

Application of artificial neural network method in predicting contemporary Iranian family relationships

Majid Kafi (Research Institute of Hawzah and University, mkafi@rihu.ac.ir)

Seyyede Marziye Shoa Hashemi (University of Religions and Denominations, mhashemi@rihu.ac.ir)

Masoud monjezi (Tarbiat Modares University, monjezi@modares.ac.ir)

Seyed Mohsen Fattahi (University of Religions and Religions, mohsen.fattahi@gmail.com)

ARTICLE INFO

Article History

Received: 2021/10/16

Accepted: 2022/1/10

Key Words:

Artificial Intelligence,
Artificial Neural Network,
Emotional Relationships,
Committed Family,
Failed Family,
Incompatible Family,
Broken Family

ABSTRACT

Virtual social networks play a very important role in social change, especially changes in the structural and emotional relationships of the family. But predicting these changes is very important today. But what method can be used to predict structural changes in the family? This study intends to introduce one of these methods, which is a subset of artificial intelligence, called artificial neural network and as an example to show its effectiveness in predicting the relationships of families affected by virtual social networks. Therefore, the research question is formulated in such a way that by what method or methods can the consequences of the impact of virtual social networks on family relationships be predicted? Since this research is a quantitative research, data collection was done by a questionnaire and the research model was operational. The research model is a fuzzy field statistical model. The result of the research is the prediction of four types of committed, unsuccessful, incompatible and broken families, which were shown on the fuzzy spectrum as follows: Committed family: 75 to 100%; Unsuccessful family: 50 to 75%; Incompatible family 25 to 50 percent and broken family 0 to 25 percent.

کاربرد روش شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی روابط خانواده معاصر ایران

مجید کافی (نویسنده مسئول، پژوهشگاه حوزه و دانشگاه؛ mkafi@rihu.ac.ir)

سیده مرضیه شعاع هاشمی (دانشگاه ادیان و مذاهب قم؛ mhashemi@rihu.ac.ir)

مسعود منجزی (دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه تربیت مدرس؛ monjezi@modares.ac.ir)

سید محسن فتاحی (دانشگاه ادیان و مذاهب؛ mohsen.fattahi@gmail.com)

اطلاعات مقاله

چکیده

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۷/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۲۰

واژگان کلیدی:

هوش مصنوعی،

شبکه عصبی مصنوعی،

روابط عاطفی،

خانواده متعهد،

خانواده ناکامیاب،

خانواده ناسازگار،

خانواده گسیخته

شبکه‌های اجتماعی مجازی نقش بسیار مهمی در تغییرات اجتماعی به خصوص تغییرات روابط ساختاری و عاطفی خانواده بازی می‌کنند. اما پیش‌بینی این تغییرات امروزه خود از اهمیت بالایی برخوردار است. اما از چه روشی می‌توان برای پیش‌بینی تغییرات ساختاری خانواده استفاده کرد. این تحقیق درصدد است یکی از این روش‌ها را که از زیرمجموعه هوش مصنوعی است، به نام شبکه عصبی مصنوعی معرفی کند و به عنوان نمونه کارآمدی آن را در پیش‌بینی روابط خانواده‌هایی که تحت تأثیر شبکه‌های اجتماعی مجازی قرار دارند، نشان دهد. از این رو پرسش تحقیق این گونه صورت‌بندی می‌شود که با چه روش یا روش‌هایی می‌توان پیامدهای تأثیر شبکه‌های اجتماعی مجازی بر روابط خانواده را پیش‌بینی کرد؟ از آنجا که این پژوهش یک پژوهش کمی است، جمع‌آوری داده به وسیله پرسشنامه انجام و مدل تحقیق عملیاتی شد. مدل تحقیق، یک مدل فازی آماری میدانی است. نتیجه تحقیق پیش‌بینی چهار نوع خانواده متعهد، ناکامیاب، ناسازگار و گسیخته است که بر روی طیف فازی به صورت زیر نشان داده شد: خانواده متعهد: ۷۵ تا ۱۰۰ درصد؛ خانواده ناکامیاب: ۵۰ تا ۷۵ درصد؛ خانواده ناسازگار: ۲۵ تا ۵۰ درصد و خانواده گسیخته ۰ تا ۲۵ درصد.

مقدمه

دو نوع تحقیق در مورد پدیده‌های اجتماعی می‌تواند انجام داد: یکی تبیین آن پدیده که بیانگر علل و عوامل شکل‌گیری پدیده است و دیگر پیش‌بینی پیامدهای احتمالی پدیده. روش‌های کلاسیک معمولاً تکنیک‌هایی را در راستای تبیین پدیده‌ها ارائه می‌دهند. اما برای پیش‌بینی احتمالی پدیده‌ها کارایی چندانی ندارند. یکی از تکنیک‌هایی که امروزه برای پیش‌بینی احتمالی پیامدها به کار گرفته می‌شود، روش شبکه عصبی مصنوعی از تکنیک‌های هوش مصنوعی است. از سویی دیگر پدیده‌های اجتماعی معاصر همچون روابط خانوادگی پدیده‌های پیچیده هستند؛ چرا که رفتارهای انسان به‌عنوان یک کنشگر، به دلیل تفکر، اراده و اختیار، خلاقیت، کتمان، تأثیرپذیری از تعینات گوناگون فردی، اجتماعی و فرهنگی، بسیار پیچیده هستند. به همین دلیل پیش‌بینی آنها بسیار دور و به سادگی دست‌نیافتنی است. به نظر می‌رسد برای تبیین این پیچیدگی و پیش‌بینی پیامدهای آنها استفاده صرف از روش‌های آماری کلاسیک کافی نیست و در راستای تکمیل تحقیقات کلاسیک علوم اجتماعی به‌ویژه حوزه خانواده، نیاز به استفاده بیشتر از روش‌های غیرکلاسیک حس می‌شود و در نتیجه برای پیش‌بینی روابط عاطفی خانواده باید از روش شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده شود.

شبکه عصبی مصنوعی جزء سیستم‌های دینامیکی هوشمند مدل آزاد قلمداد می‌شوند که با پردازش داده‌های تجربی قانون نهفته در ورای داده‌ها را به ساختار شبکه منتقل می‌کند (ولیزاده و دیگران، ۱۳۹۶، ص ۹۲-۹۷). در خلال چند دهه اخیر با ظهور نظام‌های هوشمند پردازش داده‌ها و مدل‌های مرتبط با آنها از قبیل شبکه‌های عصبی مصنوعی، الگوریتم‌های ژنتیک، منطق فازی و نظایر آن که با الهام از گوشه‌ای از طبیعت طراحی و مدل‌سازی شده‌اند، پیشرفت‌های مهمی در تجزیه و تحلیل داده‌ها و الگوهای روش‌شناختی صورت گرفته است. یکی از اصلی‌ترین ویژگی‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی، پردازش موازی اطلاعات ورودی توسط واحدهای پردازشی نرونی است (پورشهریار و دیگران، ۱۳۸۸، ص ۳۰۷-۳۲۲).

با توجه به ماهیت انتزاعی^۱ و غیرخطی^۲ اغلب پدیده‌های اجتماعی، انتخاب روشی که داده‌های کمی را همراه با پیچیدگی داده‌های کیفی تحلیل نماید، بسیار حائز اهمیت است، چرا که انتخاب روش نادرست، موجب افزایش عدم اطمینان نتایج حاصله خواهد شد، به خصوص در علوم اجتماعی که با توجه به مشخص نبودن تمامی پارامترهای مؤثر بر یک پدیده و نیز میزان و نحوه تأثیر هر پارامتر بر پدیده، نیاز به ساده‌سازی^۳ مدل تحلیل احساس می‌شود. در این میان، تنوع پارامترها و عوامل مؤثر و پیچیدگی روابط تأثیرگذار بین آنها (برهم کنش پارامترها بر یکدیگر)، مشکل تحلیل چنین مسائلی را دوچندان کرده، به طوری که استفاده از روش‌های تحلیلی متعارف (که به صورت ترتیبی و منطقی عملی می‌کنند) موجب افزایش خطا در نتایج حاصله شده است.

برخلاف روش‌های محاسباتی معمول که به صورت ترتیبی و منطقی و به کمک یکسری قواعد و قوانین از پیش تعریف شده عمل می‌کنند، شبکه‌های عصبی مصنوعی به صورت موازی و حسی (و نه منطقی) و از طریق آموزش عمل می‌کند. با توجه به ماهیت علوم اجتماعی، روش شبکه‌های عصبی می‌تواند راهکار مناسبی جهت تخمین و پیش‌بینی توابع هدف باشد. شبکه‌های عصبی با امکان توانایی فراگیری و آموزش (براساس دانش قبلی خود و داده‌های جدید)، با یافتن الگوهایی در اطلاعات، نسبت به تخمین و پیش‌بینی رفتار مدل اقدام می‌نمایند. با این تفاسیر، با توجه به تغییرپذیری رفتارهای اجتماعی با گذر زمان، بهره‌گیری از روش شبکه‌های عصبی در تحلیل مدل‌های اجتماعی می‌تواند یک امتیاز مثبت قلمداد شود.

اگر بپذیریم که تحقیقات علوم اجتماعی با دو هدف تبیین علل و عوامل و پیش‌بینی پیامدهای یک پدیده اجتماعی انجام می‌شود، حال پرسش این است که با چه روشی می‌توان پیامدهای یک پدیده اجتماعی را پیش‌بینی کرد. این تحقیق درصدد است یک روش از روش‌های پیش‌بینی پیامدهای پدیده‌های اجتماعی

1. Abstract.

2. Non-linear.

3. Simplification.

را جبران کرده و نیز در بازسازی آن سهیم باشند. این شبکه‌ها قادر به یادگیری‌اند؛ به طور مثال چنانچه سلول‌های عصبی لامسه با اشیای سوزاننده با برخورد کنند، سلول‌ها یاد می‌گیرند که به طرف جسم داغ نروند و با این الگوریتم سیستم می‌آموزد که خطای خود را اصلاح کند. یادگیری در سیستم‌های عصبی به صورت تطبیقی صورت می‌گیرد، یعنی با استفاده از مثال‌ها وزن سیناپس‌ها به گونه‌ای تغییر می‌کند که در صورت دادن ورودی‌های جدید، سیستم پاسخ درستی تولید کند (کیانفر، ۱۳۹۵، ص ۱۴۴-۱۴۵). یکی از سلول‌های عصبی مغز نرون نام دارد. هر نرون از بخش‌ها و زیرسیستم‌های زیادی تشکیل شده است که از مکانیسم‌های کنترلی پیچیده‌ای استفاده می‌کنند. سلول‌های عصبی می‌توانند از طریق مکانیسم‌های الکتروشیمیایی اطلاعات را انتقال دهند. برحسب مکانیسم‌های به‌کار رفته در ساختار نرون‌ها، آنها را به بیش از یک‌صد گونه متفاوت طبقه‌بندی می‌کنند. شبکه‌های عصبی ترکیبی از «نرون‌ها» یا «گره‌ها» یا «واحدهای پردازشگر اطلاعات» هستند که به صورت سلسله‌مراتبی در لایه‌ها سازماندهی شده‌اند. اولین لایه در شبکه، «لایه ورودی» است که اطلاعات را از محیط خارج شبکه، دریافت می‌کند. این لایه در مورد مغز، به پنج حس انسان و در مورد یک شبکه عصبی مصنوعی، به متغیرهای مستقل انتخاب‌شده توسط محقق، ارتباط دارد. «لایه‌های میانی یا پنهان» ورودی‌ها را به صورت تدریجی از مبدا دریافت و به خروجی نهایی، تبدیل می‌کنند. آخرین لایه در شبکه «لایه خروجی» نامیده می‌شود. این لایه به پاسخ انسان در مقابل تحریک ورودی در مغز و به پاسخ متغیر وابسته در مقابل تحریک متغیرهای مستقل در شبکه عصبی مصنوعی، مربوط می‌شود (ابراهیمی، ۱۳۹۰، ص ۸).

