهار
شرح و وزن سنجه‌ها	۱. حضور (دانش هم‌رسانی شده به شکل عمومی): شمار برگ‌های وب وبگاه یک مؤسسه (منبع: «گوگل» (۵٪ امتیاز) ۲. مشاهده‌پذیری (تأثیر محتوای وب): شمار کل پیوندهای خارجی به وبگاه مؤسسه (منبع: «ای‌هرف» و «مجستیک» (۵۰٪ امتیاز) ۳. شفافیت (باز بودن): شمار اسنادها به ۱۱۰ پدیدآور پراستناد یک مؤسسه منهای ۱۰ نفری که به شکل غیرمعمول اسناد گرفته‌اند (منبع: پروفایل‌های گوگل اسکالر) (۱۰٪ امتیاز) ۴. سرآمدی (پژوهش): شمار انتشارات پر استناد (۱۰٪ نخست در ۲۶ زمینه علمی) پنج سال گذشته بر پایه داده‌های «سکیمگو» (۳۵٪ امتیاز)
معیار ورود به ارزیابی	مؤسسه‌هایی که دارای دامنه دانشگاهی (مانند ac یا edu) هستند و مؤسسه‌های معتبر آموزشی - پژوهشی دیگری که دامنه دانشگاهی ندارند در این نظام ارزیابی می‌شوند.
منبع(های) گردآوری داده	موتور جست‌وجوی «گوگل»؛ موتور جست‌وجوی «یاهو»؛ موتور جست‌وجوی «بینگ»؛ «گوگل اسکالر»؛ مؤسسه «سکیمگو»
پایگاه وب	webometrics.info
نشانی تماس	isidro.aguillo@cchs.csic.es

۳-۷-۲-۱-۲-رتبه‌بندی وب پژوهشگاه‌ها

رتبه‌بندی وب پژوهشگاه‌ها	نام
Ranking Web of Research Centers (Webometrics)	نام به زبان انگلیسی
رتبه‌بندی «وبومتریکس»	نام کوتاه
بهبود وضعیت حضور علمی در وب و پشتیبانی از جریان دسترسی آزاد.	هدف
Cybermetrics Lab (Spanish National Research Council, CSIC)	ناشر
۲۰۰۶	آغاز انتشار
سالانه	دوره انتشار
بیش از ۸۰۰۰ مؤسسه	شمار مؤسسه‌های برتر
چهار	شمار شاخص‌ها
۱. پیوند به/از وبگاه مؤسسه (رؤیت‌پذیری): شمار پیوندهای واحد دریافت شده در یک وبگاه، بر پایه وبگاه «یاهو» (۵۰٪ امتیاز)	شرح و وزن سنجه‌ها
۲. حجم وب (حضور): شمار صفحه‌های وب بازبایی شده از موتورهای جست‌وجوی «گوگل»، «یاهو»، و «بینگ» (۱۰٪ امتیاز)	
۳. شمار فایل‌های غنی (دسترسی): فایل‌های PDF، PS، DOC، و PPT(X) (۱۰٪ امتیاز)	
۴. پژوهش (ممتازی): شمار انتشارات پنج سال گذشته در «گوگل اسکالر» (۳۰٪ امتیاز)	
مؤسسه‌هایی که دارای دامنه دانشگاهی (مانند .ac یا .edu) هستند و مؤسسه‌های معتبر آموزشی - پژوهشی دیگری که دامنه دانشگاهی ندارند.	معیار ورود به ارزیابی
موتور جست‌وجوی «گوگل»؛ موتور جست‌وجوی «یاهو»؛ موتور جست‌وجوی «بینگ»؛ «گوگل اسکالر»؛ و مؤسسه «سکیمگو»	منبع(های) گردآوری داده
research.webometrics.info	پایگاه وب
isidro.aguillo@cchs.csic.es	نشانی تماس

۳-۷-۲-۱-۳-رتبه‌بندی جهانی وب دانشگاه‌ها و کالج‌ها

رتبه‌بندی جهانی وب دانشگاه‌ها و کالج‌ها	نام
International Colleges & Universities Web Ranking	نام به زبان انگلیسی
رتبه‌بندی «فور. آی. سی. یو.»	نام کوتاه
بهبود وضعیت حضور علمی در وب و پشتیبانی از جریان دسترسی آزاد.	هدف
4 International Colleges & Universities (4ICU)	ناشر
۲۰۰۵	آغاز انتشار
سالانه	دوره انتشار
بیش از ۱۱۰۰۰ مؤسسه	شمار مؤسسه‌های برتر
پنج	شمار شاخص‌ها
۱. «پیچ‌رنک» «گوگل»	شرح و وزن سنجه‌ها
۲. رتبه ترافیک «الکسا»	
۳. شمار پیوندها به ازای هر دامنه	

۴. استاندارد: مقیاسی از صفر تا ۱۰۰ که مؤسسه «مجستیک» به هر وبگاه می‌دهد	
۵. اعتماد: مقیاسی از صفر تا ۱۰۰ که مؤسسه «مجستیک» به هر وبگاه می‌دهد	
مؤسسه‌هایی که: (۱) یک نهاد ملی، منطقه‌ای، یا جهانی آنها را تأیید کند؛ (۲) مقاطع تحصیلی چهار ساله یا/ و تحصیلات تکمیلی را پوشش دهند؛ و (۳) از آموزش چهره‌به‌چهره و حضوری پشتیبانی کنند.	معیار ورود به ارزیابی
موتور جست‌وجوی «گوگل»؛ وبگاه «الکسا» (Alexa)؛ و «مجستیک سئو» (Majestic Seo)	منبع(های) گردآوری داده
4icu.org	پایگاه وب
4icu.org/about/contact.htm	نشانی تماس

۳-۲-۲- نظام‌های رتبه‌بندی جامع مؤسسه‌ها

همه نظام‌هایی که در بخش «نظام‌های رتبه‌بندی فراگیر» (زیرمجموعه بر پایه دامنه) معرفی شدند آن‌هایی هستند که تنها فضای وب را در کانون توجه جای نداده‌اند و همه ابعاد یک مؤسسه را ارزیابی می‌کنند. از نمونه این نظام‌های رتبه‌بندی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- رتبه‌بندی جهانی دانشگاه‌های «مؤسسه آموزش عالی تایمز»
- رتبه‌بندی علمی دانشگاه‌های جهان
- رتبه‌بندی جهانی دانشگاه‌های «کیو. اس.»
- رتبه‌بندی دانشگاه‌ها بر پایه عملکرد علمی
- رتبه‌بندی مرکز مطالعات علوم و فناوری «لایدن»
- رتبه‌بندی یو - مالتی رنک
- رتبه‌بندی عملکرد مقاله‌های علمی دانشگاه‌های جهان
- رتبه‌بندی بهترین دانشگاه‌های جهان «یو. اس. نیوز»
- رتبه‌بندی دانشگاه‌های جهان
- رتبه‌بندی مؤسسه‌های «سکیمگو»
- رتبه‌بندی دانشگاهی «راوند»
- رتبه‌بندی پژوهشی دانشگاه‌های جهان
- رتبه‌بندی جهانی دانشگاهی «گرین‌متریک» درباره توسعه پایدار
- رتبه‌بندی کیفیت پژوهش «آی. تی. یو.»
- رتبه‌بندی آوازه «رار»
- رتبه‌بندی مؤسسه‌های آکادمیک «نیچر ایندکس»

□ رتبه‌بندی دانشگاه‌های آسیایی «مؤسسه آموزش عالی تایمز»

□ رتبه‌بندی «سای‌ویژنز»

۳-۷-۳- برپایه جغرافیا

افزون بر این، می‌توان نظام‌های رتبه‌بندی را نیز بر پایه جغرافیایی که پوشش می‌دهند به دسته‌های گوناگونی گروه‌بندی کرد. برای نمونه، برخی از آنها تنها مؤسسه‌های یک کشور را ارزیابی می‌کنند، برخی دیگر اما مؤسسه‌های یک منطقه را در کانون توجه جای می‌دهند. به هر شکل، دسته‌های متفاوتی از آنها در ادامه معرفی شده‌اند.

۳-۷-۳-۱- نظام‌های محلی رتبه‌بندی

نظام‌های محلی رتبه‌بندی در برابر دیگر گونه‌ها گستره کمتری دارند و مؤسسه‌های کمتری پوشش می‌دهند. این گونه نظام‌های رتبه‌بندی اغلب برای سنجش مؤسسه‌های یک استان/شهر در یک کشور به کار می‌روند. از نمونه این نظام‌های رتبه‌بندی می‌توان به «برترین دانشگاه‌ها در تهران» (از فور آی. سی. یو.) اشاره کرد.^۱ به همین ترتیب، برای شهرهای دیگر جهان نیز این رتبه‌بندی در دسترس است.

۳-۷-۳-۲- نظام‌های ملی رتبه‌بندی

نظام‌های رتبه‌بندی ملی، یعنی آنها که به دنبال سنجش مؤسسه‌های آموزش عالی یک کشور هستند، تاریخی طولانی‌تر از دیگر گونه‌ها دارند و نخستین نظام‌های رتبه‌بندی در آموزش عالی به شمار می‌روند. امروزه بیشتر کشورهای جهان دست کم یک نظام رتبه‌بندی برای مؤسسه‌های خود طراحی کرده‌اند. برخی از کشورها، همانند ایالات متحده، چین، فرانسه، انگلستان، و کانادا بیش از یک نظام رتبه‌بندی دارند. در ایران نیز «پایگاه استنادی علوم جهان اسلام»^۲ به رتبه‌بندی مؤسسه‌های آموزش عالی ایران می‌پردازد.

۳-۷-۳-۳- نظام‌های منطقه‌ای رتبه‌بندی

برخی از نظام‌های رتبه‌بندی می‌کوشند تا مؤسسه‌های یک منطقه ویژه را ارزیابی و رتبه‌بندی کنند. منطقه می‌تواند یک قاره باشد یا یک کنسرسیوم میان چند کشور. از نمونه این نظام‌های رتبه‌بندی می‌توان موارد زیر را نام برد:

- رتبه‌بندی منطقه‌ای دانشگاه‌های «کیو. اس.» (دربردارنده منطقه‌های آسیا، منطقه عرب، آمریکای لاتین، اروپای نوپدید و آسیای میانه، و بریکس)
- رتبه‌بندی دانشگاه‌های آسیا (مؤسسه آموزش عالی تایمز)

¹ 4icu.org/ir/tehran

² ur.isc.gov.ir

- برترین دانشگاه‌ها در مناطق آمریکا (یو. اس. نیوز)

۳-۷-۳-۴- نظام‌های جهانی رتبه‌بندی

سرانجام، برخی از نظام‌های رتبه‌بندی، فارغ از مؤسسه‌های یک کشور/ منطقه، به سنجش و رتبه‌بندی همه مؤسسه‌های جهان دست می‌زنند. این نظام‌ها پوششی جهانی دارند و از دیگر نظام‌های رتبه‌بندی پرآوازه‌ترند. شماری از این گونه نظام‌ها در زیر آمده‌اند:

- رتبه‌بندی جهانی دانشگاه‌های «مؤسسه آموزش عالی تایمز»
- رتبه‌بندی علمی دانشگاه‌های جهان
- رتبه‌بندی جهانی دانشگاه‌های «کیو. اس.»
- رتبه‌بندی دانشگاه‌ها بر پایه عملکرد علمی
- رتبه‌بندی مرکز مطالعات علوم و فناوری «لایدن»
- رتبه‌بندی یو - مالتی رنک
- رتبه‌بندی عملکرد مقاله‌های علمی دانشگاه‌های جهان
- رتبه‌بندی بهترین دانشگاه‌های جهان «یو. اس. نیوز»
- رتبه‌بندی دانشگاه‌های جهان
- رتبه‌بندی مؤسسه‌های «سکیمگو»
- رتبه‌بندی دانشگاهی «راوند»
- رتبه‌بندی پژوهشی دانشگاه‌های جهان
- رتبه‌بندی جهانی دانشگاهی «گرین متریک» درباره توسعه پایدار
- رتبه‌بندی کیفیت پژوهش «آی. تی. یو.»
- رتبه‌بندی آوازه «رار»
- رتبه‌بندی مؤسسه‌های آکادمیک «نیچر ایندکس»
- رتبه‌بندی دانشگاه‌های آسیایی «مؤسسه آموزش عالی تایمز»
- رتبه‌بندی «سای ویزنز»^۱

فصل چهارم

راهکارهای بهبود جایگاه مؤسسه‌های آموزش

عالی در نظام‌های فراگیر رتبه‌بندی جهانی

۴-۱- مقدمه

نظام‌های رتبه‌بندی مؤسسه‌ها اگر نگوییم همه، بیشتر مؤسسه‌های آموزش عالی به دنبال آن هستند که به گونه‌ای جایگاه خود را در نظام‌های رتبه‌بندی ملی و جهانی بهبود بخشند. برخی از مؤسسه‌ها حتی به روش‌های غیرمعمول و غیراخلاقی به دنبال آن هستند تا رتبه خود را در نظام‌های رتبه‌بندی تغییر دهند. برای نمونه، در چند سال گذشته برخی از مؤسسه‌ها کوشیده‌اند تا با دستکاری شمار استنادها یا دیگر امتیازهای خود به بهبود جایگاه کمک کنند (Hazelkorn 2015, Oravec 2020). این امر نشان از تمایل مؤسسه‌ها به بهبود جایگاه رتبه خود - گاه به هر شکل و شیوه‌ای - دارد.

از این رو، مسئله دیگری که در کانون توجه طرح کنونی، افزون بر پیش‌بینی رتبه مؤسسه‌ها — جای گرفته، ارائه پیشنهادهایی کاربردی و عملیاتی برای بهبود رتبه آن‌ها است. به گفته دیگر، پس از آنکه رتبه یک مؤسسه، بر پایه سنج‌های گوناگون در یک نظام رتبه‌بندی، پیش‌بینی شد، بناست که سامانه راهکارهایی برای بهبود رتبه به آن‌ها پیشنهاد دهد. این پیشنهادها نیز بر پایه امتیازی که مؤسسه‌ها در سنج‌های گوناگون می‌آورند ارائه خواهند شد. برای نمونه، اگر سامانه پیش‌بینی کرد که امتیاز یک مؤسسه در سنج «شمار استنادها» در سال آینده ۲۰ درصد کاهش می‌یابد، پیداست که این افت امتیاز بر رتبه مؤسسه در سال آینده تأثیر خواهد گذاشت. در چنین شرایطی، سامانه پیشنهادهایی کاربردی به مؤسسه می‌دهد تا با یاری آن‌ها «شمار استنادهای» خود را بهبود بخشد و به این ترتیب بتواند در سال آینده جایگاه بهتری به دست آورد.

۴-۲- شاخص‌ها/سنج‌های ارزیابی در نظام‌های رتبه‌بندی

نخستین کار برای ارائه پیشنهادها کاربردی آن است که سنج‌های بکارگرفته شده در نظام‌های رتبه‌بندی به شکل درست و دقیقی شناسایی و تحلیل شوند. پس از شناسایی و تحلیل این سنج‌ها می‌توان پیشنهادهایی برای بهبود هر یک از آن‌ها ارائه کرد. آن‌گونه که گفته شد، بر پایه شرطی که برای پیش‌بینی نتایج یک نظام رتبه‌بندی گذاشته شد، هفت نظام فراگیر رتبه‌بندی گزینش شدند تا در سامانه «نما» نتایج سال آینده آن‌ها پیش‌بینی شود. این هفت نظام عبارت بودند از:

□ رتبه‌بندی جهانی دانشگاه‌های مؤسسه آموزش عالی «تایمز»؛

□ رتبه‌بندی علمی دانشگاه‌های جهانی (شانگهای)؛

□ رتبه‌بندی جهانی دانشگاه‌های «کیو. اس.»؛

□ رتبه‌بندی دانشگاه‌ها بر پایه عملکرد علمی (یورپ)؛

□ رتبه‌بندی عملکرد مقاله‌های علمی دانشگاه‌های جهان (تایوان)؛

□ رتبه‌بندی دانشگاه‌های «راوند»؛

□ رتبه‌بندی دانشگاه‌های جهان (سی. دبلیو. یو. آر.).

به هر شکل، لازم است که شاخص‌ها و سنجه‌های ارزیابی این نظام‌های رتبه‌بندی به همراه وزن هر یک از آن‌ها در کانون توجه «نظام پیشنهاددهنده» سامانه «نما» باشند. از این رو، این شاخص‌ها و سنجه‌ها و وزن هر یک از آن‌ها در جدول زیر گزارش شده است.

جدول ۲- شاخص‌ها و سنجه‌های ارزیابی در نظام‌های رتبه‌بندی جهانی

وزن	شاخص / سنجه به انگلیسی	شاخص / سنجه به فارسی	نظام رتبه‌بندی
۱۰٪	Alumni	دانش‌آموختگان برنده جایزه	شانگهای
۲۰٪	Award	اعضای هیئت علمی برنده جایزه	
۲۰٪	HiCi	پژوهشگران پر استناد	
۲۰٪	N&S	مقاله در ساینس و نیچر	
۲۰٪	PUB	انتشارات	
۱۰٪	PCP	سرانه انتشارات	
۳۰٪	Teaching	آموزش	تایمز
۳۰٪	Research	پژوهش	
۳۰٪	Citations	استنادها	
۵۰.۲٪	Industry Income	درآمدهای صنعتی	
۵۰.۷٪	International Outlook	چشم‌انداز بین‌المللی	
۲۰٪	Citations Per Faculty	سرانه استناد	کیو. اس.
۵٪	International Students	دانشجویان بین‌المللی	
۵٪	International Faculty	اعضای هیئت علمی بین‌المللی	
۲۰٪	Faculty Student	نسبت استاد به دانشجو	
۱۰٪	Employer Reputation	آوازه شغلی	
۴۰٪	Academic Reputation	آوازه علمی	
۱۰٪	11 Years Articles	انتشارات در ۱۱ سال گذشته	تایوان
۱۵٪	Current Articles	انتشارات در سال گذشته	
۱۵٪	11 Years Citations	استنادها در ۱۱ سال گذشته	

وزن	شاخص / سنج به انگلیسی	شاخص / سنج به فارسی	نظام رتبه‌بندی
٪۱۰	Current Citations	استناد در سال گذشته	
٪۱۰	Ave. Citations	میانگین استناد	
٪۱۰	H-Index	شاخص اچ	
٪۱۵	HiCi Papers	مقاله‌های پر استناد	
٪۱۵	Hi-Impact Journal Articles	مقاله در نشریه‌های با ضریب تأثیر بالا	
٪۲۱	Article	مقاله	یورپ
٪۲۱	Citation	استناد	
٪۱۰	Total Document	انتشارات	
٪۱۸	Article Impact Total (AIT)	تأثیر مقاله	
٪۱۵	Citation Impact Total (CIT)	تأثیر استناد	
٪۱۵	Collaboration	همکاری	سی.دبلیو.یو.آر.
٪۲۵	Quality of Education	کیفیت آموزش	
٪۲۵	Alumni Employment	اشتغال دانش‌آموختگان	
٪۱۰	Quality of Faculty	کیفیت اعضای هیئت علمی	
٪۴۰	Research Performance	عملکرد پژوهشی	
٪۴۰	Teaching Score	آموزش	راوند
٪۴۰	Research Score	پژوهش	
٪۱۰	Int. Diversity Score	گونه‌گونی بین‌المللی	
٪۱۰	Financial Sustainability Score	پایداری مالی	

آن گونه که در جدول بالا نشان داده شده است، گستره گوناگونی از شاخص‌ها و سنج‌ها برای ارزیابی مؤسسه‌های آموزش عالی در نظام‌های رتبه‌بندی به کار می‌روند. افزون بر این، برخی از نظام‌ها از شمار شاخص‌ها/سنج‌های بیشتر و برخی دیگر از شمار کمتری از شاخص‌ها/سنج‌ها بهره‌برداری می‌کنند. به هر ترتیب، با نگاهی به تم شاخص‌ها/سنج‌های نظام‌های رتبه‌بندی، به نظر می‌رسد می‌توان آن‌ها را در دسته‌های فراگیرتری دسته‌بندی کرد. دسته‌بندی این شاخص‌ها/سنج‌ها می‌تواند در زمینه پیشنهاد راهکارهای بهبود جایگاه مؤسسه‌ها نیز کارآمد باشد. از این رو، همه شاخص‌ها/سنج‌های نظام‌های رتبه‌بندی در ۱۰ دسته فراگیر دسته‌بندی شدند. این دسته‌ها به همراه شاخص‌ها/سنج‌هایی که پوشش می‌دهند در جدول زیر آمده‌اند.

