

مدل‌سازی پیش‌بینی جایگاه تیم ملی فوتبال ایران در رده‌بندی فیفا با استفاده از شبکه‌های عصبی فازی

۱۱۳

تاریخ دریافت: ۸۵/۸/۲۴
تاریخ تصویب: ۸۷/۵/۱۸

❖ علی گُززی؛ عضو هیأت علمی دانشگاه زنجان*
❖ امیر افسر؛ عضو هیأت علمی دانشگاه قم
❖❖ دکتر محمد احسانی؛ استادیار دانشگاه تربیت مدرس
❖❖❖ سردار محمدی؛ عضو هیأت علمی دانشگاه کردستان
❖❖❖❖ دکتر عادل آذر؛ دانشیار دانشگاه تربیت مدرس
❖❖❖❖❖ علی‌رضا ایزدی؛ عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد شرق

چکیده:

پیش‌بینی در فوتبال همچون پیش‌بینی دیگر مسائل سیاسی و اقتصادی امر بسیار پیچیده و مشکلی است، اما امروزه مدل‌هایی وجود دارند که با استفاده از آن‌ها می‌توان تا حدودی نتایج و رده‌بندی‌های آتی را پیش‌بینی کرد. هدف از پژوهش حاضر ارائه مدل پیش‌بینی بر مبنای شبکه‌های عصبی فازی است تا بتوان بر اساس آن جایگاه تیم ملی فوتبال ایران در رده‌بندی فیفا را پیش‌بینی کرد. روش تحقیق حاضر از نوع توصیفی-تحلیلی است که در بخش توصیفی، سوابق تیم ملی فوتبال ایران در ۱۱۹ ماه گذشته (۱۹۹۶)، آغاز عملیات رده‌بندی فیفا، تا آغاز سال ۲۰۰۶، شامل جایگاه ایران در رده‌بندی فیفا در پایان هر ماه میلادی، امتیاز تیم ایران در پایان هر ماه، نتیجه بازی‌ها، تعداد گل‌های رد و بدل شده، محل برگزاری مسابقه، نوع بازی، جایگاه تیم حریف ایران در رده‌بندی ماه قبل فیفا، و قدرت منطقه‌ای تیم حریف ایران) از سایت رسمی فیفا به دست آمد؛ و در بخش تحلیلی، اطلاعات توسط سیستم شبکه عصبی فازی تجزیه و تحلیل شد و یک مدل پیش‌بینی برای آن نیز ارائه شد. یافته‌های پژوهش نیز به دو شیوه ارائه شده است؛ شیوه اول مدل مفهومی است. در این مدل می‌توان با دادن متغیرهای مستقل ذکر شده، جایگاه تیم ملی ایران در ماه‌های بعدی را پیش‌بینی کرد. این روش نسبتاً دقیق است و به رده‌بندی فیفا در ماه بعدی نزدیک خواهد بود. شیوه دوم زمانی است که متغیرهای مستقل ذکر شده مشخص نباشند. در اینجا می‌توان متغیر مستقل را زمان در نظر گرفت و مدل پیش‌بینی مورد نظر را طراحی کرد. برای مثال، جایگاه ایران در ۲ ماه آینده، به ترتیب ۱۹، ۲۰ و... خواهد بود. این روش، نسبت به روش اول، از دقت کمتری برخوردار است و هرچه دامنه زمانی پیش‌بینی طولانی باشد از دقت آن کاسته می‌شود.

واژگان کلیدی: مدل‌سازی، پیش‌بینی، شبکه‌های عصبی فازی، رده‌بندی فیفا

* E.mail: Ali_gorzi@yahoo.com

مقدمه

با گذشت بیش از نیم قرن فعالیت فوتبال در کشور ما، امروزه این ورزش طرفداران بسیاری در نقاط مختلف ایران پیدا کرده است و تیم ملی فوتبال ایران توانسته بارها قهرمان بازی‌های آسیا، جام ملت‌های آسیا، و قهرمان باشگاه‌های آسیا شود و دو بار به بازی‌های المپیک و سه بار نیز به مسابقات جام جهانی راه پیدا کند. دهه گذشته دهه معرفی فوتبال ایران به دنیا بوده است، به طوری که در این دهه، تیم ملی فوتبال ایران در رده‌بندی فوتبال دنیا (فیفا) حدود یک‌صد پله صعود کرده و بازیکنان برجسته‌ای را به بزرگ‌ترین تیم‌های باشگاهی اروپا معرفی کرده است.

در پایان هر ماه میلادی، فدراسیون بین‌المللی فوتبال فیفا، براساس عملکرد تیم‌های ملی فوتبال عضو این فدراسیون، آن‌ها را رده‌بندی می‌کند (۲۸). جایگاه تیم‌های ملی فوتبال اغلب کشورها همواره دچار نوسانات زیادی می‌گردد، که از عملکرد آن‌ها طی آن ماه ناشی می‌شود. طبق آمارهای موجود از رده‌بندی ۱۲۰ ماه گذشته فیفا، کشورهای آمریکای جنوبی و اروپا همواره در صدر این رده‌بندی بوده‌اند. ایران نیز همواره در حال پیشرفت به سوی جایگاه‌های برتر در این رده‌بندی بوده است، به طوری که در نیمه دوم سال ۲۰۰۵ تیم ملی فوتبال ایران به جمع ۱۵ تیم برتر جهان راه یافت و این در حالی است که ده سال پیش در چنین زمانی تیم ملی فوتبال ایران جایگاهی بهتر از ۱۱۸م جهان را در اختیار نداشته است. البته این پیش‌بینی امیدوارکننده تنها براساس سیر صعودی جایگاه تیم ملی فوتبال ایران در رده‌بندی فیفا طی ۱۲۰ ماه گذشته بوده و تحت تأثیر عوامل گوناگونی است، از جمله مدیریت فعلی و آینده

ورزش ایران، میزان سرمایه‌گذاری‌ها در این ورزش، و بسیاری عوامل مخمل.

