

طراحی یک مدل شبکه عصبی برای پیش‌بینی امکان استخدام مدیران بر اساس داده‌های تاریخی و

یادگیری ماشین: مطالعه موردی مدیران حج تمتع سازمان حج و زیارت کشور

مهران فرشید^۱، امیررضا نقش^{۲*}، بیتا یزدانی^۳

^(۱) گروه مدیریت، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

^(۲) گروه مدیریت، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران

تاریخ ارسال مقاله: ۱۴۰۲/۰۹/۲۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۰۲/۰۹

چکیده

این مقاله بر اساس مفاهیم فرهنگ داده به پیش‌بینی و انتخاب هوشمندانه مدیران حج تمتع در سازمان حج و زیارت جمهوری اسلامی ایران برای ارایه خدمات به زائرین حج تمتع پرداخته است. انتخاب مدیران هر سازمان یکی از حلقه‌های تاثیرگذار در عملکرد آن سازمان است. در سازمان حج و زیارت این موضوع از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و نقش بسزایی در رضایت زائران و کیفیت سفرهای زیارتی دارد. از آن جا که این انتخاب هر ساله در سازمان حج و زیارت انجام می‌شود، با توجه به معیارهای چندگانه موثر بر انتخاب مدیران و دسته‌بندی‌های صورت گرفته در میانگین امتیازات آنان از سوی سازمان حج و زیارت، بررسی داده‌های تاریخی و استفاده از آن‌ها می‌تواند نگرشی مناسب برای انتخاب و دسته‌بندی مدیران جدید باشد. از طرفی امتیازات مدیران پیشین نیز هر ساله تغییر می‌کند و دسته‌بندی آنان نیز ممکن است مجدد تغییر کند. در این مقاله بر اساس چند مدل یادگیری ماشین به حل مساله انتخاب مدیران حج تمتع در سازمان حج و زیارت کشور پرداخته شده است. همچنین اعتبارسنجی این مدل‌ها بر اساس ماتریس آشفتنگی تعیین شده است. از آنجایی که انتخاب مدیران حج وابسته به شاخص‌های متفاوت می‌باشد لذا تصمیم‌گیری در خصوص چگونگی ادغام این شاخص‌ها و رسیدن به یک سیاست مطلوب برای انتخاب هوشمندانه مدیران حج تمتع، هدف اصلی این مقاله بوده است. جامعه آماری تمام کارشناسان حوزه حج و زیارت شامل کارکنان، عوامل اجرایی کاروان‌ها، مدیران حج تمتع، اساتید دانشگاه و ... می‌باشد. نمونه انتخاب شده بر اساس روش نمونه‌گیری غیراحتمالی و در دسترس بوده است. حجم نمونه بر اساس فرمول ککران حداقل می‌بایست ۵۵ نفر باشد که در این پژوهش از نظرات ۵۹ خبره بوسیله پرسشنامه استفاده شد. در خصوص روایی و پایایی سنجه انجام شده، از نظر خبرگان با تجمیع نظرات آن‌ها این سنجه ارزیابی به دانش و تئوری موجود نزدیک است و شاخص نزدیکی آن ۹۸٫۵۲٪ می‌باشد و از بررسی همه ابعاد برابر با ۹۹٫۸۴٪ بوده است. در رابطه با خاصیت پایایی سنجه بر اساس پرسشنامه از خبرگان، از روش آلفای کرونباخ استفاده شد، که با توجه به تعداد پرسش‌ها و پاسخ‌ها و به استناد نرم‌افزار SPSS، آلفای کرونباخ برابر با ۰/۷۸۱ می‌باشد. لذا به کمک ابزارهای تصمیم‌سازی و یادگیری ماشین (شبکه عصبی) الگوریتم‌های مناسب برای پیش‌بینی هر یک از دو بخش طراحی گردید، به کمک ابزارهای تصمیم‌سازی نشان داده شد که بیشترین عامل تاثیرگذار از بین ۹ شاخص تثبیت شده، تعداد دوره‌های آموزشی گذرانده شده و بعد از آن مجموع ساعات دوره آموزشی بوده است. از بین ۹ شاخص تاثیرگذار بر انتخاب مدیران حج تمتع به کمک روش دیمتل ۶ عامل مستقل تشخیص داده شد که به همین دلیل الگوریتم طراحی شده بر اساس شبکه عصبی احتمالی برای انتخاب مدیران حج با خطای کمتر از ۱٪ مورد تایید قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی: تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی، ورودی/خروجی، رتبه‌بندی، بهین-کارا

