

طراحی و پیاده‌سازی سامانه پیش‌بینی جایگاه دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و مؤسسه‌های آموزش عالی،

پژوهشی، و فناوری با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی

سمیه فتاحی^۱، بهروز رسولی^۲

^۱استادیار پژوهشکده فناوری اطلاعات، پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک)؛ fatahi@irandoc.ac.ir

^۲استادیار پژوهشکده جامعه و اطلاعات، پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک)؛ rasuli@irandoc.ac.ir

* نویسنده مسئول: سمیه فتاحی

چکیده

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. نظام‌های رتبه‌بندی گوناگونی شکل گرفته‌اند که مؤسسه‌های جهان را در زمینه‌های گوناگون ارزیابی و رتبه‌بندی می‌کنند. 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 یا کاهش می‌دهند. از طرفی پیش‌بینی کردن آینده براساس داده‌های گذشته و حال، فرآیند بسیاری مهمی در برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری است. مراکزی که بتوانند وضعیتشان در آینده را براساس وضعیت فعلی‌شان با حداقل خطا پیش‌بینی نمایند، می‌توانند در آینده موفق‌تر باشند. بر این اساس، پیش‌بینی جایگاه دانشگاه‌ها و مؤسسه‌های آموزش عالی ضروری به نظر می‌رسد. هدف از این مقاله، طراحی و پیاده‌سازی سامانه پیش‌بینی جایگاه دانشگاه‌ها و مؤسسه‌های آموزش عالی در نظام رتبه‌بندی تایمز است. با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی از جمله رگرسیون، ماشین بردار پشتیبان، شبکه عصبی و درخت تصمیم پیش‌بینی صورت می‌گیرد. نتایج این پیش‌بینی‌ها می‌تواند وضعیت دانشگاه‌ها و مؤسسه‌های آموزش عالی را در آینده گزارش دهد و تصمیم‌گیران و سیاست‌گذاران را در جهت ارائه استراتژی‌های بهینه هدایت نماید. بعد از پیش‌بینی، سامانه طراحی شده، سه دسته از پیشنهادات را در قالب بسته‌های طلایی، نقره‌ای و برنزی به دانشگاه‌ها و مؤسسه‌ها پیشنهاد می‌دهد تا براساس آن راهکارها رتبه خود را در آینده بهبود دهند.

کلمات کلیدی

نظام رتبه‌بندی تایمز، پیش‌بینی، رگرسیون، درخت تصمیم، شبکه عصبی، ماشین بردار پشتیبان

۱- مقدمه

در دنیای امروز 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 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. 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 یومالتی‌رنگ 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). امروزه برای مؤسسه‌های آموزش عالی مهم است که بدانند در چه جایگاهی هستند و در آینده چه جایگاهی را به دست خواهند آورد. چرا که آگاهی از این موضوع می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های کلان به آن‌ها یاری رساند و فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی را تحت شعاع قرار دهد. هدف کلیدی این پژوهش طراحی افزونه‌ای برای سامانه نما است که بتواند با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی جایگاه آینده دانشگاه‌ها و مؤسسه‌های آموزش عالی کشور را براساس جایگاه فعلی و

گذشته آن‌ها در نظام‌های رتبه‌بندی جهانی پیش‌بینی کند و راهکارهایی را جهت ارتقا رتبه آن‌ها ارائه دهد. سامانه نما^۱، سامانه جایگاه علم، فناوری، و نوآوری ایران در جهان 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 روش‌شناسی شاخص‌ها بیان می‌شود و امتیاز و رتبه دانشگاه‌ها و موسسه‌های علمی ایران را در ابعاد گوناگون گزارش می‌دهد.

در بخش ۲ این مقاله، مبانی نظری شامل نوع داده‌ها که سری زمانی هستند و الگوریتم‌های هوش مصنوعی جهت پیش‌بینی توضیح داده خواهد شد. در بخش ۳، کارهای پیشین مورد بررسی قرار خواهد گرفت. بخش ۴ روش پژوهش و در نهایت در بخش ۵ نتایج و تحلیل آن‌ها آورده شده است.