امروزه برای پیش‌بینی نتایج رویدادهای ورزشی روش‌های علمی نوینی برگزیده شده است. با استفاده از این روش‌ها می‌توان با شناخت عوامل اثرگذار بر نتایج به دست آمده، نتایج رویدادها و رده‌بندی تیم‌های ورزشی را نیز پیش‌بینی کرد (۱۷). پیش‌بینی در فوتبال همچون پیش‌بینی مسائل سیاسی و اقتصادی امر بسیار پیچیده و مشکلی است، اما امروزه منابع و مدل‌هایی وجود دارند که با استفاده از آن‌ها و در نظر گرفتن توانایی‌های تیم‌ها و مدیریت آن‌ها می‌توان تا حدودی نتایج و رده‌بندی‌های آتی را پیش‌بینی کرد. در این مدل‌ها دو فرایند مختلف بررسی شدند: الف) توزیع اطلاعات و شرایط تیم‌ها در گذشته و حال، ب) بررسی رشد عوامل مدیریتی و برنامه‌ریزی که می‌توان بر اساس آن‌ها مدل‌هایی برای نتایج آینده به دست آورد (۱۲).

شبکه‌های عصبی فازی

طی دهه اخیر، شاهد حضور موفق شبکه‌های عصبی مصنوعی بوده‌ایم. ایده آموزش برای حل مسائل شناسایی الگوهای پیچیده با استفاده از دیدگاه عامل‌های داده هوشمند برای محققان دانشگاهی بسیار چالش‌برانگیز شده است. شبکه‌های عصبی ابزار محاسباتی ساده‌ای برای آزمون داده‌ها و ایجاد مدل از ساختار داده‌هاست. داده‌هایی که برای ایجاد مدل‌ها استفاده می‌شوند، به داده‌های آموزشی مشهورند. هرگاه شبکه عصبی از داده‌های آموزشی برای یادگیری الگوهای موجود در داده‌ها استفاده کند، می‌تواند آن‌ها را برای دستیابی به خروجی‌ها و نتایج مختلف به کار

بگیرد.

انواع مختلفی از شبکه‌های عصبی مصنوعی با توجه به اهداف تحقیق استفاده می‌شوند که یکی از معروف‌ترین آن‌ها، شبکه عصبی چندلایه پیش‌خور (MFNN)^۱ است. شبکه عصبی چندلایه پیش‌خور، مثالی از شبکه عصبی آموزش داده شده با استفاده از ناظر است. طبق مطالعات اخیر (۲۵)، بیش از ۵۰ درصد مطالعات کاربردی بازرگانی شبکه عصبی گزارش شده، از شبکه‌های عصبی چندلایه پیش‌خور (MFNNها) با قوانین الگوریتم یادگیری پسانتشار استفاده کرده‌اند. این نوع شبکه عصبی به دلیل کاربردهای گسترده در بسیاری از ابعاد مسائل مربوط به مدیریت، مانند پیش‌بینی اصولی، طبقه‌بندی، و مدل‌سازی، بسیار محبوب است. MFNN برای حل مسائلی از جمله یادگیری ارتباط بین یک مجموعه ورودی‌ها و خروجی‌های مشخص مناسب است؛ در حقیقت یک تکنیک آموزش با ناظر برای یادگیری ارتباط‌های بین داده‌ها با استفاده از مجموعه داده‌های آموزش است (۱۶، ۲۲، ۲۴).

به طور کلی، شبکه‌های عصبی مصنوعی برای مقصودی که ما از آن استفاده می‌کنیم، توانایی بالایی در توسعه یک مدل در زمانی منطقی ندارد. از سوی دیگر، مدل‌سازی فازی برای کاربرد ادغام تصمیمات از متغیرهای متفاوت، نیازمند رویکردی جهت یادگیری از تجربیات (داده‌های جمع‌آوری شده) است. شبکه‌های عصبی مصنوعی و مدل فازی در بسیاری از زمینه‌های کاربردی استفاده شده‌اند و هر کدام آن‌ها محاسن و معایبی دارند. بنابراین، ترکیب موفقیت‌آمیز این دو دیدگاه، مدل‌سازی شبکه‌های عصبی مصنوعی و فازی، موضوع مطالعات آتی قرار گرفته است.

در میان روش‌های مدل‌سازی نوین، سیستم‌های فازی جایگاه ویژه‌ای را کسب کرده‌اند. این امر را می‌توان معلول توانایی پیاده‌سازی دانش بشری با استفاده از مفهوم برچسب‌های زبانی و قواعد فازی، غیرخطی بودن، و قابلیت تطبیق‌پذیری این نوع سیستم‌ها دانست. به طور خلاصه، سیستم فازی سیستم مبتنی بر قواعد منطقی اگر-آنگاه است. نقطه شروع ساخت یک سیستم فازی به دست آوردن مجموعه‌ای از قواعد اگر-آنگاه فازی از دانش فرد خبره یا دانش حوزه مورد نظر است. به دست آوردن این قواعد مهم‌ترین و سخت‌ترین مرحله کار است، چرا که نیازمند دانش بالای فرد متخصص و پیاده‌سازی صحیح آن است. داشتن روشی که در کنار دانش بشری بتوان از اطلاعات عددی موجود برای ساخت قواعد استفاده کرد نیز می‌تواند در این مرحله بسیار مفید باشد.

به این صورت، موفق به پیاده‌سازی یک سیستم فازی به گونه‌ای شده‌ایم که قابلیت یادگیری داشته باشد. بنابراین، قادر خواهیم بود خطای مقادیر خروجی را با استفاده از روش کمترین مجموع مربعات خطا به دست آوریم. با ترکیب این روش و روش پسانتشار خطا به یک روش آموزش ترکیبی دست پیدا کرده‌ایم که به این صورت عمل می‌کند: در هر دور آموزش، هنگام حرکت روبه‌جلو خروجی‌های گره‌ها به صورت عادی تا لایه آخر محاسبه می‌شوند. سپس، پارامترهای نتیجه توسط روش کمترین مجموع مربعات خطا محاسبه می‌شوند. در ادامه، پس از محاسبه خطا در بازگشت روبه‌عقب نسبت خطا بر پارامترهای شرط پخش شده و با استفاده از روش شیب نزولی خطا مقدار

1. Multilayered Feedforward Neural Network

آن‌ها تصحیح می‌شود.