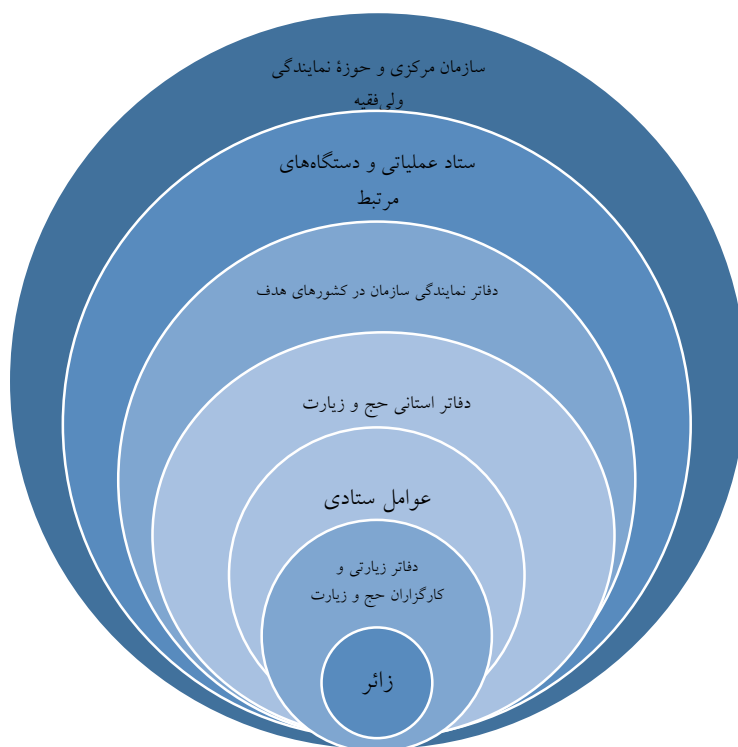
۱- مقدمه

سازمان حج و زیارت یک سازمان دولتی مستقل و وابسته به وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی است، که مسئولیت اجرا و نظارت بر حج تمتع، عمره مفرده در عربستان در شهر مکه و مدینه، عتبات عالیات عراق، و سفر زیارتی سوریه را بر عهده دارد. سیاست‌گذاری، نظارت، هدایت و اداره امور حج و زیارت و عتبات عالیات در خارج از کشور و برقراری ارتباط با کشورهای اسلامی و مجامع بین‌المللی اسلامی در امر حج و زیارت، اهداف این سازمان هستند. شورای عالی حج و زیارت، نمایندگی ولی فقیه در امور حج و زیارت، رئیس سازمان حج و زیارت، و حسابرسان ارکان این سازمان را تشکیل می‌دهند. تا سال ۱۳۵۱ امور حج و زیارت ایران توسط بخشی از وزارت کشور انجام می‌شد. در این سال با تصویب هیئت وزیران وقت، کلیه امور مربوط به حج به سازمان اوقاف زیرنظر نخست‌وزیری واگذار شد. در سال ۱۳۵۸ با تصویب شورای انقلاب، اداره کل حج و زیارت وابسته به سازمان اوقاف به «سازمان حج و زیارت» تبدیل و بدین ترتیب سازمان ذیل وزارت ارشاد تشکیل شد. با تصویب مجلس شورای اسلامی در سال ۱۳۶۳، سازمان حج و زیارت و سازمان اوقاف ادغام شدند و «سازمان حج و اوقاف و امور خیریه» تشکیل شد. در سال ۱۳۷۰ با آغاز سفر زائران پس از وقفه‌ای سه ساله، با تصویب شورای عالی اداری، حج و اوقاف دگربار از هم تفکیک شدند و سازمان مستقل «حج و زیارت» تحت نظر وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی تشکیل شد. شورای عالی اداری در ۱۲۷مین جلسه خود در ۲۴ خرداد ۱۳۸۴ با تثبیت وضعیت موجود، سازمان حج و زیارت را سازمانی دولتی، مستقل و وابسته به وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی دانست که بر پایه سیاست‌های مصوب نظام، اندیشه‌های امام خمینی(ره) و رهنمودهای مقام رهبری و رئیس‌جمهوری اداره می‌شود و رئیس آن با هماهنگی نماینده ولی فقیه در امور حج و زیارت توسط وزیر فرهنگ و ارشاد اسلامی معین می‌شود. با توجه به رسالت سازمان حج و زیارت و اهمیت موضوع حج تمتع برای کشور، یکی از دغدغه‌های سازمان حج و زیارت بکارگیری مناسب مدیران حج تمتع است. در حقیقت انتخاب مدیران نقش بسزایی در برگزاری با کیفیت حج و رضایت حجاج دارد. این موضوع بجز با مقایسه بر اساس شاخص‌های قابل اندازه‌گیری مدیران حج تمتع میسر نمی‌شود. فرشید و همکاران (۱۴۰۱) [2] با استفاده از نظر خبرگان و روش دیمتل عوامل موثر بر انتخاب مدیران حج تمتع را مورد بررسی قرار دادند و روابط علت و معلولی بین آن‌ها را شناسایی نمودند. از دیگر تحقیقات در این زمینه می‌توان به شاه علی‌زاده و همکاران (۱۳۸۷) [1] در مقاله‌ای با عنوان مدل انتخاب مدیران با متدولوژی دیمتل و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، با استخراج معیارهای انتخاب مدیران و ساختار تحلیلی آن با ملحوظ نمودن محدودیت‌های نومولوژیک؛ تعیین وزن معیارها با استفاده از رویکرد ریاضی جدید فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و روش تصمیم‌گیری گروهی بهبود دادند. همچنین می‌توان به آذکالیچی و همکاران (۲۰۲۲) [8] اشاره کرد که در فرآیند انتخاب سهام با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی از مجموعه آزمایشی با استفاده از مقادیر عملکرد سهام استفاده کردند و نتایج حاکی از آن است که بازده سهام منتخب به طور معناداری بیشتر از بازده استراتژی خرید و نگهداری است. یان و همکاران (۲۰۲۳) [10] یک روش چند شاخصه برای انتخاب مدیر برنامه ساخت با استفاده از تئوری پشیمانی و روش دیمتل فازی استفاده کردند و نتایج نشان می‌دهد که این مدل قادر است به انتخاب‌های جامع و علمی‌تری در مدیریت برنامه‌های ساخت بپردازد. از دیگر تحقیقات جدیدی که به استفاده از روش دیمتل پرداخته است، می‌توان به مائو و همکاران (۲۰۲۳) [7] اشاره کرد که از روش دیمتل برای انتخاب مناسب‌ترین فناوری برای بازیافت زباله‌های جامد پلاستیکی استفاده کردند. در این مقاله با استفاده از شبکه عصبی یک مدل برای انتخاب مدیران حج تمتع طراحی شده است. بنابراین در ادامه در بخش دوم، تاریخچه و بیان مفاهیم مورد نیاز پرداخته شده است. در بخش سوم مدل مفهومی و روش پیشنهادی ذکر شده است. در بخش چهارم نتایج مطالعه موردی و در بخش پنجم نتیجه‌گیری و پیشنهادات بیان شده است.