جدول ۳- دسته‌بندی شاخص‌ها/سنج‌های ارزیابی نظام‌های رتبه‌بندی فراگیر

دسته	شاخص / سنج به فارسی	شاخص / سنج به انگلیسی	وزن	نظام رتبه‌بندی
استناد	استنادها	Citations	٪۳۰	تایمز
	سرانه استناد	Citations Per Faculty	٪۲۰	کیو.اس.
	استنادها در ۱۱ سال گذشته	11 Years Citations	٪۱۵	تایوان
	استناد در سال گذشته	Current Citations	٪۱۰	تایوان

دسته	شاخص / سنج به فارسی	شاخص / سنج به انگلیسی	وزن	نظام رتبه‌بندی
	میانگین استناد	Ave. Citations	٪۱۰	تایوان
	شاخص اچ	H-Index	٪۱۰	تایوان
	استناد	Citation	٪۲۱	یورپ
	تأثیر استناد	CIT	٪۱۵	یورپ
اعضای هیئت علمی با کیفیت	اعضای هیئت علمی برنده جایزه	Award	٪۲۰	شانگهای
	کیفیت اعضای هیئت علمی	Quality of Faculty	٪۱۰	سی.دبلیو.یو.آر.
	پژوهشگران پر استناد	HiCi	٪۲۰	شانگهای
انتشارات	انتشارات	PUB	٪۲۰	شانگهای
	سرانه انتشارات	PCP	٪۱۰	شانگهای
	پژوهش	Research	٪۳۰	تایمز
	انتشارات در ۱۱ سال گذشته	11 Years Articles	٪۱۰	تایوان
	انتشارات در سال گذشته	Current Articles	٪۱۵	تایوان
	مقاله	Article	٪۲۱	یورپ
	انتشارات	Total Document	٪۱۰	یورپ
	عملکرد پژوهشی	Research Performance	٪۴۰	سی.دبلیو.یو.آر.
	پژوهش	Research Score	٪۴۰	راوند
	مقاله در ساینس و نیچر	N&S	٪۲۰	شانگهای
انتشارات با کیفیت	مقاله‌های پر استناد	HiCi Papers	٪۱۵	تایوان
	مقاله در نشریه‌های با ضریب تأثیر بالا	Hi-Impact Journal Articles	٪۱۵	تایوان
	تأثیر مقاله	AIT	٪۱۸	یورپ
آموزش	آموزش	Teaching	٪۳۰	تایمز
	نسبت استاد به دانشجو	Faculty Student	٪۲۰	کیو.اس.
	کیفیت آموزش	Quality of Education	٪۲۵	سی.دبلیو.یو.آر.
	آموزش	Teaching Score	٪۴۰	راوند
آوازه شغلی	آوازه شغلی	Employer Reputation	٪۱۰	کیو.اس.
آوازه علمی	آوازه علمی	Academic Reputation	٪۴۰	کیو.اس.
وجه بین‌المللی	چشم‌انداز بین‌المللی	International Outlook	٪۷,۵۰	تایمز
	دانشجویان بین‌المللی	International Students	٪۵	کیو.اس.
	اعضای هیئت علمی بین‌المللی	International Faculty	٪۵	کیو.اس.
	همکاری	Collaboration	٪۱۵	یورپ
	گونه‌گونی بین‌المللی	Int. Diversity Score	٪۱۰	راوند
دانش‌آموختگان با کیفیت	دانش‌آموختگان برنده جایزه	Alumni	٪۱۰	شانگهای
	اشتغال دانش‌آموختگان	Alumni Employment	٪۲۵	سی.دبلیو.یو.آر.
درآمدزایی	پایداری مالی	Financial Sustainability Score	٪۱۰	راوند
	درآمدهای صنعتی	Industry Income	٪۲,۵۰	تایمز

لازم است به این امر توجه شود که دسته‌های آمده در جدول بالا بر پایه شاخص / سنجه‌ای ساخته شده‌اند که در نظام‌های رتبه‌بندی امتیاز دارند و این دسته‌ها وارد جزئیات هر شاخص / سنجه نشده‌اند. برای نمونه، در نظام رتبه‌بندی «تایمز» شاخص پژوهش خود دربردارنده سه سنجۀ جزئی‌تر، یعنی (۱) آوازه پژوهشی، (۲) درآمد پژوهشی، و (۳) بهره‌وری پژوهشی است؛ ولی در دسته‌های بالا تنها خود آموزش دسته‌بندی شده است، چراکه در نظام رتبه‌بندی تایمز امتیاز مؤسسه‌ها در شاخص آموزش به شکل کلی حساب می‌شود و امتیاز آن‌ها در سه سنجۀ پیش گفته منتشر نمی‌شود. با این حال، در «نظام پیشنهاددهنده» سامانه «نما» کوشش شده است تا این سنجه‌های جزئی‌تر نیز در پیشنهاد راهکار مؤثر باشند.

۴-۳- روش‌شناسی

یکی از اهداف اصلی طرح کنونی ارائه راهکارهایی برای بهبود جایگاه مؤسسه‌های آموزش عالی در نظام‌های فراگیر رتبه‌بندی جهانی بوده است. برای دستیابی به این هدف، پژوهشگران اقدام به انجام مرور نظام‌مند نوشته‌های مرتبطی کرده که به بهبود جایگاه مؤسسه‌ها در نظام‌های رتبه‌بندی فراگیر پرداخته‌اند. برای انجام مرور نظام‌مند، از فرایند پیشنهاد شده در «دستنامۀ کوکین برای مرور نظام‌مند»^۱ پیروی شده است (جدول ۴) (Higgins and Green 2011). پژوهشگران مدارک احتمالاً مرتبط را با جستجوی عبارت «university ranking» در پایگاه‌های برجسته کتاب‌شناختی بازیابی کرده‌اند (جدول ۵).

جدول ۴- فرآیند مرور نظام‌مند

← پرسش پژوهش: راهکارهای بهبود جایگاه مؤسسه‌های آموزش عالی در نظام‌های فراگیر رتبه‌بندی جهانی کدامند؟

← جستجوی نوشته‌ها: جستجوی عبارت مناسب (“university ranking”) در عنوان، چکیده، و کلیدواژه تا تاریخ اول جولای ۲۰۲۰ میلادی از طریق پایگاه‌های کتاب‌شناختی مرتبط (اسکوپوس^۲ و وب آو ساینس^۳).

← گزینش پژوهش‌ها: گزینش آثار منتشر شده در نشریه‌های علمی و سمینارهای مرتبط.

← تجزیه و تحلیل داده‌ها: تحلیل داده‌ها از طریق شماهای دسته‌بندی.

← ارائه یافته‌ها: گزارش راهکارها در جدول‌های مناسب.

← بحث درباره یافته‌ها و جمع‌بندی.

¹ Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions

² Scopus

³ Web of Science

آنگونه که در جدول بالا آمده است، کلیدی‌ترین منابع برای یافتن آثار مرتبط با موضوع این پژوهش دو نمایه‌نامه کلیدی جهانی، یعنی «اسکوپوس» و «وب آو ساینس» بوده‌اند. این دو پایگاه بیشتر آثار منتشر شده در جهان را گردآوری می‌کنند و در بیشتر مرورهای نظام‌مند به کار گرفته شده‌اند. جدول ۵، شمار مدارک بازیابی شده در این پایگاه‌های کتاب‌شناختی را ارائه می‌دهد.

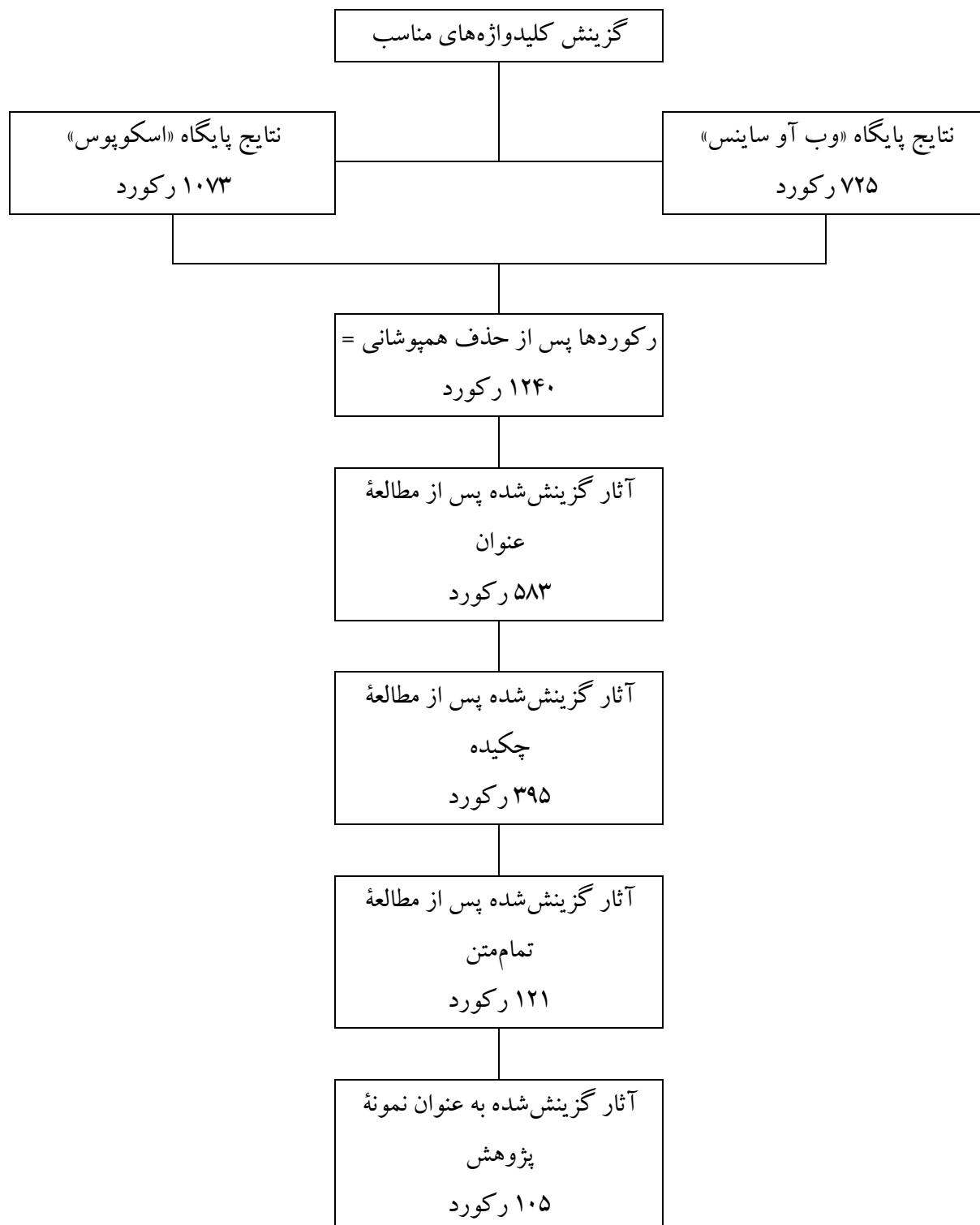
جدول ۵- جستجوی نوشته‌ها و رکوردهای بازیابی شده

شمار رکوردها	فرمول جستجو	پایگاه‌ها
۷۲۵	TOPIC: ("University Ranking*")	Web of Science (Indexes: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, BKCI-S, BKCI-SSH, ESCI)
۱۰۷۳	(TITLE-ABS-KEY ("University Ranking*")	Scopus
۱۲۴۰	-	Duplicate Removal

آنگونه که در جدول بالا آمده است، در پایگاه «وب آو ساینس» ۷۲۵ اثر و در پایگاه «اسکوپوس» ۱۰۷۳ اثر در پیوند با رتبه‌بندی‌های دانشگاهی بازیابی شده‌اند. با این حال، این دو پایگاه با هم همپوشانی‌هایی دارند و نشریه‌های همانندی را نمایه می‌کنند. از این رو، این دو مجموعه نتایج پس از درون‌دهی در یک پایگاه محلی در ویرایش هفتم نرم‌افزار «اندنوت^۱» به شکلی کاربردی سازماندهی شدند و آثار تکراری — بر پایه عنوان تکراری — حذف شدند و سرانجام ۱۲۴۰ اثر برای تحلیل‌های بیشتر باقی ماندند.

در نمودار زیر درخت تصمیم فرایند مرور نظام‌مند تشریح شده است. پس از حذف رکوردهای تکراری در نرم‌افزار «اندنوت» و پس از بررسی عنوان نوشته‌ها بر پایه پرسش پژوهش (راهکارهای افزایش رتبه مؤسسه‌ها)، ۵۸۳ رکورد از پایگاه‌ها گزینش شدند. رکوردهای گزینش شده برای مطالعه چکیده آماده شدند و پس از این گام، ۳۹۵ اثر برای مطالعه تمام‌متن گزینش شدند. از بین این رکوردها، نیز ۱۲۱ اثر، و پس از این گام، سرانجام ۱۰۵ اثر به عنوان نمونه نهایی گزینش و تحلیل‌های بیشتر روی آن‌ها انجام شد.

¹ EndNote



شکل ۶- درخت تصمیم برای گزینش آثار

در گام بعدی، یعنی تجزیه و تحلیل داده‌ها از طریق شماهای دسته‌بندی، همه راهکارهای استخراج شده (گُذ) در ابعاد گوناگون (تم) دسته‌بندی شدند. دسته‌بندی‌ای که از شاخص‌ها و سنجه‌های ارزیابی پیش‌تر انجام شده بود به عنوان چارچوب اولیه دسته‌بندی راهکارها در نظر گرفته شد. با این حال، طی فرایند دسته‌بندی و تم‌بندی داده‌ها، پژوهشگران تم‌هایی را بی‌ربط تشخیص داده و حذف کرده‌اند، برخی تم‌ها را تغییر داده، و برخی را نیز افزوده‌اند تا راهکارهای شناسایی شده به خوبی در طبقه مناسب جای گیرند.

افزون بر دسته‌بندی راهکارها، تحلیل دیگری نیز روی داده‌های گردآوری شده انجام شد و آن سطح‌بندی راهکارها بر پایه سه سطح طلایی، نقره‌ای، و برنزی بود. این سطح‌بندی به این دلیل بود که راهکارهایی که در سامانه «نما» به مؤسسه‌ها نشان داده خواهند شد در سه گروه نمایش داده شوند. توضیح این سه گروه به شکل زیر است:

□ راهکارهای طلایی: تأثیر این دسته از راهکارها روی افزایش رتبه مؤسسه‌ها چشم‌گیر است و توجه کوتاه‌مدت به آن می‌تواند رتبه مؤسسه‌ها در نظام‌های جهانی را با شتاب بیشتری بهبود بخشد؛

□ راهکارهای نقره‌ای: این دسته از راهکارها تأثیر کم‌رنگ‌تری بر جهش رتبه دارند و تأثیر آن‌ها بر رتبه شاید چند سال نیاز به گذشت زمان داشته باشد؛

□ راهکارهای برنزی: این دسته از راهکارها تأثیرشان چندان چشم‌گیر نیست و گاه تأثیر غیرمستقیم بر جایگاه مؤسسه‌ها دارند. برای نمونه، شاید این راهکارها خود بر راهکارهای طلایی تأثیر گذار باشند و راهکارهای طلایی به شکلی مستقیم جایگاه مؤسسه‌ها را بهبود بخشند.

۴-۴- یافته‌ها

برای دستیابی به هدف پژوهش، تجزیه و تحلیل رکوردهای بازیابی شده انجام شد. بر پایه مرور نوشته‌ها، عوامل گوناگونی هستند که بر بهبود رتبه مؤسسه‌ها تأثیر می‌گذارند. پس از یک فرایند رفت و برگشتی، پژوهشگران راهکارها را در ۱۰ دسته پیشنهاد می‌کنند، یعنی استناد؛ اعضای هیئت علمی با کیفیت؛ انتشارات؛ انتشارات با کیفیت؛ آموزش؛ آوازه شغلی؛ آوازه علمی؛ وجهه بین‌المللی؛ دانش‌آموختگان با کیفیت؛ و درآمدزایی. تعاریف هر یک از این دسته‌ها در جدول ۶، ارائه شده است.

جدول ۶- تعاریف دسته‌های گوناگون دربردارنده راهکارهای بهبود جایگاه مؤسسه‌ها

دسته‌ها	تعاریف
استناد	اگر نگوییم مهمترین، بی‌تردید از کلیدی‌ترین سنجه‌های ارزیابی نظام‌های رتبه‌بندی جهانی سنجه «استناد» است. استناد به معنای آن است که آثار دانشگاهی تا چه اندازه به آثار یک مؤسسه استناد کرده‌اند/ارجاع داده‌اند. نظام‌های رتبه‌بندی غالباً خود شمار استنادها را از نمایه‌نامه‌های «وب‌آو ساینس» و «اسکوپوس» استخراج می‌کنند. برخی از نظام‌های رتبه‌بندی از شمار استنادها و برخی دیگر از نسبت استنادها (برای نمونه، سرانه استناد به هر عضو هیئت علمی) در ارزیابی‌ها بهره می‌برند. دسته «استناد» خود می‌تواند دربردارنده سنجه‌های زیر باشد:

دسته‌ها	تعاریف
	☐ پژوهشگران پراستناد ☐ سرانه استناد ☐ استنادها در ۱۱ سال گذشته ☐ استنادها در سال گذشته ☐ شاخص اچ ☐ تأثیر استنادی
اعضای هیئت علمی با کیفیت	اعضای هیئت علمی نقشی کلیدی در عملکرد آموزشی و پژوهشی یک مؤسسه دارند و بار مسئولیت‌ها بیشتر بر دوش آن‌هاست. از این رو، اگر یک مؤسسه اعضای هیئت علمی با کیفیت‌تری داشته باشد، احتمالاً شرایط بهتری در برابر دیگر رقیبان دارد. برخی از نظام‌های رتبه‌بندی آن‌چنان به این اعضا اهمیت می‌دهند که حتی پس از قطع همکاری آن‌ها با یک مؤسسه، اگر موفقیتی در مؤسسه‌های دیگر به دست آورند، برای نمونه اگر جایزه‌ای بگیرند، مؤسسه‌های گذشته نیز از امتیاز این موفقیت‌ها بهره‌مند خواهند شد. دسته «اعضای هیئت علمی با کیفیت» خود می‌تواند دربردارندهٔ سنجه‌های زیر باشد: ☐ اعضای هیئت علمی برنده جایزه ☐ کیفیت اعضای هیئت علمی ☐ پژوهشگران پراستناد
انتشارات	نظام‌های رتبه‌بندی دسته دیگری از سنجه‌ها را نیز در بر دارند که همان خروجی‌های پژوهشی یا انتشارات هستند. البته این نظام‌ها بیشتر بر انتشارات انگلیسی مؤسسه‌ها تمرکز دارند و زبان‌های محلی را نادیده می‌گیرند. دو نمایه‌نامه «وب آو ساینس» و «اسکوپوس» منابع کلیدی برای شمارش این انتشارات هستند. همانند «استناد»، گاه شمار انتشارات و گاه سرانه انتشارات در امتیاز مؤسسه‌ها تأثیرگذارند. دسته «انتشارات» خود می‌تواند دربردارندهٔ سنجه‌های زیر باشد: ☐ انتشارات ☐ سرانه انتشارات ☐ انتشارات در ۱۱ سال گذشته ☐ انتشارات در سال گذشته ☐ مقاله ☐ عملکرد پژوهشی
انتشارات با کیفیت	دسته ویژه‌ای از انتشارات هستند که بیشتر در کانون توجه نظام‌های رتبه‌بندی‌اند. «انتشارات با کیفیت» چیزی است که در این نظام‌ها اهمیت دارد. مراد از انتشارات با کیفیت آن دسته از آثاری هستند که در نشریه‌های علمی با ضریب تأثیر بالا به چاپ می‌رسند. این انتشارات از آن جهت برجسته‌اند که گمان می‌رود تأثیر چشم‌گیری بر پیشرفت‌های علمی بگذارند. دسته «انتشارات با کیفیت» خود می‌تواند دربردارندهٔ سنجه‌های زیر باشد: ☐ مقاله در ساینس و نیچر

دسته‌ها	تعاریف
	☐ مقاله‌های پراستناد ☐ مقاله در نشریه‌های با ضریب تأثیر بالا ☐ تأثیر مقاله
آموزش	افزون بر پژوهش، آموزش نیز از مأموریت‌های کلیدی مؤسسه‌های آموزش عالی است. از این رو، بسیاری از نظام‌های رتبه‌بندی جهانی این بعد را نیز در کانون ارزیابی‌های خود دارند. دسته «آموزش» خود می‌تواند دربردارنده سنجه‌های زیر باشد: ☐ آموزش ☐ نسبت استاد به دانشجو ☐ کیفیت آموزش
آوازه شغلی	برخی از نظام‌های رتبه‌بندی برای آنکه بتوانند یک مؤسسه را از دیدگاه کیفی بررسی کنند به آوازه آن مؤسسه از دیدگاه شغلی می‌پردازند. به این شکل، آن‌ها از کارفرمایان می‌پرسند که دانش‌آموختگان کدام مؤسسه بیشتر توانمند هستند. این سنجه اغلب با پیمایش‌های محلی و جهانی به دست می‌آید.
آوازه علمی	آوازه علمی نیز از دیگر شاخص‌هایی است که برای نشان دادن کیفیت علمی یک مؤسسه اندازه‌گیری می‌شود. در این سنجه نیز نظام‌های رتبه‌بندی به سراغ دیدگاه استادان و دانشجویان در کشورهای گوناگون می‌روند و به ارزیابی مؤسسه‌ها می‌پردازند.
وجه بین‌المللی	از سنجه‌ها و شاخص‌هایی که همواره در کانون توجه نظام‌های رتبه‌بندی بوده، بین‌المللی بودن است. به گفته دیگر آنها می‌خواهند ببینند که یک مؤسسه تا چه اندازه به مسائل بین‌المللی توجه دارد. از این رو، مؤسسه‌ها بیشتر ترغیب می‌شوند تا فعالیت‌های بین‌المللی انجام دهند. دسته «وجه بین‌المللی» خود می‌تواند دربردارنده سنجه‌های زیر باشد: ☐ چشم‌انداز بین‌المللی ☐ دانشجویان بین‌المللی ☐ اعضای هیئت علمی بین‌المللی ☐ همکاری بین‌المللی ☐ گونه‌گونی بین‌المللی
دانش‌آموختگان با کیفیت	از مأموریت‌های کلیدی مؤسسه‌های آموزش عالی آن است که دانش‌آموختگان ماهری تربیت کنند که بتوانند در بازار کار کارآمد باشند. نظام‌های رتبه‌بندی این دانش‌آموختگان را پایش می‌کنند و آنها را نشانی از کیفیت یک مؤسسه می‌دانند. دسته «دانش‌آموختگان با کیفیت» خود می‌تواند دربردارنده سنجه‌های زیر باشد: ☐ دانش‌آموختگان برنده جایزه ☐ اشتغال دانش‌آموختگان
درآمدزایی	سرانجام، درآمدزایی یک مؤسسه در کانون توجه است که نشانی از پایداری مالی در یک مؤسسه به شمار می‌رود. درآمدزایی جنبه‌های گوناگونی می‌تواند داشته باشد، ولی آنچه که برای نظام‌های رتبه‌بندی اهمیت دارد، درآمدزایی از محل انجام پژوهش‌هایی است که مؤسسه از بخش صنعت،

تعاریف	دسته‌ها
کسب و کار، دولت، یا دیگر نهادهای بیرونی به دست می‌آورد. دسته «درآمدزایی» خود می‌تواند دربردارنده سنج‌های زیر باشد:	
☐ پایداری مالی	
☐ درآمدهای صنعتی	

نتایج مرور نظام‌مند نشان می‌دهد که راهکارهای گوناگونی برای بهبود جایگاه مؤسسه‌ها در نظام‌های رتبه‌بندی پیشنهاد شده‌اند. این راهکارها گاه کلی و روی موضوعی ویژه بنا شده‌اند. به هر شکل، راهکارهای بهبود جایگاه مؤسسه‌ها در جدول‌های زیر تشریح شده‌اند. این جدول‌ها بر پایه گروه‌های مستقل دسته‌بندی شده‌اند. افزون بر این، سطح هر راهکار (طلایی [۳]، نقره‌ای [۲]، و برنزی [۱]) نیز در این جدول‌های ۷ تا ۱۷ گزارش شده است.