طی سال‌های گذشته، محققان علوم ورزشی با تکیه بر اطلاعات موجود و پیشرفت نرم‌افزارهای رایانه‌ای، به پیش‌بینی برخی وقایع آینده پرداخته‌اند و در برخی موارد به نتایج قابل‌توجهی دست یافته‌اند. درونکو و همکارانش (۲۰۰۰) با استفاده از نرم‌افزارهای رایانه‌ای، عملکرد ورزشکاران نخبه پنج ماده دوومیدانی در ۱۰ سال آینده را پیش‌بینی کرده‌اند و میزان بهبود رکوردها تا سال ۲۰۱۰ میلادی را بین ۰/۲ درصد تا ۱۰/۳ درصد پیش‌بینی کرده‌اند. آن‌ها همچنین خاطر نشان کرده‌اند که ارزش‌های به‌دست آمده حاصل از این پیش‌بینی رایانه‌ای تحت تأثیر عواملی همچون تجهیزات ورزشی بهتر، تغذیه و تمرین بهتر، و به‌ویژه اثر مواد نیروزا در آینده ورزش قرار می‌گیرد (۸). در این ارتباط لوکاس و لوالگیا (۲۰۰۵) نیز تأثیر شیوه‌های مدیریتی، مربیان، تسهیلات تیم‌ها و شانس را در پیش‌بینی رده‌بندی تیم‌ها مؤثر دانسته‌اند (۱۸).

برایان و همکاران (۲۰۰۱) در پیش‌بینی نتایج لیگ ملی بسکتبال (براساس نتایج منتشرشده نیویورک تایمز)، به پیش‌بینی تقریباً درستی (۰/۶۵) دست یافتند (۳). بولیر و استکلر (۲۰۰۳) با انجام تحقیقی با عنوان «پیش‌بینی نتایج بازی‌های لیگ ملی فوتبال آمریکا»، عملکرد پیش‌گویانه مدل‌های آماری و میزان قضاوت را در پیش‌بینی بازی‌های فوتبال حرفه‌ای آمریکا از سال ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۰ بررسی کردند. یافته‌های آن‌ها نشان داد میزان موفقیت مدل آماری (۶۲٪)، براساس نمرات چاپ شده در مجله نیویورک تایمز فراتر از ویراستاران ورزشی روزنامه‌ها (۶۰٪) بوده است. به‌طور کلی، در پیش‌بینی نتایج لیگ ملی فوتبال به پیش‌بینی ۷۵٪ دست یافتند (۱).

براون (۲۰۰۵) نیز با استفاده از شبکه‌های عصبی فازی و با توجه به برنامه‌های تیم‌ها و بازی‌های گذشته آن‌ها در NCAA آمریکا، رده‌بندی تیم‌ها در هفت هفته آینده را پیش‌بینی کرد. پس از انجام بازی‌ها در هفت هفته مشخص شد که نتایج پیش‌بینی با استفاده از شبکه‌های عصبی فازی ۹۰ درصد صحیح بوده است (۲). نکته جالب اینکه افرادی که با یک رشته ورزشی آشنایی کافی داشته باشند، به پیش‌بینی بهتری دست می‌زنند. پاتریک اندرسون و همکارانش (۲۰۰۵) در بررسی پیش‌بینی افراد ماهر و غیرماهر از نتایج جام جهانی ۲۰۰۲ دریافتند افراد آشنا به فوتبال با اعتماد به نفس و دقت بیشتری نتایج را پیش‌بینی می‌کنند (۲۳).

آنچه در ورزش انکارناپذیر است و پیش‌بینی‌های آینده را تا حدودی با مشکل مواجه می‌سازد، وجود عامل شانس است. گمبرایس و همکارانش در بررسی عامل شانس در رکورددهای ورزشی دریافتند از ۲۲ مورد پیش‌بینی به‌عمل آمده به شیوه پیشرفت روش‌مند، تنها ۴ مورد درست بوده است و بقیه موارد پیش‌بینی شده با عملکردهای واقعی فاصله داشته‌اند (۱۱). با این حال، کاربرد اخیر فنون مدل‌سازی در تمرینات ورزشی امکان پیش‌بینی آینده را میسر می‌سازد (۱۰).

کاندل و همکارانش (۲۰۰۱) به پیش‌بینی عفونت‌های باکتریایی بر اساس اطلاعات جامعه‌شناسی پرداختند و ارتباط ۸۴ درصد را بین این دو عامل پیدا کردند (۷). چی‌یوسونگ و همکارانش (۲۰۰۷) تحقیقی انجام دادند با عنوان «مقایسه دقت پیش‌گویی توسط مدل و داوری در بازی‌های فوتبال آمریکا (NFL)». آن‌ها نتایج بازی NFL را با ۳۱ مدل آماری و به کمک ۷۰ متخصص که برندگان ۴۹۶ بازی NFL را در سال ۲۰۰۰ تا

ایران در رده بندی فیفا برای مدل سازی پیش بینی جایگاه تیم ملی فوتبال ایران در رده بندی فیفا در این تحقیق از دو روش شبکه های عصبی فازی و ARIMA استفاده شده است. داده های ماهانه رده بندی ایران در فیفا در بازه زمانی ده ساله، از ژانویه ۱۹۹۶ تا ابتدای ۲۰۰۶ به صورت سری زمانی انتخاب شد. در طراحی شبکه های عصبی فازی، با توجه به تعداد زیاد داده ها، نیمی از داده ها داده های آموزشی، ۲۵٪ داده های آزمایشی، و باقی مانده داده های اعتبارسنجی انتخاب شدند. متغیرهای مستقل این تحقیق عبارتند از:

الف) امتیاز نوع بازی

۱. دوستانه: ۱ امتیاز؛ ۲. مقدماتی قهرمانی قاره ای: ۱/۵ امتیاز؛ ۳. مقدماتی جام جهانی: ۱/۵ امتیاز؛ ۴. مرحله نهایی جام قاره ای: ۱/۷۵ امتیاز؛ ۵. جام کنفدراسیون ها: ۱/۷۵ امتیاز؛ ۶. مرحله نهایی جام جهانی: ۲ امتیاز (۲۸).