۲- پیش زمینه

سازمان حج دارای مقاصد معین، نظام ارتباطات، فرآیندهای اجرایی و شبکه‌ای از نیروهای ستادی و کارگزاران می‌باشد که آگاهانه در انجام وظایف خود برای حصول به اهداف سازمان حج و زیارت در تلاش می‌باشند. به عبارتی هر یک از اعضا می‌کوشند، وظایف مختلف خود را در بستر ساختار و برنامه‌ریزی‌های انجام‌یافته با همکاری مؤثر اجرا نمایند تا اهداف سازمان حج و زیارت منطبق با منابع موجود تأمین گردد. در ادامه این مبحث به شناخت دقیق‌تر سازمان حج و زیارت پرداخته می‌شود.

در بخش ساختار سازمانی و تشکیلات، ابتدا به معرفی اجمالی و شماتیک سازمان حج و زیارت پرداخته می‌شود. سپس ساختار سازمانی مصوب ارایه و در پایان، جدول تشکیلات نیروی انسانی معرفی می‌گردد. شناخت لایه‌های معماری، به مدیران و دست‌اندرکاران آن امکان می‌دهد تا شناخت دقیق و جامع‌تری از سازمان حج و زیارت داشته باشند تا بتوانند تمامی زوایای سازمان را تحلیل و مورد موشکافی قرار دهند. به منظور شناخت بهتر، مدل مفهومی لایه‌های معماری سازمان حج و زیارت در شکل زیر ارایه می‌شود:



شکل ۱: لایه‌های معماری سازمان حج

چنانچه در مقدمه بیان شد، فرشید و همکاران (۱۴۰۱) [2] شاخص‌های موثر بر انتخاب مدیران حج تمتع را شناسایی نمودند که در جدول (۱) ذکر شده است.

جدول ۱: شاخص‌های نهایی موثر بر انتخاب مدیران حج

ردیف	شاخص
۱	تعداد دوره آموزشی گذرانده شده
۲	مجموع ساعات دوره های آموزشی
۳	سن
۴	تعداد تجربه اعزام حج
۵	واریانس نمره ارزشیابی
۶	میانگین نمره ارزشیابی
۷	سطح تحصیلات
۸	تسلط به زبان عربی
۹	نوع شغل (آزاد- شاغل- بازنشسته)

۲-۱ شبکه عصبی مصنوعی

در سال‌های اخیر از مدل‌های یادگیری عمیق در حوزه‌های بسیاری نظیر تشخیص بیماری با استفاده از اشعه ایکس، تشخیص تصاویر برای ماشین‌های خودران، پیش‌بینی بازار سهام و سایر حوزه‌های دیگر استفاده شده است. معماری مدل‌های یادگیری عمیق از ساختاری با عنوان شبکه عصبی^۲ تشکیل شده است که با نام شبکه عصبی مصنوعی^۳ نیز شناخته می‌شوند. (گودفیلو (۲۰۰۷)) [4]

الگوریتم‌های یادگیری عمیق از ساختارهای لایه‌ای با نام شبکه‌های عصبی استفاده می‌کنند تا بر اساس تجزیه و تحلیل داده‌ها، برای گرفتن تصمیم خاصی، رفتار انسان را تقلید کنند. طرح این ساختار لایه‌ای، برگرفته از ساختار مغز انسان است. همانطور که مغز انسان به شناسایی الگوهای مختلف داده‌ها و دسته‌بندی انواع اطلاعات می‌پردازد، می‌توان شبکه‌های عصبی را به شیوه‌ای مشابه با رفتار مغز انسان آموزش داد تا به تشخیص الگوها بپردازند و دسته‌بندی داده‌ها را انجام دهند. (میچل (۲۰۰۷)) به عبارت دیگر، زمانی که مغز انسان با اطلاعات جدیدی روبه‌رو می‌شود، در تلاش است این اطلاعات را با مفاهیم قبلی و شناخته شده خود مقایسه کند تا به درک بهتر اطلاعات جدید برسد. هدف شبکه‌های عصبی نیز تشخیص الگوها و دسته‌بندی اطلاعات جدید بر پایه دانش قبلی خود است. یادگیری آنی الگوها در قالب بردارهای عددی انجام می‌شود. به عبارتی، تمامی داده‌های دنیای واقعی نظیر تصاویر، صوت و متن باید به بردارهای عددی تبدیل شوند و به عنوان ورودی، در اختیار شبکه عصبی قرار می‌گیرد تا مدل هوش مصنوعی بتواند آن‌ها را درک کند.

مغز انسان، به اذعان بسیاری از دانشمندان، پیچیده‌ترین سیستمی است که تا کنون در کل گیتی مشاهده شده و مورد مطالعه قرار گرفته است. اما این سیستم پیچیده نه ابعادی در حد کَشکشان دارد و نه تعداد اجزای سازنده‌اش، بیشتر از پردازنده‌های ابررایانه‌های امروزی است. پیچیدگی راز آلود این سیستم بی نظیر، به اتصال‌های فراوان موجود میان اجزای آن بازمی‌گردد. این همان چیزی است که مغز ۱۴۰۰ گرمی انسان را از همه سیستم‌های دیگر متمایز می‌کند. فرایندهای خودآگاه و ناخودآگاهی که در حدود جغرافیایی بدن انسان رخ می‌دهند، همگی تحت مدیریت مغز هستند. برخی از این فرایندها آن قدر پیچیده هستند، که هیچ رایانه یا ابررایانه‌ای در جهان امکان پردازش و انجام آن را ندارد. با این حال، پژوهشات نشان می‌دهند که واحدهای سازنده مغز انسان، از نظر سرعت عملکرد، حدود یک میلیون بار کندتر از ترانزیستورهای مورد استفاده در تراشه‌های سیلیکونی CPU رایانه هستند. (آلوم و همکاران (۲۰۱۸)) [3]