در شکل زیر نمای ساده ساختار یک نرون بیولوژیک نمایش داده شده است. یک نرون پس از دریافت سیگنال‌های ورودی (به شکل یک پالس الکتریکی) از سلول‌های دیگر، آن سیگنال‌ها را با یکدیگر ترکیب کرده و پس از انجام یک عمل دیگر بر روی سیگنال ترکیبی، آن را به صورت خروجی ظاهر می‌سازد.

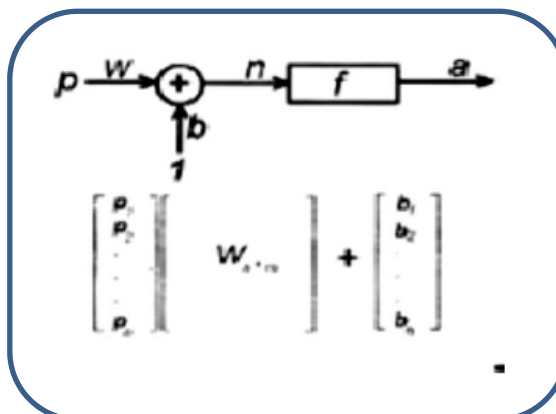
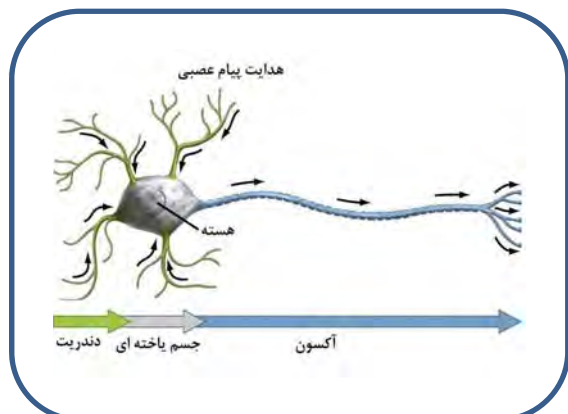
براساس کار هوش مصنوعی و بیان یک نمونه از به‌کارگیری آن در مطالعات اجتماعی را نشان دهد.

هوش مصنوعی

از زمان‌های بسیار دور، انسان‌ها سعی داشتند که بیوفیز یولوژی مغز را دریابند؛ چون همواره مسئله هوشمندی انسان و قابلیت یادگیری، تعمیم، خلاقیت، انعطاف‌پذیری و پردازش موازی در مغز برای انسان جالب بوده و به‌کارگیری این قابلیت‌ها در رایانه‌ها بسیار مطلوب می‌نمود. روش‌های الگوریتمیک برای پیاده‌سازی این خصایص در رایانه‌ها مناسب نیستند. در نتیجه باید برنامه‌ای ابداع کرد که براساس همان مدل‌های بیولوژیکی عمل کند. اما چگونه می‌توان برنامه‌ای نوشت که به طور مثال هویت یک فرد را از طریق چهره تشخیص دهد یا برنامه‌ای که بتواند اشیاء متفاوت را طبقه‌بندی کند؟ یا برنامه‌ای که با توجه به سابقه پزشکی و خانوادگی فرد، عمر تقریبی او را حدس بزند؟ در حالی که مغز انسان ۱۰۰ تا ۲۰۰ میلی ثانیه چنین پردازشی را انجام می‌دهد، نوشتن چنین برنامه‌هایی بسیار دشوار است. در این دست از پردازش‌ها با داده‌های انباشته‌ای روبرو هستیم که ارتباط کاملاً دقیق و مشخصی بین آنها برقرار نیست و یا اگر ارتباطی بین آنها باشد، کشف این ارتباط بسیار دشوار است. نمی‌دانیم مغز چگونه ارتباط بین داده‌ها را کشف می‌کند. نکته دیگر اینکه در مواردی، ارتباط بین داده‌ها به مرور زمان تغییر خواهد کرد و این باعث دشواری بیشتر کشف آن خواهد شد. هوش مصنوعی به‌طور کلی و تکنیک شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) به‌طور خاص برنامه‌ای است که درست مثل ذهن انسان با استفاده از موارد و مثال‌ها آموزش می‌بیند.

شبکه عصبی

شبکه عصبی از شمار زیادی عناصر پردازشی فوق‌العاده بهم‌پیوسته با نام نرون تشکیل شده که برای حل یک مسئله با هم هماهنگ عمل می‌کنند و توسط سیناپس‌ها (ارتباطات الکترومغناطیسی) اطلاعات را منتقل می‌کنند. در شبکه‌های عصبی اگر یک سلول آسیب ببیند، بقیه سلول‌ها می‌توانند نبود آن



شوند. این پروسه از کار، در اصطلاح دانش شبکه‌های عصبی، به فرایند آموزش شبکه معروف است.

شبکه عصبی مصنوعی

ساختار شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN)،^۱ از شبکه عصبی بیولوژیکی انسان، الهام گرفته شده است. این شبکه‌ها می‌توانند ویژگی‌هایی شبیه به عملکرد مغز انسان داشته باشند. آنها روش‌های محاسباتی نوین برای آموزش رایانه‌ها، تولید دانش و به‌کارگیری دانش تولیدشده جهت پیش‌بینی خروجی‌ها از سیستم‌های پیچیده هستند.

در شبکه عصبی مصنوعی، روش‌های معمول محاسباتی به روش پردازش زیستی نزدیک می‌شوند. این پردازنده‌ها از دو جهت مشابه مغز انسان عمل می‌کنند: نخست شبکه عصبی از طریق آموزش، ارتباطات بین داده‌ها را یاد می‌گیرد؛ و دوم در شبکه عصبی مغز انسان نیز وزن‌دهی مشابه با سیستم ذخیره‌سازی اطلاعات انجام می‌گیرد (کیانفر، ۱۳۹۵، ص ۱۴۹).

زمانی که یک شبکه عصبی رفتار خود را تغییر می‌دهد و بهبود می‌بخشد، مقادیر بردارهای ورودی، از درون شبکه به دفعات عبور داده می‌شود و در هر عبور، شبکه، وزن‌های خاص خود را به گونه‌ای اصلاح می‌کند که با توجه به ورودی، بتواند خروجی مورد نظر را تولید نماید. هر عبور بردار ورودی و مقدار خروجی مورد نظر از درون شبکه، یک سیکل نامیده می‌شود.

در شکل بالا، از حرف p برای نشان دادن سیگنال‌های ورودی استفاده شده است. در این مدل، یک سیگنال ورودی (p) پس از تقویت یا تضعیف شدن به اندازه پارامتر w ، به صورت یک سیگنال الکتریکی به اندازه PW وارد نورون می‌شود. به جهت ساده‌سازی مدل ریاضی، فرض بر این است که در هسته سلول عصبی سیگنال ورودی با سیگنال دیگری به اندازه b جمع می‌گردد. در واقع سیگنال b خود به معنی این است که سیگنالی به اندازه واحد در پارامتری مانند b ضرب (تقویت یا تضعیف) می‌شود. مجموع حاصل، یعنی سیگنالی به اندازه $pw+b$ ، قبل از خارج شدن از سلول تحت عمل یا فرایند دیگری واقع می‌شود که در اصطلاح فنی به آن تابع انتقال می‌گویند. این موضوع در شکل به وسیله جعبه‌ای نشان داده شده که روی آن علامت f قرار داده شده است. ورودی این جعبه همان سیگنال $pw+b$ و خروجی آن یا همان خروجی سلول با علامت a نشانه‌گذاری شده است. در مدل‌های ریاضی بخش آخر مدل‌سازی به وسیله رابطه $a=f(pw+b)$ نمایش داده می‌شود.

پارامتر w یا همان ضریبی که سیگنال ورودی p در آن ضرب می‌شود، در اصطلاح ریاضی به نام پارامتر وزن نیز گفته می‌شود. زمانی که از کنار هم قراردادن تعداد بسیار زیادی از سلول‌های فوق، یک شبکه عصبی بزرگ ساخته شود، شبکه‌ای در دست خواهیم داشت که رفتار آن علاوه بر تابع خروجی f کاملاً به مقادیر w و b وابسته خواهد بود. در چنین شبکه بزرگی، تعداد بسیار زیادی از پارامترهای w و b باید توسط طراح شبکه مقداردهی

1. Artificial Neural Networks.

سیستمی که بتواند یاد بگیرد منعطف‌تر و ساده‌تر برنامه‌ریزی می‌شود، بنابراین بهتر می‌تواند در مورد مسائل جدید پاسخگو باشد (ابراهیمی، ۱۳۹۰، ص ۸).

یادگیری یعنی توانایی تنظیم پارامترهای شبکه (وزن‌های سیناپسی) به منظور دریافت اطلاعاتی که بتواند در آینده به یاد آورده شود. قانون یادگیری یک روش یا منطق ریاضی است. این به شبکه عصبی کمک می‌کند تا از شرایط موجود درس گرفته و عملکرد خود را بهبود بخشد (<https://data-flair.training/>) (learning_rules_in_neural_network, 2018). همچنین با این هدف که اگر شبکه برای یک وضعیت خاص آموزش دید و تغییر کوچکی در شرایط محیطی شبکه رخ داد، شبکه بتواند با آموزش مختصر، برای شرایط جدید نیز کارآمد باشد. رویه‌های مختلفی برای تغییر وزن‌ها وجود دارد که به آنها قوانین یادگیری می‌گویند.

انواع شبکه عصبی مصنوعی

پرسپترون تک لایه

پرسپترون تک لایه با وجود سادگی مدل، موفقیت‌های چشمگیری را نشان داده است. در صورتی که مسئله، ساده بوده و یا با ماهیت خطی (تفکیک پذیر خطی) باشد، پرسپترون تک لایه برای مدل کردن مسئله استفاده می‌شود. اما با این حال می‌دانیم که اغلب پدیده‌های اجتماعی، در عین اینکه امکان ساده‌سازی آنها تا حدودی وجود دارد، اما دارای ماهیت چند متغیره و غیرخطی هستند و لذا خطی فرض نمودن آنها باعث افزایش خطا در تحلیل سیستم‌های منتج شده از آنها و نتایج خواهد شد. آنچه لازم است، یافتن راهی برای رفع مشکل جدایی ناپذیری خطی بدون از دست دادن ویژگی‌های اصلی پرسپترون و سادگی کلی آن است. جهت رفع این نیاز صورت جدیدی از مدل پرسپترون به نام پرسپترون چند لایه‌ای^۲ جهت حل مسئله‌های پیچیده‌تر ابداع شده است (جکسون و بیل، ۱۳۹۳، ص ۵۷).

شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) شبکه‌های عصبی چند لایه کاملاً متصل به هم هستند. یک شبکه عصبی مصنوعی، از سه لایه ورودی، خروجی و پردازش تشکیل می‌شود. آنها از یک لایه ورودی، چندین لایه مخفی و یک لایه خروجی تشکیل شده‌اند. هر گره در یک لایه به هر گره دیگر در لایه بعدی متصل است. با افزایش تعداد لایه‌های مخفی، شبکه را عمیق‌تر می‌کنیم (Dertat, 2017). هر لایه شامل گروهی از سلول‌های عصبی (نورون) است که عموماً با کلیه نورون‌های لایه‌های دیگر در ارتباط هستند، مگر اینکه کاربر ارتباط بین نورون‌ها را محدود کند؛ ولی نورون‌های هر لایه با سایر نورون‌های همان لایه، ارتباطی ندارند. نورون می‌تواند یک تابع ریاضی غیرخطی باشد، در نتیجه یک شبکه عصبی که از اجتماع این نورون‌ها تشکیل می‌شود، نیز می‌تواند یک سامانه کاملاً پیچیده و غیرخطی باشد. در شبکه عصبی هر نورون به‌طور مستقل عمل می‌کند و رفتار کلی شبکه، برآیند رفتار نورون‌های متعدد است. به عبارت دیگر، نورون‌ها در یک روند همکاری، یکدیگر را تصحیح می‌کنند (کیانفر، ۱۳۹۵، ص ۱۴۹). به‌عنوان یک اصل کلی در تمام مسائل مدل‌سازی شبکه عصبی، سعی بر این است که ساده‌ترین مدل شبکه عصبی که به قدر کفایت داده‌های یادگیری را نمایندگی نماید، مورد استفاده قرار گیرد. این اصل «اصل امساک» نامیده می‌شود. اصل امساک، هم در مورد تعداد لایه‌های پنهان و هم در مورد نورون‌های درون این لایه‌ها مصداق دارد (ابراهیمی، ۱۳۹۰، ص ۸).

یادگیری شبکه عصبی مصنوعی

شبکه‌های عصبی مصنوعی الگویی برای پردازش اطلاعات هستند. عنصر کلیدی این الگو ساختار جدید سیستم پردازش اطلاعات آن است. شبکه‌های عصبی مصنوعی با پردازش روی داده‌های تجربی، دانش یا قانون نهفته در ورای داده‌ها را به ساختار شبکه منتقل می‌کند که به این عمل یادگیری می‌گویند. اصولاً توانایی یادگیری، مهم‌ترین ویژگی یک سیستم هوشمند^۱ است.

۱. در واقع منظور از سیستم هوشمند، سیستمی نیست که تمام عملکردهای مغز انسان را انجام دهد، بلکه تنها با تعریف شرایط و قوانین، سیستم در یک محدوده تعریف شده، هوشمند می‌گردد. سیستم‌های هوشمند برای حالت‌هایی که ابهامات زیادی در مسئله وجود دارد کارایی بیشتری دارد.

2. Multilayer Perceptron (MLP).

پرسپترون چندلایه

تغییر یابد به طوری که در دفعات بعد، خروجی درست‌تری حاصل شود. قاعده فراگیری روش، میزان کردن ضرایب وزنی شبکه را بیان می‌کند. قاعده ساده فراگیری پرسپترون تک‌لایه در مورد پرسپترون چندلایه کارگر نیست. لیکن استفاده از تابع سیگموئید (به جای تابع پلکانی) بدان معنی است که واحدهای میانی (پنهان) تا اندازه‌ای نسبت به خروجی‌های مدل آگاهی دارند، به طوری که می‌توان ضرایب وزنی آنها را برای کاهش میزان خطا تنظیم کرد (جکسون و بیل، ۱۳۹۳، ص ۶۳-۶۴).

پرسپترون چندلایه سه لایه دارد: یک لایه ورودی، یک لایه خروجی، و یک لایه بین آنها که مستقیماً به داده‌های ورودی و نتایج خروجی متصل نیست یعنی لایه‌هایی که مستقیماً به محیط متصل نیستند مخفی یا پنهان نامیده می‌شوند (Popescu & et al, 2009, 579).

جهت تخمین تعداد لایه‌های بهینه هر مدل، و همچنین تعداد گره‌های (نورون‌های) هر لایه، روش‌های مختلفی توسط پژوهشگران مختلف پیشنهاد شده است. این روش‌ها، عمدتاً در ۵ گروه ذیل قرار می‌گیرند (Stathakis, 2009, 2133-2147):

۱. آزمون: با تغییر تعداد لایه‌ها و گره‌های هر لایه، و آزمودن نتایج خروجی هر حالت (شامل مشاهده خطا و R^2 جورشدگی نتایج تحلیل با داده‌های خروجی واقعی، و تعداد دوره‌های^۱ اجرای مورد نیاز برای همگرا شدن شبکه، حالت بهینه توسط خود کاربر انتخاب می‌شود. در این حالت می‌بایست R^2 ، بیشترین مقدار را داشته باشد و تعداد دوره‌ها نیز در حد نرمال باشد.

۲. شهود: با توجه به بینش حاصل از تجربه بر روی نوع مسائل، می‌توان نسبت به به‌کارگیری برخی تکنیک‌های داده کاوی همچون «یادگیری عمیق»^۲ اقدام نمود.

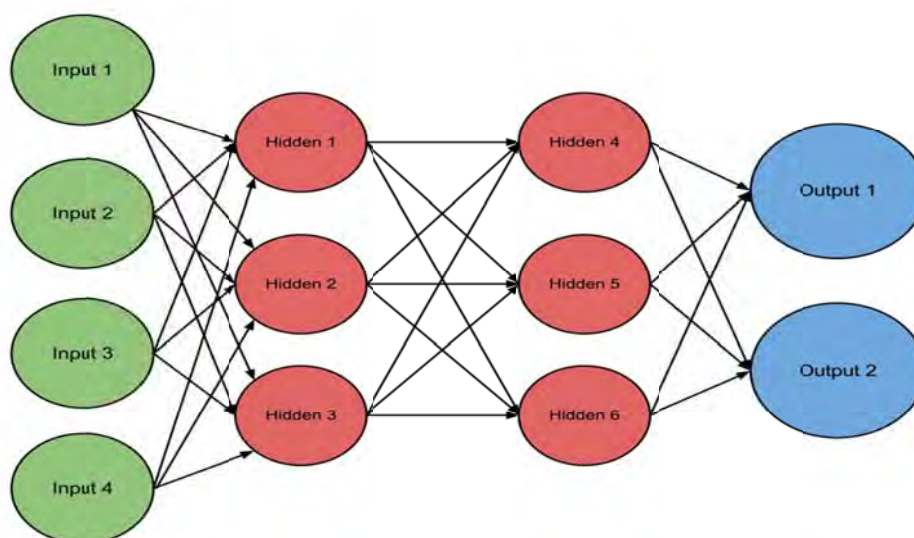
۳. نفوذ به عمق: که همچون روش دوم، با داده‌کاوی در عمق مسئله، جزئیات بیشتر آن را جهت پیکربندی بهتر شبکه، کشف می‌کند (Goodfellow, 2016, 201-202).

۴. بهره‌گیری از سایر پژوهش‌ها: یک روش ساده اما شاید وقت‌گیر، استفاده از یافته‌های گزارش شده در مجموعه مقالات مرتبط با موضوع است.

هر واحد در لایه پنهان و لایه خروجی مانند یک پرسپترون عمل می‌کنند، با این تفاوت که تابع استفاده شده به جای تابع پلکانی، یک تابع سیگموئید است (جکسون و بیل، ۱۳۹۳، ص ۶۲-۶۳). نحوه عمل پرسپترون چندلایه مشابه پرسپترون تک‌لایه است. بدین صورت که الگویی به شبکه عرضه می‌شود و خروجی آن محاسبه می‌گردد. مقایسه خروجی واقعی و خروجی مطلوب (حاصل از مدل) باعث می‌گردد که ضرایب وزنی شبکه

1. Epochs.

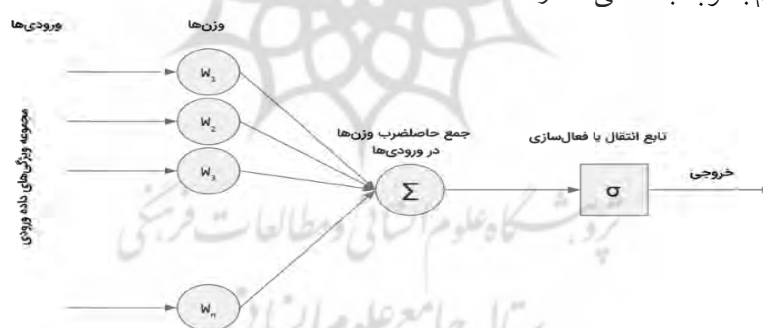
2. Deep learning.



الگوریتم پرسپترون چندلایه

پرسپترون چندلایه شناخته شده ترین و پرکاربردترین نوع شبکه عصبی است (Popescu & et al, 2009, 579). الگوریتم پرسپترون یک الگوریتم تکرار شونده است، به این صورت که در ابتدا بردار وزن w و بایاس b به نحوی مقداردهی می شوند و سپس در هر مرحله، الگوریتم با توجه به نقاطی که درست

دسته بندی و یا پیش بینی نشده اند مقادیر وزن w و بایاس b را تغییر می دهد تا این نقاط به درستی تخمین زده شوند. توابع فعال ساز نیز در این میان تصمیم می گیرند که آیا یک نورون خاص در شبکه های عصبی فعال شود یا خیر.

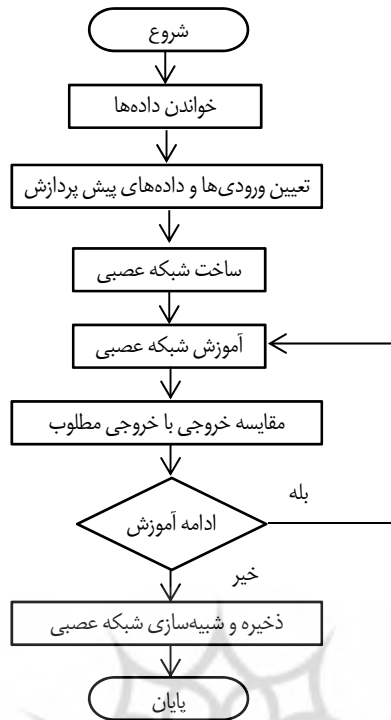


الگوهایی به مراتب پیچیده تر می شود (اسماعیلی، ۱۳۹۳، ص ۶۰).

شکل زیر توالی کلی مراحل اجرایی الگوریتم پرسپترون چندلایه (MLP) را نشان می دهد. مراحل اصلی این الگوریتم، ساخت شبکه (با استفاده از ویژگی های پیکربندی آن)، آموزش، مقایسه خروجی ها با نتایج دلخواه و ادامه آموزش تا حصول نتیجه دلخواه است (Kevin D. Manalo, Noel Linsangan, 2016, 686–690).