ب) نتیجه بازی

۱. برد: ۲ تا ۳ امتیاز؛ ۲. تساوی: ۱ امتیاز؛ ۳. باخت: صفر امتیاز؛ ۴. باخت با ضربات پنالتی: ۱ امتیاز (۲۸).

ج) قدرت منطقه ای

۱. اروپا: ۱/۰۰ امتیاز؛ ۲. آمریکای جنوبی: ۰/۹۹ امتیاز؛ ۳. آفریقا: ۰/۹۶ امتیاز؛ ۴. آمریکای شمالی و مرکزی: ۰/۹۴ امتیاز؛ ۵. آسیا: ۰/۹۳ امتیاز؛ ۶. اقیانوسیه: ۰/۹۳ امتیاز (۲۸).

د) تعداد گل ها:

۱. گل های وقت بازی و وقت اضافی (بدون در نظر گرفتن ضربات پنالتی آخر بازی)؛

۲۰۰۱ پیش گویی کرده بودند پیش بینی کردند. نتایج نشان داد تفاوت در دقت پیش بینی سیستم های آماری و متخصصان در پیش گویی برندگان بازی ها معنادار نبود. تغییرات در میزان موفقیت پیش بینی در متخصصان نسبت به سیستم های آماری بالاتر بود. با این حال، داشتن اطلاعات خیلی زیاد دقت پیش بینی را بهبود نمی بخشد. نه تنها متخصصان، بلکه سیستم های آماری هم نتوانستند به طور مفیدی عمل پیش گویی را درست انجام دهند (۵).

تحقیقات دیگری نیز در زمینه افزایش قابلیت اعتماد مدل پیش بینی در حال شکل گیری است (۹)، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۷). تحقیق حاضر قصد دارد با استفاده از شبکه های عصبی فازی و بر اساس نتایج بازی های تیم ملی فوتبال ایران و رده بندی این تیم طی ۱۱۹ ماه (۱۹۹۶ تا آغاز ۲۰۰۶) به مدل سازی پیش بینی جایگاه تیم ملی فوتبال ایران در سال های آینده بپردازد.

روش شناسی

روش تحقیق پژوهش حاضر توصیفی - تحلیلی بود. در بخش توصیفی، سوابق تیم ملی فوتبال ایران در ۱۱۹ ماه (۱۹۹۶ - ۲۰۰۶) شامل جایگاه ایران در رده بندی فیفا در پایان هر ماه میلادی، امتیاز تیم ایران در پایان هر ماه میلادی، نتیجه بازی ها، تعداد گل های رد و بدل شده، محل برگزاری مسابقه، نوع بازی، جایگاه تیم حریف ایران در رده بندی ماه قبل فیفا، و قدرت منطقه ای تیم حریف ایران - از سایت رسمی فیفا به دست آمد. در بخش تحلیلی، اطلاعات توسط سیستم شبکه عصبی فازی تجزیه و تحلیل شد و یک مدل پیش بینی برای آن نیز به دست آمد.

بررسی تجربی پیش بینی جایگاه تیم ملی فوتبال

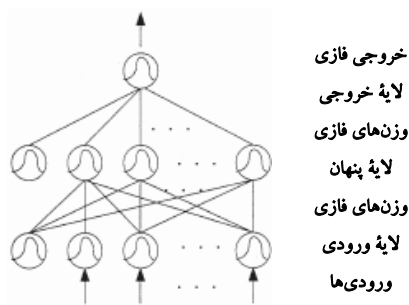
در این رابطه، H و L حد بالا و پایین فاصله نرمال سازی اند و معمولاً برابر ۱ و -۱ در نظر گرفته می شوند. X_{max}, X_{min} نیز به ترتیب مقادیر حداقل و حداکثر X_i هایتند. در این صورت رابطه ذکر شده به شکل ساده تر زیر تبدیل می شود:

$$X_n = \frac{2(X - X_{min})}{X_{max} - X_{min}} - 1$$

انتخاب فاصله [L, H] بسته به نوع مسئله مورد نظر و تابع تبدیل انتخاب شده متفاوت است. فاصله هایی که بیشتر از بقیه استفاده می شوند عبارتند از [۰ و ۱] و [-۱ و ۱]، که در توابع تبدیل هیپربولیک و لجستیک به کار می روند (۱۷). در این تحقیق داده ها در فاصله [-۱ و ۱] نرمال سازی شده اند.

طراحی مدل شبکه های عصبی فازی

ساختارهای مختلفی برای پیاده سازی سیستم فازی توسط شبکه های عصبی پیشنهاد شده اند که یکی از پر قدرت ترین این ساختارها، ساختار موسوم به شبکه عصبی انطباقی بر مبنای سیستم استدلال فازی (ANFIS) است که یونگ آن را ابداع کرد (۱۳، ۱۴، ۱۵). معماری سیستم استدلال عصبی فازی در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. معماری شبکه عصبی

1. Adaptive-Network-based Fuzzy Inference Systems

۲. ارزش گل ها بر اساس قدرت تیم ها (قدر نسبی دو تیم رقیب) (۲۸).

ه) میزبان یا میهمان:

۱. میزبان: بدون امتیاز؛ ۲. میهمان: ۳/۳۰ امتیاز؛ ۳. در مسابقات جام جهانی هیچ امتیازی به تیم های میهمان داده نشد (۲۸).

و) جایگاه تیم حریف در آخرین رده بندی فیفا

گذر زمانی نتایج سال های گذشته تیم ها نیز در رده بندی فیفا مؤثر است. ۱. نتایج همان سال: ۸/۸ امتیاز؛ ۲. نتایج سال قبل: ۷/۸ امتیاز؛ ۳. نتایج ۲ سال قبل: ۶/۸ امتیاز؛ ۴. نتایج ۳ سال قبل: ۵/۸ امتیاز؛ ۵. نتایج ۴ سال قبل: ۴/۸ امتیاز؛ ۶. نتایج ۵ سال قبل: ۳/۸ امتیاز؛ ۷. نتایج ۶ سال قبل: ۲/۸ امتیاز؛ ۸. نتایج ۷ سال قبل: ۱/۸ امتیاز (۲۸).