سرعت و قدرت پردازش بسیار بالای مغز انسان، به ارتباط‌های بسیار انبوهی باز می‌گردد که در میان شبکه‌های سازنده مغز وجود دارد و اساساً، بدون وجود این لینک‌های ارتباطی، مغز انسان هم به یک سیستم معمولی کاهش می‌یافت و قطعاً امکانات فعلی را نداشت. گذشته از همه این‌ها، عملکرد عالی مغز در حل انواع مسائل و کارایی بالای آن، باعث شده است تا شبیه‌سازی مغز و قابلیت‌های آن به مهم‌ترین آرمان معماران سخت‌افزار و نرم‌افزار تبدیل شود. در واقع اگر روزی فرا برسد (که البته ظاهراً خیلی هم دور نیست) که بتوانیم رایانه‌ای در حد و اندازه‌های مغز انسان بسازیم، قطعاً یک انقلاب بزرگ در علم، صنعت و البته زندگی انسان‌ها، رخ خواهد داد.

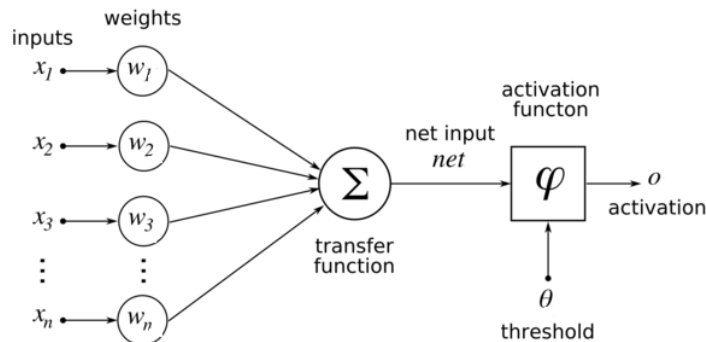
از چند دهه گذشته که رایانه‌ها امکان پیاده‌سازی الگوریتم‌های محاسباتی را فراهم ساخته‌اند، در راستای شبیه‌سازی رفتار محاسباتی مغز انسان، کارهای پژوهشی بسیاری از سوی متخصصین علوم رایانه، مهندسين و همچنین ریاضی‌دان‌ها شروع شده است، که نتایج کار آن‌ها، در شاخه‌ای از علم هوش مصنوعی و در زیرشاخه هوش محاسباتی تحت عنوان موضوع «شبکه‌های عصبی مصنوعی» طبقه‌بندی شده است. 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. (ژانگ و همکاران (۲۰۱۵)) [11]

² Neural Networks

³ Artificial Neural Networks (ANNs)

۲-۲ طرز کار مدل شبکه عصبی

مدل ریاضی یک شبکه عصبی را یک پرسپترون^۴ می‌نامند. نمونه یک مدل شبکه عصبی در شکل (۲-۴) نمایش داده شده است.



شکل ۲: مدل ریاضی شبکه عصبی یا پرسپترون

خطوط ورودی، همان پارامترهای تعریف کننده سیستم هستند هر پارامتر به عنوان یک سیگنال الکتریکی با شدت معینی به یک کانال ورودی می‌رود. در ابتدای هر کانال ورودی یک ضریب عددی وجود دارد که شدت تحریک در این عدد ضرب می‌شوند و حاصل آن که یک ورودی وزن دار شده نامیده می‌شود، میزان کلیه ورودی‌های وزن دار شده که به جسم شبکه‌ای می‌رسند با هم به صورت خطی جمع می‌شوند. (سزه و همکاران (۲۰۱۷)) [9]

اگر این حاصل جمع از میزان آستانه^۵ یعنی θ کمتر باشد شبکه عصبی خاموش می‌ماند، و در غیر این صورت شبکه شلیک می‌کند و جریان الکتریکی ثابتی در خروجی (یا خروجی‌ها) ایجاد می‌کند. در واقع خروجی پرسپترون با معادله ریاضی زیر تعیین می‌شود: (لی^۶ و همکاران (۲۰۱۷)) [6]

$$\sum_{i=1}^n w_i x_i \geq \theta \Rightarrow \text{Output} = 1$$

$$\sum_{i=1}^n w_i x_i < \theta \Rightarrow \text{Output} = 0$$

که در آن x_i سیگنال ورودی شماره i و w_i وزن سیناپسی مربوط به آن ورودی است. در عمل تابع ریاضی جسم شبکه نرون تابع کاملاً دیجیتالی با خروجی ۰ یا ۱ نیست، بلکه تابعی آنالوگ است، از این رو برنامه‌های شبیه سازی ANN^۷ معمولاً انتخاب آن را به عهده کاربر می‌گذارند. از این توابع با نام توابع فعال ساز^۸ نیز یاد می‌شود. مشخصاً برای بررسی و اعتبار سنجی شبکه عصبی نیاز به تعیین ماتریس آشفستگی دارد. (هوانگ و همکاران (۱۹۹۹)) [5]

۳-ارایه یک مدل شبکه عصبی برای انتخاب مدیران حج تمتع

ساختار دستور patternnet به صورت زیر است:

net = patternnet (hiddenLayerSize, trainFcn);