۲- مبانی نظری

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش، داده‌های سری زمانی در سامانه نما هستند، داده‌های زمانی^۲، نوعی از داده‌ها هستند که با تغییرات زمانی تغییر می‌کنند. فرآیند استخراج یا کشف الگو از داده‌های زمانی «داده کاوی زمانی» نام دارد. تحلیل و پیش‌بینی سری‌های زمانی قسمت مهمی از داده کاوی زمانی است (Mahalakshmi, Sridevi, & Rajaram 2016). در واقع، پیش‌بینی عبارت است از فرآیند تخمین رویدادهای آینده از طریق تحلیل و بررسی داده‌های گذشته (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. در این پژوهش پیش‌بینی رتبه دانشگاه‌ها و موسسه‌های آموزش عالی جهت ارتقا کیفیت آن‌ها مدنظر است. بعد از پیاده‌سازی و اجرای الگوریتم‌های پیش‌بینی، این سوال مطرح می‌شود که تا چه اندازه پیش‌بینی انجام شده مناسب است؟ 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 این پژوهش معیارهای خطای MAPE, MAE, MFE, MSE و استفاده می‌شوند. الگوریتم‌های مختلفی جهت پیش‌بینی وجود دارند. الگوریتم‌های پیاده‌سازی شده در این پژوهش شامل رگرسیون، ماشین بردار پشتیبان، شبکه عصبی و درخت تصمیم است که به ترتیب توضیح مختصری از آن‌ها در ادامه آمده است:

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 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.

روش ماشین بردار پشتیبان^۴

یک روش غیرکلاسیک در پیش‌بینی سری‌های زمانی، روش ماشین بردار پشتیبان است. این روش یک الگوریتم طبقه‌بندی^۵ بوده و به عنوان یکی از بهترین تکنیک‌های دسته‌بندی، پیش‌بینی و تشخیص داده‌های خارج از محدوده^۶ شناخته می‌شود و برخلاف الگوریتم‌های خوشه‌بندی در دسته یادگیری 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 (Cortes & Vapnik 1995). 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 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

^۱ <https://nema.irandoc.ac.ir/>

^۲ Temporal data

^۳ Temporal data mining

^۴ Support Vector Machine (SVM)

^۵ Classification

^۶ Outlier



● 29 & 30 Dec. 2021
● University of Guilan



داده‌های آموزشی به ابر صفحه جداکننده بردارهای پشتیبان نامیده می‌شوند (ایرانمنش ۱۳۹۶). 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 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 شبکه عصبی^۱

یک روش غیرکلاسیک 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 (Gupta 2013). 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 (Gupta 2013). 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. تعداد نرون‌های لایه 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. از مدل‌های شبکه عصبی بازگشتی بسیار در زمینه پیش‌بینی متغیرهای سری زمانی استفاده شده است.

روش درخت تصمیم^۵

الگوریتم درخت تصمیم یکی از قوی‌ترین و پرکاربردترین الگوریتم‌های داده‌کاوی است که برای کاوش در داده‌ها و کشف دانش کاربرد دارد (Han, Pei, & Kamber 2011). این الگوریتم داده‌ها را به مجموعه‌های مشخصی تقسیم می‌کند. هر مجموعه شامل چندین زیر مجموعه از داده‌های کم و بیش همگن که دارای ویژگی‌های قابل پیش‌بینی هستند، تقسیم می‌شود. الگوریتم درخت تصمیم اینگونه عمل می‌کند، در مورد یک هدف خاص چندین ویژگی را تجزیه و تحلیل کرده و شرایط را برای پیش‌بینی 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. اغلب الگوریتم‌های یادگیری درخت تصمیم برپایه یک عمل جستجو حریصانه بالا به پایین در فضای درخت‌های موجود عمل می‌کند. درخت تصمیم در عین سادگی می‌تواند با داده‌های پیچیده به راحتی کار کند و از روی آن‌ها تصمیم بسازد.

نظام رتبه‌بندی تایمز

نظام‌های رتبه‌بندی مختلفی در سراسر جهان جهت رتبه‌بندی استفاده می‌شود یکی از این نظام‌ها، نظام رتبه‌بندی تایمز است (جدول ۱). براساس شاخص‌های جدول ۲ و وزن‌های آن، دانشگاه‌ها و موسسات آموزشی عالی رتبه‌بندی می‌شوند.