جدول ۷- راهکارهای بهبود امتیاز/رتبه مؤسسه‌ها در سنج «استناد»

منبع (یا منابع)	سطح	راهکار
Mussard and James 2017	۳	خوداستنادی به آثاری که مرتبط با اثر پژوهشی در دست داوری هستند.
Hassan and Muazzam 2014	۱	گزینش دقیق کلیدواژه‌ها برای اثر پژوهشی
Sarli and Holmes 2011; Emerald Guide 2012; Jones and Evans, 2013	۱	بهره‌برداری از کلیدواژه‌ها در عنوان و چکیده اثر پژوهشی
Sarli and Holmes 2011	۱	یکدستی در نگارش نام پدیدآور در همه آثار پژوهشی او
Valles-Coral, Riascos-Armas, and Hernandez-Torres 2020; Taşkın and Al 2014; Guskov, Kosyakov, and Selivanova 2018	۱	دقت در درستی نام پدیدآور، اطلاعات او، وابستگی سازمانی، و نشانی رایانامه
Jones and Evans 2013; Vaughan and Shaw 2003	۳	دسترس‌پذیر کردن اثر پژوهشی، به گونه‌ای که همگان به آسانی به آن دسترسی پیدا کنند
Piwowar et al. 2007; Swan 2010	۳	به اشتراک گذاشتن داده‌های پژوهشی
Guskov, Kosyakov, and Selivanova 2018	۲	ارائه اثر پژوهشی در کنفرانس‌ها، سمینارها، کنگره‌ها، و کانون‌های علمی و دانشگاهی
Campos Freire, Rivera Rogel, and Rodríguez 2014	۲	بهره‌برداری از شبکه‌های اجتماعی برای آگاهی‌رسانی درباره یافته‌های پژوهشی
Campos Freire, Rivera Rogel, and Rodríguez 2014	۲	بازاریابی اثر پژوهشی با گفت‌وگو با دیگران درباره یافته‌ها و فرستادن اثر با رایانامه برای دوستان و همکاران و متخصصان یک زمینه علمی
Jones and Evans 2013; Harnad 2006	۳	درست کردن یک وبگاه یا وبلاگ ویژه اشتراک‌گذاری آثار علمی
Punin, Rivera, and Cabrera 2020; Bachelet, Uribe, Díaz, Vergara, Bravo-Córdova, Carrasco, Lizana, Meza-	۱	گرفتن کدهای یکتا برای پژوهشگران در سامانه‌های برخط همانند اورکید ^۱ ، ریسرچر آی. دی. ^۲ ، اسکوپوس آی. دی. ^۳ ، آی. اس. ان. آی. ^۴

¹ ORCID

² ResearcherID

³ Scopus ID

⁴ ISNI

منبع (یا منابع)	سطح	راهکار
Ducaud, and Navarrete 2019; Marshall, Barbour, and Moore 2017		
Vanclay 2013; Gupta 2005	۳	انتشار مقاله در نشریه‌های با کیفیت و با ضریب تأثیر بالا
Ebrahim, Salehi, Embi, Tanha, Gholizadeh, Motahar, and Ordi 2013	۲	انتشار کتاب در انتشارات علمی و پرآوازه
Valles-Coral, Riascos-Armas, and Hernandez-Torres 2020; Taşkın and Al 2014; Guskov, Kosyakov, and Selivanova 2018	۱	یکدستی در نگارش نام مؤسسه (وابستگی سازمانی)
Sahu 2005	۱	درست کردن یک رزومه (کارنامه) برخط در یکی از ابزارهای برخط یا وبگاه
Sarli and Holmes 2011	۱	آوردن زندگی‌نامه و سوابق علاقه‌مندی‌های پدیدآوران در اثر پژوهشی
MacCallum and Parthasarathy 2006; Evans 2008; Swan 2010	۳	چاپ آثار در نشریه‌ها و انتشارات دسترسی آزاد
Frost 2009	۲	آرشیو کردن آثار در واسپارگاه‌های ^۱ دسترسی آزاد
Pislyakov and Shukshina 2012; Jones and Evans 2013; Aksnes 2003	۳	همکاری با پژوهشگران بین‌المللی در نگارش آثار
Krause 2009; Aksnes 2003; Wuchty et al. 2007	۱	نقش‌آفرینی در آثاری که بیش از دو پدیدآور دارند
Corbyn 2010	۱	بهره‌برداری از منابع بیشتر در نگارش آثار دانشگاهی (منابع و مآخذ بیشتر)
Ball 2008; Abt 1998	۱	نگارش مقاله‌های غنی و طولانی‌تر
Ball 2011	۳	همکاری با برندگان جوایز بین‌المللی در نگارش آثار دانشگاهی
SAGE 2012; Nader Ale Ebrahim et al. 2009	۱	نگارش دایره‌المعارف‌ها و نشریه‌های غیردانشگاهی، همانند ویکی‌پدیا
SAGE 2012; Taylor & Francis Group 2012b; Wong 2008	۱	وبلاگ‌نویسی و ترویج یافته‌های دانشگاهی در وبلاگ
Taylor & Francis Group 2012b; Wong 2008	۱	عضویت در شبکه‌های اجتماعی علمی برخط
(Taylor & Francis Group 2012a; Vanclay 2013	۲	نگارش مقاله‌های مروری (مرور نظام‌مند)
Hamrick et al. 2010	۱	افزودن نوشته حاشیه ^۲ () به اثر دانشگاهی
Taylor & Francis Group 2012a; McCabe 2011	۲	به اشتراک گذاشتن نسخه پیش‌چاپ اثر پژوهشی
Sarli and Holmes 2011	۱	درست کردن پادکست برای آگاهی‌رسانی درباره تازترین یافته‌های پژوهشی
Hudson 2016	۱	دقت در نگارش درست اثر پژوهشی و دوری از اشتباه‌های تایپی و دستور زبانی
Abramo, D'Angelo, and Di Costa 2016	۱	نیابردن نام یک کشور، سازمان، یا نهاد ویژه در عنوان، چکیده، و کلیدواژه
Taylor & Francis 2020	۳	انتشار آثار پژوهشی درباره موضوع‌های داغ
Taylor & Francis 2020	۲	انتشار به موقع و بدون دیرکرد آثار دانشگاهی
Taylor & Francis 2020	۱	نگارش خلاصه همگان‌فهم برای آثار دانشگاهی
Taylor & Francis 2020	۲	آموزش پدیدآوران برای بازاریابی آثار و یافته‌های پژوهشی خود
Taylor & Francis 2020	۲	پابندی به صداقت و درستکاری دانشگاهی در انجام و انتشار پژوهش‌های دانشگاهی
Tsunoda, Sun, Nishizawa, and Liu 2016	۳	ساخت واسپارگاه‌های سازمانی برای برخط کردن آثار

1 Open access repository

2 Callout (نوشته‌ی حاشیه‌ای که روی مقالات گذاشته می‌شود تا نکته‌ی خاصی را برجسته سازد)

منبع (یا منابع)	سطح	راهکار
Punin, Rivera, and Cabrera 2020	۲	ساخت حساب کاربری مؤسسه در شبکه‌های اجتماعی برخط همانند ریسرچ گیت ^۱ ، آکادمیا ای.دی.یو. ^۲ ، و غیره
Meseguer-Martinez, Ros-Galvez, Rosa-Garcia 2019	۱	ساخت حساب کاربری در پلتفرم‌های اشتراک محتوا همانند یوتیوب
Shahrudin, Chik, and Malik 2019	۲	انتشار نشریه‌های خبری برای آگاهی‌رسانی تازه‌ترین پژوهش‌های مؤسسه

جدول ۸- راهکارهای بهبود امتیاز/رتبه مؤسسه‌ها در سنجه^۳ پژوهشگران پراستناد^۴

منبع (یا منابع)	سطح	راهکار
Sitnicki 2018	۲	برگزاری دوره‌های توسعه شغلی و یادگیری مادام‌العمر
Gu and Blackmore 2019	۲	ساخت تیم‌های پژوهشی دربردارنده پژوهشگران کهنه کار و تازه کار
Amara, Landry, and Halilem 2015; Corvo, Zlotnik, and Chen 2008	۳	افزایش گزینش‌های پژوهشی هدفمند
Chubik, Lider, Zamyatin, Chubik, Slesarenko, and Gonets 2015	۲	فراهم‌آوری زیرساخت‌های لازم برای فرصت‌های مطالعاتی استادان
Dhondt 2014	۱	فراهم‌آوری زیرساخت‌های لازم برای مشارکت استادان در رویدادهای جهانی
Daraio 2017	۲	پایه‌ریزی نظام‌های ارزیابی عملکرد در مؤسسه
Daraio 2017	۱	پایه‌ریزی نظام‌های ارزیابی دانشجویان از استادان
Van Balen, Van Arensbergen, Van Der Weijden, and Van Den Besselaar 2012	۱	جذب استادان کارآمد
Uslu 2017	۲	ایجاد سینرژی میان سیاست‌ها و مقررات مؤسسه
Smyrnova-Trybulska, Morze, and Kuzminska 2018	۳	تشویق اعضای هیئت علمی به مشارکت در پروژه‌های جهانی
Benito, Gil, and Romera 2020	۳	افزایش نسبت استاد به دانشجو
Martin 2020	۳	تشویق اعضای هیئت علمی برای انتشار در نشریه‌های باکیفیت
Cantu-Ortiz 2018	۲	تشویق اعضای هیئت علمی به شبکه‌سازی
Hassan and Muazzam 2014; Cantu-Ortiz 2018	۱	همکاری راهبردی با مؤسسه‌های دیگر در زمینه تبادل اعضای هیئت علمی
Ebrahim, Salehi, Embi, Tanha, Gholizadeh, Motahar, and Ordi 2013	۱	تشویق فعالیت‌های مؤثر در افزایش رؤیت‌پذیری گروه‌های آموزشی و اعضای هیئت علمی
Chou, Lin, and Chiu 2013	۲	تشویق اعضای هیئت علمی برای عضویت در هیئت تحریریه و سردبیری نشریه‌های دانشگاهی
Dhondt 2014	۱	تشویق اعضای هیئت علمی برای عضویت در انجمن‌های علمی ملی و جهانی
Chubik, Lider, Zamyatin, Chubik, Slesarenko, and Gonets 2015; Marconi 2013	۳	یافتن و توصیه دوره‌های آموزشی تازه در خارج از کشور برای دانشجویان و اعضای هیئت علمی

جدول ۹- راهکارهای بهبود امتیاز/رتبه مؤسسه‌ها در سنجه^۳ «اعضای هیئت علمی با کیفیت»^۴

منبع (یا منابع)	سطح	راهکار
Ruby, Kuzhabekova, and Lee 2017	۱	افزودن دوره‌های آنلاین با هدایت استادان خارجی
Ruby, Kuzhabekova, and Lee 2017	۳	فراهم کردن محل اقامت مناسب برای استادان
Ruby, Kuzhabekova, and Lee 2017	۲	آسان‌سازی فرایند درخواست جذب و بکارگیری استادان خارجی

^۱ Research Gate

^۲ Academia.edu

منبع (یا منابع)	سطح	راهکار
Ruby, Kuzhabekova, and Lee 2017	۱	انجام پیمایش‌های بین‌المللی برای آگاهی از نیازهای استادان خارجی
Hillman and Baydoun 2018; Ruby, Kuzhabekova, and Lee 2017	۱	غنی کردن وبگاه انگلیسی مؤسسه و روزآمدی دوره‌های آن
Hillman and Baydoun 2018; Ruby, Kuzhabekova, and Lee 2017	۱	کاربرپسند بودن وبگاه مؤسسه و توانایی اجرا شدن روی ابزارهای گوناگون، از تلفن همراه گرفته تا رایانه
Ruby, Kuzhabekova, and Lee 2017	۱	پاسخگویی سریع به استادان خارجی با رایانامه و تلفن
Taylor, Perakakis, Trachana, and Gialis 2013; Ruby, Kuzhabekova, and Lee 2017	۲	فرستادن رایانامه‌های بازاریابی برای گروه‌های هدف
Hillman and Baydoun 2018; Chatterjee and Maity 2014; Campos Freire, Rivera Rogel, and Rodríguez 2014	۲	معرفی مؤسسه در پلتفرم‌های کارآمد، همانند سرویس‌های اشتراک ویدیو، شبکه‌های اجتماعی، و غیره
Bellucci, Biagi, and Manetti 2019; Campos Freire, Rivera Rogel, and Rodríguez 2014	۲	فعالیت پایسته در شبکه‌های اجتماعی دانشگاهی و غیردانشگاهی
Hillman and Baydoun 2018	۱	بهینه کردن وبگاه مؤسسه برای کاوش‌پذیری بیشتر در موتورهای کاوش وب
Cebolla-Boado, Hu, and Soysal 2018	۳	شرکت در رویدادهای بازاریابی در کشورهای دیگر برای جذب استاد
Taneja and Goel 2015	۱	طراحی برنامه کاربردی (اپلیکیشن) برای معرفی و ارائه خدمات مؤسسه
Bellucci, Biagi, and Manetti 2019; Campos Freire, Rivera Rogel, and Rodríguez 2014	۲	فعالیت اعضای هیئت علمی مؤسسه در شبکه‌های اجتماعی و ثبت درخواست جذب همکار پژوهشی در پایگاه‌های گوناگون در وب
Amara, Landry, and Halilem 2015; Dennis 2019	۳	دادن آزادی بیشتر به اعضای هیئت علمی و گروه‌های آموزشی در جذب استادان خارجی
Belavy, Owen, and Livingston 2020; Dennis 2019	۳	داشتن برنامه راهبردی در جذب استادان خارجی
Brown 2011; Dennis 2019	۱	تشکیل پرونده برای هر کشور و کوشش برای جذب استادان توانای آن
Shahjahan, Sonneveldt, Estera, and Bae 2020	۳	بستن پیمان‌های دوجانبه و چندجانبه با مؤسسه‌ها و شرکت‌های دیگر در کشورهای خارجی
Belyaeva 2018	۳	افزایش دوره‌های آموزشی به زبان انگلیسی
Rybinski 2020	۲	دعوت از مدیران سیاسی کشورهای دیگر (همانند سفیران) برای بازدید از مؤسسه
Kumar 2015	۲	کوشش برای جذب پسادکتری‌ها از مؤسسه‌های هدف
Vanz, Dominique, Sanchez, and Casado 2018	۲	پشتیبانی مالی و معنوی بیشتر از آثار پژوهشی منتشر شده با همکاری پژوهشگران خارجی
Tan and Goh 2014	۳	همکاری با مؤسسه‌ها و شرکت‌ها فعال در زمینه جذب پژوهشگران خارجی
Tsikliras, Robinson, and Stergiou 2013	۲	کوشش برای بهبود رتبه مؤسسه در نظام‌های جهانی رتبه‌بندی
Derqui 2020	۱	آسان‌سازی فرایند گرفتن ویزا و دیگر اسناد مسافرت برای استادان خارجی
Moskovkin, Fraser, and Moskovkina 2013	۱	تهیه تور مجازی برای معرفی مؤسسه
Gao and Liu 2020	۳	تدوین برنامه بازاریابی خارجی
Tufail 2019	۲	همکاری مؤسسه‌ها در سطح ملی برای راه‌اندازی یک کمپین منسجم برای جذب استادان خارجی

منبع (یا منابع)	سطح	راهکار
Mosneaga and Agergaard 2012	۱	معرفی بافت فرهنگی کشور در شبکه‌های اجتماعی، پلتفرم‌های اشتراک ویدیو و پادکست، و وبگاه مؤسسه
Tufail 2019	۳	باز کردن دفتر جذب استادان خارجی در کشورهای دیگر
Vernon, Andrew Balas, and Momani 2018	۱	برگزاری رویدادهای آنلاین برای استادان خارجی در یک روز مشخص جهت معرفی مؤسسه
Shahjahan, Sonneveldt, Estera, and Bae 2020	۲	عضویت مؤسسه در انجمن‌ها و کانون‌های جهانی مرتبط با آموزش عالی
Bayley 2016	۱	مطالعه نمونه‌های موفق در جذب استادان خارجی

جدول ۱۰- راهکارهای بهبود امتیاز / رتبه مؤسسه‌ها در سنج «انتشارات»

منبع (یا منابع)	سطح	راهکار
Galloway and Ruegg 2020	۳	راه‌اندازی مرکز نگارش (writing center)
Stephens Balakrishnan 2013; Dhondt 2014	۳	انتشار مقاله‌ها و آثار پژوهشی به زبان انگلیسی
Stephens Balakrishnan 2013; Tüür-Fröhlich 2014	۳	انتشار مقاله‌ها در نشریه‌های جهانی نمایه‌شده در پایگاه‌ها معتبر
Markpin, Premkamolnetr, Ittiritmeechai, Wongkaew, Yochai, Ratchatahirun, Iamchaturapatr, Sombatsompop, Kanok-Nukulchai, Beng, and Sombatsompop 2013	۱	دسترسی به پایگاه‌های اطلاعاتی
del Valle, Garay, Uriarte, and Luengo-Valderrey 2016	۲	آموزش مقاله‌نویسی به اعضای هیئت علمی و دانشجویان
Smyrnova-Trybulska, Morze, and Kuzminska 2018	۲	همکاری در طرح‌های پژوهشی ملی و جهانی
Dhondt 2014	۱	شرکت در همایش‌ها و گردهمایی‌های ملی و جهانی
Amara, Landry, and Halilem 2015	۳	افزایش و اختصاص منابع مالی برای انجام پژوهش‌های باکیفیت
Amara, Landry, and Halilem 2015	۳	پشتیبانی بیشتر از پژوهش‌های باکیفیت در آیین‌نامه‌های ارتقا
Stephens Balakrishnan 2013; Savage 2017	۳	گسترش همکاری با صنایع و کسب‌وکارها
Amara, Landry, and Halilem 2015	۲	بهبود مهارت‌های پژوهشی پژوهشگران
Amara, Landry, and Halilem 2015	۲	جذب اعضای هیئت علمی و دانشجویان باکیفیت
Amara, Landry, and Halilem 2015; Corvo, Zlotnik, and Chen 2008	۳	ارائه گزینش‌های پژوهشی هدفمند
Hassan and Muazzam 2014; Cantu-Ortiz 2018	۲	امضای تفاهم‌نامه‌های همکاری پژوهشی با مؤسسه‌های جهان‌تراز
Amara, Landry, and Halilem 2015	۲	طراحی انگیزه‌های مالی، معنوی، و اجتماعی برای پژوهشگران
Aithal 2016	۲	درگیر کردن دانشجویان در انجام پژوهش‌ها و پروژه‌های پژوهشی
Chernikova and Petrov 2018; Stephens Balakrishnan 2013; Aithal 2016	۲	افزایش آزمایشگاه‌ها و مراکز پژوهشی در مؤسسه
Balakrishnan 2013	۲	جذب موقعیت‌های پسادکتری بیشتر
Stephens Balakrishnan 2013; Balakrishnan 2013	۳	جذب اعضای هیئت علمی پژوهشی در مؤسسه
Balakrishnan 2013	۲	افزایش آزادی پژوهشگران و اعضای هیئت علمی در گزینش موضوع پژوهش
Tie 2012	۱	افزایش مهارت‌های روش پژوهش و گردآوری داده در اعضای هیئت علمی و دانشجویان