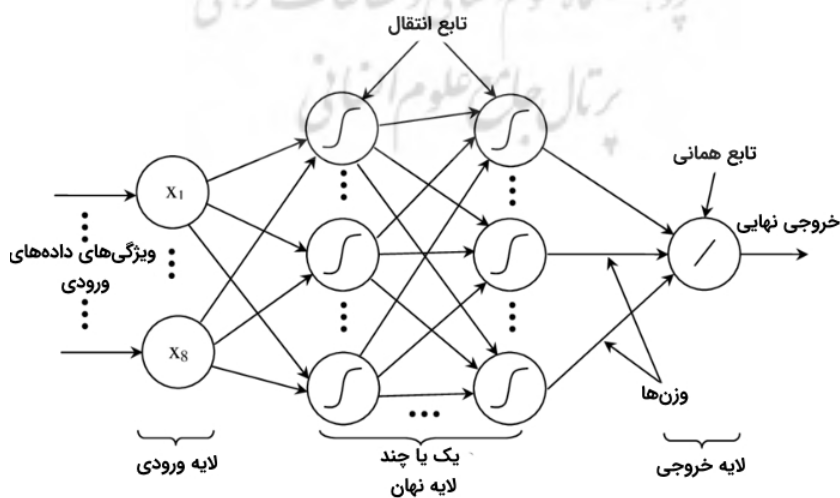
اگر نقاط داده شده به صورت خطی تفکیک پذیر نباشند و با ارتباط بین داده های ورودی و خروجی از پیچیدگی خاصی برخوردار باشد، می بایست از الگوریتم پرسپترون چندلایه (به همراه تابع انتقال سیگموئیدی) بهره جست.

الگوریتم پرسپترون چند لایه ای از قاعده آموزش پس انتشار استفاده می کند. این الگوریتم به توابع غیر خطی نیاز دارد که به طور پیوسته قابل مشتق گیری باشند. عموماً از تابع سیگموئیدی به علت سادگی مشتق آن، در پژوهش ها استفاده می شود. همچنین خاصیت غیر خطی بودن آن ها، در ترکیب با یکدیگر قادر به شناسایی



۱-۱ و ۱ قرار داده می‌شود. الگوریتم پس از چند مرحله آموزش، با رسیدن به همگرایی (یعنی به حداقل رسیدن اختلاف بین نتایج شبکه و خروجی‌های واقعی) متوقف می‌شود. در این صورت، تمام نقاط به درستی دسته‌بندی و یا پیش‌بینی شده‌اند.

الگوریتم در هر مرحله با توجه به نقاطی که اشتباه دسته‌بندی شده‌اند بردار وزن را تغییر می‌دهد تا نقاط بیشتری را به درستی دسته‌بندی کند. الگوریتم در هر مرحله بردار وزن جدیدی را به دست می‌آورد. در ابتدا بردار وزن برابر با یک عدد تصادفی بین



داده‌ها در قلمرو تحقیقات پیشین نشان‌دهنده قابلیت‌های ویژه مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی است (پورشهریار و دیگران، ۱۳۸۸، ص ۳۰۸). در ادامه به برخی از این ویژگی‌ها اشاره می‌شود.

۱. تحقیقات رگرسیونی سنتی بر ایجاد بهترین برازش خطی برای کل مجموعه داده‌ها تأکید دارند؛ در حالی که شبکه‌های عصبی مصنوعی بدون اینکه یک رابطه کارکردی از پیش تعیین شده بین داده‌های ورودی و داده‌های خروجی در نظر بگیرند، این برازش را انجام می‌دهند (زیرا شبکه‌های عصبی مصنوعی آزاد از توزیع و آزاد از پیش‌فرض برای رفتار داده‌ها هستند)؛
۲. انعطاف‌پذیری و قابلیت تطبیق بالای شبکه‌های عصبی مصنوعی، مؤید عملکرد بالای آنها است؛ زیرا آنها بر ارزشیابی قدرت پیش‌بینی مدل متمرکز می‌شوند؛ ۳. روش‌های کلاسیک، فقط در محدوده تحقیق مورد نظر می‌توانند عمل برازش مدل را انجام دهند و خارج از آن محدوده معتبر نیستند؛ در حالی که ویژگی عالی و برجسته شبکه‌های عصبی مصنوعی این است که مدلی ایجاد می‌کنند که حتی برای داده‌هایی که از قبل دیده نشده‌اند به کار می‌آیند و اعتبار دارند؛ ۴. طبیعت ناپارامتریک شبکه‌های عصبی مصنوعی، نیاز به رعایت مفروضات رگرسیونی را ندارد، به خصوص وقتی رابطه بین داده‌ها ناشناخته و پیچیده است، پس مسئولیت محقق در قبال انتخاب مدل مناسب و نحوه آماده‌سازی داده‌ها از بین می‌رود (آذر و علیپور درویشی، ۱۳۸۹، ص ۸۶)؛ ۵. استفاده از شاخص‌هایی نظیر میانگین و انحراف استاندارد به‌عنوان نمایندگان مناسب برای معرفی داده‌ها از آن جهت رایج شده است که امکان نگاه هم‌زمان به تمامی داده‌ها برای پژوهشگر وجود ندارد. وقتی پژوهشگر به شاخص‌های مرکزی و پراکنندگی به جای اصل داده‌ها بسنده می‌کند، در واقع بخش زیادی از اطلاعات مربوط به تعامل‌های موجود بین داده‌ها را از دست می‌دهد؛ تعامل‌هایی که می‌توانند پیچیده و غیرخطی باشند. اگرچه از ابتدای حضور رایانه در تجزیه و تحلیل‌های آماری امکان حذف شاخص‌های مرکزی و پراکنندگی و پردازش حجم انبوهی از داده‌ها فراهم شده است؛ اما نرم‌افزارهای رایج برای تجزیه و تحلیل داده‌های آماری در واقع براساس مدل‌های

با این تفاسیر مدل پرسپترون چندلایه یکی از پرکاربردترین مدل‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی از تکنیک‌های هوش مصنوعی در زمینه پیش‌بینی و طبقه‌بندی است که می‌تواند بدون در نظر گرفتن معادلات پیچیده غیرخطی (که اصل مدل‌های علوم اجتماعی است) دینامیک حاکم بر سیستم را استخراج نموده و خروجی مدل را پیش‌بینی کند (کارآموز و مریدی، ۱۳۸۵، ص ۶۰).

برخی ویژگی‌های شبکه عصبی مصنوعی در مقایسه با روش‌های متداول آماری

بررسی مقایسه‌ای بین توانمندی مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی و روش‌های رگرسیونی در پیش‌بینی و کشف روابط بین داده‌ها در قلمروهای گوناگون نشان‌دهنده قابلیت‌های ویژه مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی است. علاوه بر توانمندی‌های اختصاصی شبکه‌های عصبی مصنوعی در پردازش داده‌های حاصل از پژوهش‌های اجتماعی و رفتاری، محدودیت‌های مربوط به استفاده از مدل‌های آزمایشی و طرح‌های برگرفته از آن در علوم غیرتجربی نیز در موفقیت این شبکه‌ها در مقایسه با مدل‌های سنتی نقش داشته‌اند (پورشهریار و دیگران، ۱۳۸۸، ص ۳۰۷-۳۲۲). روش‌های هوشمند پردازش داده‌ها توانمندی بالایی در درک روابط ذاتی بین داده‌ها دارند. در روش‌های متداول تحلیل آماری غیر از شبکه عصبی مصنوعی، نیاز به درک و بررسی نحوه ارتباطات داخلی متغیرها وجود دارد، اما در روش شبکه‌های عصبی مصنوعی، به طور خودکار، ارتباطات داخلی لایه‌ها (بدون نیاز به درک و نحوه پیچیدگی ارتباط آنها) در مسئله در نظر گرفته می‌شود. مسائل علوم اجتماعی نیز در این میان، با توجه به ماهیت ناشناخته و انتزاعی و از همه مهم‌تر غیرخطی بودن آنها و همچنین مشارکت تعداد زیادی متغیر شناخته‌شده و یا ناشناخته و عدم دانش کافی در خصوص نحوه برهم‌کنش متغیرها بر روی یکدیگر، جزو مسائلی طبقه‌بندی می‌شوند که حل آنها به شیوه‌های مرسوم تحلیلی و آماری، با دقت بسیار بالا بسیار سخت خواهد شد. نتایج بررسی‌های مقایسه‌ای بین توانمندی مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی و روش‌های رگرسیونی در پیش‌بینی و کشف روابط بین

انجام عملیات منطقی در کنار ساختار موازی شبکه‌های عصبی در پردازش اطلاعات می‌توانند مکمل مفیدی برای یکدیگر بوده و به تولید فرضیه‌های مختلف پژوهشی کمک کنند (پورشهریار و دیگران، ۱۳۸۸، ص ۳۰۷-۳۲۲).

پیش‌بینی روابط خانواده

بر اساس روش شبکه عصبی مصنوعی در مورد عوامل مؤثر بر روابط خانواده (عاطفی و جنسی) و تأثیر شبکه‌های اجتماعی مجازی بر روابط خانواده تحقیقی انجام شد. بررسی تأثیر استفاده از شبکه‌های اجتماعی مجازی بر روابط مختلف خانواده و افراد آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ چرا که در این تحقیق به آینده روابط خانوادگی در پرتو استفاده از شبکه‌های اجتماعی مجازی نگاهی داشته است. به این معنا که به این جنبه که در آینده روابط افراد خانواده به چه شکلی خواهد بود و یا با دانستن برخی شاخص‌ها بتوان روابط افراد خانواده را پیش‌بینی نمود، توجه کرده است.

ورودی و خروجی‌ها

ورودی‌های مدل شبکه عصبی مصنوعی این پژوهش، استفاده از شبکه‌های اجتماعی مجازی به عنوان داده‌های تأثیرگذار بر روابط (عاطفی-جنسی) خانواده در نظر گرفته شده است که می‌توان آن را در سه مؤلفه فن آوری؛ فردی و خانوادگی تقسیم و بررسی کرد. همچنین در این پژوهش خروجی، روابط (عاطفی و جنسی) میان افراد خانواده است. منظور از روابط خانواده روابطی است که در آن اعضای خانواده در بُعد ساختاری و عاطفی مشارکت دارند. در این پژوهش هدف پیش‌بینی شکل روابط خانواده پس از نفوذ فن آوری اطلاعات و ارتباطات در خانواده است. منظور از روابط خانواده شامل روابط ساختاری خانواده، شامل هنجارها و قوانین، موقعیت‌ها، نقش‌ها و وظایف که در این تحقیق مورد بررسی نبوده‌اند، و روابط عاطفی شامل روابط زناشویی، روابط گرم با فرزندان و روابط فرزندان با یکدیگر می‌شود. این روابط خانواده با شاخص‌های مسئولیت‌پذیری، رسیدگی به مشکلات، رضایت زناشویی، احترام، صداقت، صمیمیت، اعتماد، توجه و محبت،

مرسوم آماری و به گونه‌ای طراحی شده‌اند که دستورالعمل‌های از پیش تعریف شده را در قالب الگوریتم‌های معین و مطابق با همان مدل‌های سنتی اما با سرعت زیاد اجرا کنند (جکسون و بیل، ۱۳۹۳، ص ۵۵). بنابراین، چنین نرم‌افزارهایی نیز دارای محدودیت‌های مربوط به استفاده از شاخص‌های مرکزی و پراکندگی هستند و تغییرات ناشی از تعامل داده‌ها را به شکل خطا نمایان می‌کنند. به عبارت دیگر، اساس نظری و مبانی منطقی استفاده از روش‌های آماری به‌رغم سرعت و دقت قابل توجه رایانه در پردازش داده‌ها، همچنان سنتی باقی مانده‌اند و بسیار اتفاق می‌افتد که پژوهشگر آثار ناشی از حضور یک عامل را تشخیص می‌دهد، ولی در دام تجزیه و تحلیل‌های سنتی داده‌ها گرفتار شده و قادر به اثبات اثر پنهان آن عامل در زیر سایه واریانس طبیعی سایر عوامل نیست (پورشهریار و دیگران، ۱۳۸۸، ص ۳۰۹) و از آثار پنهان آن عامل غافل می‌ماند.