نرمال سازی داده ها

قبل از پردازش داده ها به وسیله شبکه های عصبی فازی، داده ها باید نرمال سازی شوند تا توان پیش بینی بالاتر رود. بنابراین، تبدیلی بر داده های ورودی به شبکه انجام می شود و داده ها در فاصله [L, H] قرار می گیرند. این کار با استفاده از رابطه زیر انجام می شود:

$$X_{scaled} = mX_i + b$$

که در این رابطه:

$$m = \frac{H - L}{X_{max} - X_{min}}$$

$$b = \frac{X_{max} \cdot L - X_{min} \cdot H}{X_{max} - X_{min}}$$

نشان داده شده است. یک تابع عضویت سیگموئید به صورت زیر تعریف می‌شود (۳):

$$f(x; a, c) = \frac{1}{1 + e^{-a(x-c)}}$$

تابع عضویت تفاوت دو تابع سیگموئید به چهار عامل بستگی دارد که عبارت‌اند از: a_1, c_1, a_2, c_2 .

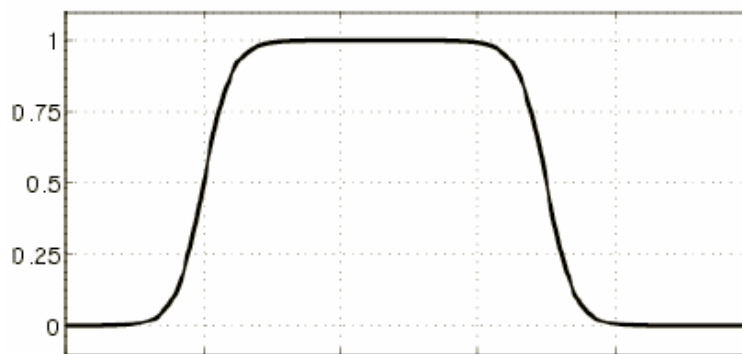
$$f_1(x; a_1, c_1) - f_2(x; a_2, c_2)$$

تعداد مراحل تکرار الگوریتم آموزش ۵۰۰ تکرار است. نمودار میزان بهبود مقدار RMSE در تکرارهای مختلف آموزش شبکه‌های عصبی فازی در مدل‌سازی پیش‌بینی جایگاه تیم ملی فوتبال در رده‌بندی فیفا در شکل ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، با افزایش تعداد تکرارها، میزان بهبود در مقدار RMSE کاهش می‌یابد و تقریباً در تکرارهای پایانی هیچ گونه بهبودی حاصل نمی‌شود. باز تأکید می‌کنیم که مقادیر خطا بر اساس داده‌های نرمال‌شده در فاصله $[-1, 1]$ است و مقدار خطای واقعی باید پس از تبدیل این داده‌ها به داده‌های واقعی محاسبه شود. مقادیر شش معیار ارزیابی عملکرد مدل شبکه‌های عصبی فازی در جدول ۱ نشان داده شده است.

در طراحی مدل شبکه‌های عصبی فازی، از شبکه عصبی چندلایه پیش‌خور (MFNN) با الگوریتم یادگیری پس‌انتشار خطا و سیستم استنتاج فازی ساگنو با تابع ورودی «تفاوت دو تابع سیگموئید» و تابع خروجی خطی و برای غیرفازی نمودن از تابع میانگین متحرک استفاده شد. در طراحی سیستم بهینه شبکه‌های عصبی فازی، از طریق تغییر مداوم تعداد لایه‌ها و تعداد نرون‌های لایه پنهان، توپولوژی مناسب شبکه عصبی بررسی شد و از طریق تغییر مداوم توابع عضویت مختلف و تعداد توابع عضویت، سیستم مناسب پایگاه استنتاج فازی طراحی شد. تعداد توابع عضویت استفاده شده در این تحقیق، ۱۰۰ تابع است. تابع عضویت یک مجموعه فازی یک‌نگاشت از اعضای مجموعه A در بازه $[0, 1]$ است به گونه‌ای که

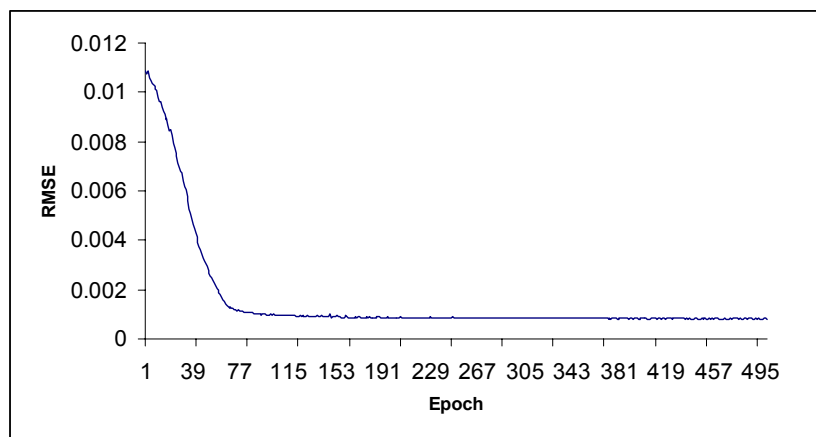
$$A: X \rightarrow [0, 1]$$

در حالت کلی هر تابعی که چنین نگاشتی را پیاده کند می‌تواند تابع عضویت مجموعه فازی مورد استفاده واقع شود. همان‌طور که اشاره شد، در تابع ورودی در این تحقیق از تابع تفاوت دو تابع سیگموئید استفاده شده است. این تابع در شکل ۲



شکل ۲. تابع عضویت تفاوت دو تابع سیگموئید ($a_1=5, c_1=2, a_2=5, c_2=7$)

1. Sugeno



شکل ۳. مقدار RMSE در تکرارهای آموزش شبکه‌های عصبی فازی جایگاه تیم ملی فوتبال در رده‌بندی فیفا

طراحی مدل ARIMA

یکی از معتبرترین فنون پیش‌بینی آماری، مدل ARIMA^۱ است. این روش عبارت است از برازندن یک الگوی میانگین متحرک تلفیق شده با خودرگرسیون^۲ به مجموعه داده‌ها و به دست آوردن الگوی ریاضی شرطی. مدل ARIMA سه جزء دارد: ۱. خودرگرسیون، ۲. میانگین یکپارچه، و ۳. میانگین متحرک. ساختمان مدل بنیادی ARIMA مشتمل بر چهار مرحله است: ۱. توجیه و شناسایی مدل، ۲. تخمین پارامتر، ۳. تشخیص و دریافت مدل، ۴. تأیید، پیش‌بینی، و منطقی بودن. مدل ARIMA (p,d,q) عمومی و کلی است. در این مدل p مرتبه خودرگرسیون مدل و q مرتبه میانگین متحرک مدل، و d مرتبه تفاضلی مدل (به منظور ایستا کردن مدل) است. آنچه این مدل را کامل‌تر از مدل‌های دیگر می‌نماید، تبدیل مناسب به منظور پایا بودن مدل است.