منبع (یا منابع)	سطح	راهکار
Amara, Landry, and Halilem 2015	۳	پرورش و پشتیبانی مادی و معنوی نخبگان پژوهشی (scientific elites)

جدول ۱۱- راهکارهای بهبود امتیاز/رتبه مؤسسه‌ها در سنجۀ «انتشارات با کیفیت»

منبع (یا منابع)	سطح	راهکار
del Valle, Garay, Uriarte, and Luengo-Valderrey 2016	۲	برگزاری دوره‌های آموزشی انتشار مقاله در نشریه‌های با کیفیت برای دانشجویان و استادان
Hurtado and Herrera 2017	۳	انتشار مقاله در نشریه‌های چارک نخست و دوم
Chou and Chan 2016	۳	حمایت‌های مادی و معنوی از مقاله‌های منتشر شده در نشریه‌های برتر
Stephens Balakrishnan 2013; Jabnoun 2015	۲	توجه به مبانی اخلاق پژوهش در انجام و نگارش پژوهش‌ها
Gu and Blackmore 2019	۳	نگارش مقاله با همکاری پژوهشگران کهنه کار و برجسته در یک زمینه علمی
Balakrishnan 2013	۱	نگارش آثار پژوهشی به زبانی ساده و فهم‌پذیر
Stephens Balakrishnan 2013; Balakrishnan 2013	۲	جذب اعضای هیئت علمی پژوهشی در مؤسسه
Balakrishnan 2013	۲	افزایش آزادی پژوهشگران و اعضای هیئت علمی در گزینش موضوع پژوهش
Stephens Balakrishnan 2013; Tie 2012	۱	افزایش مهارت‌های روش پژوهش و گردآوری داده در اعضای هیئت علمی و دانشجویان
Amara, Landry, and Halilem 2015	۳	جذب اعضای هیئت علمی و دانشجویان با کیفیت
Amara, Landry, and Halilem 2015; Corvo, Zlotnik, and Chen 2008	۳	ارائه گزینش‌های پژوهشی هدفمند
Hassan and Muazzam 2014; Cantu-Ortiz 2018	۲	امضای تفاهم‌نامه‌های همکاری پژوهشی با مؤسسه‌های جهان‌تراز
Khor and Yu 2016; Ball 2012	۳	همکاری با برندگان جوایز بین‌المللی در نگارش آثار دانشگاهی

جدول ۱۲- راهکارهای بهبود امتیاز/رتبه مؤسسه‌ها در سنجۀ «آوازه شغلی»

منبع (یا منابع)	سطح	راهکار
Popescu, Popescu, and Popescu 2017	۳	برگزاری دوره‌های آموزشی کار با صنعت
Popescu, Popescu, and Popescu 2017	۱	برگزاری رویدادهای مشترک با صنعت درباره موضوعی ویژه
Popescu, Popescu, and Popescu 2017	۲	راه‌اندازی دفاتر انتقال دانش و فناوری در مؤسسه
Popescu, Popescu, and Popescu 2017	۳	راه‌اندازی دفتر پیوند دانشگاه - صنعت در مؤسسه
Berestov, Guseva, Kalashnik, Kaminsky, Kireev, and Sadchikov 2020	۲	یافتن صنایع و کسب‌وکارهای کلیدی در ناحیه و همکاری با آنها
Stoimenova 2019	۳	افزایش دوره‌های کارورزی در صنایع و کسب‌وکار برای دانشجویان
Aithal 2016	۳	افزایش دوره‌های فرصت مطالعاتی در صنایع و کسب‌وکار برای اعضای هیئت علمی
Catal and Tekinerdogan 2019	۲	افزایش دوره‌ها و کارگاه‌های کاربردی ویژه صنایع و کسب‌وکارها
Solemon 2019; Catal and Tekinerdogan 2019	۱	بازطراحی برنامه درسی رشته‌های دانشگاهی بر پایه نیاز صنایع و کسب‌وکارها
Hillman and Baydoun 2018; Chatterjee and Maity 2014; Campos Freire, Rivera Rogel, and Rodríguez 2014	۱	طراحی کانالی توانمند و غنی درباره معرفی مؤسسه روی شبکه‌های اجتماعی
Sagbas, Saruc, and Tunali 2018	۱	گردآوری آمار و اطلاعات شغلی دانش‌آموختگان مؤسسه در یک پایگاه اطلاعاتی

منبع (یا منابع)	سطح	راهکار
Hanover Research, 2015	۳	برندسازی مؤسسه در سطح ملی و جهانی
Hanover Research, 2015	۳	افزایش آگاهی همگانی دربارهٔ برند مؤسسه

جدول ۱۳- راهکارهای بهبود امتیاز/ رتبهٔ مؤسسه‌ها در سنجۀ «وجه بین‌المللی - همکاری علمی جهانی»

منبع (یا منابع)	سطح	راهکار
Dachyar and Dewi 2015	۲	شبکه‌سازی در گردهمایی‌های علمی
Dachyar and Dewi 2015	۱	برگزاری رویدادهای علمی ملی و جهانی در مؤسسه
Campos Freire, Rivera Rogel, and Rodríguez 2014	۳	در دسترس بودن پروفایل دانشگاهی اعضای هیئت علمی و دانشجویان مؤسسه در شبکه‌های اجتماعی علمی
Xiao, Pinkney, Au, and Yip 2020	۲	افزایش تنوع قومی، نژادی، و زبانی اعضای علمی و دانشجویان
Belyaeva 2018	۳	افزایش دوره‌های آموزشی به زبان انگلیسی
Ale Ebrahim and Salehi 2013	۲	تشویق فعالیت‌های مؤثر در افزایش رؤیت‌پذیری گروه‌های آموزشی و اعضای هیئت علمی
Chou, Lin, and Chiu 2013	۳	تشویق اعضای هیئت علمی برای عضویت در هیئت تحریریه و سردبیری نشریه‌های دانشگاهی
Dhondt 2014	۳	تشویق اعضای هیئت علمی برای عضویت در انجمن‌های علمی ملی و جهانی
Chubik, Lider, Zamyatin, Chubik, Slesarenko, and Gonets 2015; Marconi 2013	۱	یافتن و توصیهٔ دوره‌های آموزشی تازه در خارج از کشور برای دانشجویان و اعضای هیئت علمی
Khor and Yu 2016	۲	یافتن پژوهشگران پرنفوذ در زمینه‌های علمی گوناگون در خارج از کشور

جدول ۱۴- راهکارهای بهبود امتیاز/ رتبهٔ مؤسسه‌ها در سنجۀ «وجه بین‌المللی - دانشجویان بین‌المللی»

منبع (یا منابع)	سطح	راهکار
Yun 2016	۳	تخفیف در شهریه برای دانشجویان خارجی
Ponomarenko, Oganessian, and Teslenko 2016; Zakharova 2019	۲	افزودن دوره‌های آنلاین برای دانشجویان
Caetano, Rocha, Quadrado, Cardoso, and Felgueiras 2015	۲	فراهم کردن محل اقامت مناسب برای دانشجویان
Amara, Landry, and Halilem 2015	۱	آسان‌سازی فرایند درخواست تحصیل و نام‌نویسی
Kurbatov 2011; Tan and Shahrill 2015	۱	انجام پیمایش‌های بین‌المللی برای آگاهی از نیازهای دانشجویان خارجی
Hillman and Baydoun 2018; Moskovkin, Fraser, and Moskovkina 2013	۱	غنی کردن وبگاه انگلیسی مؤسسه و روزآمدی دوره‌ای آن
Hillman and Baydoun 2018	۱	کاربرپسند بودن وبگاه مؤسسه و توانایی اجرا شدن روی ابزارهای گوناگون، از تلفن همراه گرفته تا رایانه
Taylor, Perakakis, Trachana, and Gialis 2013	۱	پاسخگویی سریع به دانشجویان خارجی با رایانامه و تلفن
Taylor, Perakakis, Trachana, and Gialis 2013	۱	فرستادن رایانامه‌های بازاریابی برای گروه‌های هدف
Hillman and Baydoun 2018; Chatterjee and Maity 2014; Campos Freire, Rivera Rogel, and Rodríguez 2014	۲	معرفی مؤسسه در پلتفرم‌های کارآمد، همانند سرویس‌های اشتراک ویدیو، شبکه‌های اجتماعی، و غیره
Bellucci, Biagi, and Manetti 2019; Campos Freire, Rivera Rogel, and Rodríguez 2014	۲	فعالیت پایسته در شبکه‌های اجتماعی دانشگاهی و غیردانشگاهی

منبع (یا منابع)	سطح	راهکار
Hillman and Baydoun 2018	۱	بهینه کردن وبگاه مؤسسه برای کاوش‌پذیری بیشتر در موتورهای کاوش وب
Cebolla-Boado, Hu, and Soysal 2018	۳	شرکت در رویدادهای بازاریابی در کشورهای دیگر برای جذب دانشجو
Taneja and Goel 2015	۱	طراحی برنامه کاربردی (اپلیکیشن) برای معرفی و ارائه خدمات مؤسسه، از جمله نام‌نویسی
Bellucci, Biagi, and Manetti 2019; Campos Freire, Rivera Rogel, and Rodríguez 2014	۳	فعالیت اعضای هیئت علمی مؤسسه در شبکه‌های اجتماعی و ثبت درخواست جذب دانشجو در پایگاه‌های گوناگون در وب
Amara, Landry, and Halilem 2015; Dennis 2019	۳	دادن آزادی بیشتر به اعضای هیئت علمی در جذب دانشجویان خارجی
Belavy, Owen, and Livingston 2020; Dennis 2019	۳	داشتن برنامه راهبردی در جذب دانشجویان خارجی
Brown 2011; Dennis 2019	۲	تشکیل پرونده برای هر کشور و کوشش برای جذب دانشجویان آن
Shahjahan, Sonneveldt, Estera, and Bae 2020	۳	بستن پیمان‌های دوجانبه و چندجانبه با مؤسسه‌ها و شرکت‌های دیگر در کشورهای خارجی
Furukawa, Shirakawa, and Okuwada 2013	۱	پیشنهاد کارهای اجرایی به دانشجویان/افراد خارجی در معاونت بین‌الملل مؤسسه‌ها
Belyaeva 2018	۳	افزایش دوره‌های آموزشی به زبان انگلیسی
Rybinski 2020	۲	دعوت از مدیران سیاسی کشورهای دیگر (همانند سفیران) برای بازدید از مؤسسه
Harman 2010	۳	کوشش برای جذب بورسیه‌های تحصیلی از شرکت‌ها و صنایع برای دانشجویان خارجی
Kumar 2015	۳	کوشش برای جذب پسادکتری‌ها از مؤسسه‌های هدف
Ponomarenko, Oganessian, and Teslenko 2016; Zakharova 2019	۲	ارائه دوره‌های آموزشی رایگان در پلتفرم‌های آموزش الکترونیکی، همانند کُرسرا ^۱ ، ویمو ^۲ ، و غیره
Tan and Goh 2014	۳	همکاری با مؤسسه‌ها و شرکت‌های فعال در زمینه جذب دانشجوی خارجی
Tsikliras, Robinson, and Stergiou 2013	۲	کوشش برای بهبود رتبه مؤسسه در نظام‌های جهانی رتبه‌بندی
Furukawa, Shirakawa, and Okuwada 2013; Malik 2016	۱	فراهم کردن زمینه کار دانشجویی برای دانشجویان خارجی
Derqui 2020	۱	آسان‌سازی فرایند گرفتن ویزا و دیگر اسناد مسافرت برای دانشجویان خارجی
Koda and Yuki 2013; Tan and Shahrill 2015	۳	مذاکره با کسب‌وکارهای محلی برای دادن فرصت‌های کارورزی به دانشجویان خارجی
Moskovkin, Fraser, and Moskovkina 2013	۱	تهیه تور مجازی برای معرفی مؤسسه
Amara, Landry, and Halilem 2015; Dennis 2019	۲	در نظر گرفتن مشوق‌های مادی و معنوی برای اعضای هیئت علمی فعال در جذب دانشجوی خارجی
Smithson, Birks, Harrison, Sid Nair, and Hitchins 2015	۱	درخواست از دانشجویان خارجی پیشین برای نوشتن درباره مؤسسه در شبکه‌های اجتماعی

¹ coursera

² Vimeo

منبع (یا منابع)	سطح	راهکار
Dennis 2019	۱	جذب همه اعضای یک خانواده برای نام‌نویسی در مؤسسه، نه فقط درخواست‌کننده
Delen 2010	۲	فراهم کردن رفاه دانشجویان خارجی (بیمه خدمات درمانی، امنیت، شغل، و غیره)
Gao and Liu 2020	۳	تدوین برنامه بازاریابی خارجی
Tufail 2019	۳	همکاری مؤسسه‌ها در سطح ملی برای راه‌اندازی یک کمپین منسجم برای جذب دانشجوی خارجی
Mosneaga and Agergaard 2012	۱	معرفی بافت فرهنگی کشور در شبکه‌های اجتماعی، پلتفرم‌های اشتراک ویدیو و پادکست، و وبگاه مؤسسه
Tufail 2019	۳	باز کردن دفتر جذب دانشجوی خارجی در کشورهای دیگر
Vernon, Andrew Balas, and Momani 2018	۱	برگزاری رویدادهای آنلاین برای دانشجویان خارجی در یک روز مشخص جهت معرفی مؤسسه
Shahjahan, Sonneveldt, Estera, and Bae 2020	۱	عضویت مؤسسه در انجمن‌ها و کانون‌های جهانی مرتبط با آموزش عالی
Bayley 2016	۱	مطالعه نمونه‌های موفق در جذب دانشجوی خارجی

جدول ۱۵- راهکارهای بهبود امتیاز/رتبه مؤسسه‌ها در سنج «دانش‌آموختگان باکیفیت»

منبع (یا منابع)	سطح	راهکار
Castellano and Rocca 2015; Chakraborty, Hossain, and Arefin 2019; Catal and Tekinerdogan 2019	۳	طراحی رشته‌هایی که بازار کار بهتری دارند
Benito, Gil, and Romera 2020	۳	افزایش نسبت استاد به دانشجو
Lou and He 2015	۲	استخدام اعضای هیئت علمی پرآوازه
Zhu 2019	۲	گزینش دانشجویان باکیفیت
Roman-Gonzalez, Ciriaco-Susanibar, and Vargas-Cuentas 2019	۳	افزایش دوره‌های کارورزی در صنایع و کسب‌وکار برای دانشجویان
Chubik, Lider, Zamyatin, Chubik, Slesarenko, and Gonets 2015	۳	افزایش دوره‌های فرصت مطالعاتی در صنایع و کسب‌وکار برای اعضای هیئت علمی
Tijssen, Yegros-Yegros, and Winnink 2016	۲	افزایش دوره‌ها و کارگاه‌های کاربردی ویژه صنایع و کسب‌وکارها
Solemon 2019; Catal and Tekinerdogan 2019	۳	بازطراحی برنامه درسی رشته‌های دانشگاهی بر پایه نیاز صنایع و کسب‌وکارها
Dhondt 2014	۱	تشویق اعضای هیئت علمی برای عضویت در انجمن‌های علمی ملی و جهانی
Chubik, Lider, Zamyatin, Chubik, Slesarenko, and Gonets 2015; Marconi 2013	۲	یافتن و توصیه دوره‌های آموزشی تازه در خارج از کشور برای دانشجویان و اعضای هیئت علمی
Marconi 2013	۱	تأیید برنامه‌های درسی در انجمن‌های حرفه‌ای متخصص این کار
Roman-Gonzalez, Ciriaco-Susanibar, and Vargas-Cuentas 2019	۲	استخدام دانشجویان به عنوان دستیار پژوهشی
Roman-Gonzalez, Ciriaco-Susanibar, and Vargas-Cuentas 2019	۲	استخدام دانشجویان به عنوان دستیار آموزشی
Khaustov, Redina, Aleinikova, and Mamadzhano 2017	۱	آموزش مهارت‌های کاربردی به دانشجویان افزون بر دروس اجباری

منبع (یا منابع)	سطح	راهکار
Catal and Tekinerdogan 2019; Kusmaryani, Musthafa, and Purnawarman 2019	۲	آموزش مهارت‌های لازم قرن ۲۱ همانند تفکر انتقادی، حل مسئله، کارآفرینی، و خلاقیت
Dearden, Grewal, and Lilien 2013	۱	تشکیل ژورنال کلاب‌ها و بوک کلاب‌ها
Roman-Gonzalez, Ciriaco-Susanibar, and Vargas-Cuentas 2019	۳	درگیر کردن دانشجویان در انجام پژوهش‌ها و پروژه‌های پژوهشی
Catal and Tekinerdogan 2019	۱	گنجاندن منابع اطلاعاتی بیشتر در آموزش دوره‌های درسی
Arseniev, Rechinskiy, Shvetsov, Vatin, and Gamayunova 2014	۱	فراهم کردن فضای تعاملی برای ارتباط میان - دانشجویی در مؤسسه
Galloway and Ruegg 2020	۲	راهاندازی و فعال کردن «مرکز نگارش» در مؤسسه
Si, Zeng, Guo, and Zhuang 2019	۱	تقویت کتابخانه‌های دانشکده‌ای و مرکزی
Leon 2014	۲	آموزش کار تیمی به دانشجویان
Dobrea and Matu 2015	۲	تقویت آزمایشگاه‌ها در مؤسسه
Daraio 2017	۳	ارزیابی سالانه دقیق دانشکده‌ها و گروه‌های آموزشی
Caetano, Rocha, Quadrado, Cardoso, and Felgueiras 2015	۱	بهره‌برداری از ظرفیت مدارس تابستانی
Bowl 2018	۲	افزایش تنوع نژادی، جنسیتی، و قومی دانشجویان در مؤسسه
Horstschraer 2012	۲	تشویق مادی و معنوی دانشجویان برنده جوایز ملی و جهانی

جدول ۱۶- راهکارهای بهبود امتیاز/رتبه مؤسسه‌ها در سنجۀ «درآمدزایی»

منبع (یا منابع)	سطح	راهکار
Tijssen, Yegros-Yegros, and Winnink 2016	۳	در نظر گرفتن امتیازهای مادی و معنوی برای انجام پروژه‌های صنعتی
Chernikova and Petrov 2018	۲	راهاندازی آزمایشگاه‌های مشترک با صنایع و کسب‌وکارها
Popescu, Popescu, and Popescu 2017	۱	برگزاری دوره‌های آموزشی کار با صنعت
Popescu, Popescu, and Popescu 2017	۱	برگزاری رویدادهای مشترک با صنعت درباره موضوعی ویژه
Popescu, Popescu, and Popescu 2017	۲	برگزاری دوره‌های پروپزال‌نویسی و گزارش‌نویسی برای صنایع
Popescu, Popescu, and Popescu 2017	۲	راهاندازی دفاتر انتقال دانش و فناوری در مؤسسه
Popescu, Popescu, and Popescu 2017	۳	راهاندازی دفتر پیوند دانشگاه - صنعت در مؤسسه
Berestov, Guseva, Kalashnik, Kaminsky, Kireev, and Sadchikov 2020	۱	یافتن صنایع و کسب‌وکارهای کلیدی در ناحیه و همکاری با آنها
Stoimenova 2019	۳	افزایش دوره‌های کارورزی در صنایع و کسب‌وکار برای دانشجویان
Aithal 2016	۳	افزایش دوره‌های فرصت مطالعاتی در صنایع و کسب‌وکار برای اعضای هیئت علمی

فصل پنجم

طراحی افزونه پیش‌بینی برای سامانه نما

و نتایج الگوریتم‌های هوشمند

۵-۱- مقدمه

با توجه به مطالعات صورت گرفته در فصل‌های پیشین، روش‌های پیش‌بینی معتبر با استفاده از زبان برنامه نویسی C#.Net پیاده‌سازی شدند و براساس معیارهای خطا با یکدیگر مقایسه شدند و نتایج این پیاده‌سازی در این فصل آمده است. افزونه طراحی شده برای سامانه نما قابلیت پیش‌بینی برای ۱۸ نظام فراگیر ۹ نظام موضوعی رتبه‌بندی جهانی در «نما» که دست کم دارای داده‌های هفت دوره هستند را داراست. لذا برای هر نظام براساس روش‌های مختلف نتایج در ادامه فصل آمده است.