با نگاه مقایسه‌ای میان روش شبکه عصبی مصنوعی و روش‌های معمول آماری می‌بینیم که آنچه در روش‌های معمول و سنتی رایج است طرح سؤال‌های پژوهشی و ارائه فرضیه‌ها به‌عنوان پاسخ‌های احتمالی مبتنی بر یافته‌های پژوهشی در حوزه مورد بررسی و یا مبانی نظری و منطقی است و از روش‌های آماری با هدف تأیید و یا رد آنها استفاده می‌شود. مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی با الهام از شکل پردازش اطلاعات در مغز انسان، قبل از طرح فرضیه به دریافت داده‌های خام می‌پردازد، آنگاه پس از پردازش آنها روابط موجود را کشف و قوانین حاکم بر این روابط را درمی‌یابد و در مرحله‌ای دیگر با مشاهده بخشی از داده‌ها اقدام به قضاوت در مورد مابقی آنها می‌کند. قدر مسلم این است که امکان کشف کامل و یا بخش وسیعی از روابط موجود بین داده‌ها برای او وجود ندارد و مدل‌های آماری در واقع این امکان را با لحاظ حدود قابل قبولی از احتمال خطا، از طریق تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به نمونه‌های انتخاب‌شده از جامعه مورد بررسی فراهم می‌آورند. این در حالی است که رایانه چنین محدودیتی را ندارد و در خلال مشاهده مرحله‌ای داده‌ها و پردازش آنها می‌تواند فرضیه‌های مختلف را طرح و مورد آزمون قرار دهد. در واقع قابلیت فوق‌العاده رایانه در ضبط اطلاعات و سرعت بالای آن در

عاطفی موجود در خانواده علوی (۱۳۸۷) گرفته شد و سپس متناسب با شاخص‌ها و مفاهیم پژوهش نسبت به طراحی پرسش‌نامه‌ای محقق‌ساخته مطابق فرایند زیر اقدام شد.

پرسش‌نامه طراحی شده دارای سه دسته سؤال، متناسب با نیاز برای تحلیل حساسیت، تعیین آماره‌هایی با استفاده از روش‌های متداول آماری و پیش‌بینی در شبکه عصبی مصنوعی می‌باشد.

دسته اول سؤال‌های زمینه‌ای بودند که متغیرهایی مثل سن، جنسیت، نوع شبکه مورد استفاده، تحصیلات، شغل، درآمد، میزان (تعداد ساعات) استفاده، زمان استفاده، مکان استفاده، و... را به صورت سؤال‌های باز، بسته و یا انتخاب‌گزینه از کاربران پرسیده شد. تعداد این سؤالات ۲۸ مورد است که هدف از طراحی آن، انجام تحلیل توصیفی، تحلیل حساسیت‌ها و یا تحلیل‌های دوبعدی بوده و همچنین بیانگر زمینه‌ای است که مدل مفهومی تحقیق در آن شکل گرفته است.

دسته دوم سؤال‌های اصلی پرسش‌نامه بودند. تعیین سطح معناداری رابطه بین استفاده از شبکه‌های اجتماعی مجازی و شاخص‌ها، و به‌ویژه به‌عنوان داده‌های مورد نیاز در تحلیل شبکه عصبی مصنوعی تحت عنوان ورودی‌های مدل شبکه بودند. این گویه‌ها ابتدا براساس ۱۷ شاخص انتخاب شده اولیه به تعداد ۱۰۴ سؤال تنظیم شدند که نهایتاً با تحلیل حساسیت و اعتبارسنجی صورت پذیرفته به تعداد ۷۶ گویه زیرمجموعه ۱۲ شاخص تقلیل یافتند. پاسخ این سؤالات به صورت طیف لیکرت تنظیم شده بود که کاربر برای پاسخ‌دهی می‌بایست متناسب با گویه یکی از گزینه‌ها را انتخاب می‌کرد.

دسته سوم طرح ۲ سؤال تشریحی از نوع گرمی و سردی روابط عاطفی و جنسی در میان افراد خانواده (مابین تمامی افراد خانواده و مابین زوجین) و درصد این سردی و گرمی بود که به‌عنوان خروجی واقعی مدل شبکه عصبی مصنوعی با هدف آموزش، اعتبارسنجی و تست شبکه عصبی مصنوعی مورد نیاز بود و باید از کاربران پرسیده می‌شد.

این پرسش‌نامه جهت سنجش پایایی برای تکمیل در اختیار کاربران قرار گرفت که سبب شد تعداد گویه‌های طراحی شده از ۱۰۴ گویه به ۷۶ گویه تقلیل یافت.

مجردزیستی و انزوا، ارزش‌ها و گرایش‌ها، نحوه گذراندن اوقات فراغت و احساس تنهایی سنجیده می‌شود و نهایتاً انواع روابط عاطفی خانواده‌ها از نتایج تحلیل شبکه عصبی مصنوعی به‌دست می‌آیند. در این پژوهش شاخص‌های تعیین شده، نقش‌های دوگانه‌ای را در دو موقعیت مختلف می‌پذیرند: در مرحله تعریف روابط خانواده به‌عنوان شاخص‌هایی عمل می‌کنند که تعریف‌کننده روابط خانواده (خروجی) هستند؛ اما همین شاخص‌ها در روش معادلات ساختاری و یا وقتی در جایگاه ورودی‌های شبکه عصبی قرار می‌گیرند، نقش متغیرهای مستقلی را بازی می‌کنند که نماینده شبکه‌های اجتماعی مجازی (ورودی‌ها) مؤثر بر روابط خانواده هستند (لایه پنهان).

پس از شناسایی و دسته‌بندی شاخص‌ها تحلیل حساسیت هر کدام، نسبت به شناسایی عوامل تأثیرگذار از طریق فرایندی که در ادامه به آن اشاره می‌شود اقدام شد. پس از انجام مطالعات اولیه از منابع گوناگون و انتخاب شاخص‌هایی (شاخص‌های مؤثر بر روابط خانواده) که تأثیرپذیر از شبکه‌های اجتماعی مجازی بودند ۱۷ شاخص از مطالعات پیشین انتخاب گردید. شاخص‌های انتخابی طی جدولی در اختیار خبرگان حوزه خانواده قرار گرفت و از ایشان خواسته شد تا به شاخص‌های مشخص شده امتیازی بین ۱ تا ۱۰ را تخصیص دهند. با این هدف که هر کدام از شاخص‌ها به چه میزان مؤثر بر کیفیت روابط عاطفی و جنسی در خانواده هستند. طی فرایند سنجش شاخص‌ها، تأثیرپذیرترین آنها گزینش و ۵ شاخص از شاخص‌های انتخابی حذف گردید و تعداد شاخص‌ها از ۱۷ به ۱۲ عدد تقلیل یافت.

مراحل تهیه و تنظیم داده‌های ورودی

در روش شبکه عصبی مصنوعی استفاده از پرسش‌نامه برای جمع‌آوری اطلاعات رویه مناسبی است. برای انتخاب سؤالات پرسش‌نامه، ابتدا ایده برخی سؤالات از تعدادی پرسش‌نامه همچون پرسش‌نامه الگوی ارتباطات خانواده ریچی و فیتزپاتریک (۱۹۹۰)، پرسش‌نامه رضایت زناشویی انریچ، پرسش‌نامه الگوهای ارتباطی زوجین کریستنس و سولاوی، پرسش‌نامه سنت‌های خانواده مک‌کوبین و تامپسون، پرسش‌نامه روابط

نتیجه تحلیل وزن‌دار

سهم اهمیت شاخص از کل	رتبه	امتیاز اهمیت وزن‌دار شده (از ۱۰)	خبره ۸	خبره ۷	خبره ۶	خبره ۵	خبره ۴	خبره ۳	خبره ۲	خبره ۱	
٪4.78	۱۶	5.53	6	4.5	1.75	15.75	9	13.5	8.75	۱۴	شاخص ۱
٪6.88	۳	7.96	10.5	15	14	14	10.5	15	10.5	16	شاخص ۲
٪5.68	۸	6.57	12	13.5	14	12.25	6	10.5	8.75	10	شاخص ۳
٪5.87	۷	6.79	7.5	12	14	15.75	4.5	12	12.25	12	شاخص ۴
٪5.45	۱۳	6.30	7.5	12	14	15.75	3	12	5.25	14	شاخص ۵
٪7.05	۱	8.15	13.5	12	15.75	17.5	6	15	12.25	16	شاخص ۶
٪6.95	۲	8.04	10.5	15	14	17.5	7.5	13.5	10.5	18	شاخص ۷
٪6.60	۵	7.64	12	15	14	17.5	4.5	13.5	8.75	16	شاخص ۸
٪4.66	۱۷	5.40	6	10.5	3.5	15.75	4.5	12	5.25	14	شاخص ۹
٪5.41	۱۴	6.26	12	12	3.5	15.75	1.5	15	5.25	18	شاخص ۱۰
٪6.88	۳	7.96	12	13.5	14	17.5	3	15	10.5	20	شاخص ۱۱
٪6.13	۶	7.09	7.5	15	14	17.5	3	10.5	10.5	16	شاخص ۱۲
٪5.58	۱۱	6.45	10.5	15	1.75	17.5	3	15	8.75	14	شاخص ۱۳
٪5.63	۹	6.51	10.5	4.5	14	15.75	3	12	10.5	16	شاخص ۱۴
٪5.32	۱۵	6.15	7.5	10.5	1.75	17.5	1.5	10.5	12.25	20	شاخص ۱۵
٪5.53	۱۲	6.40	7.5	12	1.75	14	6	15	10.5	18	شاخص ۱۶
٪5.61	۱۰	6.49	12	12	1.75	17.5	6	12	8.75	16	شاخص ۱۷

شاخص ۱ (تمایل به حفظ شرایط جاری و تغییرناپذیری) و شاخص ۹ (تواضع)، نسبت به کاهش اولیه ابعاد مسئله اقدام شد.