¹ Artificial Neural Networks (ANN)

² Multi-Layer Perception (MPL)

³ Back propagation

⁴ Activity function

جدول ۱- نظام رتبه‌بندی تایمز

رتبه‌بندی جهانی دانشگاه‌های «مؤسسه آموزش عالی تایمز»	نام
Times Higher Education World University Rankings	نام به زبان انگلیسی
رتبه‌بندی «تایمز»	نام کوتاه
کمک به افزایش آگاهی دانشجویان برای مقایسه مؤسسه‌های با کیفیت در سراسر جهان و گزینش مؤسسه مناسب برای تحصیل است.	هدف
Times Higher Education	ناشر
۲۰۱۰	آغاز انتشار
سالانه	دوره انتشار
۱۵۰۰ مؤسسه	شمار مؤسسه‌های برتر
۱۳	شمار شاخص‌ها
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 (۲٪/۵ امتیاز) ۱۱. نسبت اعضای هیئت علمی خارجی به اعضای هیئت علمی داخلی (۲٪/۵ امتیاز) ۱۲. همکاری جهانی (۲٪/۵ امتیاز) ۱۳. درآمدهای صنعتی (۲٪/۵ امتیاز)	شرح و وزن سنج‌ها
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 هنرهای کار می‌کنند، نادیده گرفته می‌شود.	معیار ورود به ارزیابی
پیمایش‌های گوناگون در بخش‌های متفاوت؛ نمایه‌نامه استنادی «اسکوپس»؛ و پرسشنامه‌ای که مؤسسه‌ها پر می‌کنند.	منبع(های) گردآوری داده
timeshighereducation.com/world-university-rankings	پایگاه وب
help@timeshighereducation.co.uk	نشانی تماس

شاخص‌های اندازه‌گیری این نظام به همراه وزن‌های آن جهت رتبه‌بندی موسسات و مراکز آموزش عالی در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- شاخص‌ها و سنج‌های ارزیابی در نظام‌های رتبه‌بندی جهانی

وزن	شاخص / سنج به انگلیسی	شاخص / سنج به فارسی	نظام رتبه‌بندی
۳۰٪	Teaching	آموزش	تایمز
۳۰٪	Research	پژوهش	
۳۰٪	Citations	استنادها	
۵۰.۲٪	Industry Income	درآمدهای صنعتی	
۵۰.۷٪	International Outlook	چشم‌انداز بین‌المللی	

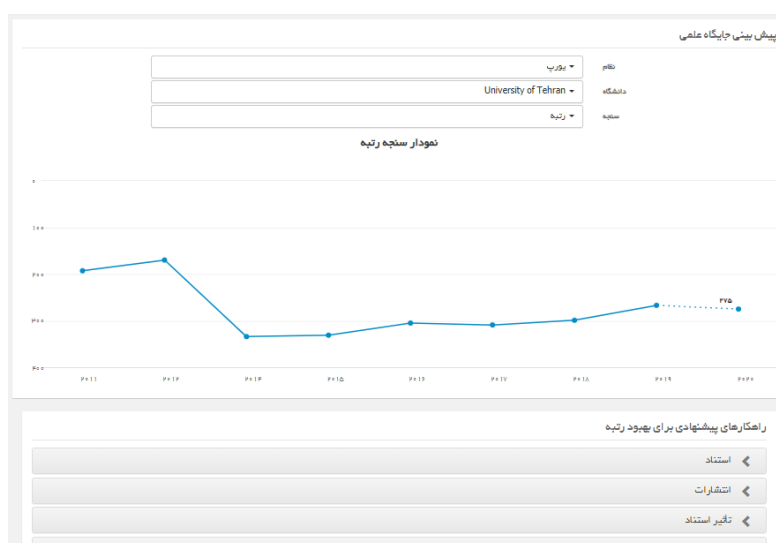
۳- مروری بر کارهای پیشین

در مقالات بسیاری از روش‌ها و الگوریتم‌های هوش مصنوعی، در پیش‌بینی سری‌های زمانی در کاربردهای مختلف استفاده شده است. چند نمونه از آن‌ها در اینجا آورده شده است. ایران‌منش در سال ۱۳۹۶ بر روی داده‌های سری زمانی که مربوط به داده‌های بیماران قلبی بود، از الگوریتم‌های داده کاوی شامل درخت تصمیم ساده و پیچیده، رگرسیون لجستیک، SVM، شبکه عصبی و KNN استفاده نمود. هدف این پژوهش تشخیص ایست قلبی بود که بر روی مجموعه داده که به صورت مدل ضربان ۶،۳ و ۹ بود، 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 فرامیزی 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 ۱۳۹۲-۱۳۶۳، 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 ایستار 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 فرامیزی، صابری، و قیصری 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 استفاده از روش بکس-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 با ثبات 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). 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 اتورگرسیون 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). کالزاس 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 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 مشاهده شده 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^۱ 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.