۵-۲- پیاده‌سازی الگوریتم‌های پیش‌بینی

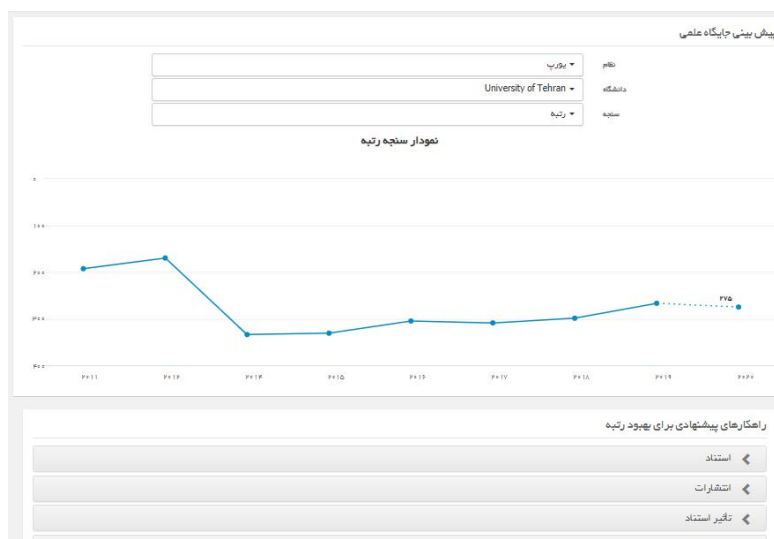
در افزونه‌ای که طراحی و پیاده‌سازی شده است، روش‌های رگرسیون، ماشین بردار پشتیبان، شبکه عصبی و درخت تصمیم پیاده‌سازی شدند. برای روش ماشین بردار پشتیبان تابع کرنل RBF درجه ۳ و با گاما یک در نظر گرفته شد. برای روش درخت تصمیم الگوریتم C5.0 و با استفاده از معیار SplitInfo ساخت گره‌های درخت انجام می‌شود. در روش شبکه عصبی از روش پس انتشار خطا^۱ با تابع فعال‌سازی سیگموید استفاده شده است.

داده‌های ورودی الگوریتم‌ها، داده سال فرضی، اختلاف داده سال فرضی با سال قبل و داده خروجی داده سال بعد سال فرضی در نظر گرفته شده است. این مجموعه داده از روی داده‌های موجود برای تمامی نظام‌ها به تفکیک سنج‌ها محاسبه شده‌اند. سپس برای هر نظام نتایج پیش‌بینی به تفکیک سنج محاسبه شده و نهایتاً نمره کلی دانشگاه یا موسسه و سپس رتبه بدست می‌آید. پس از آن در صورتی که رتبه پیش‌بینی شده از رتبه سال فعلی پایین‌تر باشد براساس یافته‌های فصل چهارم راهکارهایی به موسسه یا دانشگاه مربوطه ارائه خواهد شد. ارائه راهکارها همانطور که در فصل قبل ارائه شد در سه سطح می‌باشد. تعیین آستانه برای سطوح متوسط یک فرد خبره صورت گرفته است.

نمایی از افزونه در شکل ۷ آمده است. کاربر می‌تواند با انتخاب نظام و دانشگاه مورد نظر، اطلاعات پیش‌بینی شده به تفکیک هر سنج و در نهایت نمره کل و رتبه را مشاهده نماید.

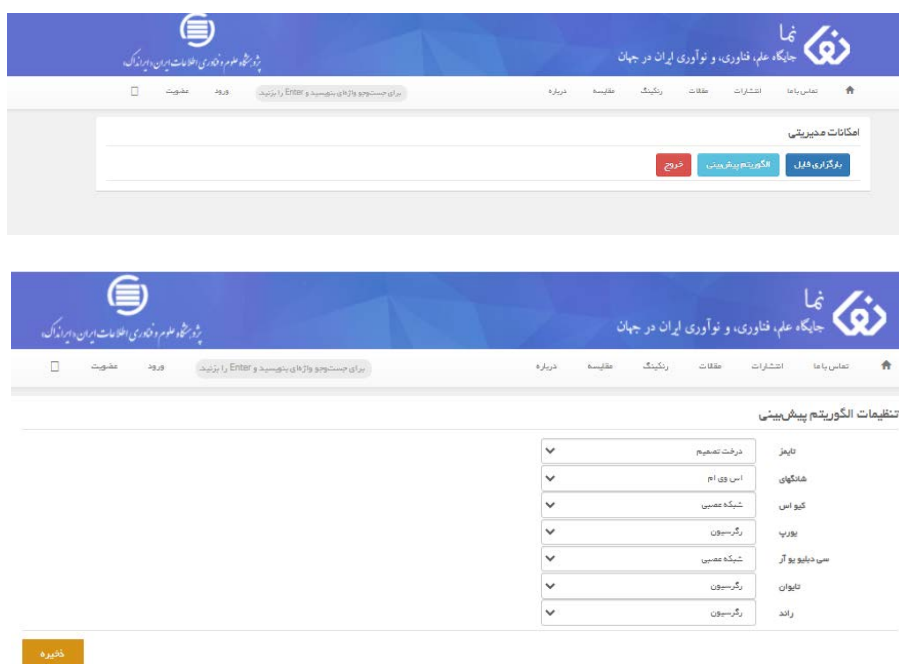
¹ Back Propagation Network

طراحی و پیاده‌سازی افزونه پیش‌بینی جایگاه دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و مؤسسه‌های آموزش عالی، پژوهشی □ ۹۶



شکل ۷- نمایی از افزونه پیش‌بینی

برای سهولت مدیر سامانه، یک داشبورد مدیریتی جهت بارگذاری فایل، انتخاب و تغییر الگوریتم‌های پیش‌بینی برای هر نظام و محاسبات طراحی شده است (شکل ۸).



شکل ۸- داشبورد مدیریتی

۵-۳- نتایج الگوریتم‌های پیش‌بینی

در این بخش نتایج الگوریتم‌های پیش‌بینی به تفکیک هر نظام با توجه به معیارهای مختلف خطا محاسبه شده است. تعداد داده‌های موجود برای هر سنج در جدول ۱۸ به تفکیک نظام آمده است. همانطور که اطلاعات این

جدول نشان می‌دهند، تعداد داده‌ها در بیشترین حالت ۲۱۹۳ رکورد و در کمترین حالت شامل ۱ رکورد است. تعداد کم داده‌ها انتظار برای نتایج خوب پیش‌بینی را کاهش می‌دهد.

جدول ۱۷- تعداد داده‌ها به تفکیک نظام

نظام رتبه‌بندی	شاخص / سنج به فارسی	تعداد داده‌ها
شانگهای	دانش‌آموختگان برنده جایزه	۶
	اعضای هیئت علمی برنده جایزه	۱
	پژوهشگران پراستناد	۲۵۶
	مقاله در ساینس و نیچر	۳۹۴
	انتشارات	۴۸۴
	سرانه انتشارات	۴۶۶
تایمز	آموزش	۹۲۶
	پژوهش	۹۱۹
	استادها	۹۴۰
	درآمدهای صنعتی	۹۰۲
	چشم‌انداز بین‌المللی	۹۳۱
کیو.اس.	سرانه استناد	۴۳۸
	دانشجویان بین‌المللی	۴۰۵
	اعضای هیئت علمی بین‌المللی	۳۸۰
	نسبت استاد به دانشجو	۳۸۶
	آوازه شغلی	۳۲۷
	آوازه علمی	۳۳۱
تایوان	انتشارات در ۱۱ سال گذشته	۴۷۵
	انتشارات در سال گذشته	۴۷۶
	استادها در ۱۱ سال گذشته	۴۷۴
	استاد در سال گذشته	۴۷۳
	میانگین استناد	۴۶۳
	شاخص اچ	۴۷۵
	مقاله‌های پراستناد	۴۷۴
	مقاله در نشریه‌های با ضریب تأثیر بالا	۴۷۵
یورپ	مقاله	۲۱۹۲
	استناد	۲۱۹۲
	انتشارات	۲۱۹۲
	تأثیر مقاله	۲۱۹۳
	تأثیر استناد	۲۱۸۸
	همکاری	۲۱۸۹
	آموزش	۶۷۴
راوند		

نظام رتبه‌بندی	شاخص / سنجه به فارسی	تعداد داده‌ها
	پژوهش	۶۷۴
	گونه‌گونی بین‌المللی	۶۷۶
	پایداری مالی	۶۷۴

۵-۳-۱- نتایج الگوریتم‌های پیش‌بینی برای نظام تایمز

در این بخش نتایج اجرای الگوریتم‌های رگرسیون، ماشین بردار پشتیبان، شبکه عصبی و درخت تصمیم برای نظام تایمز به تفکیک هر سنجه و با معیارهای خطای مختلف در ادامه آمده است. در انتها نتایج اجرای هریک از الگوریتم‌ها برای نمره کل ارائه شده است.

جدول ۱۸- نتایج الگوریتم رگرسیون برای نظام تایمز

درآمدهای صنعتی	چشم‌انداز بین‌المللی	استانداردها	آموزش	پژوهش	معیار خطا
۲۵.۱۰	۶۳.۱۳	۱۷.۲۳	۰۴.۱۲	۲۳.۱۴	MAE
۷۶.۲۱	۶۷.۳۹	۳۳.۱۲۲	۷۲.۵۱	۳۷.۸۴	MAPE
-۳۶.۲	-۹۷.۳	-۲۳.۲۱	-۵۶.۶	-۴۷.۸	MFE
-۹۰.۱۱	-۱۳.۲۸	-۲۴.۱۲۰	-۰۹.۴۳	-۰۱.۷۶	MPE
۳۶.۱۵۵	۶۱.۲۵۱	۹۴.۸۳۵	۵۱.۲۰۰	۴۱.۲۶۷	MSE

جدول ۱۹- نتایج الگوریتم ماشین بردار پشتیبان برای نظام تایمز

درآمدهای صنعتی	چشم‌انداز بین‌المللی	استانداردها	آموزش	پژوهش	معیار خطا
۹۷.۲۴	۰۶.۲۴	۱۳.۲۷	۳۱.۲۱	۸۸.۲۲	MAE
۸۹.۵۱	۸۶.۵۰	۰۱.۷۰	۹۷.۸۶	۶۵.۱۱۷	MAPE
۴۶.۰	۱۶.۶	۴۰.۴	-۸۷.۱۵	-۵۵.۱۹	MFE
-۹۰.۳	-۵۴.۱	-۵۱.۲۱	-۷۸.۷۱	-۵۵.۱۰۹	MPE
۰۰.۲۱۵۹	۴۹.۱۷۱۰	۷۵.۲۶۶۰	۲۵.۱۹۳۵	۰۰.۲۱۷۱	MSE

جدول ۲۰- نتایج الگوریتم شبکه عصبی برای نظام تایمز

درآمدهای صنعتی	چشم‌انداز بین‌المللی	استانداردها	آموزش	پژوهش	معیار خطا
۰۱/۱۳	۰۷/۲۰	۳۱/۲۴	۲۳.۱۱	۷۸.۴۰	MAE
۹۹/۲۰	۳۲/۵۵	۴۲/۱۱۴	۷۲/۳۵	۵۷.۲۴۶	MAPE
۲۸/۱۱	-۹۲/۲	-۵۰/۶	۰۰/۴	-۱۱.۳۹	MFE
۲۱/۱۶	-۵۱/۳۴	-۴۸/۹۳	-۹۱/۵	-۶۶.۲۴۴	MPE
۰۲/۴۴۹	۲۶/۵۵۲	۹۸/۷۹۹	۸۴/۲۵۷	۸۵.۱۸۸۴	MSE

جدول ۲۱- نتایج الگوریتم درخت تصمیم برای نظام تایمز

درآمدهای صنعتی	چشم‌انداز بین‌المللی	استاندها	آموزش	پژوهش	معیار خطا
۰۲/۱۰	۰۵/۶	۵۲/۱۸	۸۸/۴	۳۱/۶	MAE
۹۰/۱۵	۴۵/۱۳	۹۵/۹۸	۹۲/۱۴	۱۷/۲۲	MAPE
۶۸/۹	۰۳/۳	-۲۴/۱۱	۳۶/۰	۰۵/۳	MFE
۰۸/۱۵	۴۵/۳	-۸۸/۸۸	-۷۹/۴	-۳۹/۳	MPE
۶۰/۲۹۵	۷۸/۵۷	۳۳/۵۲۴	۶۲/۶۵	۲۵/۱۳۵	MSE

جدول ۲۲- نتایج انواع الگوریتم‌های پیش‌بینی برای نظام تایمز در نمره کل

رگرسیون	ماشین بردار پشتیبان	شبکه عصبی	درخت تصمیم	معیار خطا
۳۸/۱۲	۹۷/۱۹	۶۷/۱۴	۵۹/۷	MAE
۲۲/۴۶	۹۹/۷۰	۸۱/۴۹	۴۱/۲۵	MAPE
-۴۳/۶	-۱۱/۸	-۸۳/۱	۱۵/۰	MFE
-۵۹/۳۷	-۶۸/۵۰	-۵۶/۲۹	-۸۲/۱۱	MPE
۸۱/۲۲۶	۰۴/۶۰۷	۳۳/۳۴۴	۲۵/۱۱۱	MSE

۵-۳-۲- نتایج الگوریتم‌های پیش‌بینی برای نظام شانگهای

در این بخش نتایج اجرای الگوریتم‌های رگرسیون، ماشین بردار پشتیبان، شبکه عصبی و درخت تصمیم برای نظام شانگهای به تفکیک هر سنج و با معیارهای خطای مختلف در ادامه آمده است. در انتها نتایج اجرای هریک از الگوریتم‌ها برای نمره کل ارائه شده است.

جدول ۲۳- نتایج الگوریتم رگرسیون برای نظام شانگهای

سرانه انتشارات	انتشارات	مقاله در ساینس و نیچر	پژوهشگران پراستناد	اعضای هیئت علمی برنده جایزه	دانش‌آموختگان برنده جایزه	معیار خطا
۵۳/۵	۳۶/۸	۰۳/۷	۵۹/۷	۳۳/۸	۳۳/۷	MAE
۷۹/۳۲	۳۳/۲۸	۷۶/۱۲۹	۵۵/۶۷	۰۲/۴۹	۷۰/۲۹	MAPE
-۹۹/۱	-۹۸/۲	-۵۴/۴	-۱۰/۴	-۳۳/۸	۰۳/۵	MFE
-۱۱/۲۲	-۱۱/۱۹	-۵۳/۱۲۰	-۸۲/۵۶	-۰۲/۴۹	۲۸/۱۱	MPE
۸۱/۴۸	۰۶/۱۰۴	۶۷/۶۴	۵۷/۷۸	۴۶/۶۹	۲۴/۷۲	MSE

جدول ۲۴- نتایج الگوریتم ماشین بردار پشتیبان برای نظام شانگهای

معیار خطا	دانش‌آموختگان برنده جایزه	اعضای هیئت علمی برنده جایزه	پژوهشگران پر استناد	مقاله در ساینس و نیچر	انتشارات	سرانه انتشارات
MAE	۷۳/۵	۰۰/۸	۵۲/۱۶	۶۵/۲۰	۳۷/۲۰	۰۸/۱۸
MAPE	۳۱/۲۵	۰۶/۴۷	۹۹/۱۳۰	۳۱/۳۶۶	۸۶/۶۱	۴۷/۱۱۱
MFE	-۷۷/۱	۰۰/۸	-۲۶/۱۳	-۷۷/۱۹	۴۸/۶	-۹۷/۱۱
MPE	-۵۷/۱۰	۰۶/۴۷	-۱۲/۱۱۷	-۳۴/۳۶۰	۸۸/۵	-۴۷/۸۴
MSE	۹۳/۴۲	۰۰/۶۴	۵۳/۵۷۲	۲۴/۷۷۱	۹۲/۸۹۰	۵۶/۸۵۹

جدول ۲۵- نتایج الگوریتم شبکه عصبی برای نظام شانگهای

معیار خطا	دانش‌آموختگان برنده جایزه	اعضای هیئت علمی برنده جایزه	پژوهشگران پر استناد	مقاله در ساینس و نیچر	انتشارات	سرانه انتشارات
MAE	۴۳/۱۳	۶۰/۳	۲۶/۷	۷۸/۴	۹۸/۹	۸۴/۴
MAPE	۷۰/۴۷	۱۸/۲۱	۱۹/۳۸	۹۹/۴۷	۴۷/۲۶	۹۰/۲۱
MFE	۴۳/۱۳	۶۰/۳	۵۹/۵	۱۲/۲	۵۳/۵	۳۶/۲
MPE	۷۰/۴۷	۱۸/۲۱	۸۸/۱۵	-۳۲/۹	۶۴/۴	۴۷/۳
MSE	۶۶/۲۳۵	۹۶/۱۲	۷۸/۱۰۳	۲۶/۵۳	۲۳/۱۹۴	۱۲/۵۵

جدول ۲۶- نتایج الگوریتم درخت تصمیم برای نظام شانگهای

معیار خطا	دانش‌آموختگان برنده جایزه	اعضای هیئت علمی برنده جایزه	پژوهشگران پر استناد	مقاله در ساینس و نیچر	انتشارات	سرانه انتشارات
MAE	۱۷/۱۱	۶۰/۰	۱۶/۷	۵۴/۲	۰۵/۶	۴۷/۲
MAPE	۸۴/۳۸	۵۳/۳	۶۴/۳۶	۶۸/۳۸	۲۵/۱۶	۰۵/۱۲
MFE	۱۳/۱۱	۶۰/۰	۸۲/۵	-۱۲/۰	۰۹/۳	۱۵/۰
MPE	۵۷/۳۸	۵۳/۳	۴۴/۱۸	-۷۰/۲۸	۹۶/۰	-۱۸/۴
MSE	۹۷/۱۷۱	۳۶/۰	۴۴/۱۰۳	۵۲/۱۸	۳۱/۹۷	۲۱/۲۱

جدول ۲۷- نتایج انواع الگوریتم‌های پیش‌بینی برای نظام شانگهای در نمره کل

معیار خطا	درخت تصمیم	شبکه عصبی	ماشین بردار پشتیبان	رگرسیون
MAE	۸۲/۲۹	۹۴/۳۰	۱۱/۲۵	۶۷/۲۶
MAPE	۰۵/۷۰	۰۵/۷۲	۳۷/۵۹	۸۵/۴۰۸۲
MFE	۸۲/۲۹	۹۴/۳۰	۲۹/۲۴	۶۷/۲۶
MPE	۰۵/۷۰	۰۵/۷۲	۴۵/۵۵	۰۸/۶۱
MSE	۰۱/۱۰۶۳	۶۲/۱۱۵۹	۲۸/۷۹۰	۷۵/۸۸۸

۵-۳-۳- نتایج الگوریتم‌های پیش‌بینی برای نظام کیو.اس

در این بخش نتایج اجرای الگوریتم‌های رگرسیون، ماشین بردار پشتیبان، شبکه عصبی و درخت تصمیم برای نظام کیو.اس به تفکیک هر سنج و با معیارهای خطای مختلف در ادامه آمده است. در انتها نتایج اجرای هریک از الگوریتم‌ها برای نمره کل ارائه شده است.

جدول ۲۸- نتایج الگوریتم رگرسیون برای نظام کیو.اس.

معیار خطا	دانشجویان بین‌المللی	سرانه استاندارد	اعضای هیئت علمی بین‌المللی	نسبت استاد به دانشجو	آوازه شغلی	آوازه علمی
MAE	۳۹/۱۴	۴۰/۱۲	۷۶/۱۳	۰۹/۱۲	۳۷/۱۶	۱۰/۱۶
MAPE	۰۵/۳۶	۶۹/۳۱	۱۷/۳۱	۰۰/۲۵	۴۱/۴۳	۸۴/۴۹
MFE	-۲۸/۳	-۶۱/۴	-۳۳/۰	-۰۱/۰	-۴۶/۹	-۹۵/۱۰
MPE	-۶۴/۲۳	-۱۷/۲۲	-۴۰/۱۶	-۹۷/۱۰	-۷۵/۳۵	-۰۰/۴۴
MSE	۳۲/۲۷۰	۹۰/۲۱۳	۰۶/۲۴۵	۸۶/۱۹۴	۸۵/۳۳۹	۴۱/۳۱۸

جدول ۲۹- نتایج الگوریتم ماشین بردار پشتیبان برای نظام کیو.اس.

معیار خطا	دانشجویان بین‌المللی	سرانه استاندارد	اعضای هیئت علمی بین‌المللی	نسبت استاد به دانشجو	آوازه شغلی	آوازه علمی
MAE	۰۲/۲۹	۰۸/۲۴	۸۴/۳۰	۲۶/۲۷	۱۶/۲۷	۸۳/۱۹
MAPE	۱۲/۶۱	۳۸/۵۶	۵۲/۶۲	۲۰/۵۴	۳۹/۶۴	۲۹/۵۷
MFE	-۴۰/۵	-۶۳/۱۰	-۱۰/۱	-۹۶/۳	-۷۴/۱۳	-۹۳/۱۲
MPE	-۸۰/۳۱	-۵۷/۳۶	-۱۵/۲۷	-۱۶/۲۴	-۷۷/۴۵	-۴۳/۴۷
MSE	۶۳/۲۳۹۶	۸۸/۱۴۳۰	۵۸/۲۵۲۰	۴۳/۲۳۶۸	۶۹/۲۴۸۲	۵۰/۶۶۵

جدول ۳۰- نتایج الگوریتم شبکه عصبی برای نظام کیو.اس.