با توجه به جدول امتیازهای وزن‌دار شده شاخص‌های مؤثر بر لایه خروجی عاطفی (شاخص عاطفی)، با صرف نظر کردن از شاخص‌هایی که کمتر از ۰.۶٪ از وزن کل را شامل می‌شوند، یعنی

شاخص از کل	سهم اهمیت	رتبه	امتیاز اهمیت وزن دار شده (از ۱۰)	خبره ۸	خبره ۷	خبره ۶	خبره ۵	خبره ۴	خبره ۳	خبره ۲	خبره ۱	شاخص
٪3.41		۱۷	3.94	4.5	3	1.75	12.25	4.5	9	5.25	12	شاخص ۱
٪4.65		۱۱	5.38	7.5	10.5	1.75	14	7.5	9	7	14	شاخص ۲
٪3.96		۱۵	4.58	7.5	10.5	1.75	10.5	6	7.5	7	10	شاخص ۳
٪4.31		۱۳	4.98	9	10.5	1.75	12.25	3	9	10.5	10	شاخص ۴
٪4.68		۱۰	5.42	4.5	12	12.25	10.5	3	12	3.5	14	شاخص ۵
٪6.82		۱	7.89	12	15	14	17.5	4.5	15	10.5	16	شاخص ۶
٪6.16		۳	7.13	12	13.5	14	12.25	7.5	10.5	8.75	16	شاخص ۷
٪5.64		۴	6.53	12	10.5	14	14	4.5	10.5	7	14	شاخص ۸
٪3.78		۱۶	4.38	6	9	3.5	10.5	3	10.5	3.5	12	شاخص ۹
٪5.19		۷	6.00	10.5	12	3.5	14	1.5	15	7	16	شاخص ۱۰
٪6.52		۲	7.55	12	13.5	14	15.75	3	15	8.75	18	شاخص ۱۱
٪5.43		۵	6.28	9	12	14	12.25	6	9	7	14	شاخص ۱۲
٪5.27		۶	6.09	10.5	13.5	1.75	14	3	15	7	16	شاخص ۱۳
٪4.73		۸	5.47	7.5	4.5	14	10.5	4.5	10.5	7	14	شاخص ۱۴
٪4.19		۱۴	4.85	4.5	10.5	1.75	12.25	3	9	5.25	18	شاخص ۱۵
٪4.70		۹	5.43	6	10.5	1.75	14	6	9	8.75	16	شاخص ۱۶
٪4.63		۱۲	5.36	10.5	9	1.75	12.25	4.5	12	7	14	شاخص ۱۷

(انسجام)، شاخص ۹ (تواضع)، و شاخص ۱۵ (تمایل به در جمع بودن) نسبت به کاهش اولیه ابعاد مسئله اقدام شد. با توجه به اجتماع شاخص‌های کم‌اهمیت (براساس نظر خبرگان) در هر دو مقوله عاطفی و جنسی، جدول شاخص‌های قابل حذف برای هر دو مقوله عاطفی و جنسی به صورت جدول زیر درمی‌آید.

با توجه به جدول امتیازهای وزن دار شده شاخص‌های مؤثر بر لایه خروجی جنسی (شاخص جنسی)، با صرف نظر کردن از شاخص‌هایی که کمتر از ۵٪ از وزن کل را شامل می‌شوند، یعنی شاخص ۱ (تمایل به حفظ شرایط جاری و تغییرناپذیری)، شاخص ۳ (همکاری و همیاری (تقسیم کار))، شاخص ۴

ردیف	شماره شاخص	عنوان شاخص	عاطفی		جنسی	
			وضعیت	درصد وزنی	وضعیت	درصد وزنی
۱	۱	تمایل به حفظ شرایط جاری و تغییرناپذیری	حذف	۵/۵۳	حذف	۳/۹۴
۲	۳	همکاری و همیاری (تقسیم کار)	-	۶/۵۷	حذف	۴/۵۸
۳	۴	انسجام	-	۶/۷۹	حذف	۴/۹۸
۴	۹	تواضع	حذف	۵/۴۰	حذف	۴/۳۸
۵	۱۵	تمایل به در جمع بودن	-	۶/۱۵	حذف	۴/۸۵
		جمع کل		۳۰/۴۴		۲۲/۷۳

با حذف شاخص‌های ۵ گانه فوق، مقوله عاطفی با سطح اعتماد تقریبی ۰.۷۰٪ و مقوله جنسی با سطح اعتماد تقریبی ۰.۷۸٪، بیانگر ماهیت متغیرهای انتخابی خود می‌باشند.

روایی یا اعتبار پرسش‌نامه

در این تحقیق جهت بررسی اعتبار یا روایی پرسش‌نامه، از روش اعتبار صوری استفاده شده است. بدین‌گونه که پرسش‌نامه در اختیار اساتید و صاحب‌نظران حوزه خانواده و روش تحقیق (۷ صاحب‌نظر) قرار گرفت و پس از دریافت نظرات ایشان، نسبت به رفع ایرادات احتمالی پرسش‌نامه به لحاظ کمی و کیفی اقدام شد. همان‌گونه که در قبل اشاره شد اساتید با استفاده از روش وزن‌دهی به گویه‌های زیر مجموعه یک شاخص، میزان تأثیرپذیری آن گویه را در سنجش شاخص مورد نظر اعلام کردند.

پایایی یا قابلیت اعتماد پرسش‌نامه

در این پژوهش برای محاسبه و تجزیه و تحلیل پایایی پرسش‌نامه از ضریب آلفای کرونباخ^۱ استفاده شده و مقدار آن مشخص گردید. مقدار این آلفا بیانگر این مطلب است که سؤالات هم‌پوشانی و همچنین به چه میزانی هم‌سوئی داشته است و پاسخ‌دهندگان نیز با دقت و آگاهی به سؤالات پاسخ داده‌اند. این روش برای محاسبه هماهنگی درونی ابزار اندازه‌گیری، به‌کار می‌رود.

اگر آلفای کرونباخ بیشتر از ۰/۷۵ باشد، آزمون از پایایی قابل قبولی برخوردار است (خاکی، ۱۳۹۰). برای محاسبه ضریب آلفای کرونباخ با استفاده از نرم‌افزار SPSS ابتدا باید واریانس نمره‌های هر زیرمجموعه سؤال‌های پرسش‌نامه را محاسبه کرد،

سپس با استفاده از فرمول آن مقدار ضریب آلفا ($Y\alpha$) را محاسبه نمود (سرمد و دیگران، ۱۳۹۹، ص ۳۶).

در این پژوهش، ابتدا جهت سنجش پایایی پرسش‌نامه از ۳۰ نفر با تعداد ۱۰۴ گویه اجرا شد. با عنایت به موارد بالا و طی اجرای آزمون آلفای کرونباخ، عدد به‌دست آمده برای این ضریب برابر با ۰/۹۶۹ بوده است. رقم به‌دست آمده گویای این مطلب است که این پرسش‌نامه اعتماد لازم جهت استفاده را داراست. به دیگر سخن همبستگی درونی پرسش‌نامه پایداری لازم را دارد.

اما همان‌گونه که ملاحظه شد مرحله حذف ۵ شاخص از شاخص‌های انتخابی منجر به حذف ۲۸ گویه از گویه‌های انتخابی گردید. لذا جهت کنترل دوباره میزان پایایی پرسش‌نامه (پس از حذف ۵ شاخص ذکرشده)، نسبت به محاسبه مجدد ضریب آلفای کرونباخ (با حذف ۵ شاخص انتخابی) اقدام گردید، که نتایج محاسبات SPSS مقدار ضریب آلفای کرونباخ کماکان بسیار بالاست، لذا پرسش‌نامه از پایایی بسیار بالایی برخوردار می‌باشد.

Reliability

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	30	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	30	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.964	76

1. Cronbach's Alpha.

جمع‌آوری داده‌ها

در این تحقیق از روش‌های گوناگون جمع‌آوری اطلاعات مانند جستجوی الکترونیکی، بررسی اسناد و مدارک مرتبط با موضوع، مصاحبه با خبرگان، مصاحبه با افراد خانواده‌ها، برگزاری کارگاه‌های آموزشی آنلاین با برخی خانواده‌ها و پرسش‌نامه استفاده شده است. ابزار اصلی جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز، پرسش‌نامه‌ای دارای سه بخش پرسش است. یک بخش مربوط به سنجش خروجی‌ها، یعنی روابط عاطفی و جنسی در خانواده است که به دلیل آنکه یک سنجه جدید با رویکرد فازی است، توسط محقق ابداع شده است. بخش دیگر پرسش‌نامه مربوط به ورودی‌هاست که با استفاده از نتایج مطالعات، پرسش‌نامه‌های موجود در تحقیقات تجربی این رشته به صورت محقق ساخته طراحی شده و در مصاحبه‌ای با افراد خانواده‌ها و خبرگان مورد بررسی و تصحیح قرار گرفته و در یک نمونه اولیه شامل ۳۰ نفر از کاربران فضای مجازی توزیع شده است. اطلاعات حاصل از این نمونه مقدماتی با نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و پس از جرح و تعدیل، حذف و ویرایش نهایی، پرسش‌نامه اصلی تنظیم شده است.

تعداد ۳۰۰ پرسش‌نامه به صورت کاغذی در میان جامعه آماری مختلف توزیع و پرسش‌نامه‌ای آنلاین طراحی شد و در شبکه‌های اجتماعی مجازی (تلگرام، واتساپ، اینستاگرام، ایتا و...) در اختیار جامعه آماری قرار گرفت که از این بین حدود ۲۱۰ پرسش‌نامه تکمیل شده برگشت داده شد. جهت اجرای پرسش‌نامه آنلاین، از ابزار Google Forms به منظور نظرسنجی به صورت آنلاین از جامعه نمونه که به صورت تصادفی انتخاب شده بودند استفاده شد. نمونه‌ها به صورت تصادفی انتخاب شدند. بیشترین نمونه متعلق به منطقه چهار تهران با بیش از ۸۰۰/۰۰۰ نفر جمعیت و تقریباً ۲۳۰/۰۰۰ خانوار می‌باشد که از این تعداد تقریباً ۴۱۰/۰۰۰ نفر مرد و ۳۹۰/۰۰۰ نفر زن هستند. همچنین تعدادی از نمونه‌ها از مناطق دیگر تهران نیز می‌باشند.

ابزار تحلیل داده‌ها

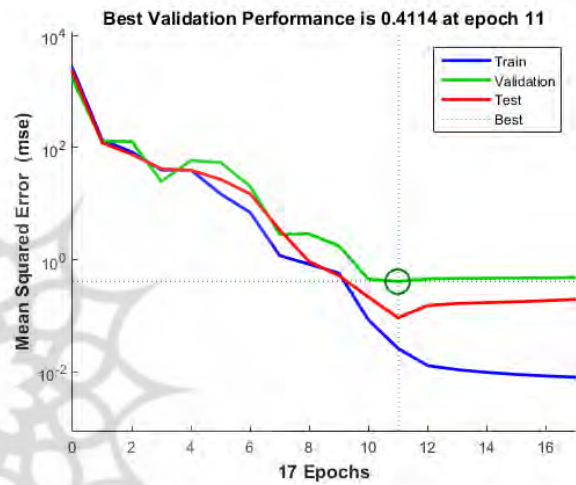
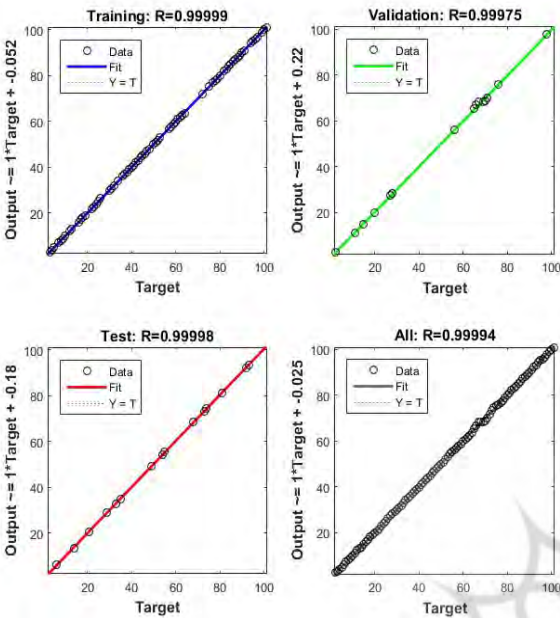
برای فازی‌سازی داده‌ها از نرم‌افزار EXCEL استفاده شده است. از اطلاعات میدانی جمع‌آوری شده از خانوارهایی از مناطق مختلف تهران (نمونه جامعه آماری)، به‌عنوان ورودی‌های شبکه پرسپترون، استفاده شده است. جهت شبیه‌سازی مدل شبکه عصبی مصنوعی نیز از جعبه ابزارهای نرم‌افزار MATLAB نسخه 8.5 به همراه کدنویسی M-file در این محیط استفاده شده است. دلیل انتخاب نرم‌افزار MATLAB، سرعت بالای اجرای محاسبات در آن، وجود جعبه ابزار مختص شبکه‌های عصبی مصنوعی، و همچنین قابلیت برنامه‌نویسی در آن است.