1. Autoregressive-Integrated Moving Average
2. Auto Regressive

در این مدل‌سازی، باید متغیرهای مستقل در یک ماه خاص به مدل داده شود، سپس مدل با استناد به ارزیابی عملکرد نشان داده شده در جدول ۱، پیش‌بینی نسبتاً دقیقی از جایگاه ایران در رده‌بندی فیفا ارائه نماید. اما نداشتن متغیرهای مستقل برای پیش‌بینی آن ماه (همانند مدل‌های رگرسیونی) محدودیت بزرگی است و دیگر نمی‌توان برای چند ماه آینده پیش‌بینی را انجام داد. از سوی دیگر، این مدل توانایی بالایی در پیش‌بینی دارد. در یک مدل دیگر، متغیر مستقل فقط زمان در نظر گرفته شد. بنابراین، با این روش می‌توان برای چند ماه آینده پیش‌بینی را انجام داد، ولی توانایی پیش‌بینی آن با توجه به حذف متغیرهای مستقل، کمتر از مدل قبلی است. بر مبنای این روش، جایگاه و رتبه ایران در رده‌بندی فیفا در ۲ ماه آینده (دسامبر ۲۰۰۵ و ژانویه ۲۰۰۶) به ترتیب ۱۹ و ۲۰ پیش‌بینی شده است. نکته جالب توجه این است که پس از اعلام رده‌بندی فیفا در سال ۲۰۰۶ (۳ ماه پس از ارائه این مدل) نتایج مطابق با این پیش‌بینی بود.

NMSE که R^2 ضریب تعیین و در ارتباط با NMSE است و $R-1=NMSE^2$. مقدار R^2 بین صفر تا ۱ است و مقدار ۱ نشان دهنده تطابق کامل داده‌هاست، درحالی که مقدار صفر نشان دهنده عملکردی است که می‌توان از استفاده میانگین مقدار خروجی واقعی d به‌عنوان مبنای پیش‌بینی‌ها انتظار داشت. دو معیار بعدی در مورد خطای مطلق اند: میانگین قدرمطلق خطا (MAE)، و میانگین قدرمطلق درصد خطا (MAPE). از آنجا که هر یک از معیارهای ارزیابی عملکرد، جنبه خاصی را ارزیابی می‌کنند، در ارزیابی عملکرد روش‌های شبکه‌های عصبی فازی و ARIMA از هر شش معیار فوق استفاده شده است. نتایج معیارهای ارزیابی عملکرد در هر دوروش در جدول ۱ آورده شده است.

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، پیش‌بینی جایگاه تیم ملی فوتبال در رده‌بندی فیفا به روش شبکه‌های عصبی فازی از لحاظ تمامی معیارهای ارزیابی عملکرد بر روش ARIMA برتری دارد. میزان بهبود خطای پیش‌بینی توسط معیارهای مختلف، متفاوت است. برای مثال، معیار RMSE نسبت به معیار MAE در استفاده از دو روش شبکه‌های عصبی فازی و ARIMA بهبود بیشتری نشان می‌دهد. این بدان دلیل است که معیارهای مختلف از روش‌های مختلفی برای محاسبه میزان خطا استفاده می‌کنند.

$$\psi_p = (B)Z_t = \delta + \theta_q(B)a_t$$

$$Z_t = (1-\beta)^d y_t \quad \text{که در آن}$$

$$Z_t = \nabla^d y_t \quad \text{و یا}$$

که y_t داده‌های سری زمانی داده شده است. در ترکیبات مدل ARIMA به‌ندرت مقادیر q و d و p از ۲ بیشتر می‌شود و عملاً همین دامنه کوچک بسیاری از حالت‌های عملی موجود در پیش‌بینی را می‌پوشاند. در مدل ARIMA طراحی شده در این تحقیق، مرتبه خودرگرسیون (p) برابر ۱، مرتبه میانگین متحرک مدل (q) برابر ۱، و مرتبه تفاضلی مدل (d) برابر ۱ است [ARIMA(1,1,1)]. مقادیر شش معیار ارزیابی عملکرد روش ARIMA در پیش‌بینی جایگاه تیم ملی فوتبال در رده‌بندی فیفا نیز در جدول ۱ نشان داده شده است.

ارزیابی عملکرد پیش‌بینی

در مسائل پیش‌بینی، از برخی معیارهای عملکرد برای نشان دادن چگونگی یادگیری ارتباط‌های داده‌ها در شبکه عصبی فازی استفاده می‌شود. در این تحقیق از ۶ معیار استفاده می‌شود که سه مورد اول از خانواده محاسبات میانگین خطای استانداردند: الف) مربع میانگین خطای استاندارد (MSE)، ب) مربع مجذور میانگین خطا (RMSE)، و ج) مربع میانگین خطای استاندارد نرمال شده (NMSE). دو مورد بعدی عبارت‌اند از R^2 و

جدول ۱. معیارهای ارزیابی عملکرد در روش‌های مختلف

نام روش	RMSE	MSE	NMSE	MAPE	MAE	R^2
شبکه‌های عصبی فازی	۰٫۱۲۳۴	۰٫۰۱۵۲	۰٫۰۰۰۰۳۲	۰٫۰۰۰۰۰۲	۰٫۰۵۰۷	۰٫۹۹۹۹۷۲
ARIMA	۳٫۰۳۴۰	۹٫۲۰۵۲	۰٫۰۲	۲٫۰۰۳۵	۰٫۰۰۷۸	۰٫۹۸