معیار خطا	دانشجویان بین‌المللی	سرانه استاندارد	اعضای هیئت علمی بین‌المللی	نسبت استاد به دانشجو	آوازه شغلی	آوازه علمی
MAE	۹۹/۳۹	۱۷/۴۸	۸۴/۳۵	۲۱/۳۹	۱۳/۲۰	۴۳/۱۸
MAPE	۷۰/۱۱۱	۰۸/۱۲۶	۴۲/۹۷	۹۹/۹۲	۷۴/۴۷	۹۲/۴۷
MFE	-۹۶/۳۹	-۱۷/۴۸	-۸۴/۳۵	-۲۱/۳۹	-۳۲/۳	-۸۱/۰
MPE	-۶۶/۱۱۱	-۰۸/۱۲۶	-۴۲/۹۷	-۹۹/۹۲	-۱۴/۲۸	-۲۸/۲۵
MSE	۵۷/۲۲۴۸	۲۷/۲۷۳۱	۲۸/۱۹۸۳	۳۱/۲۰۴۴	۲۶/۵۳۷	۹۸/۴۸۳

جدول ۳۱- نتایج الگوریتم درخت تصمیم برای نظام کیو. اس.

آوازه علمی	آوازه شغلی	نسبت استاد به دانشجو	اعضای هیئت علمی بین‌المللی	سرانه استناد	دانشجویان بین‌المللی	معیار خطا
۹۴/۱۵	۰۹/۱۳	۳۳/۱۱	۰۷/۲۲	۵۰/۱۵	۴۱/۱۷	MAE
۹۸/۳۹	۶۰/۳۲	۹۱/۲۲	۱۰/۶۴	۷۹/۳۵	۷۱/۳۸	MAPE
۷۸/۱	-۶۰/۲	۳۱/۲	-۲۸/۱۹	۵۹/۰	۴۸/۳	MFE
-۱۰/۱۵	-۷۱/۱۷	-۶۸/۳	-۰۲/۶۱	-۴۳/۱۴	-۱۶/۱۲	MPE
۶۰/۳۹۳	۲۰/۲۵۹	۸۶/۱۹۹	۶۵/۸۷۰	۹۹/۳۶۰	۲۴/۴۶۲	MSE

جدول ۳۲- نتایج انواع الگوریتم‌های پیش‌بینی برای نظام کیو. اس. در نمره کل

رگرسیون	ماشین بردار پشتیبان	شبکه عصبی	درخت تصمیم	معیار خطا
۴۳/۱۴	۲۰/۱۶	۳۴/۱۳۱۱	۷۷/۱۶۵۴	MAE
۱۲/۳۵	۵۵/۴۰	۴۵/۳۱	۹۳/۳۸	MAPE
۸۴/۱۱	۵۸/۹	۶۹/۲	۹۷/۱۵۵۱	MFE
۳۴/۲۷	۳۸/۲۴	۸۱/۳	۳۸/۳۵	MPE
۲۵/۳۷۵	۲۵/۴۳۷	۰۵/۲۹۷	۴۰/۴۳۸	MSE

۵-۳-۴- نتایج الگوریتم‌های پیش‌بینی برای نظام یورپ

در این بخش نتایج اجرای الگوریتم‌های رگرسیون، ماشین بردار پشتیبان، شبکه عصبی و درخت تصمیم برای نظام یورپ به تفکیک هر سنج و با معیارهای خطای مختلف در ادامه آمده است. در انتها نتایج اجرای هریک از الگوریتم‌ها برای نمره کل ارائه شده است.

جدول ۳۳- نتایج الگوریتم رگرسیون برای نظام یورپ

انتشارات	تأثیر استناد	مقاله	تأثیر مقاله	همکاری	استناد	معیار خطا
۲۳/۶	۸۳/۱۲	۹۵/۱۶	۷۹/۱۰	۱۷/۱۰	۹۱/۱۲	MAE
۳۳/۳۳	۳۷/۲۴	۸۸/۲۸۷	۴۱/۲۵	۵۵/۴۰	۴۰/۲۴	MAPE
۱۳/۰	۷۴/۲	-۴۰/۵	۴۱/۱	-۴۳/۱	۸۳/۲	MFE
-۰۶/۱۶	-۱۲/۵	-۶۵/۲۷۳	-۸۵/۷	-۵۲/۲۵	-۰۳/۵	MPE
۵۱/۵۸	۴۲/۲۵۰	۷۳/۴۰۸	۱۲/۱۷۷	۳۷/۱۵۲	۸۷/۲۵۴	MSE

جدول ۳۴- نتایج الگوریتم ماشین بردار پشتیبان برای نظام یورپ

انتشارات	تأثیر استناد	مقاله	تأثیر مقاله	همکاری	استناد	معیار خطا
۱۹/۳۶	۹۴/۳۴	۱۷/۳۰	۵۸/۳۰	۹۲/۲۹	۹۶/۳۴	MAE
۳۰/۱۷۵	۷۵/۶۷	۷۴/۲۰۷	۹۰/۷۱	۳۹/۱۰۶	۷۵/۶۷	MAPE
-۲۵/۳۵	-۰۰/۲	-۶۲/۱۵	-۴۸/۱۲	-۱۷/۲۳	-۹۷/۱	MFE
-۳۷/۱۷۰	-۸۷/۶	-۰۶/۱۸۰	-۵۰/۳۰	-۰۴/۸۷	-۸۴/۶	MPE
۰۶/۵۴۶۴	۹۰/۴۳۱۵	۵۲/۴۳۰۱	۳۰/۴۵۸۱	۳۳/۴۷۷۸	۷۳/۴۳۱۶	MSE

جدول ۳۵- نتایج الگوریتم شبکه عصبی برای نظام یورپ

انتشارات	تأثیر استناد	مقاله	تأثیر مقاله	همکاری	استناد	معیار خطا
۰۴/۱۱	۲۰/۱۹	۷۰/۲۹	۱۵/۱۷	۴۹/۱۶	۲۷/۱۹	MAE
۶۹/۶۸	۶۰/۴۱	۵۵/۴۷۸	۸۸/۴۵	۴۶/۷۳	۶۱/۴۱	MAPE
-۸۱/۶	-۸۴/۶	-۴۴/۲۱	-۱۸/۷	-۷۵/۹	-۷۲/۶	MFE
-۶۹/۵۸	-۹۲/۲۷	-۴۷/۴۶۹	-۰۳/۳۳	-۹۴/۶۲	-۷۸/۲۷	MPE
۸۶/۱۶۵	۱۳/۴۹۵	۶۹/۱۱۵۸	۲۰/۳۹۱	۷۳/۳۵۹	۵۸/۵۰۰	MSE

جدول ۳۶- نتایج الگوریتم درخت تصمیم برای نظام یورپ

انتشارات	تأثیر استناد	مقاله	تأثیر مقاله	همکاری	استناد	معیار خطا
۴۹/۱۰	۰۱/۱۹	۸۹/۱۲	۷۴/۱۶	۷۱/۸	۰۸/۱۹	MAE
۱۶/۶۵	۳۸/۴۱	۶۸/۷۷	۳۴/۴۵	۲۳/۲۶	۳۹/۴۱	MAPE
۷۷/۶-	۰۳/۷-	۸۱/۱	۶۴/۷-	۲۲/۷	۹۱/۶-	MFE
۴۲/۵۶-	۱۴/۲۸-	۷۴/۴۰-	۶۸/۳۳-	۹۵/۱۳	۰۰/۲۸-	MPE
۹۸/۱۴۶	۰۴/۴۸۶	۷۷/۲۷۲	۵۱/۳۷۵	۹۹/۱۲۷	۳۴/۴۹۱	MSE

جدول ۳۷- نتایج انواع الگوریتم‌های پیش‌بینی برای نظام یورپ در نمره کل

رگرسیون	ماشین بردار پشتیبان	شبکه عصبی	درخت تصمیم	معیار خطا
۳۸/۱۳	۱۶/۳۳	۹۰/۲۰	۸۴/۱۶	MAE
۵۷/۵۷	۷۸/۱۱۶	۸۹/۹۰	۰۴/۷۱	MAPE
-۹۲/۹	-۴۲/۳۲	-۶۷/۱۷	-۶۵/۱۳	MFE
-۲۳/۵۲	-۰۳/۱۱۵	-۲۶/۸۶	-۳۳/۶۶	MPE
۹۸/۲۴۹	۲۱/۱۷۵۱	۲۰/۵۸۰۹۲	۰۲/۳۸۱۵۱	MSE

۵-۳-۵- نتایج الگوریتم‌های پیش‌بینی برای نظام NTU-Ranking

در این بخش نتایج اجرای الگوریتم‌های رگرسیون، ماشین بردار پشتیبان، شبکه عصبی و درخت تصمیم برای نظام NTU-Ranking به تفکیک هر سنج و با معیارهای خطای مختلف در ادامه آمده است. در انتها نتایج اجرای هریک از الگوریتم‌ها برای نمره کل ارائه شده است.

جدول ۳۸- نتایج الگوریتم رگرسیون برای نظام NTU-Ranking

میانگین استناد	انتشارات در ۱۱ سال گذشته	انتشارات در سال گذشته	استناد در سال گذشته	شاخص اچ	مقاله‌های پراستناد	مقاله در نشریه‌های با ضریب تأثیر بالا	استنادها در ۱۱ سال گذشته	معیار خطا
۹۵/۸	۳۱/۱۲	۶۵/۱۲	۶۴/۱۳	۰۶/۸	۰۵/۱۵	۴۶/۱۴	۴۲/۱۳	MAE
۷۳/۱۴	۴۲/۱۹	۹۷/۱۹	۹۴/۲۱	۲۸/۱۲	۱۱/۲۵	۶۰/۲۳	۹۵/۲۱	MAPE
۳۵/۸	۳۱/۱۲	۶۵/۱۲	۶۴/۱۳	۹۶/۷	۰۵/۱۵	۴۶/۱۴	۴۲/۱۳	MFE
۲۹/۱۳	۴۲/۱۹	۹۷/۱۹	۹۴/۲۱	۰۹/۱۲	۱۱/۲۵	۶۰/۲۳	۹۵/۲۱	MPE
۴۴/۱۲۰	۴۲/۲۱۴	۴۰/۲۲۶	۱۲/۲۴۹	۳۹/۱۰۳	۸۹/۲۸۷	۰۲/۲۷۸	۰۲/۲۴۱	MSE

جدول ۳۹- نتایج الگوریتم ماشین بردار پشتیبان برای نظام NTU-Ranking

میانگین استناد	انتشارات در ۱۱ سال گذشته	انتشارات در سال گذشته	استناد در سال گذشته	شاخص اچ	مقاله‌های پراستناد	مقاله در نشریه‌های با ضریب تأثیر بالا	استنادها در ۱۱ سال گذشته	معیار خطا
۶۰/۱۲	۲۳/۷	۲۴/۱۲	۹۸/۹	۹۲/۱۳	۲۱/۱۳	۵۸/۱۱	۸۹/۹	MAE
۶۳/۲۲	۴۱/۱۲	۰۴/۲۱	۹۳/۱۷	۵۱/۲۳	۴۵/۲۳	۱۱/۲۱	۴۹/۱۷	MAPE
-۶۷/۵	-۵۱/۰	-۰۴/۶	-۷۸/۳	-۹۱/۵	-۱۱/۹	-۸۳/۷	-۹۰/۵	MFE
-۳۴/۱۱	-۸۴/۱	-۵۲/۱۱	-۸۱/۷	-۳۸/۱۰	-۵۰/۱۶	-۱۹/۱۵	-۱۷/۱۱	MPE
۷۸/۱۶۶۸	۵۹/۷۷۸	۳۹/۲۴۱۵	۳۷/۱۸۰۳	۵۱/۲۹۳۰	۱۱/۳۱۲۹	۴۸/۲۴۴۱	۳۶/۱۹۴۸	MSE

جدول ۴۰- نتایج الگوریتم شبکه عصبی برای نظام NTU-Ranking

میانگین استناد	انتشارات در ۱۱ سال گذشته	انتشارات در سال گذشته	استناد در سال گذشته	شاخص اچ	مقاله‌های پراستناد	مقاله در نشریه‌های با ضریب تأثیر بالا	استنادها در ۱۱ سال گذشته	معیار خطا
۰۱/۷	۲۹/۱۱	۸۹/۹	۰۲/۵۵	۶۵/۳۶	۵۵/۹	۰۸/۱۰	۰۶/۵۵	MAE
۱۴/۱۲	۹۸/۱۶	۵۸/۱۴	۰۲/۹۴	۹۲/۵۹	۵۱/۱۴	۰۳/۱۵	۵۴/۹۵	MAPE
۷۶/۲	۱۹/۱۱	۴۱/۹	۰۲/۵۵	۶۵/۳۶	۵۴/۹	۰۲/۱۰	۰۶/۵۵	MFE
۷۲/۲	۷۶/۱۶	۵۵/۱۳	۰۲/۹۴	۹۲/۵۹	۴۷/۱۴	۸۹/۱۴	۵۴/۹۵	MPE
۵۷/۸۱	۰۲/۲۳۸	۳۴/۲۰۸	۵۰/۳۱۴۳	۴۹/۱۴۱۵	۵۴/۲۰۳	۳۷/۲۲۶	۱۲/۳۱۴۶	MSE

جدول ۴۱- نتایج الگوریتم درخت تصمیم برای نظام NTU-Ranking

میانگین استناد	انتشارات در ۱۱ سال گذشته	انتشارات در سال گذشته	استناد در سال گذشته	شاخص اچ	مقاله‌های پر استناد	مقاله در نشریه‌های با ضریب تأثیر بالا	استنادها در ۱۱ سال گذشته	معیار خطا
۹۹/۳	۷۰/۸	۶۹/۹	۵۴/۹	۰۷/۱۰	۷۶/۶	۷۹/۷	۸۶/۱۰	MAE
۹۹/۶	۷۷/۱۲	۲۶/۱۴	۰۵/۱۴	۲۰/۱۵	۷۸/۹	۲۲/۱۱	۶۶/۱۶	MAPE
۹۰/۲	۶۹/۷	۱۱/۹	۳۲/۹	۹۶/۹	۱۵/۶	۱۵/۷	۸۶/۱۰	MFE
۸۷/۴	۶۵/۱۰	۰۳/۱۳	۶۰/۱۳	۹۷/۱۴	۵۷/۸	۹۱/۹	۶۶/۱۶	MPE
۵۴/۴۰	۹۷/۱۷۱	۷۸/۲۰۲	۱۰/۲۰۳	۲۵/۱۷۱	۵۶/۱۴۰	۱۰/۱۷۰	۰۹/۲۳۲	MSE

جدول ۴۲- نتایج انواع الگوریتم‌های پیش‌بینی برای نظام NTU-Ranking در نمره کل

رگرسیون	ماشین بردار پشتیبان	شبکه عصبی	درخت تصمیم	معیار خطا
۱۵/۱۰	۶۲/۱۶	۶۳/۱۴	۷۲/۱۰	MAE
۴۳/۲۲	۰۵/۴۲	۴۴/۲۷	۹۲/۲۵	MAPE
۵۳/۲	-۷۶/۱۴	۶۲/۱۲	-۱۸/۲	MFE
-۰۲/۲	-۲۱/۳۹	۲۶/۲۰	-۰۵/۱۳	MPE
۰۳/۱۵۶	۵۴/۵۶۸	۶۴/۳۳۹	۷۰/۱۷۱	MSE

۵-۳-۶- نتایج الگوریتم‌های پیش‌بینی برای نظام Round Ranking

در این بخش نتایج اجرای الگوریتم‌های رگرسیون، ماشین بردار پشتیبان، شبکه عصبی و درخت تصمیم برای نظام Round Ranking به تفکیک هر سنج و با معیارهای خطای مختلف در ادامه آمده است. در انتها نتایج اجرای هریک از الگوریتم‌ها برای نمره کل ارائه شده است.

جدول ۴۳- نتایج الگوریتم رگرسیون برای نظام Round Ranking

آموزش	پژوهش	گونه‌گونی بین‌المللی	پایداری مالی	معیار خطا
۷۳/۱۱	۶۳/۱۳	۰۴/۱۳	۲۱/۱۱	MAE
۴۷/۳۰	۴۸/۴۳	۸۸/۳۷	۴۱/۳۸	MAPE
-۱۷/۰	۰۲/۰	-۳۵/۰	-۷۵/۰	MFE
-۴۹/۱۵	-۳۲/۲۶	-۶۳/۲۱	-۲۰/۲۵	MPE
۹۹/۲۰۵	۶۲/۲۶۲	۷۲/۲۳۸	۶۴/۱۸۳	MSE

جدول ۴۴- نتایج الگوریتم ماشین بردار پشتیبان برای نظام Round Ranking

آموزش	پژوهش	گونه‌گونی بین‌المللی	پایداری مالی	معیار خطا
۸۹/۲۲	۰۸/۱۹	۶۵/۲۱	۱۵/۱۹	MAE
۰۸/۵۳	۱۷/۵۳	۳۲/۵۸	۵۲/۵۸	MAPE
-۷۴/۱۲	-۱۲/۷	-۲۵/۸	-۳۱/۴	MFE
-۱۹/۳۶	-۴۴/۳۴	-۱۱/۳۸	-۹۶/۳۵	MPE
۰۰/۲۹۸۷	۱۷/۲۱۳۲	۶۸/۱۵۱۴	۰۰/۲۰۰۱	MSE

جدول ۴۵- نتایج الگوریتم شبکه عصبی برای نظام Round Ranking

آموزش	پژوهش	گونه‌گونی بین‌المللی	پایداری مالی	معیار خطا
۸۰/۲۲	۰۲/۴۴	۶۷/۱۸	۱۱/۳۲	MAE
۹۸/۴۰	۱۵/۱۴۶	۹۵/۵۱	۳۸/۵۸	MAPE
۱۶/۱۹	-۰۲/۴۴	۷۸/۱	۹۰/۳۰	MFE
۰۹/۲۱	-۱۵/۱۴۶	-۶۲/۲۵	۲۸/۳۴	MPE
۸۸/۷۷۶	۱۶/۲۴۷۸	۹۸/۴۸۴	۹۳/۱۳۱۹	MSE

جدول ۴۶- نتایج الگوریتم درخت تصمیم برای نظام Round Ranking

آموزش	پژوهش	گونه‌گونی بین‌المللی	پایداری مالی	معیار خطا
۷۳/۱۱	۵۹/۱۲	۳۴/۱۰	۹۱/۱۶	MAE
۹۱/۳۰	۷۵/۴۷	۶۱/۲۸	۴۳/۶۷	MAPE
-۶۱/۷	-۰۸/۸	-۸۵/۱۰	-۸۵/۱۰	MFE
-۷۱/۲۳	-۹۲/۴۰	-۳۰/۱۶	-۱۰/۶۰	MPE
۴۳/۲۲۳	۲۴/۲۶۲	۴۶/۱۵۷	۸۲/۴۷۶	MSE

جدول ۴۷- نتایج انواع الگوریتم‌های پیش‌بینی برای نظام Round Ranking در نمره کل

رگرسیون	ماشین بردار پشتیبان	شبکه عصبی	درخت تصمیم	معیار خطا
۶۲/۱۷	۶۵/۲۳	۱۵/۲۴۱۷	۱۸/۲۳	MAE
۹۰/۶۵	۲۷/۷۹	۶۱/۹۰	۸۲/۷۸	MAPE
-۵۱/۱۶	-۹۶/۲۲	-۸۷/۲۲	-۱۳/۲۳	MFE
-۴۳/۶۴	-۰۲/۷۸	-۹۱/۸۸	-۷۳/۷۸	MPE
۶۶/۴۰۸	۷۷/۱۱۲۴	۸۲/۷۵۸	۹۶/۶۴۷	MSE

۵-۴- تحلیل نتایج الگوریتم‌های پیش‌بینی

همانطور که جداول نتایج نشان می‌دهند از معیارهای مختلفی برای تعیین صحت الگوریتم‌ها و مقایسه آن‌ها استفاده شده است. در این بخش با تحلیل نتایج و مقایسه معیارهای خطا بهترین روش برای هر نظام مشخص و معرفی می‌شوند.

میانگین خطای مطلق (MAE)، معیاری است که میزان خطای کلی را که در پیش‌بینی اتفاق افتاده نشان می‌دهد. در MAE، اثرات خطاهای مثبت و منفی از بین نمی‌رود. برای پیش‌بینی مناسب، MAE به دست آمده باید تا حد ممکن کوچک باشد. همانطور که از نتایج مشخص است برای نظام تایمز مقدار این معیار خطا در روش درخت تصمیم و برای نظام کیو.اس در روش رگرسیون مناسب است و در بقیه نظام‌ها جالب نیست.

میانگین مطلق درصد خطا (MAPE)، این معیار میانگین درصد خطای مطلق اتفاق افتاده را نمایش می‌دهد. برای نظام تایمز، درخت تصمیم، در نظام کیو.اس شبکه عصبی، و برای نظام NTU ranking روش رگرسیون مقدار قابل قبولی از MAPE را دارند.

میانگین خطای پیش‌بینی (MFE)، معیاری است که اگر اندازه آن صفر باشد، به معنای کامل بودن پیش‌بینی‌ها نیست، و اینکه هیچ خطایی وجود ندارد. بلکه فقط نشان می‌دهد که پیش‌بینی‌ها برای آن هدف مناسب هستند. MFE خطاهای شدید را نشان نمی‌دهد. برای یک پیش‌بینی خوب، بایستی MFE تا جایی که ممکن است به صفر نزدیک باشد. همانطور که از نتایج مشخص است برای نظام تایمز مقدار این معیار خطا در روش درخت تصمیم، برای نظام کیو.اس در روش شبکه عصبی و برای نظام NTU ranking روش‌های درخت تصمیم و رگرسیون مقدار MFE مناسبی نزدیک به صفر را دارند اما نظام‌های شانگهای، یورپ و Round Ranking مقدار مناسبی را براساس این معیار جهت انتخاب روش ندارند.