⁴ Perceptron

⁵ Threshold

⁶ Li

⁷ Artificial Neural Network

⁸ Active Function

در این دستور تعداد لایه و تابع آموزش قابل دستکاری می‌باشند. براین اساس ما از تعداد لایه‌های ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۱۶ و توابع آموزش زیر استفاده نمودیم:

جدول ۲: توابع آموزش دستور patternnet

الگوریتم	شرح
trainlm	Levenberg-Marquardt
trainbfg	BFGS Quasi-Newton
traincgb	Conjugate Gradient with Powell/Beale Restarts
traincgf	Fletcher-Powell Conjugate Gradient
traincgp	Polak-Ribière Conjugate Gradient
trainoss	One Step Secant
traingda	gradient descent with adaptive learning rate
traingdm	gradient descent with momentum

ساختار شبکه عصبی در دستور patternnet در این مثال در شکل (۳) نشان داده شده است. در تمامی موارد یاد شده تعداد لایه‌های خارجی ۳ می‌باشد و تعداد لایه‌های مخفی متفاوت است.



شکل ۳: ساختار شبکه عصبی در دستور patternnet

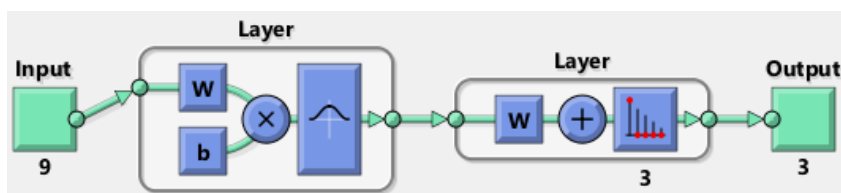
همچنین ساختار دستور PNN به صورت زیر است:

`net = newpnn(X, T, spread)`

در این دستور ورودی‌ها به صورت زیر تعریف شده‌اند:

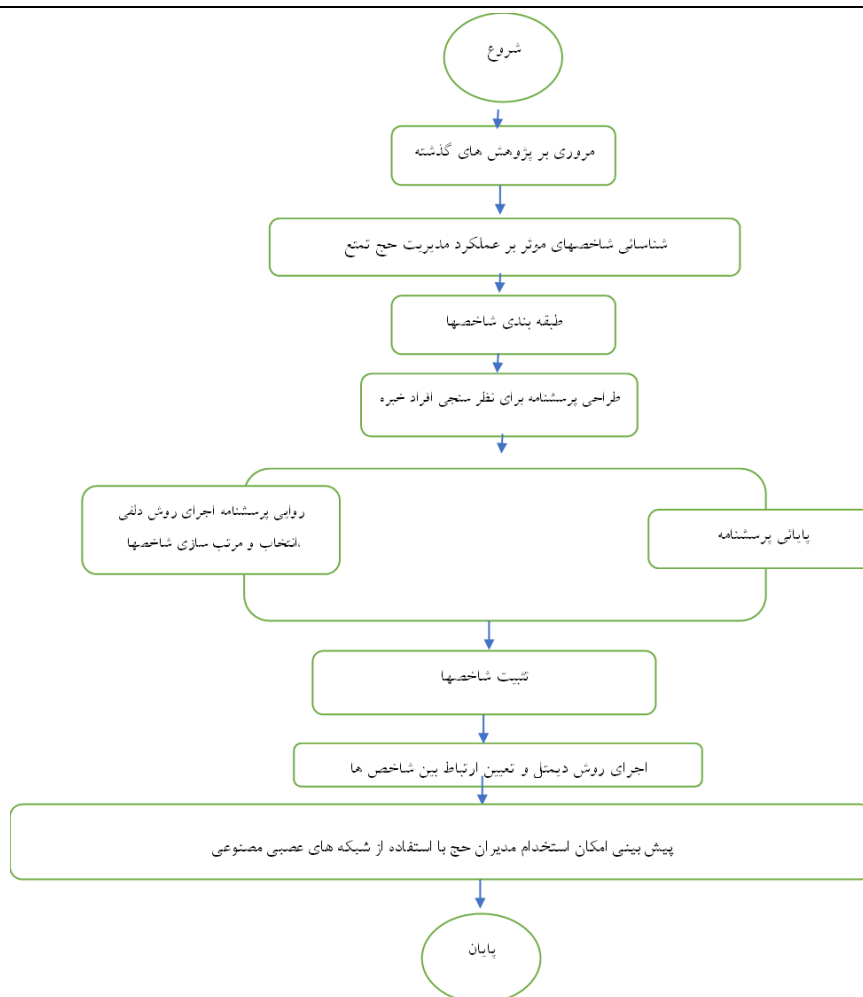
P: ورودی. T: کلاس‌های هدف. Spread: پهنای تابع پایه شعاعی (پیش فرض ۰.۱)

شبکه عصبی احتمالی یک نوع شبکه عصبی RBF است که جهت طبقه‌بندی و پیش‌بینی مناسب است. در شکل (۴) ساختار شبکه عصبی PNN در این مثال نمایش داده شده است.



شکل ۴: ساختار شبکه عصبی PNN

با استفاده از موارد مطروحه فوق، از این رو مراحل اجرای پیش‌بینی امکان استفاده مدیران در شکل (۵) نشان داده شده است.