بحث و نتیجه‌گیری

تحلیل سری‌های زمانی و پیش‌بینی، حوزه فعال پژوهش طی چند دهه اخیر است. صحت پیش‌بینی سری‌های زمانی در بسیاری از فرایندهای تصمیم‌گیری اصولی و حیاتی است. به همین دلیل، پژوهش برای بهبود اثربخشی مدل‌های پیش‌بینی هرگز متوقف نشده است. با تلاش‌های باکس و جانکینز، مدل ARIMA یکی از محبوب‌ترین روش‌ها در حوزه پیش‌بینی شده است. طی دهه اخیر، شبکه‌های عصبی فازی در حل مسائل شناسایی الگوهای پیچیده با استفاده از دیدگاه عامل‌های داده هوشمند برای محققان دانشگاهی بسیار چالش‌برانگیز شده و در حوزه‌های مختلفی استفاده شده است. از طرف دیگر، مدیران بخش‌های مختلف به ویژه مدیران سازمان‌های ورزشی، به دلیل وجود انبوه متغیرهای تأثیرگذار ترجیح می‌دهند سازوکاری را در اختیار داشته باشند که بتواند آن‌ها را در امر تصمیم‌گیری یاری و مشاوره دهد. به همین دلیل، سعی در روی آوردن به روش‌هایی در پیش‌بینی دارند که به واسطه آن‌ها تخمین‌هایشان به واقعیت نزدیک و خطاهایشان بسیار کم باشد.

از آنجا که براون (۲۰۰۵) از طریق شبکه‌های عصبی فازی با توجه به بازی‌های گذشته تیم‌ها در لیگ NCAA آمریکا رده‌بندی تیم‌ها را در هفت هفته آینده تا ۹۰ درصد درست پیش‌بینی کرد (۲)، در این تحقیق مدل پیش‌بینی جایگاه ایران در رده‌بندی فیفا با استفاده از شبکه‌های عصبی فازی و روش ARIMA طراحی شده و از لحاظ معیارهای عملکرد (MSE، RMSE، NMSE، MAE)، MAPE و R^2 با هم مقایسه شده‌اند. نتایج تحقیق نشان‌دهنده آن است که شبکه‌های عصبی فازی از

لحاظ تمامی معیارهای عملکرد بر روش ARIMA برتری دارند. از سوی دیگر، نتایج تجربی این تحقیق و بعضی تحقیقات مشابه نشان داده‌اند ترکیب شبکه‌های مصنوعی و منطق فازی و ایجاد شبکه‌های عصبی فازی موفقیت‌آمیز بوده و باعث کاهش قابل توجه در خطای پیش‌بینی شده است.

همان‌طور که گلیکمن و استرن (۲۰۰۵) در پیش‌بینی نتایج تیم‌ها، شرایط تیمی در گذشته و حال، و عوامل مدیریتی را مهم برشمرده‌اند (۱۲)، در این پژوهش برای پیش‌بینی جایگاه تیم ملی فوتبال ایران در رده‌بندی فیفا دو حالت تصور شده است؛ در حالت اول چنانچه متغیرهای مستقلی همانند جایگاه ایران در رده‌بندی فیفا در پایان هر ماه میلادی، امتیاز تیم ایران در پایان هر ماه میلادی، نتیجه بازی‌ها (شامل برد، باخت، تساوی)، محل برگزاری مسابقه، نوع بازی (دوستانه، مقدماتی جام‌های قاره‌ای، مقدماتی جام جهانی، جام کنفدراسیون‌ها، مرحله نهایی جام‌های آسیا، مرحله جام جهانی)، جایگاه تیم حریف ایران در آخرین رده‌بندی فیفا (ماه قبل)، و قدرت منطقه‌ای تیم حریف ایران مشخص باشد، می‌توان از مدل اول به منظور پیش‌بینی دقیق رتبه آن ماه (قبل از اعلام رده‌بندی فیفا) استفاده کرد.

در حالت دوم، چنانچه متغیرهای مستقل ذکر شده مشخص نباشند، برای مثال جایگاه ایران در ۲ ماه آینده، می‌توانیم متغیر مستقل را زمان در نظر بگیریم و مدل پیش‌بینی مورد نظر را طراحی کنیم. برای مثال، جایگاه پیش‌بینی شده ایران در ۲ ماه اول پس از ارائه الگو به ترتیب ۱۹ و ۲۰ بود که نتایج واقعی رده‌بندی فیفا در آن زمان رتبه‌های پیش‌بینی شده مدل ما را تأیید می‌کند.

با توجه به اینکه پیش‌بینی در فوتبال همانند

شیوه مدیریت خود استفاده کنند. با این حال نتایج این پیش‌بینی ممکن است تحت تأثیر عوامل زیادی از جمله شانس (۱۸)، وضعیت تیم‌های رقیب آینده ایران، آسیب‌دیدگی بازیکنان کلیدی تیم، و عوامل گوناگون دیگری همچون مدیریت سازمان ورزش، به‌ویژه فدراسیون فوتبال (۱۸)، قرار گیرد.

اینکه رده‌بندی فیفا تا چه حد صحیح بوده و برای فدراسیون‌های فوتبال کشورهای عضو تا چه حد اهمیت دارد موضوعی است که از مبحث پژوهش حاضر خارج است. به هر حال آنچه از نتایج رده‌بندی فیفا برمی‌آید این است که انجام بازی‌های زیاد در هر ماه، به‌ویژه با تیم‌های ملی فوتبال کشورهای فیفا که جایگاه خوبی در رده‌بندی فیفا دارند در بهبود جایگاه تیم ملی فوتبال ایران در رده‌بندی فیفا مؤثر است. این امر احتمالاً با جلب حمایت حامیان مالی و برقراری روابط نزدیک و مناسب با فدراسیون‌های فوتبال کشورهای صاحب فوتبال تحقق می‌یابد.