۴- پیاده‌سازی الگوریتم‌های پیش‌بینی

در این پژوهش افزونه‌ای بر روی سایت نما طراحی و پیاده‌سازی شد که در آن روش‌های رگرسیون، ماشین بردار پشتیبان، شبکه عصبی و درخت تصمیم پیاده‌سازی شدند. برای روش ماشین بردار پشتیبان تابع کرنل RBF در جه 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^۲ با تابع فعال‌سازی سیگموئید 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 نظام رتبه‌بندی تایمز به تفکیک سنج‌ها محاسبه شده‌اند. سپس برای این 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 راهکارهایی به موسسه یا دانشگاه مربوطه ارائه خواهد شد. ارائه راهکارها در سه سطح طلایی، نقره‌ای و برنزی می‌باشد. تعیین آستانه برای سطوح توسط یک فرد خبره صورت گرفته است. نمایی از افزونه در شکل ۱ 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.

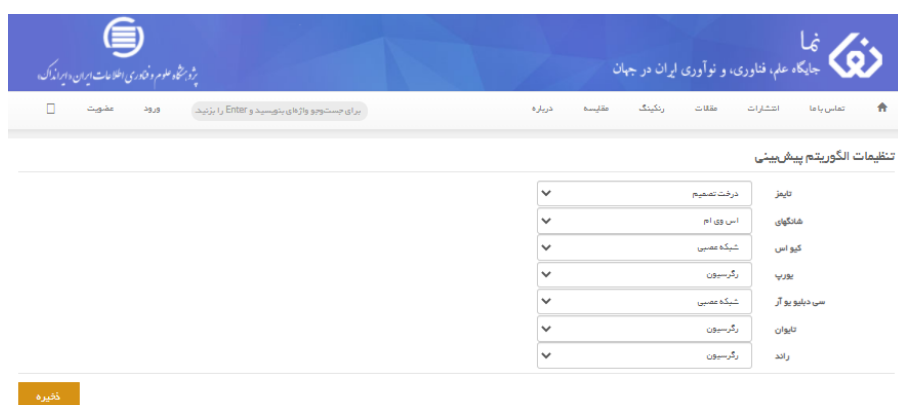
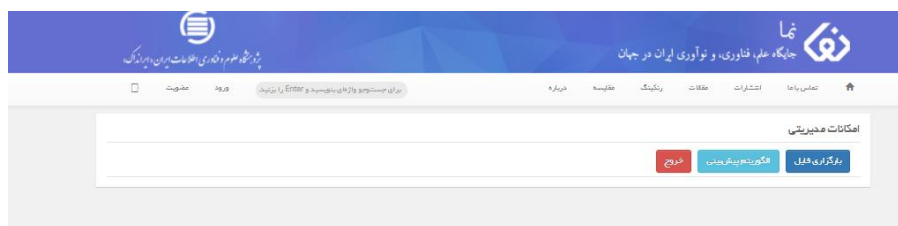


شکل ۱- نمایی از افزونه پیش‌بینی

برای سهولت مدیر سامانه، یک داشبورد مدیریتی جهت بارگذاری فایل، انتخاب و تغییر الگوریتم‌های پیش‌بینی برای هر نظام و محاسبات طراحی شده است (شکل ۲).

¹ Tabassum

² Back Propagation Network



شکل ۲- داشبورد مدیریتی

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 تأثیرگذار باشند و راهکارهای طلایی به شکلی مستقیم جایگاه مؤسسه‌ها را بهبود بخشند. یک نمونه از جدول راهکارها برای یکی از سنج‌ها به عنوان نمونه در جدول آمده است.