شکل ۵: مراحل پیش‌بینی امکان استخدام مدیران

۴- انتخاب مدیران حج تمتع بر اساس روش پیشنهادی

بر اساس داده‌های قبلی امتیازات مدیران، تمام نمرات ارزشیابی شده در بازه ۱۴/۱۲ الی ۲۰ قرار داشته‌اند. سازمان حج و زیارت بر اساس آیین‌نامه داخلی خود سه سطح مدیران را با توجه به نمره ارزشیابی آنها تقسیم‌بندی نمود که این تقسیم‌بندی در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول ۳: کلاس‌بندی مدیران

۱۸/۰۵-۲۰	۱۶/۰۹-۱۸/۰۴	۱۴/۱۲-۱۶/۰۸	نمره میانگین وزن دار شده
سوم	دوم	اول	دسته

در کلاس‌بندی فوق، ۴۵ نفر در کلاس اول، ۲۰۵ نفر در کلاس دوم و ۱۱۵ نفر در کلاس سوم قرار گرفتند. جهت کلاس‌بندی و پیش‌بینی با استفاده از شبکه عصبی، از توابع موجود در نرم‌افزار متلب استفاده نمودیم. که از دو نوع شبکه عصبی استفاده شده است.

۱-۴ شبکه عصبی بر اساس دستور patternnet در پیش‌بینی مدیران حج

ساختار دستور patternnet اجرا شد و در مجموع ۳۲ حالت ممکن را بر اساس عملکردهای الگوریتم‌های آموزش بررسی و هر یک از آنها را ۵۰۰ مرتبه تکرار نمودیم که بهترین نتایج براساس ماتریس در هم‌ریختگی برای هر الگوریتم محاسبه شده است. که نتایج در جدول (۴) نمایش داده شده است.

جدول ۴: نتایج استفاده از الگوریتم‌ها در داده‌های آموزشی در پیش‌بینی امکان انتخاب مدیران حج

ردیف	الگوریتم	نتیجه
۱	trainbfgn	بهترین عملکرد در این الگوریتم با تعداد ۱۶ لایه مخفی حاصل شده است که در آن در مجموع ۷۵/۴٪ آموزش و تست به درستی انجام شده است.
۲	traincgb	بهترین عملکرد در این الگوریتم با تعداد ۱۶ لایه مخفی حاصل شده است که در آن در مجموع ۷۶/۷٪ آموزش و تست به درستی انجام شده است.
۳	traincgf	بهترین عملکرد در این الگوریتم با تعداد ۱۴ لایه مخفی حاصل شده است که در آن در مجموع ۷۵/۲٪ آموزش و تست به درستی انجام شده است.
۴	traincgp	بهترین عملکرد در این الگوریتم با تعداد ۱۲ لایه مخفی حاصل شده است که در آن در مجموع ۷۶/۴٪ آموزش و تست به درستی انجام شده است.
۵	traingda	بهترین عملکرد در این الگوریتم با تعداد ۱۰ لایه مخفی حاصل شده است که در آن در مجموع ۷۱/۱٪ آموزش و تست به درستی انجام شده است.
۶	traingdm	بهترین عملکرد در این الگوریتم با تعداد ۱۰ لایه مخفی حاصل شده است که در آن در مجموع ۷۲/۶٪ آموزش و تست به درستی انجام شده است.
۷	trainlm	بهترین عملکرد در این الگوریتم با تعداد ۱۰ لایه مخفی حاصل شده است که در آن در مجموع ۸۱/۹٪ آموزش و تست به درستی انجام شده است.
۸	trainoss	بهترین عملکرد در این الگوریتم با تعداد ۱۶ لایه مخفی حاصل شده است که در آن در مجموع ۷۳/۲٪ آموزش و تست به درستی انجام شده است.

با توجه به نتایج به دست آمده در جدول (۴-۶)، الگوریتم trainlm با تعداد ۱۰ لایه مخفی دارای بهترین عملکرد است و می‌تواند جهت پیش‌بینی مورد استفاده قرار گیرد که در زیر نتایج ماتریس در هم‌ریختگی و نرخ مثبت کاذب آن نمایش داده شده است.

		Confusion matrix		
Output class	1	25 6.2%	7 2.1%	2 0.5%
	2	13 3.8%	189 54.4%	11 3.2%
	3	2 0.5%	4 1.2%	87 21.3%
	Target class			
		1	2	3

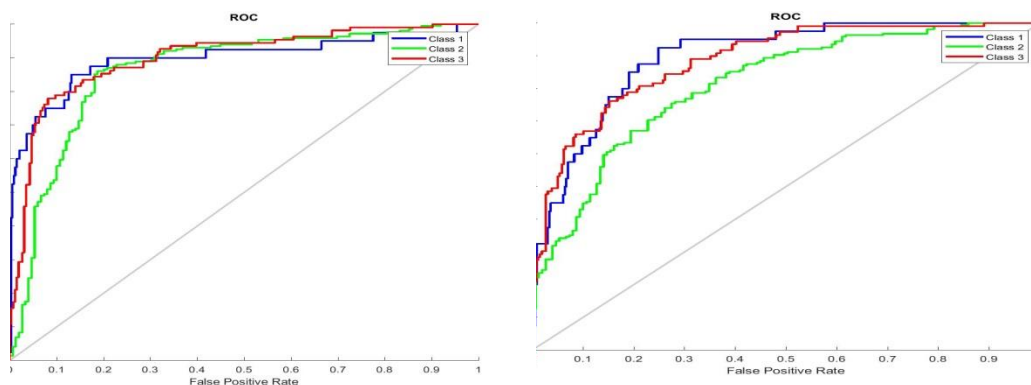
شکل ۶: ماتریس درهم‌ریختگی در الگوریتم trainlm