پیش‌بینی مسائل سیاسی، اقتصادی، و اجتماعی امر پیچیده و مشکلی است، امروزه با استفاده از منابع و مدل‌های موجود و شناخت عوامل اثرگذار، و توانایی و مدیریت تیم‌ها تا حدودی می‌توان نتایج و رده‌بندی آینده تیم‌ها را پیش‌بینی کرد. از آنجا که در این پژوهش مدل شبکه‌های عصبی فازی (مناسب‌ترین روش از میان روش‌های مدل‌سازی نوین) توانایی بالایی را برای پیش‌بینی جایگاه ایران در رده‌بندی فیفا نشان داد، مسئولان فدراسیون فوتبال می‌توانند از مدل پیش‌بینی ارائه شده به منظور برنامه‌ریزی‌های آتی خود استفاده کنند.

از آنجا که جایگاه تیم ملی فوتبال ایران یا هر کشوری تا حدود زیادی متأثر از شیوه‌های مدیریتی فدراسیون فوتبال و حتی سازمان ورزش کشور (۱۸، ۱۲)، تغذیه (۸)، تجهیزات و تسهیلات ورزشی (۸، ۱۸)، دوپینگ (۸)، مربیان کارآمد (۱۸)، و تمرین (۸) است، نتایج این پیش‌بینی در تأیید یا رد شیوه‌های مدیریتی اعمال شده در گذشته و حال کاربرد دارد. همچنین، مسئولان فدراسیون فوتبال می‌توانند از این مدل به‌عنوان بازخورد و پیش‌بینی

منابع

1. Boulier, B. L., & Stekler, H. O. (2003). "Predicting the outcomes of National Football League games". *International Journal of Forecasting*, 19, 257-270.
2. Brown, G.T. (2005). APR101. NCAA News on line, February 14.
3. Bryan L. Boulier, H. O. Stekler., (2001). "Predicting the outcomes of National Football League games". *International Journal of forecasting*. 19(2003) 257-270.
4. Buckley, J.J., Hayashi, Y. (1994). "Fuzzy neural networks: a survey, Fuzzy Sets and Systems". Vol. 66 P.P. 1-13.
5. ChiUng Song, Bryan L. Boulier, Herman O. Stekler. (2007). "the comparative accuracy of judgmental and model forecasts of American football games", *International Journal of Forecasting*, 23, 405-413.
6. Choong-Ki Lee, Tacy Tailor. (2004). "Critical reflections on the economic impact assessment of a mega-event: The case of 2002 FIFA World cup". *Tourism Management*. 26 (2005) 596-603.
7. Cundell, D.R, Silibovsky R. S, Sztandera, L. M. (2001). "Using fuzzy sets to analyze putative correlates between age, blood type, gender and/or race with bacterial infection". *Artiff Intell*; 21(1-3): 235-9.
8. Dereveco P., Albu M., Duma E. (2002). "Forecasting of top athletic performance". *Rom J. Physiol*; 39-40:57-62.
9. Fang, Y., (2003). "Forecasting combination and encompassing tests". *International Journal of Forecasting*, 19 87-94.
10. Fitz-Clarke, JR, Mortan RH, Banister EW. (1991). "Optimizing athletic performance by influence curves". *Appl physiol*; 71(3) 1151-8.
11. Gembrise, D., Taylore JG., Suter D., (2000). "Trends and random fluctuation in athletics". *Nature*.
12. Glickman, M.E., Sterm, H.S. (2005). "Astate- space model for national football league scores". *J the American Statistical Association*. 3.
13. Jang, J. R. and Sun, C. (1995). "Nero Fuzzy Modelling and Control". *Proc. of the IEEE*, P.P: 378-405.
14. Jang, J.-S. R. (1991). "Fuzzy Modeling Using Generalized Neural Networks and Kalman Filter Algorithm", *Proc. of the Ninth National Conf. on Artificial Intelligence (AAAI-91)*, PP. 762-767.
15. Jang, J.-S. R. (1993). "ANFIS: Adaptive-Network-based Fuzzy Inference Systems". *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. 23, No. 3, PP. 665-685.
16. Le Cun, Y. (1985). "Une procedure d'apprentissage pour reseau a seuil assymetrique". *Cognitive*, 85, 599-604.
17. Lovaglia, M.J., Lucus, J.W. (2005). "High visibility athletic programs in the Football". *The Sport Journal*. 8 (2): 1-5.
18. Lucas, J.W., Lovaglia, M.J. (2005). "Can Academic progress Help collegiate football teams". *The sport Journal*. 8 (3) : 1-3.
19. McAviney, I.D., A. (2003). "Yannopoulos Stationary, structural change and specification in a demand system: the case of energy", *Energy Economics*, 25 65-92.
20. Nobuhiko, T., Dijk, H.K., (2002). "Combined forecasts from linear and nonlinear time series models". *International Journal of Forecasting*, 18 421-438.
21. Pai, P.F., Lin, C.S., (2005). "A hybrid ARIMA and support vector machines model in stock price forecasting", *Omega*, 33 497 - 505.
22. Parker, D.B. (1985). "Learning logic: Casting the cortex of the human brain in silicon". Technical Report, TR-47. Cambridge, MA: Center for Computational Research in Economics and Management, MIT.
23. Patric Andersson, Jan Edman, Martti Ekman (2005). "Predicting the world cup 2002 in soccer: performance and confidence of experts and non-experts". *International Journal of forecasting*. 21: 265-276.

24. Werbos, P.J. (1974). "Beyond Regression: New Tools for Prediction and Analysis in the Behavioral Sciences". Cambridge, MA: Harvard University, Ph.D. dissertation.
25. Wilson, I.D., Paris, S.D., Ware, J.A., D.H. (2002). "Residential property price time series forecasting with neural networks". Knowledge-based Systems, Vol. 15, P.P. 335-341.
26. Wong, B.K., Jiang, L. and Lam, J. (2000). "A bibliography of neural network business application research: 1994-1998". Computers and Operations Research, 27(11), 1045-1076.
27. Zhang, G.P. (2003). "Times series forecasting using a hybrid ARIMA and neural network model". Neurocomputing, 50 159-175.
28. ____, www.fifa.com, December 2005. Ranking and statistics, youth and men, FIFA/Coca-Cola World Ranking.