جدول ۳- راهکارهای بهبود امتیاز / رتبه مؤسسه‌ها در سنج «اعضای هیئت علمی با کیفیت»

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
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

منبع (یا منابع)	سطح	راهکار
Hillman and Baydoun 2018	۱	بهینه کردن وبگاه مؤسسه برای کاهش پذیرش 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 منتشرشده 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
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

۵- نتایج الگوریتم‌های پیش‌بینی و تحلیل آنها

در این بخش نتایج الگوریتم‌های پیش‌بینی با توجه به معیارهای مختلف خطا محاسبه شده است. تعداد داده‌های موجود برای هر سنج در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴- تعداد داده‌ها به تفکیک سنج

تعداد داده‌ها	شاخص / سنج به فارسی	نظام رتبه‌بندی
۹۲۶	آموزش	تایمز
۹۱۹	پژوهش	
۹۴۰	استنادها	
۹۰۲	درآمدهای صنعتی	
۹۳۱	چشم‌انداز بین‌المللی	

جدول ۵- نتایج الگوریتم رگرسیون برای نظام تایمز

معیار خطا	پژوهش	آموزش	استانداها	چشم‌انداز بین‌المللی	درآمدهای صنعتی
MAE	۲۳.۱۴	۰.۴۱۲	۱۷.۲۳	۶۳.۱۳	۲۵.۱۰
MAPE	۳۷.۸۴	۷۲.۵۱	۳۳.۱۲۲	۶۷.۳۹	۷۶.۲۱
MFE	-۴۷.۸	-۵۶.۶	-۲۳.۲۱	-۹۷.۳	-۳۶.۲
MPE	-۰.۱۷۶	-۰.۹۴۳	-۲۴.۱۲۰	-۱۳.۲۸	-۹۰.۱۱
MSE	۴۱.۲۶۷	۵۱.۲۰۰	۹۴.۸۳۵	۶۱.۲۵۱	۳۶.۱۵۵

جدول ۶- نتایج الگوریتم ماشین بردار پشتیبان برای نظام تایمز

معیار خطا	پژوهش	آموزش	استانداها	چشم‌انداز بین‌المللی	درآمدهای صنعتی
MAE	۸۸.۲۲	۳۱.۲۱	۱۳.۲۷	۰.۶۲۴	۹۷.۲۴
MAPE	۶۵.۱۱۷	۹۷.۸۶	۰.۱۷۰	۸۶.۵۰	۸۹.۵۱
MFE	-۵۵.۱۹	-۸۷.۱۵	۴۰.۴	۱۶.۶	۴۶.۰
MPE	-۵۵.۱۰۹	-۷۸.۷۱	-۵۱.۲۱	-۵۴.۱	-۹۰.۳
MSE	۰۰.۲۱۷۱	۲۵.۱۹۳۵	۷۵.۲۶۶۰	۴۹.۱۷۱۰	۰۰.۲۱۵۹

جدول ۷- نتایج الگوریتم شبکه عصبی برای نظام تایمز

معیار خطا	پژوهش	آموزش	استانداها	چشم‌انداز بین‌المللی	درآمدهای صنعتی
MAE	۷۸.۴۰	۲۳.۱۱	۳۱/۲۴	۰.۷/۲۰	۰.۱/۱۳
MAPE	۵۷.۲۴۶	۷۲/۳۵	۴۲/۱۱۴	۳۲/۵۵	۹۹/۲۰
MFE	-۱۱.۳۹	۰.۰/۴	-۵۰/۶	-۹۲/۲	۲۸/۱۱
MPE	-۶۶.۲۴۴	-۹۱/۵	-۴۸/۹۳	-۵۱/۳۴	۲۱/۱۶
MSE	۸۵.۱۸۸۴	۸۴/۲۵۷	۹۸/۷۹۹	۲۶/۵۵۲	۰.۲/۴۴۹

جدول ۸- نتایج الگوریتم درخت تصمیم برای نظام تایمز

معیار خطا	پژوهش	آموزش	استانداها	چشم‌انداز بین‌المللی	درآمدهای صنعتی
MAE	۳۱/۶	۸۸/۴	۵۲/۱۸	۰.۵/۶	۰.۲/۱۰
MAPE	۱۷/۲۲	۹۲/۱۴	۹۵/۹۸	۴۵/۱۳	۹۰/۱۵
MFE	۰.۵/۳	۳۶/۰	-۲۴/۱۱	۰.۳/۳	۶۸/۹
MPE	-۳۹/۳	-۷۹/۴	-۸۸/۸۸	۴۵/۳	۰.۸/۱۵
MSE	۲۵/۱۳۵	۶۲/۶۵	۳۳/۵۲۴	۷۸/۵۷	۶۰/۲۹۵

جدول ۹- نتایج انواع الگوریتم‌های پیش‌بینی برای نظام تایمز در نمره کل

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

همانطور که جداول نتایج نشان می‌دهند از معیارهای مختلفی برای تعیین صحت الگوریتم‌ها و مقایسه آن‌ها استفاده شده است. 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 کی‌واس در روش رگرسیون مناسب است. میانگین مطلق درصد خطا (MAPE)، این معیار میانگین درصد خطای مطلق اتفاق افتاده را نمایش می‌دهد. برای نظام تایمز، درخت تصمیم مقدار قابل قبولی از MAPE را دارد. 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، مقدار MFE مناسبی نزدیک به صفر را دارند. 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. 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.