چنانچه در شکل (۶) نمایش داده شده است، قطر اصلی این ماتریس که با رنگ زرد نمایش داده شده است، شامل انتخاب صحیح مدل برای هر گروه از مدیران است. برای داده‌های آموزشی ۴۰ مدیر از کلاس اول، ۲۰۰ مدیر از کلاس دوم و ۱۰۰ مدیر از کلاس سوم انتخاب شده است. چنانچه در سطر اول نمایش داده شده است در کلاس اول از ۴۰ مدیر، ۲۵ نفر آن‌ها به درستی کلاس‌بندی شده‌اند و برای کلاس دوم از ۲۰۰ مدیر، ۱۸۹ نفر آن‌ها به درستی کلاس‌بندی شده‌اند و همچنین از ۱۰۰ مدیر در کلاس سوم، ۸۷ نفر آن‌ها به درستی کلاس‌بندی شده‌اند. مشخصاً بیشترین درصد خطا در کلاس‌بندی برای کلاس اول اتفاق افتاده که ۳۷/۵٪ داده‌ها به اشتباه کلاس‌بندی شده است. و لذا می‌توان شکل (۶) را به صورت زیر نیز نمایش داد:

جدول ۵: شرح ماتریس در هم ریختگی

کلاس سوم	کلاس دوم	کلاس اول	
۸۷ تعداد مدیران کلاس سومی که بدرستی کلاس سوم در نظر گرفته شده‌اند	۱۸۹ تعداد مدیران کلاس دومی که بدرستی کلاس دوم در نظر گرفته شده‌اند	۲۵ تعداد مدیران کلاس اولی که بدرستی کلاس اول در نظر گرفته شده‌اند	True positive
۶ تعداد مدیرانی غیر از کلاس سوم که به اشتباه کلاس سوم در نظر گرفته شده‌اند	۲۴ تعداد مدیرانی غیر از کلاس دوم که به اشتباه کلاس دوم در نظر گرفته شده‌اند	۹ تعداد مدیرانی غیر از کلاس اول که به اشتباه کلاس اول در نظر گرفته شده‌اند	False positive
۱۳ تعداد مدیران کلاس سومی که به اشتباه در کلاس‌های دیگر قرار داده شده‌اند	۱۱ تعداد مدیران کلاس دومی که به اشتباه در کلاس‌های دیگر قرار داده شده‌اند	۱۵ تعداد مدیران کلاس اولی که به اشتباه در کلاس‌های دیگر قرار داده شده‌اند	False negative
۲۳۴ تعداد مدیران غیر کلاس سومی که به درستی غیر از کلاس سوم در نظر گرفته شده‌اند	۱۱۶ تعداد مدیران غیر کلاس دومی که به درستی غیر از کلاس دوم در نظر گرفته شده‌اند	۲۹۱ تعداد مدیران غیر کلاس اولی که به درستی غیر از کلاس اول در نظر گرفته شده‌اند	True negative
$\frac{87+234}{87+6+13+234} = 0.94$	$\frac{189+116}{189+24+11+116} = 0.90$	$\frac{25+291}{25+9+15+291} = 0.93$	$Accuracy = \frac{(TP+TN)}{(TP+FN+FP+TN)}$
$\frac{(0.93+0.9+0.94)}{3} = 0.923$			میانگین پارامتر صحت

چنانچه در شکل (۷) نمایش داده شده است، محور عمودی این نمودار نشان‌دهنده نرخ مثبت صحیح و محور افقی نشان‌دهنده مقدار نرخ مثبت غلط است. نتایج مختلف دسته‌بندی نشانگر نقاط مختلف بر روی این نمودار هستند و در نهایت یک منحنی را تشکیل می‌دهند. با توجه به اینکه هر چه مساحت زیر منحنی‌ها بیشتر باشد، بهتر است.



نرخ مثبت کاذب در الگوریتم trainlm

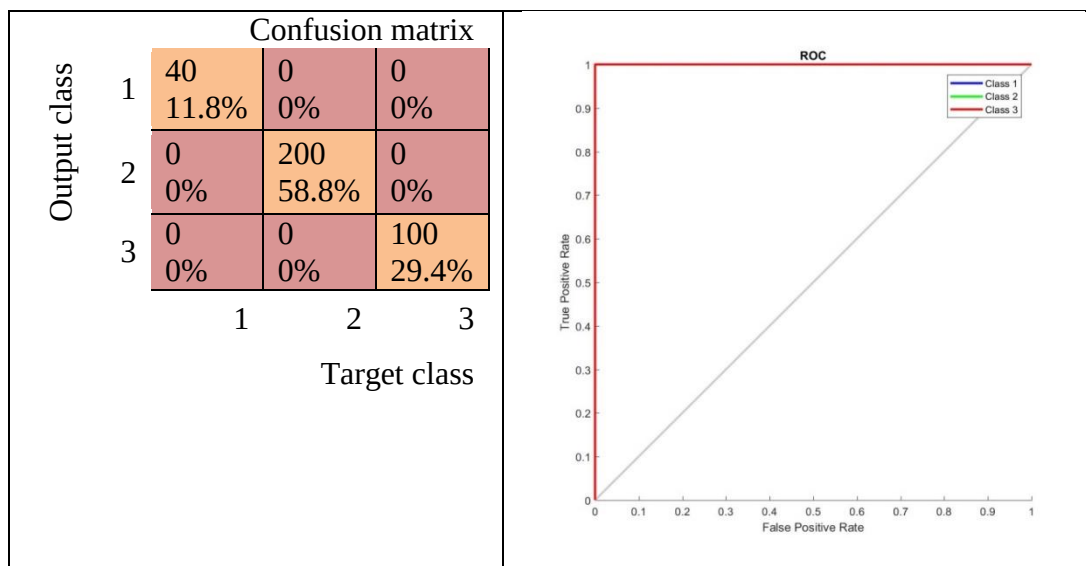
نرخ مثبت کاذب در الگوریتم traincgf

شکل ۷: نرخ مثبت کاذب در پیش‌بینی کلاس مدیران حج تمتع

در بالا برای مقایسه نرخ مثبت کاذب الگوریتم trainlm و traincgf نمایش داده است. در مجموع سطح زیر نمودار کلاس‌ها در الگوریتم trainlm بیشتر از الگوریتم traincgf است.