جهت ایجاد تابع در مرحله ابتدایی، نیاز به یکسری داده ورودی و خروجی می‌باشد که به‌عنوان نمونه (sample) در روش شبکه عصبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. پس از اجرای اولین دور از مدل، خروجی مدل به‌عنوان یک دانسته، در دانش مدل ذخیره می‌شود، تا بدین ترتیب، مدل، به صورت خود فراگیر، نسبت به آموزش خود اقدام نماید. در نهایت، برای هر سنجه رفتاری خانواده^۱ (همچون میزان رضایت‌مندی زوجین از روابط زناشویی، میزان حضور اعضای خانواده در کنار یکدیگر، میزان ارتباط فرزندان خانواده با والدین، مسئولیت‌پذیری، توجه و محبت، تغییر ارزش‌ها و گرایش‌ها، احترام، اعتماد، صداقت، گذراندن اوقات فراغت و...) که متأثر از به‌کارگیری شبکه‌های اجتماعی مجازی هستند، یک تابع که معرف مدل رفتاری خانواده در آن بخش است، با در نظر گرفتن پارامترهای مشخص شده در مرحله قبل و با بهره‌گیری از روش شبکه‌های عصبی مصنوعی ایجاد شد. این تابع، که برآورد برهم‌کنش چند پارامتر می‌باشد، به صورت غیرخطی بوده، و براساس دانسته‌های قبلی و نمونه‌های موردی موجود براساس مطالعات انجام شده (Case studies) و با استفاده از تکنیک شبکه‌های عصبی کشف می‌شود، که با توجه به پیچیدگی تعیین آن، مهم‌ترین بخش این پژوهش را تشکیل می‌دهد.

1. family behavior metric.

اعتبارسنجی مدل

در نمودار زیر، خطای اعتبارسنجی (MSE) با رنگ سبز مشخص شده است. همچنین نشان می‌دهد در مرحله تست و ارزیابی، مقدار MSE در دور یازدهم به حداقل رسیده و به سمت همگرایی رفته است. در حقیقت در دور یازدهم، وزن‌های تخمین زده شده (wiها) و همچنین مقادیر بایاس پیشنهادی سیستم (b)، موجب نزدیک شدن مقادیر خروجی سیستم به مقادیر واقعی شده است.

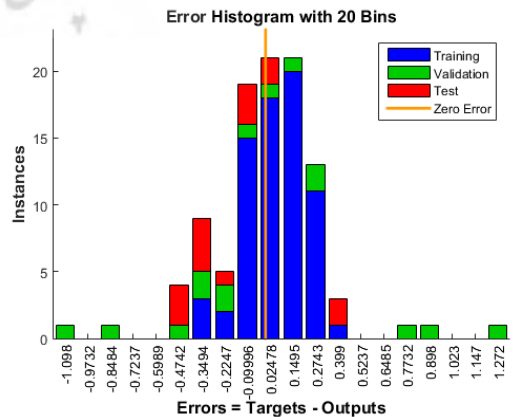


در شکل بالا (نمودار رگرسیون نتایج تحلیل و خروجی‌های واقعی) مشاهده می‌شود که شبکه پس از آموزش، به همگرایی بسیار مطلوبی رسیده است. منظور از همگرایی، نزدیک شدن مقادیر محاسبه‌شده به مقادیر واقعی است که در هنگام آموزش شبکه، به‌عنوان مقادیر خروجی به شبکه تغذیه شده است.

ماتریس‌های ورودی و خروجی

پنج ماتریس Input، Target، Sample1 و Sample2 و Smaple3 به صورت زیر تعریف می‌شوند:

هیستوگرام خطاها، بیانگر توزیع مقدار خطای نمونه‌ها در ۲۰ دسته جداگانه، به همراه نمایش خط حداقل خطا (اختلاف بین نتیجه حاصل از تحلیل شبکه با مقدار خروجی واقعی) در دسته دهم (با خطای ۰٫۲۴۷۸) است. در این نمودار، تعداد داده مورد استفاده در هر مرحله (شامل آموزش، اعتبارسنجی، و تست) به رنگ‌های مختلف نمایش داده شده است.



نام ماتریس	ابعاد ماتریس	توضیحات
Input	210x12	ورودی شبکه که شامل اطلاعات شاخص‌ها برای تمامی افراد حاضر در مطالعه میدانی (پرسش‌نامه) است.
Target	210x2	هدف یا خروجی که شامل مؤلفه‌های گرمی جنسی و گرمی عاطفی برای تمامی افراد حاضر در مطالعه می‌باشد.
Sample1	1x12	معرف اطلاعات شاخص‌های یکی از افراد (که به صورت تصادفی انتخاب شده است).
Sample2	1x12	معرف اطلاعات شاخص‌های یکی از افراد (که به صورت تصادفی انتخاب شده است).
Sample3	1x12	معرف اطلاعات شاخص‌های یکی از افراد (که به صورت تصادفی انتخاب شده است).

جهت پیش‌بینی روابط خانواده، آنها را بر روی یک محور با طیف ۰ تا ۱۰۰ درجه‌ای قرار می‌دهیم که این اعداد بیانگر میزان روابط گرم عاطفی میان افراد خانواده متأثر از استفاده از شبکه‌های اجتماعی مجازی هستند.



خانواده متعدد: ۷۵ تا ۱۰۰ درصد؛ خانواده ناکامیاب: ۵۰ تا ۷۵ درصد؛ خانواده ناسازگار ۲۵ تا ۵۰ درصد و خانواده گسیخته ۰ تا ۲۵ درصد.

پس از طراحی و آموزش مدل، ۳ نمونه جهت شبیه‌سازی اولیه به مدل وارد می‌شود. این ۳ نمونه به صورت تصادفی انتخاب شده‌اند. مقادیر شاخص‌های مرتبط با هر نمونه، به همراه مقایسه مقادیر واقعی و مقادیر حاصل شده از تحلیل شبکه عصبی در جداول زیر، به تفکیک برای هر نمونه، آورده شده است.

ابعاد ماتریس‌های ورودی^۱ و خروجی^۲ متأثر از تعداد داده‌های میدانی برداشت شده بود و ابعاد ماتریس‌های نمونه^۳، متأثر از تعداد شاخص‌های نهایی انتخاب شده در مدل می‌باشد.

توزیع داده‌ها

نحوه توزیع داده‌های مورد استفاده در هر مرحله از شبیه‌سازی شبکه عصبی، طبق جدول زیر ارائه شده است. درصد‌های پیشنهادی مورد استفاده، بر مبنای مقادیر پیشنهادی پیش‌فرض نرم‌افزار Matlab در نظر گرفته شده است.

مرحله	درصد داده‌های مورد استفاده	تعداد داده‌های مورد استفاده
آموزش (Training)	٪۷۰	۱۴۷
اعتبارسنجی (Validation)	٪۱۵	۳۰
آزمون (Testing)	٪۱۵	۳۰

یافته‌های تحقیق

پیش‌بینی سه نمونه با مدل

۱۲ شاخص به‌عنوان ورودی و دو خروجی (میزان گرمی عاطفی و جنسی) برای مدل شبکه عصبی مصنوعی تعریف شد. مدل تحقیق، یک مدل فازی آماری میدانی است، یعنی مدل شبکه عصبی براساس نظر کاربران تعریف شده است و نه براساس سایر معیارها همچون نظر روان‌شناسان. مدل فازی آماری میدانی مدلی است که در آن خروجی‌ها فقط به صورت صفر و یک تعریف نمی‌شوند (فقط سرد و یا فقط گرم)، بلکه در یک طیف بین صفر و یک تعریف می‌شوند، در این صورت مشخص می‌گردد چند درصد گرمی و یا چند درصد سردی روابط در خانواده وجود دارد.

1. Input.
2. Target.
3. Sample.

نمونه آزمایشی تصادفی شماره ۱

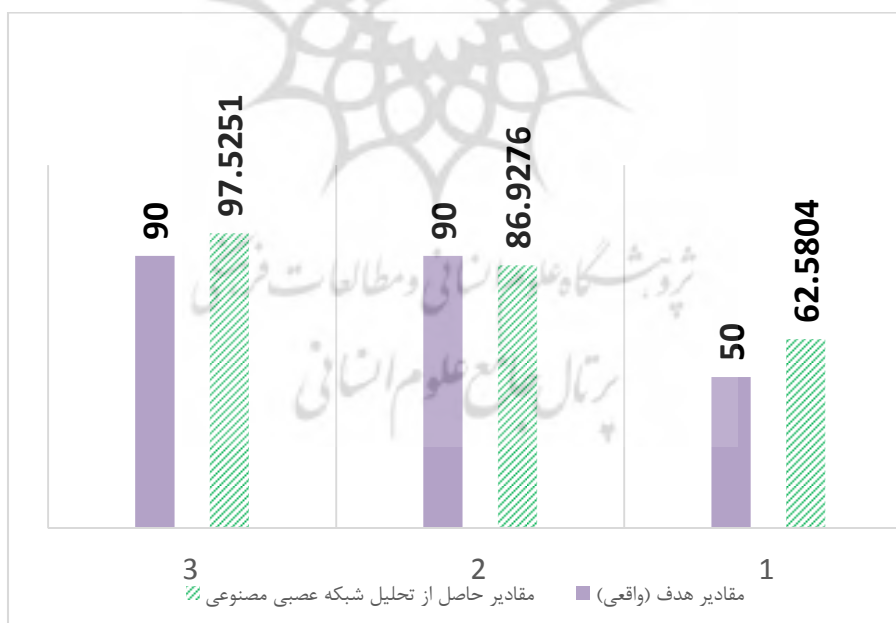
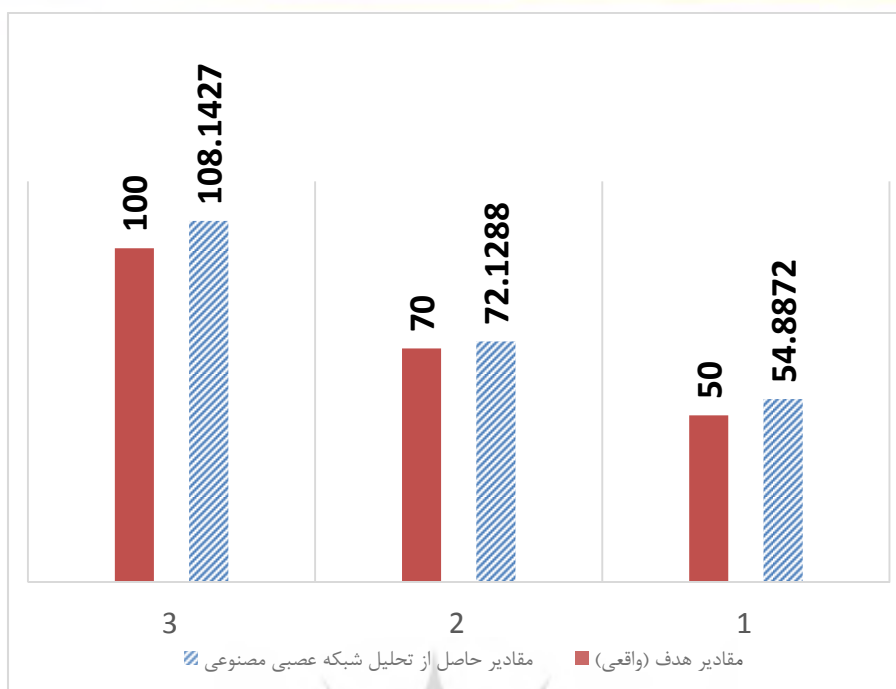
عنوان شاخص	مقادیر نمونه واقعی	نتیجه حاصل از تحلیل شبکه عصبی	میزان انحراف	درصد انحراف
مسئولیت‌پذیری	۱/۱۴۵			
رسیدگی به مشکلات	۲/۴۴۵			
رضایت زناشویی (عشق و وفاداری)	۰/۳۱۲			
احترام	۰/۱۸۶			
صداقت	۰			
اعتماد	۰			
توجه و محبت	۰			
مجرد زیستی و انزوا	۰			
صمیمیت	۰/۹۵۶			
نحوه گذران اوقات فراغت	۰/۹۵۳			
تغییر ارزش‌ها و گرایش‌ها	۰/۶۷۲			
احساس تنهایی	۰/۵۲۸			
میزان گرمی جنسی	۵۰	۵۴/۸۸۷۲	۴/۸۹	٪۹/۷۷
میزان گرمی عاطفی	۵۰	۶۲/۵۸۰۴	۱۲/۵۸	٪۲۵/۱۶