۶- نتیجه‌گیری و کارهای آینده

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. در آینده با افزایش حجم داده‌ها برای دانشگاه‌های کشور می‌توان نتایج دقیق‌تری را انتظار داشت. همچنین می‌توان داده نظام‌های دیگر را نیز در نظر گرفت.

۷- مراجع

- [۱] ایرانش، 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] خسروچرد، محمود. زراعت کار، ندا. (۱۳۹۱). "مروری بر نتایج هفت نظام رتبه بندی دانشگاه‌های جهان". پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات. دوره ۲۸ پاییز ۱۳۹۱ شماره ۱.
- [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] سالاری نیا، سمانه. (۱۳۹۵). برآورد و پیش‌بینی مصرف انرژی برق در بخشهای کشاورزی و صنعت استان کرمان. پایان نامه کارشناسی ارشد. رشته اقتصاد گرایش انرژی. دانشگاه شهید باهنر کرمان
- [۵] سلطانی گردفرامری، سمیه، صابری، عارف، و قیصوری، مرتضی. (۱۳۹۶). تعیین بهترین مدل سری زمانی در پیش‌بینی بارندگی سالانه ایستگاه های منتخب استان آذربایجان غربی. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۷(۴۴)، ۱۰۵-۸۷.

- [6] 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.
- [7] Bayley, Chris. 2016. "International Student Recruitment Analysis and Review: Emerging Opportunities in 2016." *WEBA World Education Review*.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] Bellucci, M., Biagi, S., & Manetti, G. (2019). Dialogic accounting and stakeholder engagement through social media: The case of top-ranked universities. *The Review of Higher Education*, 42(3), 1145-1184.
- [11] Brown, R. 2011. *Higher education and the market, Higher Education and the Market*: Taylor and Francis. Book.
- [12] Calzarossa, M. C., & Tessera, D. (2015). Modeling and predicting temporal patterns of web content changes. *Journal of Network and Computer Applications*, 56, 115-123.
- [13] Chatterjee, A., & Maity, A. (2014). Communication of universities of Asia through Facebook: A study. *DESIDOC Journal of Library & Information Technology*, 34(5).
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] Cortes, C., & Vapnik, V. (1995). Support vector machine. *Machine learning*, 20(3), 273-297.
- [17] Dennis, Marguerite J. 2019. "How to recruit international students in the future." *Enrollment Management Report* 23 (6):8-9. doi: 10.1002/emt.30574.
- [18] 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.
- [19] 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.
- [20] Gupta, N. (2013). Artificial neural network. *Network and Complex Systems*, 3(1), 24-28.
- [21] Han, J., Pei, J., & Kamber, M. (2011). *Data mining: concepts and techniques*. Elsevier.
- [22] Hillman, J. R., & Baydoun, E. (2018). The future of universities in the Arab region: A review. *Universities in Arab countries: An urgent need for change*, 1-53.
- [23] Kumar, S. 2015. "India's trade in higher education." *Higher Education* 70 (3):441-467. doi: 10.1007/s10734-014-9846-6.
- [24] 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.
- [25] 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.



● 29 & 30 Dec. 2021
● University of Guilan

- [26] 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).
- [27] 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.
- [28] 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.
- [29] 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.
- [30] 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.
- [31] 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.
- [32] 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.
- [33] 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.
- [34] 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.
- [35] Taneja, S., and A. Goel. 2015. "Mobile applications in educational institutions." 2015 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Communication Technology, CICT 2015.
- [36] 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.
- [37] 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.
- [38] Tufail, Basit. 2019. "EMPLOYMENT OPPORTUNITIES FOR INTERNATIONAL STUDENTS: CASE LAMK (OSSI 2 PROJECT)." Master, International Business Management, LAHTI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES.
- [39] 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.
- [40] 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.
- [41] 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).