۲-۴ شبکه عصبی احتمالی (PNN) در پیش‌بینی امکان انتخاب مدیران حج تمتع

نتایج حاصل از کاربرد شبکه عصبی احتمالی در پیش‌بینی انتخاب مدیران حج به شبکه عصبی احتمالی به صورت زیر است:



شکل ۸: عملکرد شبکه عصبی PNN

طبق ماتریس درهم ریختگی، شبکه عصبی احتمالی به صورت با خطای بسیار ناچیز توانایی دسته‌بندی صحیح داده‌ها در این حالت را دارد. در این حالت لایه الگو ۳۴۰ تایی است و شبکه عصبی ۳ لایه جمع‌کننده ۳ تایی است.

۵- نتیجه‌گیری

صلاحیت انتخاب مدیران حج تمتع بر عهده سازمان حج و زیارت، به همین دلیل هر سال این سازمان از بین مدیران قبلی و متقاضیان جدید این انتخاب را انجام می‌دهد. در این مقاله روشی برای سنجش صلاحیت و دسته‌بندی مدیران بر اساس داده‌های تاریخی ارائه شد. این روش بر اساس یک مدل یادگیری ماشین می‌باشد و نتایج ماتریس آشفتگی نشان شبکه عصبی ۳ لایه احتمالی بهترین عملکرد را دارد و با کمترین خطا اقدام به دسته‌بندی مدیران می‌کند.

با توجه به نتایج بدست آمده و بر اساس تجربیات کسب شده، به نظر می‌رسد شاخص‌های موثر شناسایی شده که به ترتیب تعداد دوره‌های آموزشی و تعداد ساعات آموزشی می‌باشند بدرستی بدست آمده‌اند و با تکیه بر این دو موضوع اصلی و در نظر گرفتن دیگر شاخص‌های تثبیت شده بر اساس اولویت تاثیر آن‌ها می‌توان با برنامه‌ریزی مناسب نسبت به انتخاب هوشمندانه و دقیق اقدام نمود. لذا با بررسی سوابق موجود در سازمان حج و زیارت و جلسات هم‌اندیشی با مدیران آموزشی سازمان حج و زیارت و مقایسه این تحقیق در زمانی که سازمان حج و زیارت دوره‌های آموزشی را با جدیت و با کیفیت بالاتری برگزار می‌نمود، این دوره‌ها منجر به اشتیاق و انگیزه بیشتر مدیران برای شرکت در کلاس‌های آموزشی و حتی تقاضای دوره‌های آموزشی حرفه‌ای‌تر شده بودند. همچنین در جلسات هم‌اندیشی، تبادل نظر و اشتراک‌گذاری تجربیات شرکت‌کنندگان در دوره‌ها موجب افزایش اعتماد به نفس، تسلط بهتر به دانش سازمانی و در نتیجه افزایش سطح رضایت‌مندی زائران شده بودند.

مراجع:

۱. شاه علی زاده کلخوران، محمد، ضیایی، محمدوحید، و الوانی، سیدمهدی. (۱۳۸۷). مدل انتخاب مدیران با متدولوژی AHP-DEMATEL. پژوهشگر (مدیریت) (Journal of Industrial Strategic Management)، ۵(۱۲)، ۳۲-۲۱.
۲. فرشید، مهران، حسین زاده لطفی، فرهاد، نقش، امیررضا & یزدانی، بیتا. (۱۴۰۱). تحلیل عوامل مؤثر بر انتخاب مدیران حج تمتع با استفاده از روش دیمتل، پژوهشنامه حج و زیارت، 7(4)، 103-134.
3. Alom, M. Z., Taha, T. M., Yakopcic, C., Westberg, S., Sidike, P., Nasrin, M. S., ... & Asari, V. K. (2018). The history began from alexnet: A comprehensive survey on deep learning approaches. *arXiv preprint arXiv:1803.01164*.
4. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT press.
5. Huang, D. S. (1999). Radial basis probabilistic neural networks: Model and application. *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 13(07), 1083-1101.
6. Li, J., Ren, A., Li, Z., Ding, C., Yuan, B., Qiu, Q., & Wang, Y. (2017, January). Towards acceleration of deep convolutional neural networks using stochastic computing. In *2017 22nd Asia and South Pacific Design Automation Conference (ASP-DAC)* (pp. 115-120). IEEE.
7. Mao, Q., Chen, J., Lv, J., Guo, M., & Xie, P. (2023). Selection of plastic solid waste treatment technology based on cumulative prospect theory and fuzzy DEMATEL. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(14), 41505-41536.
- Mitchell, T. M. (2007). *Machine learning* (Vol. 1). New York: McGraw-hill.
8. Ozcalici, M., & Bumin, M. (2022). Optimizing filter rule parameters with genetic algorithm and stock selection with artificial neural networks for an improved trading: The case of Borsa Istanbul. *Expert Systems with Applications*, 208, 118120.
9. Sze, V., Chen, Y. H., Yang, T. J., & Emer, J. S. (2017). Efficient processing of deep neural networks: A tutorial and survey. *Proceedings of the IEEE*, 105(12), 2295-2329.
10. Yan, H., Yang, Y., Lei, X., Ye, Q., Huang, W., & Gao, C. (2023). Regret Theory and Fuzzy-DEMATEL-Based Model for Construction Program Manager Selection in China. *Buildings*, 13(4), 838.
11. Zhang, C., Li, P., Sun, G., Guan, Y., Xiao, B., & Cong, J. (2015, February). Optimizing FPGA-based accelerator design for deep convolutional neural networks. In *Proceedings of the 2015 ACM/SIGDA international symposium on field-programmable gate arrays* (pp. 161-170).