میانگین درصد خطا (MPE)، درصد خطای اتفاق افتاده در زمان پیش‌بینی را نمایش می‌دهد. خصوصیات آن شبیه به MAPE است به جز اینکه جهت خطا را نشان می‌دهد. خطاهای با علامت همدیگر را از بین می‌برند. بنابراین شبیه MFE، با بدست آمدن اندازه نزدیک به صفر، ما نمی‌توانیم نتیجه بگیریم که مدل کارش را به خوبی انجام داده است. برای یک پیش‌بینی خوب بایستی MPE کوچک باشد. براساس این معیار برای نظام کیو.اس شبکه عصبی برای نظام NTU ranking رگرسیون روش مناسبی است.

میانگین مربعات خطا (MSE)، میانگین مربعات انحراف از اندازه پیش‌بینی شده را نشان می‌دهد. علامت‌های خطاها یکدیگر را خنثی نمی‌کنند، MSE یک ایده کلی از خطاهای اتفاق افتاده در زمان پیش‌بینی را ارائه می‌کند. MSE خطاهای شدید را نشان نمی‌دهد. MSE روی این حقیقت تاکید می‌کند که خطای کلی پیش‌بینی در حقیقت بیشتر تحت تاثیر خطاهای بزرگ تکی است. یعنی خطاهای بزرگ خیلی هزینه‌برتر از خطاهای کوچک هستند. MSE، درباره جهت خطای کلی ایده‌ای ندارد. MSE به مقیاس پذیری، انتقال و تبدیل داده‌ها

حساس است. اگرچه MSE یک معیار خوب برای خطای کلی پیش‌بینی است اما شهودی نیست و به آسانی قابل تفسیر به معیارهای قبلی که بحث شد، نمی‌باشد.

با توجه به حجم کم داده‌ها نتایج مطلوبی را برای معیارهای خطا انتظار نداشتیم و نتایج نیز آن را تایید نمود. اما با این حال و با توجه به معیارهای متفاوت خطا روش درخت تصمیمی برای نظام تایمز مناسب تشخیص داده می‌شود زیرا سه معیار MAE، MAPE و MFE مقدار قابل قبولی را برای آن دارند. روش شبکه عصبی برای نظام کیو.اس مناسبتر از بقیه روش‌ها به نظر می‌رسد. معیارهای MAPE، MFE و MPE مقدار قابل قبولی از خطا را گزارش می‌دهند. روش رگرسیون در سه معیار خطای MAPE، MFE و MAE روش درخت تصمیم با معیار خطای MFE مقدار قابل قبولی از خطا را گزارش می‌دهند که در نهایت روش رگرسیون برای این نظام انتخاب می‌شود. روش ماشین بردار پشتیبان برای نظام شانگهای در معیارهای MAE و MFE مقدار قابل قبولی را نشان می‌دهد و انتخاب روش ماشین بردار پشتیبان گزینه معقولی برای نظام شانگهای به نظر می‌رسد. نظام یورپ در دو معیار MAE و MFE مقدار مناسبی را برای روش رگرسیون نسبت به سایر روش‌ها دارد. همچنین نظام Round Ranking برای روش رگرسیون در دو معیار خطای MAE و MFE مقدار مناسبی را نسبت به سایر روش‌ها گزارش می‌کند.

هر کدام از روش‌های انتخاب شده، دارای مزایایی هستند. روش ماشین بردار پشتیبان در مرحله آموزش بسیار ساده است و برخلاف روش شبکه عصبی در ماکزیمم‌های محلی گیر نمی‌افتد. درخت تصمیم روشی است که فهم آن بسیار ساده است و برای کار با داده‌های بزرگ و پیچیده راحت است. نتیجه درخت تصمیم را می‌توان با تکنیک‌های تصمیم‌سازی دیگر ترکیب کرده و نتایج بهتری بدست آورد. مشکل استفاده از درخت‌های تصمیم آن است که به صورت نمایی با بزرگ شدن مسئله بزرگ می‌شوند. ساخت درخت تصمیم در برنامه‌های داده کاوی حافظه زیادی را مصرف می‌کند زیرا برای هر گره باید معیار کارایی برای ویژگی‌های مختلف را ذخیره کند تا بتواند بهترین ویژگی را انتخاب کند. روش شبکه عصبی مصنوعی به خوبی با داده‌های مغشوش کار می‌کند. اما دقت نتایج بستگی زیادی به اندازه مجموعه آموزش دارد. تعمیم یافتن آن به سادگی امکان پذیر نیست. رگرسیون روشی ساده است که یکی از مزایای مهم آن این است که می‌توان به‌طور هم‌زمان اثر متغیرهای مختلف را بر روی متغیر وابسته بدست آورد.

منابع

منابع فارسی

۱. ایرانمنش، سمانه. (۱۳۹۶). پیش‌بینی تشخیص ریسک بیماریهای قلبی و عروقی با استفاده از الگوریتم های سری زمانی در داده های ECG (موردی :بیمارستان های داخلی). پایان نامه کارشناسی ارشد. رشته مهندسی کامپیوتر. دانشگاه آزاد اسلامی واحد صفارشهر
۲. بشری، مهدی و وفاخواه، مهدی (۱۳۸۹). مقایسه روش های مختلف تحلیل سری های زمانی در پیش بینی دبی ماهانه حوضه آبخیز کرخه. علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران، ۲۱(۲)، ۷۵-۸۶.
۳. دودانگه اسماعیل، عابدی کوپایی جهانگیر، و گوهری سیدعلیرضا. (۱۳۹۱). کاربرد مدل های سری زمانی به منظور تعیین روند پارامترهای اقلیمی در آینده در راستای مدیریت منابع آب. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک / سال شانزدهم / شماره پنجاه و نهم.
۴. دودانگی، اسماعیل. (۱۳۹۱). مقایسه روش های شبکه عصبی مصنوعی و تحلیل مقادیر ویژه منفرد در پیش بینی سری های زمانی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده علوم. دانشگاه پیام نور.
۵. خسروجرد، محمود. زراعت کار، ندا. (۱۳۹۱). "مروری بر نتایج هفت نظام رتبه بندی دانشگاه های جهان". پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات. دوره ۲۸ پاییز ۱۳۹۱ شماره ۱.
۶. رسولی، بهروز، و سیروس علیدوستی. ۱۳۹۵. پیش‌نما: جایگاه علم، فناوری، و نوآوری ایران در جهان (توصیف شاخص ها و روند سالانه آنها تا ۲۰۱۵). تهران: پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران، شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری، دبیرخانه.
۷. عجم زاده، علی، ملائی نیا، محمود رضا، قندهاری، قاسم. (۱۳۹۶). مقایسه برخی از روش های هوش مصنوعی در پیش بینی سری های زمانی روزانه دمای حداقل، حداکثر و بارش ایستگاه سد تنگاب واقع در استان فارس. فصلنامه ی علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی، ۱۷(۵۹)، ۲۰۵-۲۲۸.
۸. سالاری نیا، سمانه. (۱۳۹۵). برآورد و پیش بینی مصرف انرژی برق در بخشهای کشاورزی و صنعت استان کرمان. پایان نامه کارشناسی ارشد. رشته اقتصاد گرایش انرژی. دانشگاه شهید باهنر کرمان
۹. سلطانی گردفرامری، سمیه، صابری، عارف، و قیصوری، مرتضی. (۱۳۹۶). تعیین بهترین مدل سری زمانی در پیش بینی بارندگی سالانه ایستگاه های منتخب استان آذربایجان غربی. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۷(۴۴)، ۸۷-۱۰۵.
۱۰. جاویدی صباغیان، رضا، و شریفی، محمدباقر. (۱۳۸۸). استفاده از مدل های اتفاقی در شبیه سازی جریان رودخانه و پیش بینی دبی متوسط سالانه رودخانه توسط تحلیل سری های زمانی. اولین کنفرانس بین المللی مدیریت منابع آب
۱۱. فتح آبادی، زهرا. (۱۳۹۰). پیش بینی قیمت مس با استفاده از شبکه عصبی و سری زمانی
۱۲. کیخا، احمد. (۱۳۹۶). "معرفی متدلوژی های رتبه بندی دانشگاه ها و انتقادات بر آن". اولین کنفرانس ملی پژوهش های نوین ایران و جهان در مدیریت، اقتصاد و حسابداری و علوم انسانی
۱۳. محمدیان، سجاد. (۱۳۹۴). "شناسایی عوامل پیش بین بروندهای علم و فناوری دانشگاه های با استفاده از تکنیک های داده کاوی". پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.

1. Adhikari, R., & Agrawal, R. K. (2013). An introductory study on time series modeling and forecasting. *arXiv preprint arXiv:1302.6613*.
2. Aithal, P. S. 2016. "How to Increase Research Productivity in Higher Educational Institutions – SIMS Model." *International Journal of Scientific Research and Modern Education (IJSRME)* 1 (1):447-458.
3. Ale Ebrahim, N., and H. Salehi. 2013. "Maximize Visibility: A Way to Increase Citation Frequency." *UM HIR SPECIAL FEATURE*:1-5.
4. Amara, Nabil, Réjean Landry, and Norrin Halilem. 2015. "What can university administrators do to increase the publication and citation scores of their faculty members?" *Scientometrics* 103 (2):489-530. doi: 10.1007/s11192-015-1537-2.
5. Arseniev, D. G., A. V. Rechinskiy, K. V. Shvetsov, N. I. Vatin, and O. S. Gamayunova. 2014. Activities of Civil Engineering Institute to attract foreign students for training in civil engineering programs. In *4th International Conference on Advanced Design and Manufacturing Engineering, ADME 2014*, edited by J. Lin, T. Yan, X. Xu and Z. Jiang: Trans Tech Publications Ltd.
6. Anderson, T. W. (2011). *The statistical analysis of time series* (Vol. 19). John Wiley & Sons.
7. Bachelet, V. C., F. A. Uribe, R. A. Díaz, A. F. Vergara, F. Bravo-Córdova, V. A. Carrasco, F. J. Lizana, N. Meza-Ducaud, and M. S. Navarrete. 2019. "Misrepresentation of institutional affiliations: The results from an exploratory case study of Chilean authors." *Learned Publishing* 32 (4):335-344. doi: 10.1002/leap.1257.
8. Ball, Philip. 2012. "Rejection improves eventual impact of manuscripts." *Nature*.
9. Bayley, Chris. 2016. "International Student Recruitment Analysis and Review: Emerging Opportunities in 2016." *WEBA World Education Review*.
10. Beckett, S. (2013). *Introduction to time series using Stata* (pp. 176-182). College Station, TX: Stata Press.
11. Belavy, D. L., P. J. Owen, and P. M. Livingston. 2020. "Do successful PhD outcomes reflect the research environment rather than academic ability?" *PLoS ONE* 15 (8 August 2020). doi: 10.1371/journal.pone.0236327.
12. Belyaeva, E. 2018. "EMI MOOCs FOR UNIVERSITY LECTURERS." *Journal of Teaching English for Specific and Academic Purposes* 6 (1):165-177. doi: 10.22190/jtesap1801165b.
13. Benito, M., P. Gil, and R. Romera. 2020. "Evaluating the influence of country characteristics on the Higher Education System Rankings' progress." *Journal of Informetrics* 14 (3). doi: 10.1016/j.joi.2020.101051.
14. Berestov, A. V., A. I. Prof Guseva, V. M. Kalashnik, V. I. Prof Kaminsky, S. V. Prof Kireev, and S. M. Assoc Prof Sadchikov. 2020. "Flagship universities as development potential of regions and industries." *Vysshee Obrazovanie v Rossii* 29 (8-9):9-25. doi: 10.31992/0869-3617-2020-29-8-9-9-25.
15. Bigdeli, N., Afshar, K., & Amjadi, N. (2009). Market data analysis and short-term price forecasting in the Iran electricity market with pay-as-bid payment mechanism. *Electric power systems research*, 79(6), 888-898.
16. Bowl, M. 2018. "Differentiation, distinction and equality—or diversity? The language of the marketised university: an England, New Zealand comparison." *Studies in Higher Education* 43 (4):671-688. doi: 10.1080/03075079.2016.1190961.
17. Brown, R. 2011. *Higher education and the market, Higher Education and the Market*: Taylor and Francis. Book.
18. Brockwell, P. J. (2014). Time series analysis. *Wiley StatsRef: Statistics Reference Online*.
19. Brockwell, P. J., & Davis, R. A. (2016). *Introduction to time series and forecasting*. Springer.
20. Burges, C. J. (1996). Simplified support vector decision rules. In *International Conference on Machine Learning*, Morgan Kaufmann Publishers (Vol. 96, pp. 71-77).
21. Burges, C. J. (1998). A tutorial on support vector machines for pattern recognition. *Data mining and knowledge discovery*, 2(2), 121-167.
22. Caetano, N., J. Rocha, J. C. Quadrado, J. M. Cardoso, and M. C. Felgueiras. 2015. "A multicultural approach to teach sustainability." *Journal of Technology and Science Education* 5 (4):286-300. doi: 10.3926/jotse.209.
23. Calzarossa, M. C., & Tessera, D. (2015). Modeling and predicting temporal patterns of web content changes. *Journal of Network and Computer Applications*, 56, 115-123.

24. Campos Freire, F., D. Rivera Rogel, and C. Rodríguez. 2014. "Presence and impact of Andean universities in online social networks." *Revista Latina de Comunicacion Social* 69:571-592. doi: 10.4185/RLCS-2014-1025.
25. Cantu-Ortiz, Francisco J. 2018. *Research Analytics: Boosting University Productivity and Competitiveness through Scientometrics*: CRC Press.
26. Castellano, R., and A. Rocca. 2015. "Assessing the gender gap in labour market index: volatility of results and reliability." *International Journal of Social Economics* 42 (8):749-772. doi: 10.1108/ijse-06-2014-0117.
27. Catal, C., and B. Tekinerdogan. 2019. "Aligning Education for the Life Sciences Domain to Support Digitalization and Industry 4.0." 3rd World Conference on Technology, Innovation and Entrepreneurship, WOCTINE 2019.
28. Cebolla-Boado, H., Y. Hu, and Y. N. Soysal. 2018. "Why study abroad? Sorting of Chinese students across British universities." *British Journal of Sociology of Education* 39 (3):365-380. doi: 10.1080/01425692.2017.1349649.
29. Chakraborty, D., M. S. Hossain, and M. S. Arefin. 2019. "Demand Analysis of CSE Graduates of Different Universities in Job Markets." 2nd International Conference on Electrical, Computer and Communication Engineering, ECCE 2019.
30. Chernikova, A. A., and V. L. Petrov. 2018. "Centenary of the Moscow State Mining University - Preserving traditions in outpacing time!" *Gornyi Zhurnal* (2):5-12. doi: 10.17580/gzh.2018.02.01.
31. Chou, C. P., and C. F. Chan. 2016. "Trends in publication in the race for world-class university: The case of Taiwan." *Higher Education Policy* 29 (4):431-449. doi: 10.1057/s41307-016-0016-6.
32. Chou, C. P., H. F. Lin, and Y. J. Chiu. 2013. "The impact of SSCI and SCI on Taiwan's academy: An outcry for fair play." *Asia Pacific Education Review* 14 (1):23-31. doi: 10.1007/s12564-013-9245-1.
33. Chubik, P., A. Lider, S. Zamyatin, M. Chubik, I. Slesarenko, and A. Gonets. 2015. "SYSTEM OF EFFECTIVE CONTRACT FOR RUSSIAN UNIVERSITY RESEARCH AND TEACHING STAFF." In *Edulearn15: 7th International Conference on Education and New Learning Technologies*, edited by L. GomezChova, A. LopezMartinez and I. CandelTorres, 1746-1753. Valenica: Iated-Int Assoc Technology Education a& Development.
34. Corvo, K., J. Zlotnik, and W. Y. Chen. 2008. "Organizational and institutional factors associated with national institutes of health research grant awards to social work programs." *Research on Social Work Practice* 18 (5):514-521. doi: 10.1177/1049731508317243.
35. Csomos, G. 2018. "Factors Influencing Cities' Publishing Efficiency." *Journal of Data and Information Science* 3 (3):43-80. doi: 10.2478/jdis-2018-0014.
36. Dachyar, M., and F. Dewi. 2015. "Improving university competitiveness by management information system." *Advanced Science Letters* 21 (12):3716-3719. doi: 10.1166/asl.2015.6562.
37. Daraio, C. 2017. "Assessing research and its impacts: The generalized implementation problem and a doubly-conditional performance evaluation model." 16th International Conference on Scientometrics and Informetrics, ISSI 2017.
38. David, B. L. 2007. "Universities sell their brands." *Journal of Product and Brand Management* 16 (2):152-153. doi: 10.1108/10610420710740034.
39. Dearden, J. A., R. Grewal, and G. L. Lilien. 2013. "Framing the university ranking game: Actors, motivations, and actions." *Ethics in Science and Environmental Politics* 13 (2):131-139. doi: 10.3354/esepp00138.
40. Dearden, J. A., R. Grewal, and G. L. Lilien. 2019. "Strategic Manipulation of University Rankings, the Prestige Effect, and Student University Choice." *Journal of Marketing Research* 56 (4):691-707. doi: 10.1177/0022243719831258.
41. Del Valle, L. L. B., G. G. Garay, X. R. Uriarte, and M. J. Luengo-Valderrey. 2016. "Reporting research results and its relation with academic researcher's job satisfaction and working facilities." *Arbor* 192 (780). doi: 10.3989/arbor.2016.780n4015.
42. Delen, D. 2010. "A comparative analysis of machine learning techniques for student retention management." *Decision Support Systems* 49 (4):498-506. doi: 10.1016/j.dss.2010.06.003.
43. Dennis, Marguerite J. 2019. "How to recruit international students in the future." *Enrollment Management Report* 23 (6):8-9. doi: 10.1002/emt.30574.
44. Derqui, B. 2020. "FACTORS INFLUENCING CHINESE STUDENTS' CHOICE TO STUDY IN SPANISH HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS." In *14th International Technology, Education and Development Conference*, edited by L. G. Chova, A. L. Martinez and I. C. Torres, 1621-1628. Valenica: Iated-Int Assoc Technology Education & Development.

45. Dhondt, P. 2014. Challenges of international cooperation: Reflections on the conference of the Russian Association of Higher Education Researchers. In *Nordia Geographical Publications*: University of Oulu.
46. Dobrea, A., and S. Matu. 2015. "Internationally active, visible, high impact, and eminent romanian psychologists. A quantitative analysis." *Journal of Evidence-Based Psychotherapies* 15 (1):135-146.
47. Downing, Kevin, Petrus Johannes Looock, and Hiu Tin Leung. 2018. "The history and development of higher education ranking systems." *QS Asia News Network* (March). Accessed January 27, 2020. <https://qswownews.com/history-development-higher-education-ranking-systems>.
48. Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American statistical association*, 74(366a), 427-431.
49. Ebrahim, N. A., H. Salehi, M. A. Embi, F. H. Tanha, H. Gholizadeh, S. M. Motahar, and A. Ordi. 2013. "Effective strategies for increasing citation frequency." *International Education Studies* 6 (11):93-99. doi: 10.5539/ies.v6n11p93.
50. Furukawa, T., N. Shirakawa, and K. Okuwada. 2013. "An empirical study of graduate student mobility underpinning research universities." *Higher Education* 66 (1):17-37. doi: 10.1007/s10734-012-9586-4.
51. Galvez, C., Moya-Anegón, F., The unification of institutional addresses applying parametrized finite-state graphs (P-FSG) (2006) *Scientometrics*, 69 (2), pp. 323-345;
52. Galloway, N., and R. Ruegg. 2020. "The provision of student support on English Medium Instruction programmes in Japan and China." *Journal of English for Academic Purposes* 45. doi: 10.1016/j.jeap.2020.100846.
53. Gao, Yuan, and Jin Liu. 2020. "International student recruitment campaign: experiences of selected flagship universities in China." *Higher Education* 80 (4):663-678. doi: 10.1007/s10734-020-00503-8.
54. Gingras, Yves. 2016. *Bibliometrics and research evaluation: Uses and abuses*. MIT Press.
55. Golyandina, N., Nekrutkin, V., & Zhigljavsky, A. (2001). *Analysis of Time Series Structure: SSA and Related Techniques*: CRC Press.
56. Gu, X., and K. L. Blackmore. 2019. "Developing a scholar classification scheme from publication patterns in academic science: A cluster analysis approach." *Journal of the Association for Information Science and Technology* 70 (11):1262-1276. doi: 10.1002/asi.24195.
57. Guskov, A. E., D. V. Kosyakov, and I. V. Selivanova. 2018. "Boosting research productivity in top Russian universities: the circumstances of breakthrough." *Scientometrics* 117 (2):1053-1080. doi: 10.1007/s11192-018-2890-8.
58. Harman, G. 2010. "Funding of university research." In *International Encyclopedia of Education*, 279-285. Elsevier Ltd.
59. Hassan, S. U., and A. Muazzam. 2014. "Analyzing institutional research publications, citations and collaboration activities in sustainable development and its sub-areas, with particular reference to asian institutions." *Journal of Sustainability Science and Management* 8 (2):180-190.
60. Hazelkorn, Ellen. 2007. "The impact of league tables and ranking systems on higher education decision making." *Higher education management and policy*, 19(2): 1-24.
61. Hazelkorn, E. 2015. *Rankings and the reshaping of higher education: The battle for world-class excellence, 2nd edition, Rankings and the Reshaping of Higher Education: The Battle for World-Class Excellence, 2nd edition*: Palgrave Macmillan. Book.
62. Hazelkorn, Ellen and Andrew Gibson. 2018. "The impact and influence of rankings on the quality, performance and accountability agenda." In Hazelkorn, Ellen, Hamish Coates, and Alexander C.
63. Hazelkorn, Ellen. 2018. "Reshaping the world order of higher education: the role and impact of rankings on national and global systems." *Policy Reviews in Higher Education*. DOI: 10.1080/23322969.2018.1424562.
64. Hertig, Hans Peter. (2016). *Universities, rankings and the dynamics of global higher education: Perspectives from Asia, Europe and North America*. Springer.
65. Hillman, J. R., and E. Baydoun. 2018. "The future of universities in the Arab Region: A review." In *Universities in Arab Countries: An Urgent Need for Change: Underpinning the Transition to a Peaceful and Prosperous Future*, 1-53. Springer International Publishing.
66. Horstschräer, J. 2012. "University rankings in action? The importance of rankings and an excellence competition for university choice of high-ability students." *Economics of Education Review* 31 (6):1162-1176. doi: 10.1016/j.econedurev.2012.07.018.
67. Hou, Angela Yung Chi, Robert Morse, and Chung-Lin Chiang. (2012). "An analysis of mobility in global rankings: making institutional strategic plans and positioning for building world-class universities." *Higher Education Research & Development* 31 (6): 841-857.