نمونه آزمایشی تصادفی شماره ۲

عنوان شاخص	مورد انتظار (نمونه واقعی)	نتیجه حاصل از تحلیل شبکه عصبی	میزان انحراف	درصد انحراف
مسئولیت‌پذیری	۳/۰۰۰			
رسیدگی به مشکلات	۲/۰۰۰			
رضایت زناشویی (عشق و وفاداری)	۱/۷۲۴			
احترام	۲/۰۰۰			
صداقت	۱/۷۵۰			
اعتماد	۱/۷۵۵			
توجه و محبت	۱/۶۸۴			
مجرد زیستی و انزوا	۱/۷۲۸			
صمیمیت	۱/۴۳۲			
نحوه گذران اوقات فراغت	۲/۶۴۸			
تغییر ارزش‌ها و گرایش‌ها	۱/۰۷۹			
احساس تنهایی	۱/۲۱۷			
میزان گرمی جنسی	۷۰	۷۲/۱۲۸۸	۲/۱۳	٪۳/۰۴
میزان گرمی عاطفی	۹۰	۸۶/۹۲۷۶	-۳/۰۷	-٪۳/۴۱

نمونه آزمایشی تصادفی شماره ۳

عنوان شاخص	مورد انتظار (نمونه واقعی)	نتیجه حاصل از تحلیل شبکه عصبی	میزان انحراف	درصد انحراف
مسئولیت‌پذیری	۱/۵۷۳			
رسیدگی به مشکلات	۰/۵۵۵			
رضایت زناشویی (عشق و وفاداری)	۱/۰۰۹			
احترام	۱/۰۰۰			
صداقت	۰/۷۸۰			
اعتماد	۱/۲۳۳			
توجه و محبت	۱/۳۴۰			
مجرد زیستی و انزوا	۱/۲۷۲			
صمیمیت	۱/۳۱۱			
نحوه گذران اوقات فراغت	۱/۱۶۶			
تغییر ارزش‌ها و گرایش‌ها	۰/۹۲۹			
احساس تنهایی	۰/۷۲۶			
میزان گرمی جنسی	۱۰۰	۱۰۸/۱۴۲۷(۱۰۰)	۸/۱۴	٪۸/۱۴
میزان گرمی عاطفی	۹۰	۹۷/۵۲۵۱	۷/۵۳	٪۸/۳۶



عصبی مصنوعی برای مؤلفه گرمی جنسی و گرمی عاطفی به ترتیب برابر ۱۰/۶۷ درصد و ۸/۵۰ درصد بوده که از دقت بسیار بالایی برخوردار می باشد.

همان طور که از جداول و نمودارهای مقایسه داده های واقعی و تحلیل شبکه عصبی مصنوعی برای هر دو مؤلفه جنسی و عاطفی برمی آید، در مجموع، متوسط اختلاف برآورد روش شبکه های

جمع‌بندی

این مقاله دو هدف را دنبال می‌کند، نخست معرفی روشی برای پیش‌بینی احتمالی پیامدهای یک پدیده اجتماعی و دوم به‌کارگیری آن روش در یک مطالعه در حوزه علوم اجتماعی. یکی از تکنیک‌هایی که امروزه برای پیش‌بینی احتمالی پیامدها به‌کار گرفته می‌شود، روش شبکه عصبی مصنوعی از تکنیک‌های هوش مصنوعی است. شبکه عصبی مصنوعی جزء سیستم‌های دینامیکی هوشمند مدل آزاد قلمداد می‌شوند که با پردازش داده‌های تجربی قانون نهفته در ورای داده‌ها را به ساختار شبکه منتقل می‌کند.

برای تحقق این دو هدف پرسش این تحقیق این‌گونه صورت‌بندی شد که با چه روش یا روش‌هایی می‌توان پیامدهای تأثیر شبکه‌های اجتماعی مجازی بر روابط خانواده را پیش‌بینی کرد؟ از آنجا که این پژوهش یک پژوهش کمی است، جمع‌آوری داده به وسیله پرسش‌نامه انجام و مدل تحقیق عملیاتی شد. مدل تحقیق، یک مدل فازی آماری میدانی است. مدل فازی مدلی است که در آن خروجی‌ها فقط به صورت صفر و یک تعریف نمی‌شوند، بلکه در یک طیف بین صفر و یک تعریف می‌شوند. سرانجام این مدل با ۱۲ ورودی و دو خروجی برای پیش‌بینی روابط عاطفی و جنسی جامعه آماری که تحت تأثیر شبکه‌های اجتماعی مجازی هستند، به‌کار گرفته شد. شایان‌گفتن است که روابط خانواده بر روی یک محور با طیف ۰ تا ۱۰۰ درجه‌ای پیش‌بینی شد که این اعداد بیانگر میزان روابط گرم عاطفی میان افراد خانواده متأثر از استفاده از شبکه‌های اجتماعی مجازی هستند.



خانواده متعهد: ۷۵ تا ۱۰۰ درصد؛ خانواده ناکامیاب: ۵۰ تا ۷۵ درصد؛ خانواده ناسازگار: ۲۵ تا ۵۰ درصد و خانواده گسیخته: ۰ تا ۲۵ درصد.

نتایج به‌دست آمده از ورود اطلاعات مربوط به خانواده‌ها در شبکه عصبی مصنوعی طراحی شده از این جنبه حائز اهمیت است که با مد نظر قراردادن ضریب نفوذ اینترنت در جامعه و خانواده‌ها می‌توان میزان گرمی یا سردی روابط در خانواده‌ها و یا تعیین درصد ۴ نوع خانوادگی مورد نظر این پژوهش در جامعه، چه در وضعیت حال و چه در آینده را پیش‌بینی نمود.

منابع

۱. ابراهیمی، آزاده (۱۳۹۰)، «پیش‌بینی براساس شبکه‌های عصبی مصنوعی»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد آمار، استاد راهنما: دکتر عین‌اله پاشا، دانشگاه تربیت معلم.
۲. اسماعیلی، مهدی (۱۳۹۳)، داده کاوی (مفاهیم و تکنیک‌ها)، ویراست سوم، تهران: انتشارات نیاز دانش.
۳. آذر، عادل و زهرا علیپور درویشی (۱۳۸۹)، «مقایسه روش شبکه عصبی مصنوعی با روش معادلات ساختاری در طراحی مدل ادراک عدالت کارکنان»، فصلنامه پژوهش‌های مدیریت منابع انسانی دانشگاه جامع امام حسین (علیه السلام) ش ۳ و ۴ (شماره پیاپی ۷ و ۸)، ص ۸۱-۱۰۰.
۴. پورشهریار، حسین؛ ر. طباطبایی، ک. کاظم، محمد خدایپناهی، انوشیروان کاظم‌نژاد و ثریا خفزی (۱۳۸۸)، «شبکه‌های عصبی مصنوعی»، روان‌شناسی، روان‌شناسی تحولی، ش ۲۰، ص ۳۰۷-۳۲۲.
۵. سرمد، زهره؛ عباس بازرگان و الهه حجازی (۱۳۹۹)، روش‌های تحقیق در علوم رفتاری، تهران: آگه.
۶. جکسون، تام و راسل بیل (۱۳۹۳)، آشنایی با شبکه‌های عصبی، ترجمه محمود البرزی؛ تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی شریف.
۷. کارآموز، محمد و علی مریدی (۱۳۸۵)، «مدل حل اختلاف مدیریت کیفی و تخصیص آب از رودخانه کرخه»؛ آب و فاضلاب، دوره ۱۷، ش ۴ (مسلول ۶۰)، ص ۵۵-۶۴.
۸. خاکی، غلامرضا (۱۳۹۰)، روش تحقیق با رویکردی به پایان‌نامه‌نویسی، تهران: بازتاب.
۹. کیانفر، علیرضا (۱۳۹۵)، «شبکه عصبی مصنوعی»، کنفرانس بین‌المللی پژوهش در مهندسی برق و کامپیوتر، سنگاپور، ص ۱-۱۳۸.
۱۰. ولیزاده اوغانی، اکبر؛ ناصر فقهی‌فرهمند و فرزین مدرس خیابانی (۱۳۹۶)، «توانایی مدیریت و پیامدهای آن بر ارزش‌آفرینی شرکت‌ها با به‌کارگیری شبکه‌های عصبی
- (رویکرد مقایسه‌ای در صنایع شیمیایی و مواد غذایی)»، فصلنامه علمی پژوهشی آینده‌پژوهی مدیریت، سال ۲۸، ش ۱۱۱، ص ۷۹-۹۲.
11. Dertat, Arden (2017), «Applied Deep Learning – Part 1: Artificial Neural Networks», <https://towardsdatascience.com/applied-deep-learning-part-1-artificial-neural-networks>.
12. Goodfellow, Ian; (2016) «Deep Learning (Adaptive Computation and Machine Learning series)»; *The MIT Press*, pp 201–202.
13. <https://data-flair.training/learning-rules-in-neural-network>, 2018.
14. Kevin D., Noel, & Manalo, Linsangan, (2016) «Classification of Myoelectric Signals Using Multilayer Perceptron Neural Network with Back Propagation Algorithm in a Wireless Surface Myoelectric Prosthesis», *International Journal of Information and Education Technology*, Vol:7, No. 9, pp 686–690.
15. Popescu, Marius–Constantin; Balas, Valentina E.; Perescu–Popescu, Liliana; Mastorakis, Nikos; (2009) «Multilayer perceptron and neural networks», *Wseas Transactions on Circuits and Systems*; Issue 7, Vol. 8, 579–588.
16. Ritchie, L. David & Fitzpatrick, Mary Anne (1990), «Family Communication Patterns: Measuring Inter–Personal Perceptions of Inter–Personal Relationships», *Communication Research*, 17 (4), 5234–544.
17. Stathakis, D. (2009), «How many hidden layers and nodes?»; *International Journal of Remote Sensing*, 30:8, 2133–2147.