68. Hurtado, R. E. G., and A. G. Herrera. 2017. "Analysis of five Colombian Universities with more Published Researcher in Journals of the First Quartile According to the SIR Iber 2014." *Bibliotecas-Revista De La Escuela De Bibliotecologia Documentacion E Informacion* 35 (3):31. doi: 10.15359/rb.35-3.1.
69. Hurvich, C. M., & Tsai, C. L. (1989). Regression and time series model selection in small samples. *Biometrika*, 76(2), 297-307.
70. Jabnoun, N. 2015. "The influence of wealth, transparency, and democracy on the number of top ranked universities." *Quality Assurance in Education* 23 (2):149-165. doi: 10.1108/QAE-07-2013-0033.
71. Kehm, Barbara M., and Bjørn Stensaker. 2009. *University rankings, diversity, and the new landscape of higher education*. Vol. 18. Sense Publishers.
72. Khaustov, A., M. Redina, A. Aleinikova, and R. Mamadzhanov. 2017. "Green campus of the green university: The RUDN-University experience." 17th International Multidisciplinary Scientific Geoconference, SGEM 2017.
73. Kiraka, Ruth, Felix Maringe, Watiri Kanyutu, and Emmanuel Mogaji. 2020. "University league tables and ranking systems in Africa: emerging prospects, challenges and opportunities." In: Mogaji, Emmanuel, Maringe, Felix and Hinson, Robert, (eds.) *Understanding the Higher Education Market in Africa*. Routledge Studies in Marketing . Routledge, Oxfordshire, UK. ISBN 978-0367344382.
74. Koda, Y., and T. Yuki. 2013. "The labor market outcomes of two forms of cross-border higher education degree programs between Malaysia and Japan." *International Journal of Educational Development* 33 (4):367-379. doi: 10.1016/j.ijedudev.2012.07.001.
75. Kumar, S. 2015. "India's trade in higher education." *Higher Education* 70 (3):441-467. doi: 10.1007/s10734-014-9846-6.
76. Kurbatov, S. 2011. *UNIVERSITY RANKINGS AS TOOL FOR REFORMATION OF UNIVERSITY EDUCATION IN UKRAINE*. Edited by I. C. Torres, L. G. Chova and A. L. Martinez, 2011 4th International Conference of Education, Research and Innovation. Valenica: Iated-Int Assoc Technology Education a& Development.
77. Kusmaryani, W., B. Musthafa, and P. Purnawarman. 2019. "The influence of mobile applications on students' speaking skill and critical thinking in English language learning." *Journal of Physics: Conference Series* 1193:012008. doi: 10.1088/1742-6596/1193/1/012008.
78. Lee, M., and H. W. Park. 2012. "Exploring the web visibility of world-class universities." *Scientometrics* 90 (1):201-218. doi: 10.1007/s11192-011-0515-6.
79. Leon, R. D. 2014. *University's Contribution to the Development of the Future Knowledge Workers*. Edited by F. Uslu, *International Conference on Education and Social Sciences*. Istanbul: Int Organization Center Acad Research.
80. Li, P., Li, Y., Xiong, Q., Chai, Y., & Zhang, Y. (2014). Application of a hybrid quantized Elman neural network in short-term load forecasting. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 55, 749-759.
81. Liu, Miao-ching Marjorie. 2017. *Conformity, resistance, and gaming: The impact of World University ranking on faculty scholarship at a Taiwanese university*. The University of Wisconsin-Madison.
82. Lou, W., and J. He. 2015. "Does author affiliation reputation affect uncitedness?" *Proceedings of the Association for Information Science and Technology* 52 (1):1-4. doi: 10.1002/pra2.2015.1450520100103.
83. Mahalakshmi, G., Sridevi, S., & Rajaram, S. (2016). A survey on forecasting of time series data. In *2016 International Conference on Computing Technologies and Intelligent Data Engineering (ICCTIDE'16)* (pp. 1-8). IEEE.
84. Malik, Umair. 2016. "INTEGRATION OF INTERNATIONAL STUDENTS IN THE FINNISH JOB MARKET." Master, International Business Management, LAHTI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES.
85. Marconi, G. 2013. "Rankings, accreditations, and international exchange students." *IZA Journal of European Labor Studies* 2 (1). doi: 10.1186/2193-9012-2-5.
86. Markpin, T., N. Premkamolnetr, S. Ittiritmeechai, C. Wongkaew, W. Yochai, P. Ratchatahirun, J. Iamchaturapatr, K. Sombatsompop, W. Kanok-Nukulchai, L. I. Beng, and N. Sombatsompop. 2013. "The effects of choice of database and data retrieval methods on research performance evaluations of Asian universities." *Online Information Review* 37 (4):538-563. doi: 10.1108/OIR-04-2012-0050.
87. Marshall, P. D., K. Barbour, and C. Moore. 2017. "Academic persona: The construction of online reputation in the modern academy." In *The Digital Academic: Critical Perspectives on Digital Technologies in Higher Education*, 47-62. Taylor and Francis.

88. Martin, B. R. 2020. "Ethics and integrity in publishing." In *How to Get Published in the Best Management Journals: Second Edition*, 33-56. Edward Elgar Publishing Ltd.
89. Martínez-Álvarez, F., Troncoso, A., Asencio-Cortés, G., & Riquelme, J. C. (2015). A survey on data mining techniques applied to electricity-related time series forecasting. *Energies*, 8(11), 13162-13193.
90. McCormick, (eds.). 2018. *Research handbook on quality, performance and accountability in higher education*. Edward Elgar Publishing.
91. Meseguer-Martinez, A., A. Ros-Galvez, and A. Rosa-Garcia. 2019. "Linking YouTube and university rankings: Research performance as predictor of online video impact." *Telematics and Informatics* 43. doi: 10.1016/j.tele.2019.101264.
92. Merisotis, Jamie and Jan Sadlak. 2006. *International Partnership Issues Groundbreaking Principles on Ranking of Higher Education Institutions*. Berlin: UNESCO-CEPES. Accessed January 27, 2020. <http://www.ihep.org/sites/default/files/uploads/docs/pubs/berlinprinciplesranking.pdf>.
93. Mittal, Prabhat. 2018. "World University Rankings: Challenges for Higher Education System in India." *Administrative Development A Journal of HIPA, Shimla*, 5(2): 63-68.
94. Moskovkin, V. M., J. K. Fraser, and M. V. Moskovkina. 2013. "University networks in the context of their academic excellence and openness: A comparative study of leading czech and german universities." *Webology* 10 (1).
95. Mosneaga, Ana, and Jytte Agergaard. 2012. "Agents of internationalisation? Danish universities' practices for attracting international students." *Globalisation, Societies and Education* 10 (4):519-538. doi: 10.1080/14767724.2012.690309.
96. Mussard, M., and A. P. James. 2017. "Boosting the ranking of a university using self-citations." *Current Science* 113 (10):1827-1827.
97. Oh, H., & Thomas, R. J. (2010). Nonlinear time series analysis on the offer behaviors observed in an electricity market. *Decision support systems*, 49(2), 132-137.
98. Oravec, J. A. 2020. "Academic metrics and the community engagement of tertiary education institutions: emerging issues in gaming, manipulation, and trust." *Tertiary Education and Management* 26 (1):5-17. doi: 10.1007/s11233-019-09026-z.
99. Park, H.W., Barnett, G.A., Chung, C.J., Structural changes in the 2003-2009 global hyperlink network (2011) *Global networks*, 11 (4), pp. 522-542.
100. Platis, Magdalena. 2017. "Role of University Rankings in the Context of Lack of Resources: National and Institutional Challenges." In *World University Rankings and the Future of Higher Education*, pp. 186-208. IGI Global.
101. Prado, R., & West, M. (2010). *Time series: modeling, computation, and inference*. Chapman and Hall/CRC.
102. Roman-Gonzalez, A., A. Ciriaco-Susanibar, and N. I. Vargas-Cuentas. 2019. "Comparing the scientific production of Peruvian universities with equitable indexes." *Advances in Science, Technology and Engineering Systems* 4 (4):394-403. doi: 10.25046/aj040448.
103. Ruby, Alan, Aliya Kuzhabekova, and Jack T. Lee. 2017. "International Faculty Recruitment in Kazakhstan: The Case of Nazarbayev University." In *International Faculty in Higher Education: Comparative Perspectives on Recruitment, Integration, and Impact*. Routledge/CRC Press.
104. Rybinski, K. 2020. "Are rankings and accreditation related? Examining the dynamics of higher education in Poland." *Quality Assurance in Education* 28 (3):193-204. doi: 10.1108/QAE-03-2020-0032.
105. Rauhvargers, Andrejs. 2011. *Global university rankings and their impact*. Brussels: European University Association.
106. Sadlak, Jan. 2010. "Quality challenge in a changing landscape of higher education: Place and impact of academic rankings." *Evaluation in Higher Education*, 4(1): 1-12.
107. Sanoff, Alvin P., Alex Usher, Massimo Savino, and Marguerite Clarke. "College and University 2007. Ranking Systems: Global Perspectives and American Challenges." *Institute for Higher Education Policy*.
108. Thiel, H. (1966). *Applied Economic Forecasting* New York.
109. Sagbas, I., N. T. Saruc, and C. B. Tunali. 2018. "How Do Universities Contact their Alumni? Practices of the Best Universities in the World University Rankings." *Yuksekogretim Dergisi* 8 (3):334-345. doi: 10.2399/yod.18.030.
110. Sarli, Cathy, and Kristi Holmes. 2011. "Strategies for Enhancing the Impact of Research." *Washington University School of Medicine* 9.
111. Savage, Neil. 2017. "Industry links boost research output: New findings suggest corporate collaboration encourages academic productivity." Springer Nature. <https://www.natureindex.com/news-blog/industry-links-boost-research-output>.

112. Shahjahan, R. A., E. L. Sonneveldt, A. L. Estera, and S. Bae. 2020. "Emoscapes and commercial university rankers: the role of affect in global higher education policy." *Critical Studies in Education*. doi: 10.1080/17508487.2020.1748078.
113. Si, L., Y. Zeng, S. Guo, and X. Zhuang. 2019. "Investigation and analysis of research support services in academic libraries." *Electronic Library* 37 (2):281-301. doi: 10.1108/EL-06-2018-0125.
114. Sitnicki, M. W. 2018. "Determining the Priorities of the Development of EU Research Universities Based on the Analysis of Rating Indicators of World-Class Universities." *Baltic Journal of European Studies* 8 (1):76-100. doi: 10.1515/bjes-2018-0006.
115. Smithson, J., M. Birks, G. Harrison, C. Sid Nair, and M. Hitchins. 2015. "Benchmarking for the effective use of student evaluation data." *Quality Assurance in Education* 23 (1):20-29. doi: 10.1108/QAE-12-2013-0049.
116. Smyrnova-Trybulska, E., N. Morze, and O. Kuzminska. 2018. "Academic Information Transparency: From Teachers' E-Portfolio to Upgrading the Rankings of Universities." In *Divai 2018: 12th International Scientific Conference on Distance Learning in Applied Informatics*, edited by M. Turcani, Z. Balogh, M. Munk, J. Kapusta and L. Benko, 347-356. Praha 3: Wolters Kluwer Cr a S.
117. Solemon, B. 2019. "Adoption of requirements engineering and software testing syllabuses in universities: The malaysian landscape." *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems* 11 (8 Special Issue):1065-1075.
118. Stephens Balakrishnan, Melodena. 2013. "Methods to increase research output: some tips looking at the MENA region." *International Journal of Emerging Markets* 8 (3):215-239. doi: 10.1108/17468801311330301.
119. Stoimenova, B. B. 2019. "REGIONAL INNOVATION SYSTEMS AND UNIVERSITY COMPETITIVENESS." *International Journal of Innovation* 7 (2):227-235. doi: 10.5585/iji.v7i2.353.
120. Tabassum, A., Hasan, M., Ahmed, S., Tasmin, R., Abdullah, D. M., & Musharrat, T. 2017, February. University ranking prediction system by analyzing influential global performance indicators. In *2017 9th International Conference on Knowledge and Smart Technology (KST)* (pp. 126-131). IEEE.
121. Tan, A., and M. Shahrill. 2015. "Discovery year options and students' preferences." *Turkish Online Journal of Educational Technology* 2015:205-209.
122. Tan, Y. S., and S. K. Goh. 2014. "International students, academic publications and world university rankings: the impact of globalisation and responses of a Malaysian public university." *Higher Education* 68 (4):489-502. doi: 10.1007/s10734-014-9724-2.
123. Taneja, S., and A. Goel. 2015. "Mobile applications in educational institutions." 2015 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Communication Technology, CICT 2015.
124. Taşkın, Z., and U. Al. 2014. "Standardization problem of author affiliations in citation indexes." *Scientometrics* 98 (1):347-368. doi: 10.1007/s11192-013-1004-x.
125. Taylor, M., P. Perakakis, V. Trachana, and S. Gialis. 2013. "Rankings are the sorcerer's new apprentice." *Ethics in Science and Environmental Politics* 13 (2):73-99. doi: 10.3354/esep00146.
126. Thomas, S., Ramiah, V., Mitchell, H., & Heaney, R. (2011). Seasonal factors and outlier effects in rate of return on electricity spot prices in Australia's National Electricity Market. *Applied Economics*, 43(3), 355-369.
127. Tie, Fatt Hee. 2012. "Research publication as a strategy to improve international academic ranking." *International Journal of Leadership in Education* 15 (4):437-450. doi: 10.1080/13603124.2012.696707.
128. Tijssen, R. J. W., A. Yegros-Yegros, and J. J. Winnink. 2016a. "University-industry R&D linkage metrics: validity and applicability in world university rankings." *Scientometrics* 109 (2):677-696. doi: 10.1007/s11192-016-2098-8.
129. Tijssen, R. J. W., A. Yegros-Yegros, and J. J. Winnink. 2016b. "University-industry R&D linkage metrics: validity and applicability in world university rankings." *Scientometrics* 109 (2):677-696. doi: 10.1007/s11192-016-2098-8.
130. Tsikliras, A. C., D. Robinson, and K. I. Stergiou. 2013. "Which came first: The money or the rank?" *Ethics in Science and Environmental Politics* 13 (2):203-213. doi: 10.3354/esep00147.
131. Tsunoda, H., Y. Sun, M. Nishizawa, and X. Liu. 2016. "A study on the academic and research impact of shared contents in institutional repositories in related to performance indicators of university rankings." *Proceedings of the Association for Information Science and Technology* 53 (1):1-6. doi: 10.1002/pra2.2016.14505301084.

132. Tufail, Basit. 2019. "EMPLOYMENT OPPORTUNITIES FOR INTERNATIONAL STUDENTS: CASE LAMK (OSSI 2 PROJECT)." Master, International Business Management, LAHTI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES.
133. Tüür-Fröhlich, T. 2014. ""Needless to say my proposal was turned down." the early days of commercial citation indexing, an "errormaking" (popper) activity and its repercussions till today." *Teorie Vedy/ Theory of Science* 36 (2):155-180.
134. Uslu, B. 2017. "The influence of organisational features in high-ranked universities: the case of Australia." *Journal of Higher Education Policy and Management* 39 (5):471-486. doi: 10.1080/1360080X.2017.1354755.
135. Van Raan, Anthony FJ. 2005. "Challenges in ranking of universities." In *Invited paper for the First International Conference on World Class Universities, Shanghai Jaio Tong University, Shanghai*, pp. 133-143.
136. Valles-Coral, M. A., J. O. Riascos-Armas, and E. A. Hernandez-Torres. 2020. "Management of the digital identity of researchers and its effect on the webometrics ranking of a peruvian amazon university." *Revista Cubana de Informacion en Ciencias de la Salud* 31 (2). doi: 10.36512/rcics.v31i1.1406.
137. Vanz, S. A. D., A. P. Dominique, M. L. L. Sanchez, and E. S. Casado. 2018. "University rankings and the challenge for the Brazilian universities." *Encontros Bibli-Revista Eletronica De Biblioteconomia E Ciencia Da Informacao* 23 (53):39-51. doi: 10.5007/1518-2924.2018v23n53p39.
138. Vernon, M. M., E. Andrew Balas, and S. Momani. 2018. "Are university rankings useful to improve research? A systematic review." *PLoS ONE* 13 (3). doi: 10.1371/journal.pone.0193762.
139. Weron, R., & Misiorek, A. (2005). Forecasting spot electricity prices with time series models. In *Proceedings of the European electricity market EEM-05 conference* (pp. 133-141).
140. Yan, S. (2015). Understanding LSTM networks. *Online*. Accessed on August, 11.
141. Yonezawa, Akiyoshi, and Yukiko Shimmi. 2016. "Transformation of university governance through internationalization: Challenges for top universities and government policies in Japan." In *Matching Visibility and Performance*, pp. 101-118.
142. Yun, S. M. 2016. "FACTORS INFLUENCING THE DEVELOPMENT OF NETWORK EDUCATIONAL PROGRAMS BETWEEN RUSSIAN AND KYRGYZ UNIVERSITIES." *Tomsk State University Journal* (411):195-200. doi: 10.17223/15617793/411/27.
143. Zakharova, U. S. 2019. Online course production and university internationalization: Correlation analysis. In *6th European Conference on Massive Open Online Courses, EMOOCs 2019*, edited by M. Wirsing, M. Calise, C. Delgado Kloos, J. Reich and J. A. Ruiperez-Valiente: Springer Verlag.
144. Zhu, Y. 2019. "Social media engagement and Chinese international student recruitment: understanding how UK HEIs use Weibo and WeChat." *Journal of Marketing for Higher Education* 29 (2):173-190. doi: 10.1080/08841241.2019.1633003.

Abstract

Nowadays, universities play a vital role in developing countries due to their pivotal position in meeting national and transnational needs. In recent decades, the ranking of universities and institutions of higher learning has grown significantly, and governments, universities, students, and even organizations not affiliated with academic institutions for advertising have raised the issue of rankings. That is why different ranking systems with different indicators have been presented worldwide that rank universities and institutions of higher education nationally and internationally. The system of Iran in science, technology, and innovation global indices (NEMA) implemented by Iranian Research Institute for Information Science and Technology (IranDoc) which presents a report of domestic universities and institutes of higher education based on key global indicators. The reports provided by Nama are suitable for descriptive purposes and do not provide an analysis of university ranking data.

On the other hand, predicting the future based on past and present data is an important process in planning and decision making. Centers that can predict the best way and the most practical way to achieve the goals with the least error can be more successful in the future. Therefore, it is necessary to predict the position of universities and institutes of higher education because it can affect factors such as competition to attract top students, commercialization, earn research funding, and etc. If higher education institutions have plans for their future and they want to improve their position in the ranking systems, they need a tool that can predict their position in these systems. The purpose of this research is to design and implement a plugin for Nema to predict the position of universities and higher education institutions in IRAN. This plugin predicts the position of universities and institutes of higher education in the country based on the results of previous ranking indicators. The results of these forecasts can report on the situation of universities and higher education institutions in the future, and policymakers can provide optimal strategies. The results of this implementation can provide a good analysis of Nema's data for future decisions.

Keywords: Universities' ranking system, time-series data, prediction, Iran in science, technology, and innovation global indices (NEMA)



**Iranian Research Institute
for Information Science and Technology (IrandoC)**

Research projects:

**Designing and Implementing a Plugin for Forecasting
Rankings of Universities, Research Institutes, and Higher
Education Institutions in Global University and subjective
Rankings and propose a guideline in Iran in science,
technology, and innovation global indices (NEMA)**

By:

Somayeh Fatahi

Colleagues: Behrouz Rasouli, Fatameh Amiri

May 2021